

Optimisasi Perencanaan Produksi Menggunakan Metode *De Novo Programming* Dan Pendekatan *Minimum-Maximum (Min-Max) Goal Programming*

Nurmalinda Utami Siregar*¹, Rina Filia Sari², Rima Aprilia³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

e-mail: nurmalinda.u15@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan jumlah keuntungan dan kapasitas produksi yang maksimal berdasarkan pada 3 jenis produk yaitu paving block segi empat, paving block segi enam, dan paving block segi delapan. Metode yang digunakan yaitu model *de novo programming* dan pendekatan *minimum-maximum (min-max) goal programming*. Untuk membentuk model *de novo programming* dilakukan dengan menentukan jumlah variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala, selanjutnya dilakukan pemodelan *min-max de novo programming* pada keuntungan dan kapasitas produksi agar mendapatkan solusi optimal maksimum dan minimum pada tiap fungsi tujuan dan langkah terakhir dilakukan perhitungan menggunakan model *goal programming*. Berdasarkan hasil olah data menggunakan software LINGO, diperoleh nilai $d = 0$ artinya keuntungan dan kapasitas produksi maksimal dengan jumlah produksi paving block segi empat sebanyak 54.060 pcs, paving block segi enam sebanyak 52.700, dan paving block segi delapan sebanyak 49.620 pcs dengan keuntungan maksimum yang diperoleh sebesar Rp. 86.936.320.

Kata Kunci—Perencanaan Produksi, *De Novo Programming*, *Min-Max Goal Programming*, *Paving Block*.Indeks.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, perencanaan sangat penting. Suatu keputusan yang akan digunakan untuk mencapai tujuan yang dimaksud dapat dihasilkan dengan adanya suatu rencana. Presisi dan akurasi sangat penting dalam perencanaan produksi untuk mencegah kerugian di masa depan dan memaksimalkan pendapatan untuk bisnis. Ketersediaan sumber daya yang terbatas dapat menimbulkan masalah bagi organisasi yang mengakibatkan kerugian, sehingga sumber daya menjadi perhatian utama selama proses perencanaan produksi. Bisnis membutuhkan sumber daya terbaik untuk mencapai tujuannya.

Perencanaan produksi adalah proses mencari tahu berapa banyak yang harus diproduksi, berapa lama, dan sumber daya apa yang dibutuhkan untuk mendapatkan produk tertentu. Perencanaan produksi berusaha untuk menetapkan tindakan masa depan. Akibatnya, setiap fase rencana harus diperiksa. Dalam membuat rencana produksi, beberapa faktor harus diperhatikan, antara lain optimalisasi produksi untuk menjalankan proses produksi dengan biaya serendah mungkin. (Wildanul, 2019).

Tujuan optimasi adalah untuk mencapai hasil terbesar yang mungkin dalam batasan tertentu. Meminimalkan upaya dan memaksimalkan pengembalian yang ditargetkan adalah tujuan dari optimasi (Gloria, 2017). Dua metode optimasi adalah memaksimalkan dan meminimalkan. Untuk memaksimalkan keuntungan, manufaktur harus dioptimalkan melalui penggunaan input tertentu. Minimisasi, di sisi lain, adalah optimalisasi produksi untuk menghasilkan biaya pengeluaran terendah. (Hasyim, 2020).

Sebuah perusahaan kecil dan menengah bernama UD. Mulia Maju bekerja di sektor manufaktur, menghasilkan beberapa jenis beton sebagai produk akhirnya. Paving block tersedia dalam berbagai bentuk, antara lain paving block berbentuk persegi panjang (bata), hexagonal, oktagonal, cacing, kubus, dan ubin. Tiga jenis paving block yang berbeda, termasuk yang berbentuk persegi panjang, heksagonal, dan oktagonal, akan diteliti dalam penelitian ini. Karena perusahaan belum memiliki rencana produksi yang ideal, UD. Mulia Maju terkendala dengan jumlah kapasitas produksi yang menyebabkan limbah yang dihasilkan dari bahan baku paving block. Fakta bahwa sumber daya mentah masih tersedia juga menyebabkan pemborosan pengeluaran,

yang menurunkan pendapatan. Bisnis harus dapat menghitung berapa banyak barang beton cetak yang dihasilkan untuk memaksimalkan keuntungan dan memaksimalkan kapasitas produksi.

