

Optimasi Pendistribusian Air Menggunakan *Improved Zero Point Method* (Studi Kasus di PDAM Tirta Kepri)

Kurnia Apridita Utami^{#1}, Media Rosha^{*2}, Meira Parma Dewi^{*3}

[#]*Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturers of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

¹kurniaapridita@gmail.com

²mediarosha@gmail.com

³meiradaud@gmail.com

Abstract – Clean water is a basic necessity for human beings that must be fulfilled. One of business entities engaged in the activities of the fulfillment of the need of clean water is PDAM Tirta Kepri. In its activities, some constraints are found that can increase distribution cost. To minimize the distribution cost at PDAM Tirta Kepri, Improved Zero Point Method is used. This method is a method to optimize transportation problem that can provide optimum solution directly without the aid of modification of other methods. The result of the calculation of the cost of the distribution done by PDAM Tirta Kepri from two springs and four distribution areas is Rp 20.397.467,12. By using the Improved Zero Point Method, the cost obtained is Rp 20.198.416,44,- Therefore, Improved Zero Point Method can optimize the distribution cost problem at PDAM Tirta Kepri without the aid of modification from other methods on transportation problem table.

Keywords – Optimization, IZPM, Distribution of Water.

Abstrak – Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang harus terpenuhi. Salah satu badan usaha yang bergerak dalam kegiatan pemenuhan kebutuhan air bersih adalah PDAM Tirta Kepri. Dalam kegiatannya ditemukan kendala-kendala yang menimbulkan peningkatan biaya pendistribusian. Untuk meminimumkan biaya distribusi air pada PDAM Tirta Kepri digunakan *Improved Zero Point Method* yang merupakan metode optimalisasi masalah transportasi yang akan memberikan solusi langsung optimum tanpa bantuan modifikasi metode-metode lain. Hasil perhitungan biaya distribusi yang dilakukan oleh PDAM Tirta Kepri dari dua sumber mata air dan empat wilayah pendistribusian adalah Rp20.397.467,12. Menggunakan *Improved Zero Point Method* diperoleh biaya sebesar Rp20.198.416,44,- Jadi *Improved Zero Point Method* dapat mengoptimalkan masalah biaya distribusi pada PDAM Tirta Kepri tanpa bantuan modifikasi metode-metode lain pada tabel masalah transportasi.

Kata kunci – Optimasi, IZPM, Pendistribusian Air.

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang harus terpenuhi setiap harinya. Kebutuhan akan air bersih kian meningkat namun ketersediaan air bersih dari alam semakin berkurang. Ketersediaan air tergantung pada kondisi daerah setempat. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut diperlukan suatu badan usaha atau organisasi yang bergerak dalam bidang pengelolaan air bersih bagi masyarakat perkotaan. Salah satu badan usaha yang bergerak dalam bidang pengelolaan air bersih adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) [1].

Perusahaan PDAM Tirta Kepri merupakan Badan Usaha yang bergerak dalam kegiatan pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat Kota Tanjungpinang. Kebutuhan air minum di Tanjungpinang

berasal dari dua sumber mata air yaitu mata air Sungai Pulau dan mata air Waduk Gesek. Sumber mata air Sungai Pulau terletak di kelurahan Air Raja dan sumber mata air Waduk Gesek terletak di kelurahan Gesek. Perusahaan PDAM Tirta Kepri membagi daerah pelayanan menjadi empat wilayah, dimana pembagian wilayahnya adalah sebagai berikut [2]:

1. Wilayah 1: Tanjungpinang Kota terdiri dari kelurahan: Senggarang, Tanjungpinang Kota, Kampung Bugis.
2. Wilayah 2: Tanjungpinang Barat terdiri dari kelurahan: Bukit Cermin, Kemboja, Kampong Baru, Tanjungpinang Barat.
3. Wilayah 3: Tanjungpinang Timur terdiri dari kelurahan: Air Raja, Kampung Bulang, Pinang Kencana, Melayu Kota Piring, Batu IX.

4. Wilayah 4: Bukit Bestari terdiri dari kelurahan: Tanjung Unggat, Dompok, Sei Jang, Tanjung Ayun Sakti.

Dalam kegiatan pemenuhan kebutuhan air bersih, PDAM Tirta Kepri menemui beberapa kendala. Ketersediaan sumber air baku yang akan diolah menjadi air bersih merupakan kendala utama, selain itu keterbatasan alat produksi pada tempat instalasi dan kebocoran pipa juga menjadi kendala yang paling sering ditemui pada PDAM Tirta Kepri [2]. Beberapa kendala diatas dapat menimbulkan peningkatan penggunaan biaya dalam kegiatan distribusi air bersih sehingga perlu dipertimbangkan dalam kegiatan distribusi air bersih di PDAM Tirta Kepri [1].

