

**JURNAL**  
**TEKNOLOGI DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN**  
**Program Studi Teknik Lingkungan**  
**Sekolah Tinggi Teknologi (STT) Pelita Bangsa**

Diterbitkan secara berkala, setahun dua kali setiap bulan April dan September oleh Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa, Bekasi. Memuat artikel yang berkaitan dengan gagasan dan hasil-hasil penelitian dibidang Manajemen dan Teknologi Lingkungan serta ilmu-ilmu yang terkait dengan bidang Manajemen dan Teknologi Lingkungan.

**Pelindung**

Ketua STT Pelita Bangsa

**Penasehat**

Wakil Ketua I STT Pelita Bangsa

**Pemimpin Redaksi**

Putri Anggun Sari, S.Pt., M.Si.

**Dewan Redaksi**

Giri Nurpribadi, S.T.P., M.M., Aris Dwicahyanto, Ir., M.M., M.Si., Martin Darmasetiawan, Ir., M.M., Emir Sadikin, Ir., M.M., Agus Andriansyah, S.T., M.M.

**Mitra Bestari (Reviewer)**

Prof. Dr. I Made Putrawan (UNJ);

Prof. Dr. Nadiroh, M.Pd. (UNJ);

Dr. Ir. Supriyanto, M.P.

**Sekretariat Pelaksana**

Dr. Ir. Dadi Karmadi, M.M.;

Ir. Iwuk Sriharyuniwati, M.M.

**Alamat Redaksi**

Program Studi Teknik Lingkungan STT Pelita Bangsa

Kampus STT Pelita Bangsa Jl. Inspeksi Tegal Danas Arah DELTAMAS Cikarang Pusat Bekasi

Telp. 021 2852 8181, 82, 83, 84; Fax. 021 2851 8180

Email : [teknik.lingkungan@pelitabangsa.ac.id](mailto:teknik.lingkungan@pelitabangsa.ac.id)

Website : [www.pelitabangsa.ac.id](http://www.pelitabangsa.ac.id)

**JUNAL TEKNOLOGI DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN**

**Volume 2, Nomor 1, April 2015**

- 1 Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Minum Pada Daerah yang Sudah Terpasang  
Pipa..... 1-14
- 2 Perhitungan Kebutuhan Air Pada Perumahan Bumi Citra Lestari ..... 15-27
- 3 Review Pengelolaan Sampah Rumah Tangga ..... 28-48
- 4 Manajemen Pengangkutan Sampah Di Kota Gede Bekasi.....49-62

**PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN AIR MINUM PADA DAERAH YANG SUDAH  
TERPASANG PIPA  
KEHILANGAN TEKANAN**

**Emir Sadikin**

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa  
email: [emirsadikin@yahoo.com](mailto:emirsadikin@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Dalam menentukan diameter pipa suatu pipa transmisi umumnya faktor biaya belum diperhitungkan sehingga perencanaan umumnya belum optimal dari segi biaya. Dalam karya ilmiah ini akan ditunjukkan pemodelan perencanaan yang mengoptimalkan perencanaan diameter pipa dimana harga pipa merupakan kendala (Constraint) utama dalam mencapai optimalisasi. Pemodelan disini menggunakan multiplikator Lagrange dengan model perhitungan hidrolis pipa menggunakan perumusan Hazen William. Perhitungan perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan spreadsheet dan dapat dilakukan dalam 8 langkah.

**Kata Kunci:** *Diameter Pipa, Faktor Biaya, Multiplikator Lagrange, Spreadsheet*

**ABSTRACT**

Cost factor is generally not taken into account in determining the pipe diameter in transmission pipe design, therefore planning is generally not optimal in terms of cost. Optimization modeling of pipeline diameter, with price and hydraulic properties as constraints, could produce minimum Investment cost. Lagrange multiplier combine with hydraulic calculation model of (Hazen William) gives sufficient result. Calculations can be performed using spreadsheet and can be completed in 8 steps.

**Key Words :** *Pipe diameter, Cost Factor, Multiplikator Lagrange and Spreadsheet*

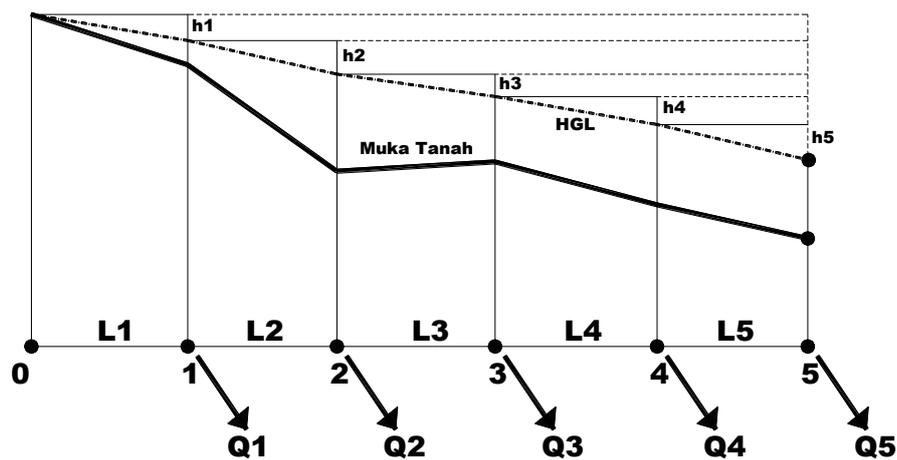
## 1. UMUM

Optimalisasi yang dimaksud disini adalah pengambilan langkah dalam suatu perencanaan untuk menghasilkan suatu rancangan yang paling kecil biayanya tetapi tetap memenuhi kendala teknis. Dalam hal ini perencanaan jaringan pipa dengan diameter pipa yang mempunyai harga minimum tetapi tetap memenuhi kendala atau batasan hidrolis.

Yang dimaksud kendala hidrolis adalah :

- Tetap terpenuhinya sisa tekanan pada setiap titik penyedapan.
- Jumlah tekanan dari setiap jalur pipa tidak melebihi selisih tinggi tekanan dari awal pengaliran sampai akhir pengaliran.
- Kecepatan aliran dalam pipa harus memenuhi kendala kecepatan yang diijinkan.

Tinjaulah suatu jaringan pipa satu jalur (*seperti terlihat pada gambar 1*).



**Gambar 1.** Jaringan Pipa Satu Jalur

Harga total dari jaringan tersebut adalah jumlah harga dari pipa pipa yang dipasang dalam jaringan tersebut. Harga satu ruas pipa adalah

Harga satuan pipa dengan diameter ruas itu dalam Rp/m dikalikan dengan panjang pipa pada ruas tersebut, atau :

$$C_i = P_i \times L_i \dots\dots\dots 1.$$

Dimana :

$C_i$  = Harga pipa pada ruas i

$P_i$  = Harga satuan pada ruas i

$L_i$  = Panjang pipa pada ruas i.