Teknik *de novo* programming dan strategi *min-max goal programming* keduanya dapat digunakan untuk melakukan perhitungan agar tujuan yang diinginkan perusahaan dapat tercapai seefektif mungkin. Pemrograman *de novo* adalah teknik untuk mengatasi masalah pengoptimalan dan menawarkan input terbaik untuk desain sistem. Pendekatan ini berisi sejumlah persyaratan dan berfokus pada pembuatan desain yang ideal untuk sistem dengan produktivitas tinggi. Keuntungan dari pendekatan pemrograman *de novo* adalah setiap pembatasan sumber daya yang sudah ada akan diatur untuk memastikan tidak ada produksi yang menghasilkan pemborosan. Pendekatan *min-max goal programming* digunakan dalam proses penyelesaian tantangan tersebut agar tujuan yang ingin dicapai organisasi dapat tercapai dan pemanfaatan sumber daya dapat digunakan seefisien mungkin. Penelitian Agung Widarman, dkk. dengan metode *de novo programming* menghasilkan 3.558.426 bata, 1.470.000 paving antik, dan 1.297.000 paving rumput, dengan keuntungan sebesar Rp. 5.340.065.150 untuk perusahaan (Agung, 2022).

Matematikawan menggunakan teknik yang disebut "pemrograman tujuan" yang bertujuan untuk mencapai nilai target untuk setiap tujuan, bukan hanya memaksimalkan atau menurunkannya. Sasaran dinyatakan menggunakan kendala dalam metode pemrograman sasaran, dan variabel deviasi juga ada. Jarak deviasi pada fungsi tujuan dihitung dengan menggunakan variabel deviasi pada *goal programming*. Tujuan dari *goal programming* adalah untuk mengurangi kesenjangan antara fungsi tujuan dan tingkat permintaan. Strategi *min-max goal programming* dapat digunakan untuk mengurangi penyimpangan yang terjadi. Jumlah variabel deviasi yang akan diminimalkan memungkinkan penyelesaian metode *min-max goal programming*. Penelitian produksi bandrek oleh Hasyim Hawari Lubis dengan metode *goal programming* menghasilkan biaya produksi sebesar Rp. 46.917.969; keuntungan yang diinginkan adalah Rp. 62.116.551. (Hasyim, 2020). Dengan adanya permasalahan tersebut, maka akan dilakukan sebuah penelitian dengan menggabungkan metode *de novo programming* untuk menentukan model maks/min lalu kemudian diselesaikan dengan menggunakan pendekatan *min-max goal programming*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di UD. Mulia Maju yang beralamat di Dusun III, Desa Jaharun A, Kec. Galang, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara, 20585. Teknik kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah penelitian variabel penelitian:

1. Fungsi tujuan
 - a. C = keuntungan tiap produk
 - b. k = kapasitas produksi.
2. Fungsi kendala
 - a. V = jumlah biaya bahan baku tiap produk.
 - b. A = jumlah ketersediaan bahan baku.
 - c. D = jumlah permintaan produk
 - d. X = jumlah produksi *paving block*

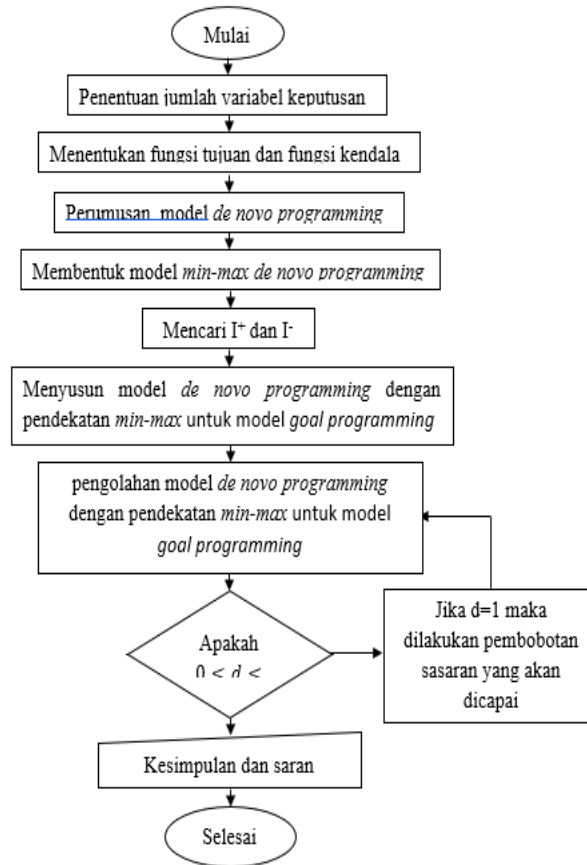
Berikut prosedur yang akan digunakan dalam penelitian ini:

1. Mengumpulkan referensi
2. Pengambilan data di UD. Mulia Maju.
3. Melakukan pengolahan data

Metode *pemrograman de novo* menggunakan metodologi pemrograman tujuan *min-max*, yang memerlukan sejumlah fase, digunakan untuk memproses data:

- a. Tetapkan parameter pengambilan keputusan.
- b. Tetapkan fungsi tujuan.
- c. Menentukan fungsi kendala, meliputi batasan kapasitas produksi, ketersediaan bahan baku, biaya bahan baku, dan permintaan produk.
- d. Dengan menggunakan fungsi objektif dan fungsi kendala yang telah ditetapkan sebagai fondasi, buat model pemrograman *de novo*.

