

# Penerapan Metode *Goal Programming Non-Preemptive* dalam Mengoptimalkan Produksi Air Bersih PDAM Kota Padang Panjang

Reza Dwi Safitri<sup>1</sup>, Rara Sandhy Winanda<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang (UNP)

---

## Article Info

### Article history:

Received January 17, 2024

Revised February 19, 2024

Accepted March 20, 2024

---

### Keywords:

PDAM  
Optimization  
Goal Programming  
Non-Preemptive Method

### Kata Kunci:

PDAM  
Optimasi  
Goal Programming  
Metode *Non-Preemptive*

## ABSTRACT

The Regional Water Supply Company of Padang Panjang is a water supply company located in the city of Padang Panjang. This company has production constraints on the amount of water that does not meet the demand for clean water by customers and the operational costs of maintaining water sources are higher during the dry season than the selling price of water to customers, which causes the company to suffer losses. The purpose of this study is to optimize the production of clean water and minimize losses at the Regional Water Supply Company of Padang Panjang. The method used in this study is Non-Preemptive Goal Programming. The results of this study found a decrease in losses at the Regional Water Supply Company of Padang Panjang, which previously amounted to IDR 174,566,828 to no longer experience losses.

## ABSTRAK

Perusahaan Daerah Air Minum Padang Panjang merupakan perusahaan penyedia air bersih yang ada di Kota Padang Panjang. Perusahaan ini memiliki kendala dalam produksi pada jumlah air yang tidak sesuai dengan permintaan air bersih oleh pelanggan dan biaya operasional perawatan sumber air lebih besar saat musim kemarau dibanding pada harga jual air kepada pelanggan yang menyebabkan perusahaan mengalami kerugian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan produksi air bersih dan meminimalkan kerugian pada Perusahaan Daerah Air Minum Kota Padang Panjang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Goal Programming Non-Preemptive*. Hasil penelitian ini terdapat penurunan kerugian pada Perusahaan Daerah Air Minum Kota Padang Panjang yang sebelumnya sebesar Rp.174.566.828 menjadi tidak lagi mengalami kerugian.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



---

## Penulis pertama

(Reza Dwi Safitri)

Departemen Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Padang, Jl.Prof.Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171 Padang, Sumatera Barat  
Email: [rezadwisafitri12@gmail.com](mailto:rezadwisafitri12@gmail.com)



## 1. PENDAHULUAN

Air adalah elemen penting yang diperlukan untuk seluruh makhluk hidup yang berada di bumi yang diperlukan secara berkelanjutan demi memenuhi kebutuhan sehari-hari dan kegiatan ekonom [1]. Sebagai kebutuhan yang vital bagi makhluk hidup, Ketersediaan air bersih penting untuk menjaga keberlangsungan hidup. Penyediaan air bersih tidak hanya memperhatikan kualitas menjadi standar kesehatan air minum, namun juga memperhatikan aspek kuantitas serta kelangsungan ketersediaan air [2]. Pemerintah daerah bertanggung jawab untuk memastikan ketersediaan air minum yang layak untuk seluruh warganya, termasuk bagi warga yang tidak mempunyai akses akan air minum. Pemerintah harus terus memperhatikan tantangan global dan nasional dalam pemenuhan akses masyarakat terhadap air minum.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah salah satu unit usaha yang dimiliki daerah yang berfokus pada penyaluran air bersih kepada rakyat umum yang memiliki hak monopoli atas air [3]. PDAM dapat memperoleh pasokan air bersih dari berbagai sumber, seperti air tanah dan air permukaan yang bersumber pada sungai, mata air, bendungan, dan waduk [4]. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) dan *Business Plan* PDAM Kota Padang Panjang pada tahun 2022 menunjukkan bahwalaju pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan yang signifikan yang mengakibatkan kepada peningkatan jumlah pelanggan PDAM Kota Padang Panjang dalam waktu 5 tahun terakhir. Berdasarkan permasalahan peningkatan jumlah penduduk dan pelanggan berakibat kepada naiknya permintaan air bersih yang dimanfaatkan untuk kegiatan setiap hari. Peningkatan jumlah pelanggan juga mengakibatkan lebih banyak biaya operasional yang harus dikeluarkan karena sebanding dengan volume air bersih yang terjual. Untuk mengurangi kesalahan ini, diperlukan pengoptimalan distribusi dan pemilihan sumber air agar dapat meminimumkan kerugian dan biaya operasional PDAM Kota Padang Panjang.