Harga total dari jaringan pipa tersebut adalah :

$$C_T = \sum_{i=1}^n C_i \times L_i \dots\dots\dots 2.$$

Disini kita akan merencanakan diameter pipa untuk jaringan pada **gambar 1** dengan harga yang paling minimal atau  $C_T$  minimum. Untuk itu hubungan antara diameter pipa dengan harga satuan harus diketahui terlebih dahulu.

**2. HUBUNGAN ANTARA DIAMETER PIPA DENGAN HARGA SATUAN PIPA**

Pada umumnya harga satuan pipa tergantung dari :

- Jenis dan bahan pipa
- Kelas pipa
- diameter pipa

Maka untuk suatu jenis, bahan pipa dan kelas tertentu **hubungan** antara diameter pipa dengan harga satuannya adalah sebagai berikut :

$$P_i = P(D_i) \dots\dots\dots 3.$$

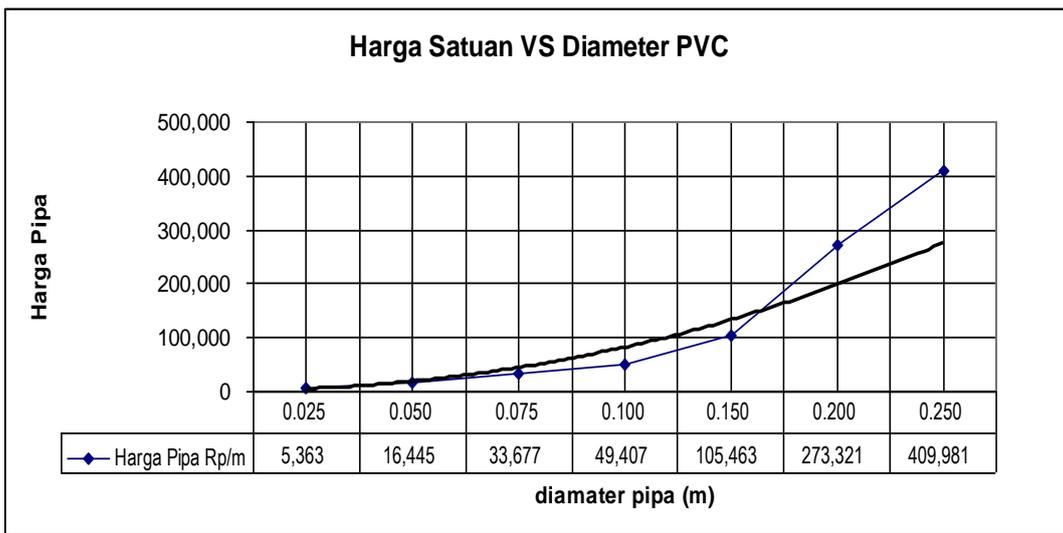
Fungsi 9. adalah fungsi diskrit tetapi untuk mempermudah pengoperasian persamaan fungsi tersebut dinyatakan sebagai fungsi kontinu.

Dalam perhitungan disini diameter tidak dinyatakan dalam diameter sebagai mana yang terdapat dipasaran tetapi diameter hasil perhitungan teoritis.

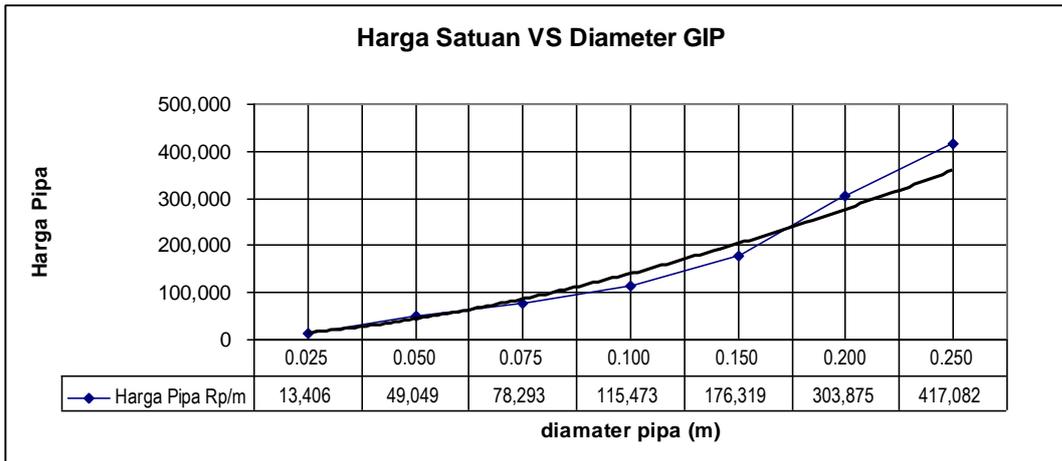
Apabila terdapat daftar harga pipa dan dikaitkan dengan diameternya maka dapat dibentuk persamaan seperti pada **persamaan 4.** yaitu persamaan eksponensial.

$P_i = a \cdot D_i^f \dots \dots \dots 4.$

Gambar berikut ini adalah penarikan regresi dalam bentuk exponential untuk diameter pipa dan harga satuan pipa jenis PVC (gambar 11) dan GIP Gambar 2a untuk PVC dan gambar 2b untuk GIP



Gambar 2.a. Harga Pipa PVC VS Diameter Pipa



**Gambar 2.b.** Harga Pipa GIP VS Diameter Pipa

$$P(D) = 3.000.000 \times D^{1,4356}$$

Dari penarikan regresi ini hubungan antara diameter dan harga satuan pipa untuk pipa PVC adalah

$$P(D) = 5.000.000 \times D^{1,8796} \text{ dengan } R^2 = 0.9862 \dots \dots \dots \mathbf{5.}$$

Dan untuk Pipa GIP adalah :

$$P(D) = 3.000.000 \times D^{1,4356} \text{ dengan } R^2 = 0.9919 \dots \dots \dots \mathbf{6.}$$

Hubungan antara diameter dengan hidrolis pipa dapat ditunjukkan seperti pada persamaan Hazen William. yaitu  $D = (Q1/0,2785/C/(hL/L)^{0.54})^{(1/2,63)}$

Dengan mensubstitusi antara persamaan ini kedalam persamaan 6. maka akan didapat.

$$6 \rightarrow 10.$$

$$P_i = a \cdot ((Q_i/0,2785/C/(h_i/L_i)^{0.54})^{(1/2,63)})^r \dots \dots \dots \mathbf{7.a.}$$

$$\text{Atau bila } a' = a / (0,2785 \times C)^r$$

Maka

$$P_i = a' \cdot Q_i^{(r/2,63)} \cdot h_i^{-0,54/2,63 \cdot r} \cdot L_i^{0,54/2,63 \cdot r} \dots \dots \dots \mathbf{7.b.}$$