Program Linier adalah suatu alat yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi suatu model linier dengan keterbatasan-keterbatasan sumber daya yang tersedia. Program Linier banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang dapat dinyatakan dalam bentuk linier [3]. Terdapat tiga unsur utama dalam pemrograman linier yaitu variabel keputusan dimana variabel keputusan adalah variabel dari persoalan yang akan mempengaruhi nilai tujuan yang hendak dicapai, kemudian fungsi tujuan yaitu fungsi yang dimaksimumkan atau diminimumkan terhadap kendala-kendala yang ada dan dinyatakan dengan (Z) dan yang ketiga adalah kendala-kendala fungsional yaitu manajemen menghadapi kendala untuk mewujudkan tujuan-tujuannya, terdapat tiga macam kendala yaitu: kendala berupa batas, kendala berupa syarat dan kendala berupa keharusan [4]. Metode transportasi merupakan bagian dari pemrograman linear, yang berkaitan dengan komoditas pengiriman dari sumber ke tujuan. Tujuan dari transportasi adalah untuk menentukan jadwal pengiriman, kegiatan distribusi dan lainnya[5]. Penggunaan metode transportasi bermanfaat untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan barang dan jasa ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal dengan menekan biaya seminimal mungkin.

Model transportasi memecahkan masalah pendistribusian barang dari sumber ke tujuan dengan biaya total distribusi minimum. Secara matematis bentuk model transportasi adalah [4]:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Keterangan

X_{ij} : satuan barang yang akan diangkut dari sumber i ke tujuan j

C_{ij} : biaya angkut per satuan barang dari sumber i ke tujuan j

Dimana:

$i = 1, 2, 3, \dots, m$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

Dalam masalah transportasi kadang-kadang terjadi keadaan dimana jumlah persediaan tidak sama dengan jumlah permintaan. Dalam penyelesaian optimalnya pasti ada permintaan yang tidak terpenuhi (jika jumlah permintaan lebih besar dari jumlah persediaan) atau persediaan yang tidak terkirim (jika jumlah persediaan lebih besar dari jumlah permintaan). Pada kasus yang tidak seimbang, sebelum membuat penyelesaian fisibel awal, tabel transportasi terlebih dahulu diseimbangkan dengan cara menambah sebuah sumber/tujuan semu (tergantung mana yang jumlah barangnya lebih sedikit). Besarnya persediaan/permintaan sumber/tujuan semu merupakan selisih antara jumlah persediaan dan jumlah permintaan mula-mula. Hal ini diperlukan karena dalam persoalan transportasi akan diperoleh solusi feasible (layak), jika terpenuhi jumlah total supply (sumber) sama dengan jumlah total demand (tujuan) [6].

Model transportasi, pada saat dikenalkan pertama kali, diselesaikan secara manual dengan menggunakan algoritma yang dikenal sebagai algoritma transportasi. Proses dari algoritma transportasi adalah sebagai berikut [4]:

1. Diagnosis masalah dimulai dengan pengenalan sumber, tujuan, parameter, dan variabel.
2. Seluruh informasi tersebut kemudian dituangkan ke dalam matriks transportasi.
3. Setelah matriks transportasi terbentuk kemudian dimulai menyusun tabel awal. Algoritma transportasi mengenal empat macam metode untuk menyusun tabel awal, yaitu:
 - a. Metode biaya terkecil atau *least cost method*
 - b. Metode sudut barat laut atau *north west corner method*
 - c. *Russell's Approximation Method* (RAM)
 - d. *Vogel's Approximation Method*(RAM)
4. Setelah penyusunan tabel awal selesai, maka sebagai langkah selanjutnya adalah pengujian optimalitas tabel untuk mengetahui apakah biaya distribusi total telah minimum. Ada dua macam model pengujian optimalitas algoritma transportasi:
 - a. *Stepping Stone Method*
 - b. MODI atau *modified distribution method*

Seiring berkembangnya waktu banyak metode-metode transportasi yang diusulkan para peneliti untuk menghasilkan solusi yang optimal. Salah satu metode tersebut yaitu *Improved Zero Point Method* (IZPM). *Improved Zero Point Method* merupakan sebuah metode yang sangat berguna untuk memecahkan semua jenis masalah transportasi, metode ini memberikan solusi optimal tanpa bantuan dari setiap metode modifikasi lainnya [7]. Menurut Samuel (2012), langkah-langkah *Improved Zero Point Method* adalah sebagai berikut:

1. Membuat tabel transportasi dari masalah transportasi yang telah diberikan dan menyeimbangkan apabila belum seimbang.
2. Mengurangi setiap elemen dalam baris dengan elemen terkecil pada baris tersebut dan dari tabel

pengurangan baris tersebut, setiap elemen dalam kolom dikurangi dengan elemen terkecil pada kolom tersebut.