Optimasi merupakan suatu pendekatan dalam matematika untuk mendapatkan solusi yang terbaik atau solusi yang optimum berupa nilai minimum atau maksimum [5]. Salah satu cara yang mampu merampungkan permasalahan optimasi adalah dengan menggunakan program linear [6]. Pemrograman linear merupakan salah satu cara matematis yang sangat umum digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Tujuan utama dari penerapan program linier adalah untuk merancang sebuah model yang bisa membantu untuk menentukan bagian optimal pada sumber daya perusahaan kepada beragam alternatif yang tersedia [7]. Program linier dikembangkan menjadi suatu metode yang dinamakan dengan pendekatan goal programming [8].

Pendekatan Goal Programming memperluas pemrograman linier, menjaga konsistensi dalam asumsi, notasi, formulasi model matematika, prosedur formulasi, dan solusi [9]. Kemunculan variabel deviasional di fungsi kendala dan fungsi tujuan menjadi perbedaannya dengan program linear [10]. Salah satu pendekatan di goal programming adalah pendekatan non-preemptive goal programming [11]. Dalam pendekatan ini setiap koefisien di fungsi tujuan bisa ditambahkan bobot bernilai sama atau tidak sama berdasarkan kepentingan dari pendekatan [12].

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Goal Programming* dengan pendekatan *non-Preemptive* yaitu studi oleh Manoy [13] memperoleh hasil optimal, Paidipati [14], dan Qurniawati [15] memperoleh hasil dari sepuluh alternatif pilihan hanya satu distributor yang kurang optimal. Selain itu, Fajri [16] juga melakukan studi tentang pengoptimalan produksi air bersih pada PDAM dengan metode *Goal Programming*, perbedaannya dengan penelitian ini adalah pendekatan yang digunakan yaitu pendekatan *non-preemptive* menggunakan bobot, sedangkan penelitian yang dilakukan Fajri tidak menggunakan bobot.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan yaitu penelitian terapan pada PDAM Kota Padang Panjang, dengan memanfaatkan data sekunder dan data primer yang dikumpulkan langsung dan melalui kusioner yang diisi oleh pihak PDAM. Data yang dipakai di penelitian ini adalah data PDAM Kota Padang Panjang tahun 2022 yang meliputi data pemakaian air bersih, biaya operasional, harga jual air, dan kapasitas produksi air. Pendekatan Goal Programming Non-Preemptive dengan bantuan metode simpleks. Metode simpleks adalah sebuah algoritma prosedural yang dipakai untuk mengkomputasi serta mempertahankan sejumlah besar nilai pada tahap-tahap iterasi saat ini, dengan tujuan membuat keputusan yang lebih baik pada tahap iterasi berikutnya [17]. Goal programming yaitu perkembangan dari pemrograman linier yang diajarkan oleh Cooper dan Charnes awal tahun enam puluhan. Pendekatan ini kemudian diperbaiki dan dikembangkan oleh Ijiri pertengahan tahun enam puluhan, untuk penjelasan yang komprehensif beserta beberapa aplikasinya dikembangkan oleh Ignizio dan Lee tahun tujuh puluhan [18]. Adapun bentuk dari model *Goal Programming* adalah:

Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m d_i^- - d_i^+$$

Kendala

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ &= b_i \\ x_j, d_i^-, d_i^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

Dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Keterangan:

$z$  : fungsi tujuan

$a_{ij}$  : koefisien fungsi kendala ke- $i$

$x_j$  : variabel keputusan ke- $j$

$b_i$  : kapasitas pada kendala ke- $i$

$d_i^-$  : jumlah deviasi ke- $i$  di bawah sasaran yang hendak dicapai

$d_i^+$  : jumlah deviasi ke- $i$  di atas sasaran yang hendak dicapai

$m$  : sumber daya yang tersedia

$n$  : banyaknya tujuan

Pada *Goal Programming* terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan, yaitu *preemptive goal programming* dan *non-preemptive goal programming*. Pada *non-preemptive goal programming* setiap fungsi tujuan diberikan bobot sesuai dengan kepentingan dalam pengambilan keputusan. Bentuk umum model *non-preemptive goal programming* sebagai berikut:

Minimumkan,

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=1}^m w_i (d_i^- + d_i^+) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ &= b_i \\ x_j, d_i^-, d_i^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

Dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Keterangan:

$w_i$  : bobot pada tujuan ke- $i$

$d_i^-$  : jumlah deviasi ke- $i$  di bawah sasaran yang hendak dicapai



$d_i^+$  : jumlah deviasi ke- $i$  di atas sasaran yang hendak dicapai

Dalam penentuan bobot dapat menggunakan pendekatan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Berikut tahapan pada *Analytical Hierarchy Process (AHP)*:

1. Mendefinisikan masalah dan membuat perbandingan kriteria

Kriteria yang digunakan pada penentuan bobot diambil dari kendala sasaran penelitian yaitu, terpenuhinya kebutuhan pelanggan, meminimalkan kerugian perusahaan dan pengambilair air dari masing-masing intake tidak boleh melebihi kapasitas.

2. Membuat matriks perbandingan berpasangan

Perbandingan dibuat mengacu kepada kuesioner yang diisi oleh pihak PDAM dengan melakukan penilaian terhadap urutan kepentingan suatu komponen jika dibandingkan dengan komponen yang lain.

3. Menghitung matriks

4. Menghitung rasio konsistensi

Melakukan perhitungan  $\lambda$  maksimum

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

Dimana,

$\lambda_{maks}$  = nilai terbesar dari matriks

$\sum \lambda$  = jumlah nilai matriks

Melakukan perhitungan *consistency index (CI)*

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

Dimana,

$CI$  = *Consistency Indeks*

$\lambda_{max}$  = nilai eigen terbesar dari matriks berordo  $n$

$n$  = banyak kriteria yang digunakan

Melakukan perhitungan *consistency rasio (CR)*

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Dimana.

$CR$  = *Rasio Consistency*

$CI$  = *Consistency Index*

$RI$  = *Random Index*

Tabel 1 menunjukkan indeks random konsistensi, jika nilai  $CR < 0,1$  menyatakan elemen “konsisten”, dan  $CR > 0,1$  menyatakan elemen tidak “konsisten”.

Tabel 1. Indeks Random Konsisten

Ukuran Matriks	<i>Consistency Index</i>
$1 \times 1, 2 \times 2$	0,00
$3 \times 3$	0,58
$4 \times 4$	0,90
$5 \times 5$	1,12
$6 \times 6$	1,32

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Mengumpulkan Data

Tabel 2 dan 3 merupakan data penelitian diperoleh dari PDAM Kota Padang Panjang.

Tabel 2. Data Kapasitas Produksi Air

No	Sumber Air Bersih	Kapasitas Produksi Air Bersih ( $m^3$ )
1	Lubuk Mata Kucing	104.544
2	Sungai Andok	37.287
3	Kandang Ditabek	90.720
4	Tungku Sadah	64.800
5	Sawah Like	38.880
6	Kandang Kudo	38.880
7	Kuok	2.333
8	Koto Katiak	5.184
Jumlah		382.628

Tabel 3. Data Pemakaian Air Bersih pada PDAM Tahun 2022

No	Bulan	Pemakaian Air Bersih Per Bulan ( $m^3$ )
1	Januari	289.543
2	Februari	270.258
3	Maret	258.272
4	April	280.615
5	Mei	291.701
6	Juni	260.740
7	Juli	253.665
8	Agustus	274.521
9	September	277.228
10	Oktober	273.089
11	November	271.640
12	Desember	281.349
Total		3.282.621
Rata-rata		273.551,75

### 3.2 Variabel Keputusan

Pada Tabel 4 Terdapat 9 variabel keputusan.

Tabel 4. Variabel Keputusan

Variabel Keputusan	Keterangan
$x_1$	Volume air yang diambil dari intake Lubuk Mata Kucing per bulan ( $m^3$ )
$x_2$	Volume air yang diambil dari intake Sungai Andok per bulan ( $m^3$ )
$x_3$	Volume air yang diambil dari intake Kandang Ditabek per bulan ( $m^3$ )
$x_4$	Volume air yang diambil dari intake Tungku Sadah per bulan ( $m^3$ )
$x_5$	Volume air yang diambil dari intake Sawah Liek per bulan ( $m^3$ )
$x_6$	Volume air yang diambil dari intake Kandang Kudo per bulan ( $m^3$ )
$x_7$	Volume air yang diambil dari intake Kuok per bulan ( $m^3$ )
$x_8$	Volume air yang diambil dari intake Koto Katiak per bulan ( $m^3$ )
$x_9$	Banyak air yang dijual perusahaan kepada pelanggan per bulan ( $m^3$ )