- e. Dengan menggunakan pendekatan pemrograman min-max de novo, identifikasi fungsi objektif tertinggi dan terendah.
 - f. Pastikan solusi optimal maksimum dan minimum dari fungsi tujuan maksimum dan minimum yang dinyatakan sebelumnya.
 - g. Buat model pemrograman de novo menggunakan teknik min-max untuk pemrograman tujuan.
 - h. Tentukan nilai simpangan untuk memenuhi fungsi tujuan. Jika $d = 0$, masalah telah terpecahkan; jika $d = 1$, target akan diberi bobot.
4. Membahas hasil
 5. Membuat kesimpulan dan saran
- Berikut diagram alir penelitian:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Untuk memaksimalkan pendapatan, meningkatkan kapasitas produksi, dan menekan biaya produksi, UD. MULIA MAJU mengumpulkan data tentang optimalisasi perencanaan produksi. Informasi berikut diperlukan untuk mencapai tujuan ini:

- a. Data produksi *paving block* bulan Januari-Desember 2022
- b. Data komposisi bahan baku
- c. Data ketersediaan bahan baku
- d. Data keuntungan tiap produk
- e. Data permintaan produk

Jumlah barang yang harus diproduksi (x_j) adalah jenis produk pada model rencana produksi, yaitu:

- a. x_1 = banyaknya *Paving Block* segi empat
- b. x_2 = banyaknya *Paving Block* segi enam

c. x_3 = banyaknya *Paving Block* segi delapan

Tabel 1. Data Keuntungan Tiap Produk

No	Produk	Keuntungan (Rp/Pcs)
1	<i>Paving block</i> segi empat	557
2	<i>Paving block</i> segi enam	551
3	<i>Paving block</i> segi delapan	560

Tabel 2. Data Produksi *Paving Block* Bulan Januari-Desember 2022

No	Bulan	<i>Paving Block</i> segi empat	<i>Paving Block</i> segi enam	<i>Paving Block</i> segi delapan
1	Januari	4800	4770	4500
2	Februari	4440	4500	4400
3	Maret	4650	4680	4300
4	April	4900	4350	4800
5	Mei	4770	4800	4440
6	Juni	4740	4740	4350
7	Juli	4710	4680	4500
8	Agustus	4380	3500	4200
9	September	3750	4000	3000
10	Oktober	3810	3600	3090
11	November	4560	4560	3480
12	Desember	4530	4500	44400
Total		54.040	52.680	49.620

Tabel 3. Koamposisi Bahan Baku

Jenis bahan baku	Komposisi bahan baku		
	<i>Paving block</i> segi enam	<i>Paving block</i> segi empat	<i>Paving block</i> segi delapan
Semen (kg)	0,93	0,93	0,93
Pasir (kg)	0,7	0,7	0,71
Abu batu (kg)	0,63	0,65	0,6
Padas muda (kg)	0,33	0,31	0,3
Semen merah (kg)	0,02	0	0
Air (l)	0,65	0,65	0,65

Tabel 4. Ketersediaan Bahan Baku

No	Ketersediaan bahan baku		
	Jenis bahan baku	jumlah yang tersedia	Harga/kg (Rp)
1	Semen (kg)	13.500	1.143
2	Pasir (kg)	30.600	50
3	Abu batu (kg)	30.600	80
4	Padas muda (kg)	15.300	50
5	Semen merah (kg)	7,5	15.000
6	Air (l)	9.450	50

a. Perumusan Model De Novo Programming

1. Fungsi tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan output dan potensi keuntungan. Fungsi tujuan didasarkan pada tabel 4.1, yang memberikan data keuntungan:

a. Memaksimalkan Z_1 (keuntungan)

$$Z_1 = 557 X_1 + 551 X_2 + 560 X_3$$

b. Memaksimalkan Z_2 (kapasitas produksi)

$$Z_2 = aX_1 + bX_2 + cX_3$$

2. Fungsi kendala

a. Kendala biaya bahan baku (*budget*)

Besarnya biaya bahan baku sebagai berikut:

$$B = 13.500 (1143) + 30.600 (50) + 30.600 (80) + 15.300 (50) + 7,5 (15.000) + 9.450 (50)$$

$$B = 20.758.500$$

Perhitungan biaya variabel kemudian dilakukan, berdasarkan persamaan 10, untuk menghasilkan formulasi kendala biaya bahan baku yang mudah:

1) *Paving block* segi empat

$$v_1 = 1.143 (0,93) + 50 (0,7) + 80 (0,65) + 50 (0,31) + 15.000 (0) + 50 (0,65) = 1.429,99$$

2) *Paving block* segi enam

$$v_2 = 1.143 (0,93) + 50 (0,7) + 80 (0,63) + 50 (0,33) + 15.000 (0,002) + 50 (0,65) = 1.506,39$$

3) *Paving block* segi delapan

$$v_3 = 1.143 (0,93) + 50 (0,71) + 80 (0,6) + 50 (0,3) + 15.000 (0) + 50 (0,65) = 1.457,99$$

Dengan mensubstitusikan *variabel cost* (v_j) kedalam persamaan:

$$v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_n X_n \leq B$$

Maka diperoleh:

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

b. Kendala ketersediaan bahan baku

Fungsi kendala ketersediaan bahan baku yaitu:

$$(a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n) \leq bi$$

1) Semen : $0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 \leq 13.500$

2) Pasir : $0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 \leq 30.600$

3) Abu batu : $0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 \leq 30.600$

4) Padas muda : $0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 \leq 15.300$

5) Semen merah : $0,02 x_2 \leq 7,5$

6) Air : $0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 \leq 9.450$

c. Kendala permintaan produk

Bisnis harus menghasilkan (jumlah maksimum permintaan produk) sesuai dengan data sesuai permintaan. Kendala permintaan produk dirumuskan sebagai berikut:

$$x_i \geq p_i$$

Pembatasan permintaan produk adalah sebagai berikut di mana p_i adalah tingkat permintaan untuk jenis produk tertentu i:

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

3.2 Model *Min-Max De Novo Programming*

1. Maksimasi keuntungan

a. Fungsi tujuan memaksimalkan $Z_1 = 557 X_1 + 551 X_2 + 560 X_3$

b. Fungsi kendala biaya bahan baku (*budget*):

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

c. Kendala ketersediaan produk

1) Semen : $0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 \leq 13.500$

2) Pasir : $0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 \leq 30.600$

3) Abu batu : $0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 \leq 30.600$

4) Padas muda : $0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 \leq 15.300$

- 5) Semen merah : $0,02 x_2 \leq 7,5$
- 6) Air : $0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 \leq 9.450$

d. Kendala permintaan produk

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

2. Maksimasi kapasitas produksi

a. Fungsi tujuan memaksimalkan $Z_2 = X_1 + X_2 + X_3$

b. Fungsi kendala biaya bahan baku (*budget*):

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

c. Kendala ketersediaan bahan baku

1) Semen : $0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 \leq 13.500$

2) Pasir : $0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 \leq 30.600$

3) Abu batu : $0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 \leq 30.600$

4) Padas muda : $0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 \leq 15.300$

5) Semen merah : $0,02 x_2 \leq 7,5$

6) Air : $0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 \leq 9.450$

d. Kendala permintaan produk

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

3. Minimasi keuntungan

a. Fungsi tujuan meminimumkan $Z_1 = 557 X_1 + 551 X_2 + 560 X_3$

b. Fungsi kendala biaya bahan baku (*budget*):

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

c. Kendala ketersediaan produk

1) Semen : $0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 \leq 13.500$

2) Pasir : $0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 \leq 30.600$

3) Abu batu : $0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 \leq 30.600$

4) Padas muda : $0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 \leq 15.300$

5) Semen merah : $0,02 x_2 \leq 7,5$

6) Air : $0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 \leq 9.450$

d. Kendala permintaan produk

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

4. Minimasi kapasitas produksi

a. Fungsi tujuan meminimumkan $Z_2 = X_1 + X_2 + X_3$

b. Fungsi kendala biaya bahan baku (*budget*):

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

c. Kendala ketersediaan bahan baku

1) Semen : $0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 \leq 13.500$

2) Pasir : $0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 \leq 30.600$

3) Abu batu : $0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 \leq 30.600$

4) Padas muda : $0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 \leq 15.300$

5) Semen merah : $0,02 x_2 \leq 7,5$

6) Air : $0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 \leq 9.450$

d. Kendala permintaan produk

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

3.3 Solusi Optimal

Solusi optimal maksimum dan solusi optimal terendah diturunkan berdasarkan desain model fungsi tujuan dan fungsi kendala menggunakan pemrograman min-max de novo. Dengan menggunakan perangkat lunak LINGO, fungsi tujuan maksimum dan minimum diselesaikan satu per satu untuk menentukan solusi optimal maksimum dan solusi optimal minimum. Didapatkan dua solusi optimal maksimum agar fungsi tujuan dimaksimalkan secara berurutan berdasarkan hasil perhitungan dengan software LINGO, yaitu sebagai berikut:

1. Memaksimalkan Z_1

Iterasi 1 Cj		X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
0	S1	1429,99	1506,39	1457,99	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.758.500
0	S2	0,93	0,93	0,93	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13.500
0	S3	0,7	0,7	0,71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30.600
0	S4	0,65	0,63	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	30.600
0	S5	0,31	0,33	0,3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15.300
0	S6	0	0,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5
0	S7	0,65	0,65	0,65	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9450
0	S8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	54.060
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700
0	S10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49.620
	Zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	cj-zj	557	551	560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2. Simpleks Iterasi 1 Memaksimalkan Z_1

Iterasi 2 Cj	xj	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
560	X3	0,9808	1,0332	1	0,0007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.237,75
0	S2	0,0179	-0,0309	0	-0,0006	1	0	0	0	0	0	0	0	0	258.8905
0	S3	0,0036	0,0336	0	-0,0005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20.491,1963
0	S4	0,0615	0,0101	0	-0,0004	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22.057,3484
0	S5	0,0158	0,02	0	-0,0002	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11.028,6742
0	S6	0	0,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5
0	S7	0,0125	-0,0216	0	-0,0004	0	0	0	0	0	1	0	0	0	195,4615
0	S8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	54.060
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700
0	S10	-0,9808	-1,0332	0	-0,0007	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35.382,2479
	Zj	549,25	578,58	560	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.973,141
	cj-zj	7,7545	-27,59	0	-0,3841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 3. Simpleks Iterasi 2 Memaksimalkan Z_1

Iterasi 3 Cj	Xj	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
560	X3	0	2,7286	1	0,0357	-54,9151	0	0	0	0	0	0	0	0	20,741
557	X1	1	-1,7286	0	-0,0357	55,9904	0	0	0	0	0	0	0	0	14.495,3808
0	S3	0	-0,0273	0	-0,0004	-0,2035	1	0	0	0	0	0	0	0	20.438,5024
0	S4	0	0,1164	0	0,0018	-3,4447	0	1	0	0	0	0	0	0	21.165,554
0	S5	0	0,0473	0	0,0004	-0,8825	0	0	1	0	0	0	0	0	10.800,2075
0	S6	0	0,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5
0	S7	0	0	0	0	-0,6989	0	0	0	0	1	0	0	0	14,5165
0	S8	0	1,7286	0	0,0357	-55,9904	0	0	0	0	0	1	0	0	39.564,6192
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700
0	S10	0	-2,7286	0	-0,0357	54,9151	0	0	0	0	0	0	0	1	49.599,2519
	Zj	557	565,19	560	0,11	434,18	0	0	0	0	0	0	0	0	8.085,546
	cj-zj	0	-14,1857	0	-0,1071	-434,1793	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 4. Simpleks Iterasi 3 Memaksimalkan Z_1

Dari hasil metode simpleks tersebut di atas, 8.085.546 merupakan nilai solusi ideal untuk keuntungan tertinggi.

2. Memaksimumkan Z_2

Iterasi 1	Cj	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Zj	cj-zj
					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	S1	1429,99	1506,39	1457,99	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.758.500	
0	S2	0,93	0,93	0,93	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13.500	
0	S3	0,7	0,7	0,71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30.600	
0	S4	0,65	0,63	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	30.600	
0	S5	0,31	0,33	0,3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15.300	
0	S6	0	0,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5	
0	S7	0,65	0,65	0,65	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9450	
0	S8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	54.060	
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700	
0	S10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49.620	
	Zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	cj-zj	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 5. Simpleks Iterasi 1 Memaksimumkan Z_2

Iterasi 2	Cj	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Zj	cj-zj
0	S1	0	76,4	28	1	-1,537,6236	0	0	0	0	0	0	0	0	580,9466	
1	X1	1	1	1	0	1,0753	0	0	0	0	0	0	0	0	14.516,1289	
0	S3	0	0	0,01	0	-0,7527	1	0	0	0	0	0	0	0	20.438,7099	
0	S4	0	-0,02	0,05	0	-0,6989	0	1	0	0	0	0	0	0	21.164,5165	
0	S5	0	0,02	-0,01	0	-0,3333	0	0	1	0	0	0	0	0	10800	
0	S6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5	
0	S7	0	0	0	0	-0,6989	0	0	0	0	1	0	0	0	14,5165	
0	S8	0	-1	-1	0	-1,0753	0	0	0	0	0	1	0	0	39.543,8711	
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700	
0	S10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49.620	
	Zj	1	1	1	0	1,08	0	0	0	0	0	0	0	0	14.516,1289	
	cj-zj	0	0	0	0	-1,0753	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 6. Simpleks Iterasi 2 Memaksimumkan