Atau

$$P_i = a' Q_i^{-0,38r} \cdot h_i^{-0,21r} \cdot L_i^{-0,21r} \dots \dots \dots 7.c.$$

Apabila persamaan 7.c dimasukkan ke persamaan 7.c. disubsititusikan ke persamaan 2

$$C(h_i) = a' Q_i^{-0,38r} \cdot h_i^{-0,21r} \cdot L_i^{-0,21r+1} \dots \dots \dots 8.b.$$

**3. METODE OPTIMALISASI**

Optimalisasi disini menggunakan metoda Multiplikator Lagrange dengan fungsi obyektif adalah :

**Minimalisasi**

$$\Sigma C(h_i) = \Sigma a' Q_i^{-0,38r} \cdot h_i^{-0,21r} \cdot L_i^{-0,21r+1} \dots \dots \dots 9.$$

dengan batasan/kendala:

$$H_0 - H_n = \Sigma h_i \dots \dots \dots 10.$$

dimana :

$H_0$  = Head/tekanan awal

$H_n$  = Head/sisa tekan pada titik **ke n**

$\Sigma h_i$  = Jumlah kehilangan tekanan dari setiap ruas pipa dari node ke node.

Pada contoh di **gambar 1**  $\Sigma h_i = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

**Persamaan 10** dinyatakan dalam persamaan implisit adalah

$$R(h_i) = \Sigma h_i - (H_0 - H_n) \dots \dots \dots 11.$$

Dari ke dua persamaan ini dapat di cari nilai  $h_i$  dengan meninjau persamaan

$$\theta = \Sigma C(h_i) + \lambda R(h_i) \text{ dengan } \lambda \text{ suatu konstanta } \dots \dots 12.$$

Nilai  $h_i$  optimal dapat dicari dengan mengeliminasi  $h_i$  dari persamaan:

$$d\theta/dh_i = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

atau

$$d\theta/dh_1=0 \rightarrow \sum C(h_1) \sum h_1 + \lambda \sum R(h_1) \sum h_1=0$$

$$d\theta/dh_2=0 \rightarrow \sum C(h_2) \sum h_2 + \lambda \sum R(h_2) \sum h_2=0$$

.....

$$d\theta/dh_n=0 \rightarrow \sum C(h_n) \sum h_n + \lambda \sum R(h_n) \sum h_n=0 \dots\dots\dots 13.a.$$

Pada persamaan 8 b

$$C(h_n) = a' Q_i^{-0,38r} \cdot h_i^{-0,21.r} \cdot L_i^{-0,21.r+1}$$

Maka

$$dC(h_n)/dh_1 = a' \cdot (-0,21.r) \cdot Q_i^{-0,38r} \cdot h_i^{-0,21.r-1} \cdot L_i^{-0,21.r+1}$$

dan

$$d\sum R(h_i)/dh_i = \lambda$$

dengan demikian

$$d\theta/dh_i = \sum C(h_i)/dh_i + \lambda \sum R(h_i)/dh_i = 0$$

$$d\theta/dh_i = a' \cdot (-0,21.r) \cdot Q_i^{-0,38r} \cdot h_i^{-0,21.r-1} \cdot L_i^{-0,21.r+1} + \lambda = 0$$

atau

$$d\theta/dh_1 = a' \cdot (-0,21.r) \cdot Q_1^{-0,38r} \cdot h_1^{-0,21.r-1} \cdot L_1^{-0,21.r+1} + \lambda = 0$$

$$d\theta/dh_2 = a' \cdot (-0,21.r) \cdot Q_2^{-0,38r} \cdot h_2^{-0,21.r-1} \cdot L_2^{-0,21.r+1} + \lambda = 0$$

.....

$$d\theta/dh_n = a' \cdot (-0,21.r) \cdot Q_n^{-0,38r} \cdot h_n^{-0,21.r-1} \cdot L_n^{-0,21.r+1} + \lambda = 0$$

$$(H_0 - H_n) = h_1 + h_2 + h_3 + \dots\dots\dots + h_n \dots\dots\dots 14.$$

Dari persamaan ini didapat

$$h_1/h_2 = (Q_1/Q_2)^{(1/(0,553+2,632/r))} \cdot L_1/L_2 = F_1/F_2$$

$$h_2/h_3 = (Q_2/Q_3)^{(1/(0,553+2,632/r))} \cdot L_2/L_3 = F_2/F_3$$

.....

$$h_{n-1}/h_n = (Q_{n-1}/Q_n)^{(1/(0,553+2,632/r))} \cdot L_{n-1}/L_n = F_{n-1}/F_n$$



sadap yang lebih kecil dari nol maka pipa yang menuju titik sadap tersebut diperbesar diameternya pada ruas  $d0^2/dh_i \cdot dh$  terkecil.

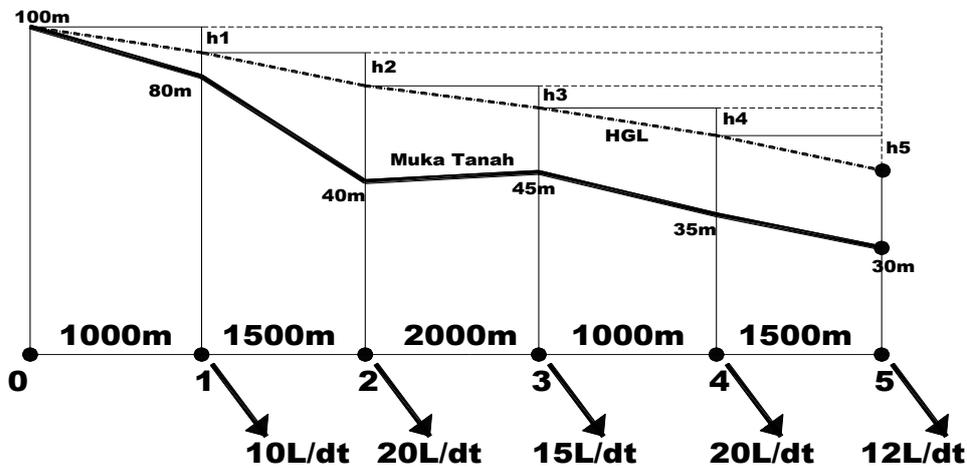
**4. CONTOH SOAL:**

Sebuah rangkaian perpipaan yang mengalirkan air secara gravitasi dari elevasi 100 m kemudian dialirkan ke sebuah tempat yang berjarak 7.000 m pada elevasi 30 m. Pipa direncanakan

menggunakan GIP dengan hubungan diameter dengan harga pipa seperti pada persamaan

$$P(D) = 3.000.000 \times D^{1,4356}$$

Deskripsi rangkaian pipa seperti pada gambar 1. dan tabel 3.