### 3.3 Perumusan Fungsi Kendala

Dalam penelitian ini, terdapat 3 kendala sasaran dan 1 kendala tambahan, yaitu:

#### 3.3.1 Terpenuhinya kebutuhan air bersih pelanggan

Perusahaan menginginkan terpenuhinya air yang dibutuhkan oleh pelanggan, fungsi kendalanya sebagai berikut:

$$x_9 + d_1^- - d_1^+ = P$$

$$x_9 + d_1^- - d_1^+ = 275.990$$

Dimana  $x_9$  merupakan banyak air yang dijual perusahaan dan  $P$  adalah rata-rata kebutuhan air pelanggan.

#### 3.3.2 Meminimalkan kerugian Perusahaan

Perusahaan tidak menginginkan kerugian yang besar dari hasil penjualan produknya, fungsi kendala sebagai berikut:

$$Hx_9 - M + d_2^- - d_2^+ = 0$$

$$2.906(x_9) - 925.302.407 + d_2^- - d_2^+ = 0$$

Dimana  $H$  yaitu harga jual air kepada pelanggan,  $x_9$  merupakan banyak air yang dijual dan  $M$  adalah biaya operasional yang dikeluarkan perusahaan

### 3.3.3 Produksi air bersih tidak melebihi kapasitas produksi

Tujuan memaksimalkan volume produksi demi memenuhi jumlah permintaan memiliki kendala, fungsi kendala dapat diuraikan menjadi:

$$x_i + d_i^- - d_i^+ \leq Q_i$$

$$x_1 \leq 104.544$$

$$x_2 \leq 37.287$$

$$x_3 \leq 90.720$$

$$x_4 \leq 64.800$$

$$x_5 \leq 38.880$$

$$x_6 \leq 38.880$$

$$x_7 \leq 2.333$$

$$x_8 \leq 5.184$$

Bentuk *Goal Programming* dari fungsi kendala yaitu,

$$x_1 + d_3^- - d_3^+ = 104.544$$

$$x_2 + d_4^- - d_4^+ = 37.287$$

$$x_3 + d_5^- - d_5^+ = 90.720$$

$$x_4 + d_6^- - d_6^+ = 64.800$$

$$x_5 + d_7^- - d_7^+ = 38.880$$

$$x_6 + d_8^- - d_8^+ = 38.880$$

$$x_7 + d_9^- - d_9^+ = 2.333$$

$$x_8 + d_{10}^- - d_{10}^+ = 5.184$$

Dimana  $x_i$  dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, 8$  adalah sumber air dan  $Q_i$  dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, 8$  adalah kapasitas produksi sumber air.

### 3.3.4 Fungsi kendala tambahan

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq x_9$$

## 3.4 Menentukan Bobot

Berdasarkan penilaian matriks berpasangan terhadap matriks pembuat keputusan digunakan dalam perhitungan. Langkah pertama perhitungan nilai boboto kriteria yaitu membentuk matriks perbandingan berpasangan sesuai pada Tabel 5.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Kriteria

	Terpenuhi Kebutuhan Pelanggan	Meminimalkan Kerugian Perusahaan	Produksi Air Bersih Tidak Melebihi Kapasitas Produksi
Terpenuhi Kebutuhan Pelanggan	1	7	9
Meminimalkan Kerugian Perusahaan	0,14	1	7
Produksi Air Bersih Tidak Melebihi Kapasitas Produksi	0,11	0,14	1
Jumlah	1,25	8,14	17



Selanjutnya lakukan normalisasi serta penghitungan bobot kriteria seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Nilai Kriteria

Matriks Normalisasi Antar Kriteria			Jumlah	Prioritas
0,8	0,86	0,53	2,19	0,73
0,11	0,12	0,41	0,64	0,21
0,09	0,17	0,05	0,31	0,10

Berdasarkan data pada Tabel 6, melakukan normalisasi dan menghitung bobot referensi. Urutan kriteria dari bobot terbesar hingga terkecil adalah terpenuhinya kebutuhan pelanggan, meminimalkan kerugian perusahaan, dan produksi air bersih tidak melewati kapasitas produksi yang ada. dengan nilai bobot masing-masing 0,73; 0,21; 0,10. Langkah selanjutnya adalah menghitung matriks penjumlahan tiap baris dan rasio konsistensi untuk menghitung bobot kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Matriks Penjumlahan Tiap Baris