3. Mengecek apakah setiap kolom permintaan kurang dari atau sama dengan jumlah baris-baris persediaan yang menyuplai kolom permintaan tersebut, dimana baris yang menyuplai adalah baris pada kolom tersebut yang biaya tereduksinya nol. Mengecek apakah setiap baris persediaan kurang dari atau sama dengan jumlah kolom-kolom permintaan yang meminta persediaan, dimana kolom yang meminta persediaan adalah kolom pada baris tersebut yang biaya tereduksinya nol. Apabila syarat tersebut terpenuhi, langsung menuju langkah 6.
4. Menutup semua elemen nol dengan garis mendatar dan tegak seminimal mungkin sehingga beberapa elemen dari kolom-kolom atau baris-baris yang tidak memenuhi syarat pada langkah 3 tidak tertutup.
5. Membentuk tabel transportasi perbaikan dengan cara sebagai berikut.
 - a. Menemukan nilai biaya tereduksi yang terkecil pada tabel yang tidak tertutup garis.
 - b. Mengurangkan nilai tersebut ke semua elemen nilai yang tidak tertutup garis dan menambahkan nilai tersebut ke semua elemen nilai yang tertutup oleh dua garis.
6. Memilih sel pada tabel transportasi hasil langkah-langkah di atas yang memiliki biaya tereduksi terbesar dan dinamakan (i,j) . Jika terdapat lebih dari satu sel, maka dipilih salah satu.
7. Memilih sel pada baris i atau kolom j pada tabel transportasi yang memiliki biaya tereduksi nol dan mengisikan semaksimal mungkin pada sel tersebut sehingga memenuhi persediaan dan permintaan.
8. Membentuk kembali tabel transportasi yang telah diperbaiki.
9. Mengulangi langkah (6) sampai langkah (8) sampai baris persediaan dan kolom permintaan terpenuhi.

Berdasarkan paparan tersebut maka hal yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah membahas bentuk model transportasi biaya distribusi air dengan parameter model berupa biaya, jumlah permintaan dan jumlah penawaran pada PDAM Tirta Kepri, menggunakan *Improved Zero Point Method* untuk meminimumkan biaya distribusi dan penyebaran air lebih merata.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang diawali dengan studi kepustakaan. Dalam meninjau permasalahan yang dihadapi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data sekunder yang berasal dari PDAM Tirta Kepri pada bulan Desember 2015. Data yang diperoleh merupakan data jumlah produksi air setiap sumber mata air, jumlah distribusi air pada setiap daerah pelayanan, dan biaya-biaya yang mempengaruhi pendistribusian air. Langkah-langkah dan Teknik analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data PDAM Tirta Kepri pada bulan Desember 2015. Adapun data yang diperoleh adalah:

- a. Jumlah produksi air setiap mata air.
- b. Jumlah distribusi air pada setiap daerah sumber mata air (penawaran).
- c. Jumlah pemakaian air pada setiap daerah pelayanan (permintaan).
- d. Biaya pendistribusian, diantaranya:
 - 1) Biaya penggunaan bahan pendistribusian air dari sumber (mata air).
 - 2) Biaya penggunaan listrik pada setiap mata air.
 - 3) Biaya perawatan pipa distribusi.
 - 4) Biaya gaji pegawai bagian produksi dan pendistribusian PDAM Tirta Kepri.

2. Analisis Data

Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Membuat model optimasi pendistribusian air PDAM Tirta Kepri.

