

# OPTIMASI KEBUTUHAN KENDARAAN PENGANGKUT SAMPAH BERDASARKAN ESTIMASI JUMLAH PENDUDUK MENGGUNAKAN MODEL GOAL PROGRAMMING

Eka Susanti <sup>1</sup>, Oki dwipurwani <sup>2</sup>, Evi Yuliza <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas MIPA Jurusan Matematika, Universitas Sriwijaya  
Email : [ekasusantimath01@gmail.com](mailto:ekasusantimath01@gmail.com)

<sup>2</sup>Fakultas MIPA Jurusan Matematika, Universitas Sriwijaya  
Email : [Okidwip@yahoo.com](mailto:Okidwip@yahoo.com)

<sup>3</sup>Fakultas MIPA Jurusan Matematika, Universitas Sriwijaya  
Email : [evibc3@yahoo.com](mailto:evibc3@yahoo.com)

## ABSTRAK

Pertambahan jumlah penduduk berbanding lurus dengan jumlah timbunan sampah yang dihasilkan. Sebagai dasar penentuan jumlah kendaraan pengangkut sampah dilakukan estimasi jumlah penduduk untuk tahun 2020 menggunakan metode aritmatika. Penentuan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah menggunakan model goal programming dengan minimum jumlah sisa sampah dan muatan kosong kendaraan sebagai *goal*-nya. Penyelesaian model menggunakan metode *branch and bound*. Dipertimbangkan dua jenis kendaraan yaitu *armroll* dan *dumb truck*. Diberikan contoh perhitungan untuk kecamatan Ilir Barat II (IB II) kota Palembang. Estimasi jumlah penduduk kecamatan IB II tahun 2020 adalah 69488 jiwa, jumlah timbunan sampah 34745 kg, diperoleh jumlah optimal kendaraan yang dibutuhkan 8 *dumb truck* dan 1 *armroll*.

**Kata kunci : Metode Aritmatika, Goal Programming, Branch and Bound.**

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data kependudukan dari Badan Pusat statistik (BPS) kota Palembang, jumlah penduduk di kota Palembang mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan rata-rata 1%. Peningkatan jumlah penduduk harus diikuti dengan perencanaan pembangunan yang baik agar tidak menimbulkan permasalahan di berbagai bidang. Sebagai dasar perencanaan pembangunan di tahun-tahun berikutnya dapat dilakukan estimasi jumlah penduduk. (Rumbia, 2008) menganalisis pertumbuhan penduduk kota Bau-Bau menggunakan metode aritmatika, geometri dan eksponensial. Diasumsikan bahwa pertambahan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan jumlah timbunan sampah yang dihasilkan, oleh sebab itu perencanaan pengelolaan sampah juga perlu menjadi perhatian pihak terkait. Pengangkutan sampah merupakan bagian dari pengelolaan sampah. (Susanti, Cahyono, & Dwipurwani, 2016) menganalisis optimalitas kendaraan pengangkut sampah di kecamatan Kertapati menggunakan pemrograman bilangan bulat biner 0 dan 1. Penentuan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah dapat dimodelkan dengan goal programming. (Lumbantoruan, Tarigan, & Poerwanto, 2013) membahas penerapan model *goal programming* pada produksi optimal CPO

berdasarkan data peramalan permintaan CPO tahun 2012. (Tu & Chang, 2016) menggunakan model *goal programming* pada perencanaan ekspansi pusat logistik bandara dengan solusi biner.