	Terpenuhi Kebutuhan Pelanggan	Meminimalkan Kerugian Perusahaan	Produksi Air Bersih Tidak Melebihi Kapasitas Produksi	Jumlah
Terpenuhi Kebutuhan Pelanggan	1	7	9	3,1
Meminimalkan Kerugian Perusahaan	0,14	1	7	1,01
Produksi Air Bersih Tidak Melebihi Kapasitas Produksi	0,11	0,14	1	0,21

Tabel 8. Rasio Konsistensi

	Jumlah Perbaris	Prioritas	Hasil
Terpenuhi Kebutuhan Pelanggan	3,1	0,73	4,24
Meminimalkan Kerugian Perusahaan	1,01	0,21	0,47
Produksi Air Bersih Tidak Melebihi Kapasitas Produksi	0,21	0,10	6,81
Jumlah			6,81

Langkah terakhir menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah dilakukan uji konsistensi yang bertujuan untuk melihat konsistensi pemasukan data dari narasumber. Berdasarkan dari nilai yang tercantum pada Tabel 8, sehingga didapat nilai maksimum.

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

$$= \frac{6,81}{3} = 2,27$$

Melakukan perhitungan *consistency index (CI)*

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$= \frac{2,27 - 3}{3 - 1} = -0,365$$

Melakukan perhitungan *consistency rasio (CR)*

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$= -\frac{0,365}{0,58} = -0,62$$

Nilai *CR* yang diperoleh pada kriteria penentuan bobot adalah -0,62. Nilai ini tidak lebih dari nilai batas *Consistency Ratio* 0,10 yang berarti penilaian responden konsisten.

### 3.5 Model Matematika Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala Menggunakan Tabel Simpleks

Setelah membentuk model matematika *goal programming*, model tersebut dapat diselesaikan dengan menerapkan metode simpleks. Langkah pertama yaitu mengganti fungsi tujuan dan fungsi kendala ke bentuk persamaan, sehingga diperoleh formulasi sebagai berikut:

Minimumkan

$$Z - 0,73d_1^- + 0,21d_2^- + 0,1d_3^- + 0,1d_4^- + 0,1d_5^- + 0,1d_6^- + 0,1d_7^- + 0,1d_8^- + 0,1d_9^- + 0,1d_{10}^-$$

Kendala

$$x_9 + d_1^- - d_1^+ = 275.990$$

$$2.906(x_9) + d_2^- - d_2^+ = 925.302.407$$

$$x_1 + d_3^- - d_3^+ = 104.544$$

$$x_2 + d_4^- - d_4^+ = 37.287$$

$$x_3 + d_5^- - d_5^+ = 90.720$$

$$x_4 + d_6^- - d_6^+ = 64.800$$

$$x_5 + d_7^- - d_7^+ = 38.880$$

$$x_6 + d_8^- - d_8^+ = 38.880$$

$$x_7 + d_9^- - d_9^+ = 2.333$$

$$x_8 + d_{10}^- - d_{10}^+ = 5.184$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq x_9$$

$$x_i, d_i^-, d_i^+ \geq 0$$

Selanjutnya adalah menuliskan persamaan-persamaan ke dalam tabel awal simpleks yang ada pada Tabel 9.



Tabel 9. Tabel Awal Simpleks

Min	z	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	d <sub>5</sub> <sup>+</sup>	d <sub>6</sub> <sup>-</sup>	d <sub>6</sub> <sup>+</sup>	d <sub>7</sub> <sup>-</sup>	d <sub>7</sub> <sup>+</sup>	d <sub>8</sub> <sup>-</sup>	d <sub>8</sub> <sup>+</sup>	d <sub>9</sub> <sup>-</sup>	d <sub>9</sub> <sup>+</sup>	d <sub>10</sub> <sup>-</sup>	d <sub>10</sub> <sup>+</sup>	x <sub>10</sub>	Pemecahan	
baris 0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,73	0	-0,21	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	0	0	0
baris 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275.990
baris 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2906	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	925.302.407
baris 3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104.544
baris 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37.287
baris 5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90.720
baris 6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64.800
baris 7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	38.880
baris 8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	38.880
baris 9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	2.333	
baris 10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	5.184
baris 11	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0

Perlu dilakukan modifikasi agar mendapatkan variabel basis pada tabel awal simpleks, maka dilakukan operasi baris terhadap baris 0, sehingga diperoleh tabel awal simpleks modifikasi pada Tabel 10.