Agar permasalahan biaya pendistribusian air PDAM Tirta Kepri dapat diselesaikan dengan Metode Transportasi, maka dibutuhkan asumsi agar dapat dibentuk model transportasi. Asumsi yang digunakan yaitu:

- 1) Mata air merupakan sumber.
- 2) Wilayah pendistribusian merupakan tujuan.
- 3) Aliran air konstan setiap detik.
- 4) Jumlah pendistribusian air pada setiap wilayah pendistribusian merupakan permintaan.
- 5) Jumlah persediaan air yang akan di distribusikan oleh sumber mata air merupakan penawaran.
- 6) Biaya pasokan air per m^3 untuk setiap daerah ditentukan oleh banyaknya pendistribusian air dari sumber mata air dan penawaran dari sumber mata air.

Terdapat beberapa langkah sebelum membentuk model yaitu:

- 1) Menghitung total biaya pendistribusian air rata-rata per hari PDAM Tirta Kepri dari sumber mata air ke daerah pelayanan.

Total biaya rata-rata per hari yang dikeluarkan PDAM Tirta Kepri untuk mendistribusikan air dari sumber mata air ke daerah pelayanan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$c_i = ck_i + cl_i + cp_i + cg_i$$

dengan:

c_i = Total biaya pendistribusian rata-rata per hari pada sumber mata air i (Rp)

ck_i = Biaya rata-rata per hari pemakaian bahan pada sumber mata air i (Rp)

cl_i = Biaya rata-rata per hari pemakaian listrik pada sumber mata air i (Rp)

cp_i = Biaya rata-rata per hari perawatan pipa pada sumber mata air i (Rp)
 cg_i = Gaji rata-rata per hari pada sumber mata air i (Rp)

2) Menghitung biaya pendistribusian per m^3 setiap sumber mata air PDAM Tirta Kepri.

Biaya pendistribusian air per m^3 setiap sumber mata air ditentukan dari total biaya pendistribusian rata-rata per hari dan jumlah rata-rata air yang diproduksi per hari. Perhitungan biaya pendistribusian air per m^3 di formulasikan dengan persamaan berikut:

$$c_i = \frac{ct_i}{P_i}$$

Dengan:

ct_i = total biaya pendistribusian rata-rata per hari pada sumber mata air i (Rp)

P_i = pendistribusian rata-rata per hari pada sumber mata air i (m^3)

c_i = biaya pendistribusian per m^3 pada sumber mata air i (Rp/ m^3)

Dimana: $i = 1, 2, 3$.

3) Menghitung biaya pendistribusian dari setiap sumber mata air ke setiap wilayah pendistribusian. Biaya pasokan ditentukan dari perbandingan jumlah penawaran dan jumlah air yang berhasil disuplai. Biaya pasokan dari sumber mata air ke setiap wilayah pelayanan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$c_{ij} = \frac{P_{ij}}{x_{ij}} \times c_i$$

Keterangan:

c_{ij} = biaya pasokan dari sumber mata air i ke daerah tujuan j (Rp/ m^3)

P_{ij} = jumlah penawaran dari sumber mata air i ke daerah tujuan j (m^3)

x_{ij} = jumlah permintaan dari sumber mata air i ke daerah tujuan j (m^3)

c_i = biaya pendistribusian per m^3 sumber mata air i (Rp/ m^3)

4) Menghitung total jumlah permintaan dan total penawaran air per hari.

5) Formulasi Model Transportasi Biaya Distribusi Pada Sumber Mata Air ke Wilayah Pendistribusian.

b. Menentukan jalur pendistribusian dan jumlah pasokan air yang minimum pada PDAM Tirta Kepri dari sumber mata air ke daerah tujuan.

- 1) Membentuk matriks transportasi.
- 2) Menentukan biaya pendistribusian air PDAM Tirta Kepri.

- c. Menentukan optimasi biaya distribusi yang minimum air pada PDAM Tirta Kepri menggunakan *Improved Zero Point Method*.
- d. Hasil analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Data yang digunakan pada optimasi pendistribusian air PDAM Tirta Kepri adalah data jumlah produksi air pada setiap sumber mata air, data jumlah distribusi air pada setiap sumber mata air (penawaran), data jumlah pemakaian air pada setiap daerah pelayanan (permintaan), data biaya yang terdiri dari biaya pemakaian bahan pada setiap sumber mata air, data biaya penggunaan listrik pada setiap sumber mata air, data biaya perawatan pipa dan data gaji pegawai bagian distribusi PDAM Tirta Kepri. Pada PDAM Tirta Kepri terdapat 2 sumber mata air yaitu Sungai Pulau dan Waduk Gesek dan 4 wilayah pendistribusian yang terdiri dari wilayah 1, wilayah 2, wilayah 3 dan wilayah 4. Data-data tersebut diperoleh dari PDAM Tirta Kepri pada bulan Desember tahun 2015. Data ini akan diolah menggunakan *Improved Zero Point Method* untuk memperoleh biaya transportasi yang minimum dan menemukan jalur pendistribusian yang optimal.