Gambar 3. Rangkaian Pipa Contoh Soal

Akan direncanakan sebuah rangkaian perpipaan dengan diameter paling optimal :

- Langkah langkah penyelesaian **Lihat tabel 3.**

**Langkah 1 kolom 4 (konversi Q dalam L/dt  $\rightarrow$  m<sup>3</sup>/dt)**

Dari data pipa debit air dikonversi menjadi satuan m<sup>3</sup>/dt

**Langkah 2 kolom 5 (perhitungan nilai F<sub>i</sub>)**

Hitung  $F_i = Q_i^{1/(0,553+2,632/r)} L_i$  dengan  $Q_i$  dari kolom 4 dan  $L_i$  kolom 2.

**Langkah 3 kolom 5 (penjumlahan nilai F<sub>i</sub>)**

Jumlahkan kolom 5 sehingga didapat total F<sub>i</sub>.

**Langkah 4 kolom 5 (perhitungan nilai X)**

Hitung nilai  $X = (H_0 - H_n) / \sum F_i$  dimana  $H_0$  adalah elevasi awal yaitu 100 m dan  $H_n$  adalah elevasi sisa tekan pada node 5 yaitu 30 m sedangkan  $\sum F_i$  adalah penjumlahan  $F_i$  dari langkah 3. Nilai  $X=0.0378064$

**Langkah 5 kolom 6 (perhitungan kehilangan tekanan per ruas)**

Untuk mendapatkan  $h_i$  (kehilangan tekanan disetiap ruas pipa) nilai X kemudian dikalikan dengan masing masing  $F_i$  . Misalnya untuk baris pada nomor pipa 0-1,  $F_i$  adalah 341,50 maka  $h_{0-1}$  adalah  $0.0378064 \times 341,50=12.91$  m dan seterusnya untuk masing masing baris.

**Langkah 5 kolom 7 (perhitungan diameter pipa per ruas)**

Diameter didapat dengan persamaan  $D_i = (Q_i/0,2785/C/(h_i/L_i)^{0,54})^{(1/2,63)}$

Dimana  $Q_i$  dari kolom 4  $L_i$  dari kolom 2 dan  $h_i$  dari kolom 6.  $D_i$  Dikolom 7

mempunyai satuan meter merupakan

diameter toritis hasil perhitungan. Untuk perencanaan diameter tersebut perlu disesuaikan dengan yang ada dipasaran yang satuannya milimeter dan dimasukkan di kolom 8.

**Langkah 6 kolom 9 (*pengecekan kecepatan aliran*)**

Kecepatan aliran dihitung dengan rumus  $V = (Q_i / 0,8 / (D_i))$ , dimana

- $Q_i$  dari kolom 4
- $D_i$  dari kolom 8 dalam satuan meter

**Langkah 7 kolom 10 (*koreksi kehilangan tekanan*)**

Karena ada penyesuaian diameter dari diameter teoritis menjadi diameter yang ada dipasaran maka kehilangan tekanan harus dikoreksi dan dihitung ulang dengan persamaan  $h_i = (Q / 0,2785 \cdot C \cdot d_i^{2,63})^{1,85} \cdot L_i$  (persamaan 2.13. pada bab 2.) Hasil perhitungan dapat dilihat pada kolom 10.

Tabel 3. Tabel Perhitungan Optimalisasi

| DATA       |                           |                            | HASIL PERHITUNGAN            |  |                     |   |                       |   |                                 |
|------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|--|---------------------|---|-----------------------|---|---------------------------------|
| No<br>Pipa | Panjang<br>Pipa Li<br>(m) | Debit pipa<br>Qi<br>(L/dt) | Debit<br>pipa                | $F_i =$<br>$Q_i^{(1/(0,553+2,632/r))} L_i$ | $h_i = X \cdot F_i$ | $D_i =$<br>$(Q_i/0,2785/C/(h_i/L_i)^{0,54})^{(1/2,63)}$ | Vi                    | koreksi<br>$h_i = (Q_i/0,2785 \cdot C \cdot d_i^{2,63})^{1,85} \cdot L_i$ |                                 |
|            |                           |                            | Qi<br>(m <sup>3</sup> /dt)   | r=1.4356                                   | m                   | M   |                       |   | Diameter yg ada di pasaran (mm) |
| (1)        | (2)                       | (3)                        | (4)                          | (5)  | (6)                 | (7)   | (8)                   | (9)   | (10)                            |
| 0-1        | 100                       | 77                         | 0.077                        | 341.50                                     | 12.91               | 0.243   | 250                   | 1.54  | 11.22                           |
| 1-2        | 150                       | 67                         | 0.067                        | 483.24                                     | 18.27               | 0.233   | 250                   | 1.34  | 13.01                           |
| 2-3        | 200                       | 47                         | 0.047                        | 555.37                                     | 21.00               | 0.210   | 200                   | 1.47  | 26.66                           |
| 3-4        | 100                       | 32                         | 0.032                        | 236.37                                     | 8.94                | 0.187   | 200                   | 1.00  | 6.55                            |
| 4-5        | 150                       | 12                         | 0.012                        | 235.06                                     | 8.89                | 0.140   | 150                   | 0.67  | 6.48                            |
| C=0        | 12                        |                            | Total                        | 1851.54                                    | 70.00               |   | Diameter pipa optimal |   | 63.92                           |
|            |                           |                            | $X = (H_0 - H_n) / \sum F_i$ |  |                     |   |                       |   |                                 |
|            |                           |                            | $0.037806$                   |  |                     |   |                       |   |                                 |
|            |                           |                            | $X = 4$                      |  |                     |   |                       |   |                                 |

Langkah berikutnya adalah perhitungan sisa tekanan pada masing masing node (*lihat tabel 4.*)

**Langkah 8 baris 1 (*perhitungan sisa tekanan*)**

**Elevasi tekanan di node 1 adalah**

- Elevasi hidrolis di node 0 (tabel 3. kolomdi 3) kurangi kehilangan tekanan pada ruas 0-1 (lihat tabel 3.kolom10) atau
- $100-h_{0-1} = 100m - 11.22m = 88.78 m$
- Sisa tekanan di node 1 adalah elevasi tekanan (kolom 4) dikurangi elevasi tanah (kolom 3) atau  $88,78 - 80,00 = 8,78$

**Elevasi tekanan di node 2 adalah :**

- $H_1-h_{1-2} = 88,78m - 13.01m = 75.77 m$
- Sisa tekanan di node 1 adalah elevasi tekanan (kolom 4) dikurangi elevasi tanah (kolom 3) atau  $75.77-40,00 = 35,77m$