## 2. KAJIAN LITERATUR

Perhitungan pertumbuhan penduduk dengan metode aritmatika diberikan oleh persamaan berikut ini.

$$P_t = P_0(1 + rt) \quad (1)$$

Keterangan :

$P_t$  = Jumlah Penduduk Tahun  $t$

$P_0$  = Jumlah Penduduk Tahun Dasar

$r$  = Angka Pertumbuhan Penduduk

$t$  = Waktu

Penentuan optimal jumlah kendaraan pengangkut sampah berdasarkan jumlah penduduk hasil estimasi dapat dimodelkan dengan goal programming. Goal programming adalah bentuk khusus dari program linier dengan banyak tujuan, yang membedakan adalah adanya variabel deviasional pada model goal programming. Dalam goal programming terdapat tiga unsur utama yaitu fungsi tujuan, kendala tujuan, dan kendala non negatif. Berikut diberikan bentuk umum model goal programming tanpa faktor prioritas.

$$\min z = \sum_{i=1}^m (DA + DB)$$

Kendala

$$C_{11}x_1 + C_{12}x_2 + \dots + C_{1n}x_n + DB_1 - DA_1 = b_1 \quad (2)$$

$$C_{21}x_1 + C_{22}x_2 + \dots + C_{2n}x_n + DB_2 - DA_2 = b_2$$

⋮

$$C_{m1}x_1 + C_{m2}x_2 + \dots + C_{mn}x_n + DB_m - DA_m = b_m$$

$$x_j, DA, DB \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n$$

Keterangan :

$C_{ij}$  = koefisien kendala

$x_j$  = variabel keputusan

$b_i$  = koefisien ruas kanan (target yang ingin dicapai)

$DA$  = jumlah unit yang kelebihan terhadap tujuan (deviasional atas)

$DB$  = jumlah unit yang kekurangan terhadap tujuan (deviasional bawah)

Bentuk umum model goal programming permasalahan penentuan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah dengan kendala kapasitas maksimal alat angkut, jumlah alat angkut yang tersedia, jumlah minimal kendaraan yang harus disediakan diberikan pada model (3) berikut ini.

$$\min z = DA + DB$$

Kendala

$$\begin{aligned}
n_1x_1 + n_2x_2 + DB - DA &= N \\
x_1 &\leq K_1 \\
x_2 &\leq K_2 \\
x_1 + x_2 &\geq T \\
x_1, x_2 &\geq 0 \text{ dan integer, } DB, DA \geq 0
\end{aligned}
\tag{3}$$

Keterangan :

$n_1$  = kapasitas maksimal alat angkut jenis *dumb truck*

$n_2$  = kapasitas maksimal alat angkut jenis *armroll*

$DB$  = sisa sampah yang tidak terangkut

$DA$  = muatan kosong kendaraan pengangkut

$N$  = jumlah timbulan sampah yang harus diangkut

$x_1$  = kendaraan jenis *dumb truck*

$x_2$  = kendaraan jenis *armroll*

$K_1$  = jumlah maksimal kendaraan jenis *dumb truck* yang dimiliki

$K_2$  = jumlah maksimal kendaraan jenis *armroll* yang dimiliki

$T$  = jumlah minimal kendaraan yang harus disediakan (jumlah tempat layanan)

Permasalahan (3) merupakan permasalahan integer programming, oleh sebab itu penyelesaian masalah (3) dapat menggunakan metode *branch and bound*.

### 3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah untuk menentukan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah yang meminimumkan jumlah sisa sampah yang tidak terangkut dan jumlah muatan kosong alat angkut dengan mempertimbangkan jumlah penduduk hasil estimasi adalah sebagai berikut :

1. Estimasi jumlah penduduk menggunakan metode aritmatika (1)
2. Penentuan jumlah timbulan sampah berdasarkan hasil pada langkah (1) dengan asumsi pertambahan penduduk berbanding lurus dengan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan
3. Membentuk model goal programming (3) berdasarkan hasil yang diperoleh pada langkah (2)
4. Menyelesaikan model yang diperoleh pada langkah (3) menggunakan metode *branch and bound*. Penyelesaian metode *branch and bound* menggunakan WINQSB.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai contoh perhitungan dilakukan penentuan jumlah optimal kendaraan pengangkut sampah untuk kecamatan IB II. Dilakukan estimasi jumlah penduduk kecamatan IB II untuk tahun 2020 dengan diketahui data jumlah penduduk pada tahun 2014 (Sumber data BPS). Jumlah penduduk kecamatan IB II tahun 2014 adalah 65555 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk 1%. Estimasi jumlah penduduk kecamatan IB II tahun 2020 dengan metode aritmatika adalah

$$P_t = P_0(1 + rt)$$

$$P_{2020} = P_{2014}(1 + 0,01 \times 6) = 65555 (1 + 0,01 \times 6) = 69488 \text{ jiwa}$$