B. Pembahasan

1. Model Transportasi Biaya Pendistribusian Air PDAM Tirta Kepri

Dari keseluruhan data yang diperoleh akan diformulasikan ke dalam model matematis sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

Minimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$Z = 3.212,06 x_{11} + 2.519,64 x_{12} + 3.407,94 x_{14} + 2.364,88 x_{21} + 1.080,32 x_{23} + 1.883,5 x_{24}$$

kendala:

a) Kendala sumber

$$1.347,60 x_{11} + 3.566,51 x_{12} + 1.676,68 x_{14} + 0 x_{15} \leq 6.590,79$$

$$3.516,31 x_{11} + 2.168,70 x_{13} + 622,13 x_{14} + 0 x_{25} \leq 6.307,15$$

b) Kendala tujuan

$$867,55 x_{11} + 1.595,71 x_{21} \leq 2.463,26$$

$$2.927 x_{12} \leq 2.927$$

$$2.154,39 x_{23} \leq 2.154,39$$

$$1.017,36 x_{14} + 354,48 x_{24} \leq 1.371,84$$

$$0 x_{15} + 0 x_{25} \leq 3.981,4$$

Formulasi dari model transportasi masalah biaya distribusi air pada PDAM Tirta Kepri ke daerah tujuan dapat dijadikan ke dalam bentuk tabel masalah transportasi seperti berikut:

TABEL I
Matriks Transportasi Pendistribusian Air PDAM Tirta Kepri

Tujuan / Sumber	Wilayah 1	Wilayah 2	Wilayah 3	Wilayah 4	K	Penawaran
Sungai Pulai	3.212,06	2.519,64		3.407,94	0	6.590,79
		2.927				
Waduk Gesek	2.364,88		1.080,32	1.883,5	0	6.307,15
			2.154,39			
Permintaan	2.463,26	2.927	2.154,39	1.371,84	3.981,45	12.897,94

Keterangan: k merupakan penambahan kolom semu dikarenakan jumlah permintaan lebih sedikit dibandingkan penawaran.

Berdasarkan langkah-langkah pada *Improved Zero Point Method* diperoleh tabel alokasi pendistribusian sebagai berikut:

TABEL II
Optimasi Pendistribusian Air PDAM Tirta Kepri

Tujuan / Sumber	Wilayah 1	Wilayah 2	Wilayah 3	Wilayah 4	K	Penawaran
Sungai Pulai	3.212,06 2.463,26	2.519,64 2.927		3.407,94	0 (1.200,53)	6.590,79
Waduk Gesek	2.364,88		1.080,32 2.154,39	1.883,5 1.371,84	0 (2.780,92)	6.307,15
Permintaan	2.463,26	2.927	2.154,39	1.371,84	3.981,45	12.897,94

Setelah dilakukan optimalisasi pendistribusian air PDAM Tirta Kepri, maka diperoleh solusi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 x_{11} &= 2.463,26 \\
 x_{12} &= 2.927 \\
 x_{23} &= 2.154,39 \\
 x_{24} &= 1.371,84
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 2 diatas terlihat bahwa jalur pendistribusian dan jumlah pasokan air yang minimum adalah:

- Untuk sumber mata air Sungai Pulai akan mengalirkan air ke wilayah 1 sebanyak 3.212,06 m³, dan akan mengalirkan ke wilayah 2 sebanyak 2.927 m³.
- Untuk sumber mata air Waduk Gesek akan mengalirkan air ke wilayah 3 sebanyak 2.154,39 m³, dan akan mengalirkan ke wilayah 4 sebanyak 1.371,84 m³.

Hasil pengalokasian persediaan dan permintaan menggunakan *Improved Zero Point Method*.

$$\begin{aligned}
 Z &= 3.212,06 x_{11} + 2.519,64 x_{12} + 1.080,32 x_{23} \\
 &\quad + 1.883,5 x_{24}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= (3.212,06 \times 2.463,26) \\
 &\quad + (2.519,64 \times 2.927) + (1.080,32 \\
 &\quad \times 2.154,39) \\
 &\quad + (1.883,5 \times 1.371,84)
 \end{aligned}$$

$$Z = 20.198.416,44$$

Sehingga diperoleh biaya pendistribusian PDAM Tirta Kepri sebesar Rp20.198.416,44.