**dan seterusnya**

**Tabel 4.** Perhitungan Sisa Tekanan

| DATA   |                        |                   | HASIL PERHITUNGAN          |                         |
|--------|------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| No Tap | Debit Tap $q_i$ (L/dt) | Elevasi Tanah (m) | <i>Elevasi tekanan (m)</i> | <i>Sisa tekanan (m)</i> |
| (1)    | (2)                    | (3)               | (4)                        | (5)                     |
| 0      |                        | 100               | 100.00                     | 0.00                    |
| 1      | 10                     | 80                | 88.78                      | 8.78                    |
| 2      | 20                     | 40                | 75.77                      | 35.77                   |
| 3      | 15                     | 45                | 49.11                      | 4.11                    |
| 4      | 20                     | 35                | 42.57                      | 7.57                    |
| 5      | 12                     | 30                | 36.08                      | 6.08                    |

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, *Buku I : Advance Course Maintenance of Pipeline*, Direktorat Jenderal Cipta Karya Pusat Pelatihan Bidang AB & PLP, Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim, *Buku II : Advance Course Maintenance of Pipeline*, Direktorat Jenderal Cipta Karya Pusat Pelatihan Bidang AB & PLP, Departemen Pekerjaan Umum.

Tung, Y.K., 1985. *Evaluation of Water Distributor Network Reliability*, Proceedings of the ASCE Hydraulic Division Specialty Conference, Orlando, Florida.

Totok Sutrisno, C., dkk, 1996. *Teknologi\_Penyediaan Air Bersih\_PT*. Rineka Cipta, Jakarta.

Bambang Trihatmodjo. 1996. *Hidrolika I*, Cetakan ke-4 . Yogyakarta: Beta Offset.

Frank M. White. 1994. *Mekanika Fluida I*, Cetakan ke-2. Jakarta: Penerbit Erlangga.

## PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR PADA PERUMAHAN BUMI CITRA LESTARI

Putri Anggun Sari<sup>2)</sup>, Arianto Silitonga<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen; Program Studi Teknik Lingkungan; Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa, Bekasi

<sup>2)</sup> Mahasiswa; Program Studi Teknik Lingkungan; Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa, Bekasi

e-mail :

### ABSTRAK

Bumi Citra Lestari *residence* terletak di Kecamatan Cikarang Utara. Saat ini sebagian wilayah di perumahan tersebut telah mendapat pelayanan air bersih. Namun pelayanan yang diberikan masih tergolong rendah, suplai air tidak berjalan lancar bahkan sering mati air yang disebabkan rendahnya tekanan air yang dikarenakan elevasi.

Untuk itu perlu dilakukan pengembangan sistem penyediaan air bersih yang memanfaatkan sumber air dari Sungai Ciherang. Pertama-tama dihitung pertumbuhan penduduk dengan rumus geometrik dan menghitung kebutuhan air bersih. Setelah itu direncanakan sistem penyediaan air bersih perpipaan dengan menggunakan rumus Hazen Williams. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisa menggunakan rumus geometrik. Untuk tahun 2025 dengan jumlah penduduk 3.807 jiwa kebutuhan air bersih mencapai 7.74 liter/detik dan kapasitas reservoir adalah 11.82 liter/detik.

**Kata Kunci:** Bumi Citra Lestari residence, Proyeksi penduduk, kebutuhan air, reservoir

### ABSTRACT

Bumi Citra Lestari residence Region located in the District of North Cikarang. Currently most of the residential areas in 've got water services. However, the service provided is still relatively low, the water supply does not run smoothly even often die of water due to low water pressure due to elevation. It is necessary for the development of water supply system utilizing water resources from the River Ciherang. First of all population growth calculated by the geometric formula and calculate the need for clean water. After that planned water supply system piping using Hazen Williams formula. Clean water needs are calculated based on projections of population growth is analyzed using geometric formulas. For the year 2025 with a population of 3,807 inhabitants needs clean water reached 7.74 liters / sec and the capacity of the reservoir is 11.82 liters / sec.

**Keywords:** Citra Lestari Residence, Population Projection, water requirements, reservoir

## **PENDAHULUAN**

Bumi Citra Lestari terletak di Kecamatan Cikarang Utara Saat ini tingkat pelayanan untuk kebutuhan air bersih oleh PDAM di perumahan tersebut masih tergolong rendah dan belum dapat menjangkau ke seluruh penduduk wilayah tersebut secara optimal.

Berdasarkan hasil pengamatan, suplai air oleh PDAM di perumahan tersebut tidak berjalan lancar bahkan sering mati air.

Kekurangan air di jam-jam tertentu dapat mengganggu kebutuhan air bersih, untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di perumahan tersebut, sehingga sebagian besar masyarakat perumahan yang semula menjadi pelanggan PDAM terpaksa mencari sumber air lain seperti membuat sumur buatan atau sumur bor sebagai sumber kebutuhan akan air bersih.

Menurut pengamatan yang dilakukan kemungkinan besar permasalahan yang terjadi disebabkan rendahnya tekanan air yang dikarenakan elevasi dan kehilangan air baik akibat kebocoran yang mengakibatkan sejumlah daerah pelayanan tidak teraliri air secara optimal seperti yang terjadi di Perumahan Bumi Citra Lestari.

Untuk itu perlu adanya upaya pengembangan penyediaan air bersih di wilayah perumahan tersebut. Pengembangan yang direncanakan adalah penambahan sejumlah sarana dan prasarana diantaranya adalah pengembangan jaringan pipa, pembangunan bak penampung, reservoir dan pemanfaatan sumber air yang ada.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kebutuhan air bersih dan merencanakan pengembangan sistem jaringan air bersih untuk perumahan di perumahan Bumi Citra Lestari. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi teknis PDAM dan juga masyarakat perumahan Bumi Citra Lestari dalam mengatasi permasalahan air bersih di perumahan tersebut.

## **LANDASAN TEORI**

### **Kebutuhan Air Bersih**

Kebutuhan air bersih suatu daerah didasarkan pada jumlah penduduk daerah tersebut. Permukiman dan Prasarana Wilayah (Kimpraswil) telah mengeluarkan

Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, sebagai acuan untuk menghitung Kebutuhan air total.

### **Menghitung Pertumbuhan Penduduk**

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk memprediksi kebutuhan air pada masa yang akan datang. Dalam hal ini jumlah penduduk dipandang sebagai kumpulan manusia dan perhitungannya disusun menurut berbagai statistik tertentu (Supranto, 1984).

### **Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Lebih luas dari sekedar makanan dan minuman yang dikonsumsi melalui mulut, air bersih diperlukan untuk berbagai kepentingan yang saat ini merupakan kebutuhan pokok, seperti mandi, dan mencuci atau berbagai bentuk kebersihan lingkungan lainnya.