Solusi ideal ditemukan berdasarkan perhitungan yang menggunakan pendekatan simpleks dan perangkat lunak LINGO untuk memaksimumkan pendapatan dan keluaran: $I^+ = \{8.085.546 ; 14.516,13\}$

3. Meminimumkan Z_1

Iterasi 1	Cj	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Zj	cj-zj
0	S1	1429,99	1506,39	1457,99	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.758.500	
0	S2	0,93	0,93	0,93	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13.500	
0	S3	0,7	0,7	0,71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30.600	
0	S4	0,65	0,63	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	30.600	
0	S5	0,31	0,33	0,3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15.300	
0	S6	0	0,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5	
0	S7	0,65	0,65	0,65	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9450	
0	S8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	54.060	
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700	
0	S10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49.620	
	Zj	1114	1102	1102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	cj-zj	-557	-551	-560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 7. Simpleks Iterasi 1 Meminimumkan Z_1

Dari hasil metode simpleks didapat nilai minimum untuk $Z_1 = 0$

4. Meminimumkan Z_2

Iterasi j	Cj	X1	X2	X3	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S9	S1 0	
0	S1	1429,99	1506,39	1457,99	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.758.500
0	S2	0,93	0,93	0,93	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13.500
0	S3	0,7	0,7	0,71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30.600
0	S4	0,65	0,63	0,6	0	0		1	0	0	0	0	0	0	30.600
0	S5	0,31	0,33	0,3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15.300
0	S6	0	0,02	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7,5
0	S7	0,65	0,65	0,65	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9450
0	S8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	54.060
0	S9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52.700
0	S10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49.620
	Zj	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	cj-zj	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 8. Simpleks Iterasi 1 Meminimumkan Z_2

Hasil metode simpleks digunakan untuk menentukan nilai minimum $Z_2 = 0$. Solusi ideal ditemukan berdasarkan perhitungan yang meminimalkan profitabilitas dan kapasitas produksi dengan menggunakan pendekatan simpleks dan program LINGO, yaitu sebagai berikut: $I^- = \{0 ; 0\}$

3.4 Model *De Novo Programming* Dengan Pendekatan *Min-Max* untuk model *Goal Programming*

Model pemrograman min-max de novo dibuat dengan menggunakan pendekatan min-max goal programming berdasarkan hasil perhitungan menggunakan model pemrograman min-max de novo dan diperoleh solusi maksimal dan optimal minimal, yaitu sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

Meminimumkan d

Fungsi kendala:

$$557x_1 + 551x_2 + 560x_3 + d_1^- - d_1^+ = 8.085.546$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + d_2^- - d_2^+ = 14.516,13$$

$$\frac{d_1^-}{8.085.546-0} \leq d \text{ atau } d_1^- - 8.085.546 \leq 0$$

$$\frac{d_2^-}{14.516,13-0} \leq d \text{ atau } d_2^- - 14.516,13 \leq 0$$

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

$$0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 = 13.500$$

$$0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 = 30.600$$

$$0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 = 30.600$$

$$0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 = 15.300$$

$$0,02 x_2 = 7,5$$

$$0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 = 9.450$$

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

$$x_1, x_2, x_3, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

3.5 Penyelesaian Model

Model pemrograman de novo dengan teknik *min-max goal programming* kemudian digunakan untuk mengkaji perencanaan produksi guna mencapai pengembalian laba setinggi mungkin dan kapasitas produksi setinggi mungkin. Untuk mendapatkan hasil terbaik dari model yang telah dibuat, dilakukan pengolahan dengan menggunakan software LINGO; hasil perhitungan tertera pada lampiran. Tabel berikut menampilkan hasil pemrosesan yang dimungkinkan oleh perangkat lunak LINGO:

Tabel 5. Nilai variabel keputusan berdasarkan temuan keluaran LINGO

Variabel	Hasil
d_1^-	0
d_1^+	0
d_2^-	0
d_2^+	0
x_1	0
x_2	0
x_3	0
s_1	54.060
s_2	52.700
s_3	49.620

Karena nilai $d = 0$ yang menunjukkan bahwa nilai fungsi tujuan tercapai pada nilai optimal tertinggi, diketahui dari tabel 4.11 di atas bahwa fungsi tujuan telah tercapai. Pendekatan *de novo programming* model min-max goal programming digunakan untuk melakukan perhitungan untuk menentukan kapasitas produksi maksimum untuk setiap jenis paving block.:

$$x_1 (\text{paving block segi empat}) = 54.060$$

$$x_2 (\text{paving block segi enam}) = 52.700$$

$$x_3 (\text{paving block segi empat}) = 49.620$$

Selanjutnya nilai x disubstitusikan ke dalam fungsi tujuan secara berurutan, maka diperoleh:

1. Fungsi tujuan z_1 (memaksimalkan keuntungan)

$$Z_1 = 557 X_1 + 551 X_2 + 560 X_3$$

$$Z_1 = 557 (54.060) + 551 (52.700) + 560 (49.620)$$

$$Z_1 = 30.111.420 + 29.037.700 + 27.787.200$$

$$Z_1 = \text{Rp. } 86.936.320$$

2. Fungsi tujuan z_2 (memaksimalkan kapasitas produksi)

$$Z_2 = X_1 + X_2 + X_3$$

$$Z_2 = 54.060 + 52.700 + 49.620$$

$$Z_2 = 156.380$$

3. Fungsi tujuan z_1 (perhitungan riil perusahaan)

$$Z_1 = 557 X_1 + 551 X_2 + 560 X_3$$

$$Z_1 = 557 (54.040) + 551 (52.680) + 560 (49.620)$$

$$Z_1 = 30.100.280 + 29.026.680 + 27.787.200$$

$$Z_1 = \text{Rp. } 86.914.160$$

4. Fungsi tujuan z_2 (perhitungan riil perusahaan)

$$Z_2 = X_1 + X_2 + X_3$$

$$Z_2 = 54.040 + 52.680 + 49.620$$

$$Z_2 = 156.340$$

Tabel berikut menunjukkan bagaimana hasil analisis data menggunakan metode pemrograman *De novo* dan strategi pemrograman tujuan min-max dibandingkan dengan perhitungan perusahaan yang sebenarnya:

Tabel 6. Perbandingan Hasil

Fungsi tujuan	Riil perusahaan (per bulan)	<i>De novo programming</i> dan pendekatan <i>min-max goal programming</i>	Deviasi
Keuntungan	Rp. 86.914.160	Rp. 86.936.320	Rp. 22.160
Kapasitas produksi	156.340	156.380	40

Keuntungan yang ditentukan oleh perhitungan aktual perusahaan adalah Rp. 86.914.160, seperti terlihat pada tabel di atas. Namun pengolahan data dengan menggunakan model pemrograman *De novo* dan

pendekatan min-max goal programming menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 86.936.320. Dibandingkan laba awal, laba perseroan naik Rp 22.160. Dengan kata lain, memaksimalkan keuntungan adalah tujuan pertama penelitian. Kapasitas produksi aktual perusahaan adalah 156.340 unit, seperti yang terlihat pada kapasitas produksi. Kapasitas produksi maksimum sebesar 115.380 unit dihitung dengan menggunakan model pemrograman De novo dan pendekatan program tujuan min-max. Dibandingkan dengan kapasitas aktual perusahaan, ada peningkatan 80 persen. Ini menunjukkan bahwa model *pemrograman De novo* dan teknik pemrograman tujuan min-max keduanya digunakan untuk menyelesaikan kedua fungsi tersebut. UD. MULIA MAJU harus membuat paving block dengan komposisi produk berupa 54.060 *paving block* segi empat, 52.700 *paving hexagonal*, dan 49.620 *paving oktagon* agar kedua tujuan tersebut dapat tercapai.

Nilai deviasi yang dihasilkan dari goal tersebut dapat digunakan dengan model *pemrograman De novo* dan pendekatan *goal programming min-max* untuk mencari solusi terbaik. Nilai $d_i^- \neq 0$ berarti melebihi target dan boleh diturunkan agar solusi yang dicapai optimal dan tidak merugikan perusahaan, nilai $d_i^+ \neq 0$ berarti masih kurang dan bisa ditambah agar lebih optimal dengan nilai deviasi. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan program LINGO, pada Tabel 4.11 nilai $d_1^- = 0$, $d_2^- = 0$, $d_1^+ = 0$, $d_2^+ = 0$ menunjukkan bahwa target laba telah tercapai untuk mengoptimalkan kapasitas produksi perusahaan. Jadi, dalam penyelidikan kami, model yang sesuai adalah:

Fungsi tujuan:

Meminimumkan d

Fungsi kendala:

$$557x_1 + 551x_2 + 560x_3 + d_1^- - d_1^+ = 8.085.546$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + d_2^- - d_2^+ = 14.516,13$$

$$\frac{d_1^-}{8.085.546-7.869.679} \leq d \text{ atau } d_1^- - 215.867 \leq 0$$