Dengan asumsi bahwa setiap orang menghasilkan sampah 0,5 kg setiap hari maka jumlah sampah yang harus diangkut setiap harinya adalah 34745 kg. Nilai koefisien dan goal pada model goal programming diberikan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Data Nilai Koefisien Model**

Jumlah Sampah (N)	34745 kg
Kapasitas alat angkut <i>dumb truck</i> ( $n_1$ )	4000 kg
Kapasitas alat angkut <i>armroll</i> ( $n_2$ )	3000 kg
Jumlah <i>dumb truck</i> yang tersedia ( $K_1$ )	193 kendaraan
Jumlah <i>armroll</i> yang tersedia ( $K_2$ )	22 kendaraan
Jumlah area yang harus dilayani ( $T$ )	4 wilayah (1 wilayah 1 kendaraan)

Berdasarkan Tabel 1, dibentuk model goal programming berikut ini.

$$\min z = DA + DB$$

Kendala

$$4000x_1 + 3000x_2 + DB - DA = 34745$$

$$x_1 \leq 193$$

$$x_2 \leq 22$$

$$x_1 + x_2 \geq 4$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ dan integer, } DB, DA \geq 0$$

(4)

Menggunakan Software WINQSB diperoleh solusi Permasalahan (4) adalah  $x_1 = 8$ ,  $x_2 = 1$ ,  $DB = 0$ ,  $DA = 255 \text{ kg}$ . Hal ini berarti untuk kecamatan IB II, jumlah kendaraan optimal yang harus dimiliki adalah 9 kendaraan dengan 8 kendaraan jenis *dumb truck* dan 1 kendaraan jenis *armroll*, dengan sejumlah kendaraan tersebut tidak terdapat sisa sampah akan tetapi terdapat muatan kosong pada kendaraan ke-9 sebanyak 255 kg. Pada permasalahan (4) *goal* atau target untuk mengangkut semua sampah tercapai akan tetapi kapasitas maksimal kendaraan pengangkut tidak tercapai.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode aritmatika dan mengabaikan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan penduduk, jumlah penduduk di kecamatan IB II pada tahun 2020 akan meningkat dari 65555 jiwa menjadi 69488 jiwa.
2. Pada kecamatan IB II diperlukan 9 kendaraan pengangkut sampah yang melayani 4 wilayah. Kendaraan tersebut terdiri dari 8 jenis *dumb truck* dan 1 jenis *armroll*. Goal untuk mengangkut semua sampah tercapai karena diperoleh nilai  $DB=0$ .

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Lumbantoruan, D. B., Tarigan, U., & Poerwanto. (2013). Penentuan Jumlah Produksi

- Optimal CPO dengan Menggunakan Metode Goal Programming pada Pabrik Kelapa Sawit PT.XYZ. *E-Journal Teknik Industri FT USU*, 3(2), 45–51.
- Rumbia, W. (2008). Proyeksi Penduduk Berlipat Ganda di Kota Bau-Bau. *Jurnal Ekonomi Pengembangan FE Unhalu*, II, 1–7.
- Sakawa, M., 1993, *Fuzzy sets and interactive multiobjective optimization*, Plenum Press, New York.
- Susanti, E., Cahyono, S. ., & Dwipurwani, O. (2016). Optimasi Kendaraan Pengangkut Sampah di Kecamatan Kertapati Menggunakan Pemrograman Bilangan Bulat Biner 0 dan 1. *Jurnal Matematika*, 6(2), 79–85.
- Tu, C., & Chang, C. (2016). Using binary fuzzy goal programming and linear programming to resolve airport logistics center expansion plan problems. *Applied Soft Computing Journal*, 44, 222–237. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.04.008>