### **Kebutuhan Air Non-Domestik**

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan, dan juga untuk keperluan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain- lain.

### **Kehilangan Air**

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran/kehilangan air dilakukan dengan melihat kehilangan air pada jaringan eksisting yang ada sehingga dapat diambil angka persentase dikali dengan kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non-domestik.

### **Kebutuhan Total untuk Air Bersih**

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

### Sistem Penyediaan Air Bersih

Kemampuan sistem penyediaan air bersih menyediakan air yang dapat diminum dalam jumlah yang cukup merupakan hal penting bagi suatu kota besar yang modern. Sistem penyediaan air bersih meliputi:

- Sistem Pengambilan Air Baku

Merupakan bangunan untuk mengambil air baku dari sumber air dan dialirkan ke unit produksi melalui pipa transmisi. Bangunan penyadap air baku sedapat mungkin dilakukan secara gravitasi, dilengkapi dengan saringan kasar yang berfungsi untuk menyaring sampah-sampah yang terbawa aliran.

Ada beberapa cara sistem pengambilan air antara lain: *Free intake*, *Broncaptering*, Bendung, dan Pompa

- Sistem Pengolahan Air

Merupakan usaha-usaha yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting bagi air minum karena dengan adanya pengolahan ini maka akan didapatkan suatu air minum yang memenuhi standar air minum yang telah ditentukan.

- Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem pendistribusian air dapat diklasifikasikan dalam 3 bagian yaitu:

- Sistem pemompaan (*Pumpingsystem*)
- Sistem gravitasi (*Gravitysystem*)
- Sistem Kombinasi (*Dualsystem*)

### Jaringan Pipa

Pipa merupakan komponen utama dalam jaringan perpipaan meliputi transmisi dan distribusi. Pipa yang digunakan dalam berbagai macam jenisnya, misalnya bambu, pipa PVC, besi galvanis, baja, beton dan sebagainya.

**Tabel 1.** Beberapa Jenis Pipa Keuntungan dan Kerugiannya

| No | Jenis Pipa | Keuntungan                | Kerugian                  |
|----|------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. | Bambu      | Murah terdapat di pelosok | Cepat rusak, banyak bocor |

|    |                       |   |   |
|----|-----------------------|---|---|
| 2. | PVC                   | Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air  | Tekanan rendah                                |
| 3. | HDPE                  | Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, panjang mencapai 100 m tanpa sambungan untuk diameter kecil | Tekanan rendah                                |
| 4. | Baja, Galvanized iron | Tekanan tinggi  | Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal |

Sumber : Triatmadja, 2008

### Masalah Dan Lokasi Penelitian

Masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih di Perumahan Bumi Citra Lestari, Cikarang Utara.



**Gambar 1.** Denah site plan Perumahan Bumi Citra Lestari

Sarana dan prasarana yang ada di perumahan ini adalah sebagai berikut:

1. Rumah sebanyak 393 unit
2. Ruko sebanyak 30 ruko
3. Sekolah sebanyak 1 unit
4. Tempat ibadah sebanyak 1 unit
5. Taman.sebanyak 4 buah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. Proyeksi Penduduk di Perumahan Bumi Citra Lestari

Dari jumlah total 393 rumah dengan asumsi rumah kecil ada 5 orang/unit, rumah sedang 7 orang/unit, rumah besar A 15 orang/unit, rumah besar B 10 orang/unit. Diketahui jumlah penduduk di perumahan Bumi Cikarang Lestari adalah 3.123 jiwa. Dengan asumsi tingkat pertumbuhan 2 % setiap tahun. Tingkat pelayanan dari sistem penyediaan air minum sampai tahun 2025 adalah 100%. Untuk memperkirakan (proyeksi) jumlah penduduk pada tahun tertentu dapat dihitung dengan menggunakan rumus geometrik sebagai berikut :

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

dimana:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun  $n$  ( ditanyakan).

$P_o$  = Jumlah penduduk awal

$R$  = Tingkat pertumbuhan penduduk per tahun (dalam %)

$N$  = Jangka waktu dalam tahun

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

$$P_n = 3.123 ( 1 + 0.02 )^{10}$$

$$P_n = 3807 \text{ jiwa}$$

Hasil Proyeksi jumlah penduduk di Perumahan Bumi Citra Lestari pada tahun 2015-2025 dengan asumsi pertumbuhan penduduk sebanyak 2% pertahun dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Tabel Proyeksi Jumlah Penduduk Di Perumahan Bumi Citra Lestari Tahun 2105-2015

| No | Tahun | Penduduk (jiwa) |
|----|-------|-----------------|
| 1  | 2015  | 3.123           |
| 2  | 2016  | 3.185           |
| 3  | 2017  | 3.249           |
| 4  | 2018  | 3.314           |
| 5  | 2019  | 3.380           |
| 6  | 2020  | 3.448           |
| 7  | 2021  | 3.517           |
| 8  | 2022  | 3.587           |
| 9  | 2023  | 3.659           |
| 10 | 2024  | 3.732           |
| 11 | 2025  | 3.807           |

Sumber: Data Perhitungan Pribadi, 2015

## 2. Jumlah Rumah di Perumahan Bumi Citra Lestari

Sarana dan prasarana yang terdapat di perumahan Bumi Citra Lestari dapat kita lihat pada tabel 3.

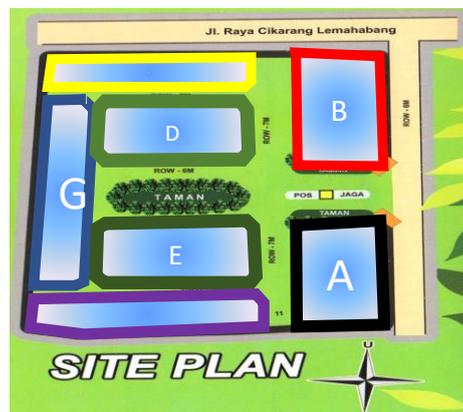
**Tabel 3.** Jumlah Rumah, Ruko dan Fasum diPerumahan Bumi Citra Lestari

| No | Jenis Fasilitas              | Jumlah (unit) |
|----|------------------------------|---------------|
| 1  | Rumah Besar A (type 120/200) | 7             |
| 2  | Rumah Besar B (type 70/150)  | 166           |
| 3  | Rumah Sedang (type 45/120)   | 134           |
| 4  | Rumah Kecil (type 36/90)     | 56            |
| 5  | Ruko                         | 30            |
| 6  | Sekolah                      | 1             |
| 7  | Tempat Ibadah                | 1             |
| 8  | Taman                        | 4             |

### 3. Daerah Pelayanan

Sebelum menentukan daerah pelayanan dilakukan terlebih dahulu pembagian zona. Tujuan pembagian zona ini adalah agar jaringan pendistribusian air minum dapat melayani daerah seefektif mungkin dan mempermudah jaringan distribusi dan dimensi saluran distribusi.