$$\frac{d_2^-}{14.516,13-13.780,30} \leq d \text{ atau } d_2^- - 735,83 \leq 0$$

$$1.429,99X_1 + 1.506,39X_2 + 1.457,99X_3 \leq 20.758.500$$

$$0,93 x_1 + 0,93 x_2 + 0,93 x_3 = 13.500$$

$$0,7 x_1 + 0,7 x_2 + 0,71 x_3 = 30.600$$

$$0,65 x_1 + 0,63 x_2 + 0,6 x_3 = 30.600$$

$$0,31 x_1 + 0,33 x_2 + 0,3 x_3 = 15.300$$

$$0,002 x_2 = 7,5$$

$$0,65 x_1 + 0,65 x_2 + 0,65 x_3 = 9.450$$

$$x_1 \geq 54.060$$

$$x_2 \geq 52.700$$

$$x_3 \geq 49.620$$

$$x_1, x_2, x_3, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Ini adalah model optimisasi produksi yang menggunakan teknik pemrograman tujuan min-max yang tepat dan teknik pemrograman De novo untuk menghasilkan hasil terbaik yang dapat digunakan di UD. MULIA MAJU.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, disimpulkan bahwa untuk memaksimalkan keuntungan dan kapasitas produksi, perusahaan harus memproduksi 54.060 paving block segi empat, 52.700 paving segi enam, dan 49.620 paving segi delapan. Keuntungan tertinggi yang dicapai adalah Rp 86.936.320, meningkat Rp 22.160 dari laba sebelumnya sebesar Rp 86.914.160. Kapasitas produksi maksimal mencapai 115.380 unit, meningkat 40 unit dibandingkan kapasitas produksi riil sebesar 115.340 unit. Penerapan model pemrograman De Novo dan pendekatan min-max goal programming berhasil meningkatkan keuntungan dan kapasitas produksi maksimum. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan kendala seperti biaya penyimpanan, biaya pengangkutan, dan biaya variabel lainnya, serta mempertimbangkan permasalahan produksi lain dengan pendekatan seperti fuzzy goal programming.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmansyah, M. (2015). *Perencanaan Dalam Perspektif Manajemen Islam (Telaah Al-Qur'an Surat Al-Anfal/8 ayat 60)*. Al-Idrah: Jurnal Kependidikan Islam, 5(1).
- Aryanny, E. (2022). *Perencanaan Produksi Dengan Metode De Novo Programming Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Di Pt. Varia Usaha Beton Waru-Sidoarjo. Waluyo Jatmiko Proceeding*, 1(1), 43-48.
- Budianti, R. S., & Ramdani, Y. (2021). *Optimasi Produksi Buis Beton Menggunakan Model De Novo Programming pada Sakti Beton Jaya Mandiri*. Jurnal Riset Matematika, 1(1), 46-56.
- Dabukke, R. (2019). *Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode Goal Programming (Studi Kasus: UD Berkah Doa)* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)
- Hardayani., Andriani, H., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Istiqomah, R. R., Fardani, R. A., Sukmana, J. D., & Auliya, N. H. A. 2020. *METODE PENELITIAN Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta:CV.Pustaka Ilmu Group. ISBN 978-623-7066-33-0.
- Isnaini, Wildanu. 2019. *perencanaan produksi*. Madiun:UNIPMA Press (Anggota IKAPI)
- Lubis, H. H. (2020). *Optimasi Produksi Bandrek Dengan Penerapan Metode Goal Programming* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara).
- Marine, A. A. (2018). *Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming Di IKM 3G Breng-Jombang. Jurnal Valtech*, 1(1), 17-22.
- Mustafa, M., & Mustafa, M. S. (2019). *Konsep Produksi Dalam Al-Qur'an*. Al-Azhar Journal of Islamic Economics, 131-142.
- Pianda, Didi. 2018. *“Optimasi Perencanaan Produksi Pada Kombinasi Produk dengan Metode Linear Programming*. Sukabumi:Jejak.
- Simanjuntak. G. C. (2017). *Kajian Pemodelan Matematika berbentuk Optimasi Graph*. (Skripsi, Universitas Sumatera Utara).
- Susetyo, J., Asih, E. W., & Manulang, E. (2020). *Optimasi Perencanaan Produksi Menggunakan Model De Novo Programming Dengan Pendekatan Goal Programming Pada Produksi Pembuatan Roti*.
- Syahputra, edi. 2015. *Program Linier*. Medan: UNIMED PRESS.
- Umarusman, Nurullah, 2013, *min-max goal programming Approach for Solving Multiobjektif De Novo Programming Problems*, International Jurnal of OR, Vol. No.2 pp.92-99.
- Widarman, A., Yudha, H. S., & Kamal, M. R. R. (2022). *Perencanaan Produksi Dengan Metode De Novo Programming Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Perusahaan Di Cv. Jaya Mukti Bangkit Purwakarta*. Jurnal Teknologika, 12(1), 35-46.
- Widodo, fanani haryo., & rafflesia, ulfa sari. 2014. *Pemrograman linier*. Bengkulu:fakultas pertanian UNIB.
- Yusnita, E. (2019). *Aplikasi Metode De Novo Programming untuk Optimasi Perencanaan Produksi*. JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering), 4(1).