Biaya pendistribusian air PDAM Tirta Kepri sebelum diminimalisasi adalah sebesar Rp20.397.467,12,- Setelah dilakukan optimalisasi menggunakan *Improved Zero Point Method* diperoleh biaya pendistribusian air yang minimum sebesar Rp20.198.416,44,-. Hal ini menguntungkan bagi PDAM Tirta Kepri karena dapat meminimalisasi biaya pendistribusian air sebesar Rp199.050,68 per hari

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut:

- Model optimasi pendistribusian air dari sumber mata air ke daerah tujuan (wilayah) pada PDAM Tirta Kepri adalah

$$Z = 3.212,06 x_{11} + 2.519,64x_{12} + 3.407,94x_{14} + 2.364,88 x_{21} + 1.080,32x_{23} + 1.883,5 x_{24}$$

Fungsi kendala:

a. Kendala sumber

$$1.347,60x_{11} + 3.566,51x_{12} + 1.676,68x_{14} + 0x_{15} \leq 6.590,79$$

$$3.516,31x_{11} + 2.168,70x_{13} + 622,13x_{14} + 0x_{25} \leq 6.307,15$$

b. Kendala tujuan

$$867,55x_{11} + 1.595,71x_{21} \leq 2.463,26$$

$$2.927x_{12} \leq 2.927$$

$$2.154,39x_{23} \leq 2.154,39$$

$$1.017,36x_{14} + 354,48x_{24} \leq 1.371,84$$

$$0x_{15} + 0x_{25} \leq 3.981,45$$

keterangan:

x_{11} = air yang didistribusikan dari Sungai Pulai ke Wilayah 1

x_{12} = air yang didistribusikan dari Sungai Pulai ke Wilayah 2

x_{13} = air yang didistribusikan dari Sungai Pulai ke Wilayah 3

x_{14} = air yang didistribusikan dari Sungai Pulai ke Wilayah 4

x_{21} = air yang didistribusikan dari Waduk Gesek ke Wilayah 1

x_{23} = air yang didistribusikan dari Waduk Gesek ke Wilayah 3

x_{24} = air yang didistribusikan dari Waduk Gesek ke Wilayah 4

2. Dengan menggunakan metode *Improved Zero Point Method* dalam mengoptimalkan pendistribusian air PDAM Tirta Kepri, diperoleh biaya distribusi yang

minimum dengan jalur distribusi dan jumlah pasokannya sebagai berikut:

- a. Untuk sumber mata air Sungai Pulai akan mengalirkan air ke wilayah 1 sebanyak 3.212,06 m³, dan akan mengalirkan ke wilayah 2 sebanyak 2.927 m³.
 - b. Untuk sumber mata air Waduk Gesek akan mengalirkan air ke wilayah 3 sebanyak 2.154,39 m³, dan akan mengalirkan ke wilayah 4 sebanyak 1.371,84 m³.
3. Biaya pendistribusian air PDAM Tirta Kepri sebelum diminimalisasi adalah sebesar Rp20.397.467,12,-

Setelah dilakukan optimalisasi menggunakan *Improved Zero Point Method* diperoleh biaya pendistribusian air yang minimum sebesar Rp20.198.416,44,- Hal ini menguntungkan bagi PDAM Tirta Kepri karena dapat meminimalisasi biaya pendistribusian air sebesar Rp199.050,68 per hari.

REFERENSI

- [1]Utami, Kurnia Apridita. 2017. *Optimasi Pendistribusian Air menggunakan Improved Zero Point Method* (Studi Kasus di PDAM Tirta Kepri). *Skripsi*. Universitas Negeri Padang
- [2]Kholik, Abdul. 2014. *PDAM Tirta Kepri Provinsi Kepulauan Riau*. <http://pdamtirtakepri.co.id/>
- [3]Dwijanto. 2008. *Program Linear Berbantuan Komputer: Lindo. Lingo dan Solver*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Press.
- [4]Siswanto. 2007. *Operation Research*. Yogyakarta: Erlangga
- [5]Pandian, P. dan Natarajan, G., (2010), *A new algorithm for finding a fuzzy optimal solution for fuzzy transportation problems*, Applied Mathematical Sciences, 4, hal. 79-90
- [6]Siang, Jong Jek. 2011. *Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta: Andi
- [7]Samuel, A.E., (2012), *Improved Zero Point Method (IZPM) for the Transportation Problems*, Applied Mathematical Sciences, 6(109), hal. 5421-5426.