Daerah pelayanan tersebut dibagi menjadi 8 zona, dimana setiap bloknya ditargetkan mendapat air bersih sebanyak 100% sampai dengan tahun 2025, dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Pembagian Zona di Perumahan

#### Kebutuhan Air

Setelah mendapatkan jumlah penduduk pada tahun 2025 dari hasil proyeksi jumlah penduduk, maka langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan air total.

Kemudian rumus untuk menghitung kebutuhan air bersih sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\ &= 3807 \times 120 \times 1.75 \\ &= 799.470 \text{ liter/hari} \\ &= 9.25 \text{ L/dtk} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk menghitung kebutuhan total air bersih adalah sebagai berikut :

$$Q_t = Q_{md} \times 100/80 \text{ (faktor kehilangan air 20 \%)}$$

Keterangan :

$$Q_{md} = \text{Kebutuhan air bersih}$$

- $P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun  
 $q$  = Kebutuhan air per orang/hari  
 $f_{md}$  = Faktor hari maksimum (1.75)  
 $Q_t$  = Kebutuhan air total  
 $Q_t$  =  $Q_{md} \times 100/80$   
 $f_{md}$  =  $9.25 \times 100/80$   
 11.56 l/dtk

#### Kebutuhan air Domestik dan Non Domestik

Sedangkan untuk menghitung kebutuhan domestik dan non domestik Perumahan Bumi Citra Lestari berdasarkan tipe rumah atau jumlah SR dengan jumlah orang tiap rumah diasumsikan berdasarkan tipe unit rumah.

**Tabel 4.** Jumlah Orang dan Unit atau SR

| No | Jenis Fasilitas              | Jumlah (Unit) | Jumlah Orang/Rumah | Perkiraan Jumlah Orang/Rumah |
|----|------------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| 1  | Rumah Besar A (type 120/200) | 7             | 245                | 15                           |
| 2  | Rumah Besar B (type 70/150)  | 166           | 1660               | 10                           |
| 3  | Rumah Sedang (type 45/120)   | 134           | 938                | 7                            |
| 4  | Rumah Kecil (type 36/90)     | 56            | 280                | 5                            |
| 5  | Ruko                         | 30            | -                  | -                            |
| 6  | Sekolah                      | 15            | -                  | -                            |
| 7  | Tempat Ibadah                | 1             | -                  | -                            |
| 8  | Taman                        | 1             | -                  | -                            |

**Sumber:** Perhitungan Mandiri, 2015

#### 1. Kebutuhan Domestik

Dari tabel diatas diketahui untuk tipe rumah besar A ( T. 120/200 ) ada 7 SR atau unit dengan jumlah orang 245 dan konsumsi air bersih adalah 120 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 245 \times 120 \times 1.75
 \end{aligned}$$

51450 /orang/hari

0.59 l/orang/detik

Untuk tipe rumah besar B (T. 70/150) ada 166 unit atau SR dengan jumlah orang 1660 dan konsumsi air bersih adalah 120 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 1660 \times 120 \times 1.75 \\
 &= 348600 \text{ l/orang/hari} \\
 &= 4.03 \text{ l/orang/detik}
 \end{aligned}$$

Untuk tipe rumah sedang (T. 45/120) ada 134 unit atau SR dengan jumlah orang 938 dan konsumsi air bersih adalah 120 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 938 \times 120 \times 1.75 \\
 &= 196.980 \text{ l/orang/hari} \\
 &= 2.27 \text{ l/orang/detik}
 \end{aligned}$$

Untuk tipe rumah kecil (T. 39/90) ada 56 unit atau SR dengan jumlah orang 280 dan konsumsi air bersih adalah 120 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 280 \times 120 \times 1.75 \\
 &= 58800 \text{ l/orang/hari} \\
 &= 0.68 \text{ l/orag/detik}
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan air bersih domestik adalah  $0.59 + 4.03 + 2.27 + 0.68 = 7.57$  l/detik.

### 1. Kebutuhan Non Domestik

Untuk ruko ada 30 unit atau SR dan konsumsi air bersih adalah 1500 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 1 \times 1500 \times 1.75
 \end{aligned}$$

2625 l/orang/hari

0.03 l/orang/hari

Untuk sekolah ada 1 SR dengan jumlah orang 2000 dan konsumsi air bersih adalah 1 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 2000 \times 1 \times 1.75 \\
 &= 3500 \text{ l/orang/hari} \\
 &= 0.04 \text{ l/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Untuk tempat ibadah ada 1 unit atau SR dengan jumlah orang asumsi 2000 dan konsumsi air bersih adalah 2 l/orang/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 2000 \times 2 \times 1.75 \\
 &= 7000 \text{ l/orang/hari} \\
 &= 0.08 \text{ l/orang/detik}
 \end{aligned}$$

Untuk taman ada 1 unit atau SR dengan asumsi pemakai 1000 dan konsumsi air bersih adalah 1 l/orng/hari, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\
 &= 1000 \times 1 \times 1.75 \\
 &= 1750 \text{ l/hari} \\
 &= 0.02 \text{ l/detik}
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan air non domestik adalah  $0.03 + 0.04 + 0.08 + 0.02 = 0.17$  l/detik

### **Kebutuhan Air Total**

Kebutuhan air total = Kebutuhan domestik + kebutuhan non domestik  $7.57 \text{ l/detik} + 0.17 \text{ l/detik} = 7.74 \text{ l/orang/detik}$

**Kebocoran**

Dalam sebuah jaringan perpipaan, untuk menghindari terjadinya kekurangan supply air, kebocoran harus diperhitungkan. Tingkat kebocoran di asumsikan sebesar 20 %.

Jumlah kebocoran = 20 % x 7.74 l/orang/hari = 1.54 l/detik

**Kapasitas Air Rata-rata**

Total kebutuhan air rata-rata = 7.74 l/detik + 1.54 l/detik = 9.28 l/detik

**Kebutuhan Hari Maksimum**

Total hari maksimum = peak day x total kebutuhan rata-rata

1.175 x 9.28 l/detik = 10.90 l/detik

**Kebutuhan Jam Puncak**

Total jam puncak = peak hour x total kebutuhan rata-rata

1.75 x 10.90 l/detik = 19.07 l/detik

**Hidran kebakaran**

Debit kebakaran = 10% x total kebutuhan rata-rata

10 % x 9.28 l/detik = 0.92 l/detik

**Kapasitas total (debit)**

Untuk kapasitas total distribusi, kapasitas yang terpakai adalah kapasitas jam puncak ditambah debit hidran kebakaran yaitu :

19.07 l/detik + 0.92 l/detik = 19.99 l/detik.