Tabel 10. Tabel Simpleks Modifikasi

Min	z	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	d <sub>5</sub> <sup>+</sup>	d <sub>6</sub> <sup>-</sup>	d <sub>6</sub> <sup>+</sup>	d <sub>7</sub> <sup>-</sup>	d <sub>7</sub> <sup>+</sup>	d <sub>8</sub> <sup>-</sup>	d <sub>8</sub> <sup>+</sup>	d <sub>9</sub> <sup>-</sup>	d <sub>9</sub> <sup>+</sup>	d <sub>10</sub> <sup>-</sup>	d <sub>10</sub> <sup>+</sup>	x <sub>10</sub>	Pemecahan		
z	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	611	0	-0,73	0	-0,2	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	0	194.553.241	
d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275.990
d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2906	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	925.302.407
d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.4544
d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37.287
d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90.720
d <sub>6</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64.800
d <sub>7</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.880
d <sub>8</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	38.880
d <sub>9</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	2.333
d <sub>10</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	5.184
x <sub>10</sub>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	

Tabel 11. Tabel Iterasi Ke-10

Min	z	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	d <sub>1</sub> <sup>-</sup>	d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	d <sub>2</sub> <sup>-</sup>	d <sub>2</sub> <sup>+</sup>	d <sub>3</sub> <sup>-</sup>	d <sub>3</sub> <sup>+</sup>	d <sub>4</sub> <sup>-</sup>	d <sub>4</sub> <sup>+</sup>	d <sub>5</sub> <sup>-</sup>	d <sub>5</sub> <sup>+</sup>	d <sub>6</sub> <sup>-</sup>	d <sub>6</sub> <sup>+</sup>	d <sub>7</sub> <sup>-</sup>	d <sub>7</sub> <sup>+</sup>	d <sub>8</sub> <sup>-</sup>	d <sub>8</sub> <sup>+</sup>	d <sub>9</sub> <sup>-</sup>	d <sub>9</sub> <sup>+</sup>	d <sub>10</sub> <sup>-</sup>	d <sub>10</sub> <sup>+</sup>	x <sub>10</sub>	Pemecahan	
z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,73	0	-0,21	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	-0,1	0	0	4,46	
x <sub>9</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,0003	-0,0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318.411,01
d <sub>1</sub> <sup>+</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0,0003	-0,0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.421,014
x <sub>1</sub>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104.544
x <sub>2</sub>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37.287
x <sub>3</sub>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90.720
x <sub>4</sub>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64.800
x <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	38.880
x <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	38.880
x <sub>7</sub>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	2.333
x <sub>8</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	5.184
x <sub>10</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,0003	0,0003	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-701.039	

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh bahwa solusi sudah optimal, karena semua nilai pada baris z sudah bernilai negatif atau nol. Dari pengolahan data menggunakan metode simpleks menunjukkan bahwa solusi sudah optimal untuk produksi air bersih PDAM Kota Padang Panjang dengan  $x_1 = 104.544 m^3$ ,  $x_2 = 37.287 m^3$ ,  $x_3 = 90.720 m^3$ ,  $x_4 = 64.800 m^3$ ,  $x_5 = 38.880 m^3$ ,  $x_6 = 38.880 m^3$ ,  $x_7 = 2.333 m^3$ ,  $x_8 = 5.184 m^3$ ,  $x_9 = 318.411,01 m^3$ .

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan pada analisis yang sudah dilakukan di atas, bisa disimpulkan bahwa hasil optimal untuk produksi air bersih PDAM Kota Padang Panjang menunjukkan bahwa terdapat penurunan kerugian pada PDAM Kota Padang Panjang kerugian pada PDAM Kota Padang Panjang sebelumnya sebesar Rp.174.566.828 menjadi tidak lagi mengalami kerugian. Dengan batas maksimum pengambilan air masing-masing intake menggunakan metode tabel simpleks pada intake lubang mata kucing  $104.544 m^3$ , intake sungai andok  $37.287 m^3$ , intake kandang ditabek  $90.720 m^3$ , intake tungku sadah  $64.800 m^3$ , intake sawah liek  $38.880 m^3$ , intake kandang kudo  $38.880 m^3$ , intake kuo  $2.333 m^3$ , dan intake koto katiak  $5.184 m^3$ .

#### REFERENSI

- [1] A. Salilama, D. Ahmad, N. F. Madjowa, S. Tinggi, I. Administrasi, and B. Taruna, "Analisis Kebutuhan Air Bersih ( Pdam ) Di Wilayah Kota Gorontalo Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi Bina Taruna Gorontalo," *J. Perad. Sains, Rekayasa dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 102–114.
- [2] A. Setiawan, E. Riyanto, and A. Prayogo, "Analisa Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Purwodadi , Purworejo," *J. surya Bet.*, vol. 4, no. 2, pp. 30–39, 2020.
- [3] Sualang, M., Nainggolan, N., & Kekenusa, J. S. (2018). Optimasi Produksi Air Bersih Pelanggan PT. Air Manado Menggunakan Metode Goal Programming. *Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 7(1), 29–34. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian>
- [4] A. Kebutuhan *et al.*, "Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di desa oinlasi, kecamatan amanatun selatan, kabupaten timor tengah selatan," *J. Batangkarang*, vol. 4, no. 1, pp. 8–13, 2021.
- [5] Siswanto. (2007). *Operation Research An Introduction*. England: Pearson Education.
- [6] M. Astuti Meflinda, Se, Mm And Mahyarni, Se, *Pl.Pdf*. 2011.
- [7] "Pendekatan Program Linier dalam Perencanaan Tenaga Kerja Pada Dept. Head Analize Di Pt. Indonesia Epon Industri Renty," pp. 36–47.
- [8] I. W. Aditya *et al.*, "Program Aplikasi Optimalisasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming ( Kasus Cv . G ) Perencanaan Produksi," *J. Comtech*, Vol. 1, No. 9, Pp. 100–111, 2010.
- [9] Anitaningtyas, D. (n.d.). Optimasi Perencanaan Pelayanan Air Bersih pada Perusahaan Daerah Air Minum Mojokerto dengan Menggunakan Metode Goal Programming (GP). 1–13.
- [10] M. Anis and S. Nandiroh, "Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 3, pp. 133–143, 2007.
- [11] I. Djakaria and A. R. Nuha, "Penjadwalan karyawan Qmart Super Store menggunakan metode Goal Programming secara Preemptive dan Nonpreemptive," *J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 14, no. 3, pp. 328–339, 2023.
- [12] Eka, V. R., Subchan, & Mudjiati, T. (2012). Pendekatan Goal Programming untuk Penentuan Rute Kendaraan pada Kegiatan Distribusi. *J. Math. and Its Appl.*, 9(1), 1–15.
- [13] Manoy, D., Sulangi, V. R., L Mangobi, J. U., Matematika, J., & Negeri Manado, U. (2020). Penerapan Nonpreemptive Goal Programming Pada Penjadwalan Satuan Pengamanan. *J. Ris. & Ap. Mat*, 04(02), 137–145.
- [14] Paidipati, K. K., Komaragiri, H., & Chesneau, C. (2021). *Pre-emptive and non-pre-emptive goal programming problems for optimal menu planning in diet management of indian diabetes mellitus patients*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph18157842>
- [15] Qurniawati, T. N., Subchan, & Wahyudi, S. (2012). Pembobotan dan Optimasi Untuk Pemilihan Distributor PT Maan Ghodaqo Shiddiq Lestari. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), 7–11.
- [16] Laelatul Fajri, F., Sundaya, Y., & Rahmi, D. (2020). Prosiding Ilmu Ekonomi Optimasi Sumber Daya Air PDAM Kabupaten Tegal. *Prosiding Ilmu Ekonomi*, 6(1), 45–50.
- [17] A. Rosyida, E. M. Firdaus, M. A. Jauhari, D. Putra, F. Bahari, And P. Linear, "Analisis Optimasi Jumlah Produksi Dan Pemilihan Produk Unggul Melalui Metode Simpleks Pada Pt . MebeL," *J. Ilmu Komput. dan Mat.*, vol. 1, no. 2, pp. 23–31, 2020.
- [18] P. Soepomo, "Media Pembelajaran Goal Programming Berbasis," *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 969–981, 2014.