**Kapasitas total (reservoir)**

Untuk kapasitas total distribusi, kapasitas yang terpakai yaitu :

kapasitas hari maksimum + debit hidran kebakaran yaitu :

10.90 l/dtk + 0.92 = 11.82 l/dtk

## KESIMPULAN

1. Sistem perencanaan air minum ini dirancang untuk memproduksi air bersih guna meningkatkan pelayanan di wilayah pelayanan Perumahan Bumi Citra Lestari.
2. Air baku untuk instalasi pengolahan air minum ini berasal dari Sungai Ciherang yang berlokasi di Cikarang Utara.
3. Sistem perencanaan air minum ini masih bisa memenuhi kebutuhan air bersih selama 10 tahun kedepan, dengan kapasitas reservoir 11.82 l/detik dan 7.74 l/detik kebutuhan air.

## DAFTAR PUSTAKA

*Darmasetiawan, Martin. 2001. Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air. Yayasan Suryono. Bandung.*

*Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MenKes/Per/IV/2010 Tentang Syarat-syarat dan Pengawas Kualitas Air Minum.*

*Tri Joko, Ir, MSi, Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum, 2010.*

*Sarwoko M, Ir, Penyediaan Air Bersih 1 Dasar-dasar Perencanaan, Teknik Penyehatan FTSP - ITS, 2001*

*Martin Darma Setiawan, Ir, MSc, Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum, 2004.*

*Sutrisno C, Totok dkk, Teknologi Penyediaan Air Bersih, 1991*

## REVIEW PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA

Agus Andriansyah<sup>1)</sup>, Tri Susyanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

<sup>2)</sup> Mahasiswa, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

Email : adiartha\_sae@yahoo.com

### ABSTRAK

Banyak orang menganggap bahwa semua sampah adalah kotor dan harus dibuang atau dibakar. Pola pikir seperti ini harus diluruskan karena sebenarnya sampah masih mempunyai nilai tambah kalau dikelola dengan baik dan benar. Saat ini pemerintah sudah kesuliatan untuk mencari tempat pembuangan akhir dari sampah karena banyak masyarakat yang tidak mau kalau wilayahnya ketempatan sampah. Guna meringankan beban pemerintah, maka perlunya adanya peran aktif dari masyarakat untuk mengelola sampah. Meningkatnya jumlah penduduk menjadi faktor meningkatnya jumlah sampah, kondisi tersebut jika terus dipertahankan tanpa adanya upaya penanganan sampah yang baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Diduga tidak lepas dari berbagai faktor antara lain kurangnya pengetahuan tentang lingkungan dan rendahnya faktor sosial masyarakat. Sampah sampai saat ini selalu menjadi masalah; sampah dianggap sebagai sesuatu yang kotor dan harus dibuang. Bila dibuang sembarangan akan menjadi sumber pencemaran lingkungan dan sumber penyakit bagi manusia; bahkan bila dibuang pada tempatnya pun bukan berarti masalah terselesaikan, karena timbul permasalahan baru berupa tempat pembuangan akhir. Oleh karena itu, persepsi tentang sampah harus berubah; dari yang harus dibuang menjadi sesuatu yang dapat dimanfaatkan. Sampah an-organik telah dimanfaatkan dan didaur ulang; tetapi sampah organik masih tetap tersingkirkan. Padahal sampah organik juga dapat dimanfaatkan kembali seperti sebagai bahan baku kompos, bokashi dan batako. Bila ini dilakukan, maka masalah sampah bukan hanya dapat teratasi, tetapi juga dapat menjadi alternatif peningkatan perekonomian masyarakat.

**Kata kunci :** *Masalah sampah, mendaur ulang sampah*

## Latar Belakang

Kita dilahirkan dari bumi, kita kembali ke bumi dan kita mempertahankan oleh bumi. Oleh karena itu lingkungan di mana kita hidup sangat penting dan secara langsung mempengaruhi kehidupan kita. Ini mengatakan bahwa manusia adalah produk dari lingkungannya. Masalah lingkungan merupakan masalah global. Upaya yang dilakukan untuk membuat orang sadar tentang perlindungan lingkungan. Salah satu utama penyebab kerusakan lingkungan adalah manusia yang membuang sampah secara sembarangan dan tidak adanya tindakan berkelanjutan tentang penanganan masalah sampah. Ini adalah penyebab utama polusi dan wabah penyakit di banyak bagian dunia. Tidak ada solusi permanen untuk masalah lingkungan, hanya hal yang kita dapat mengurangi dan mengendalikan sampah oleh kesadaran yang tepat dan praktek. Pengelolaan sampah adalah ilmu yang membahas logistik, dampak lingkungan, tanggung jawab sosial dan biaya pembuangan limbah sebuah organisasi. komprehensif pengelolaan sampah padat menggabungkan beragam kegiatan termasuk pengurangan, daur ulang, segregasi, modifikasi, pengolahan dan pembuangan yang memiliki berbagai tingkat kecanggihan (*Zagozewski et al, 2011*). Upaya untuk menciptakan kesadaran masyarakat, baik tentang bahaya mungkin karena pengelolaan sampah yang buruk atau langkah-langkah sederhana yang setiap warga negara dapat mengambil. Ini bisa membantu dalam mengurangi dan mempromosikan pengelolaan sampah yang efektif. Saat ini semakin banyak orang yang mengambil minat dalam isu-isu lingkungan, karena mereka telah mulai mengalami sakit-efek dari masalah ekologi. Ini merupakan reorientasi pendidikan sehingga kompetensi lingkungan dipulihkan sebagai salah satu tujuan dasar bersama dengan pribadi dan kompetensi sosial (*Shobeiri et al, 2007*). Kebersihan dimulai dari rumah. Account limbah rumah tangga jumlah besar dari sampah padat. Beberapa dapat digunakan kembali dan lain non-reusable. Jika tidak dibuang, yang konsekuensi yang berbahaya. Begitu ada kebutuhan mendesak untuk merampingkan dan peka muda pikiran terhadap masalah lingkungan dan kekhawatiran. Ini pendidikan yang membuat manusia berpengetahuan lingkungan dan masalah yang berkaitan dengan itu. siswa harus memiliki kesadaran tentang masalah lingkungan sehingga mereka dapat memainkan peran mereka sangat efektif dalam pengelolaan sampah yang tepat (*Tartiu, 2011*). Oleh karena itu penelitian ini adalah upaya untuk mengetahui sejauh mana siswa sekolah sadar dan berlatih pengelolaan

sampah yang benar. ( Vivek et al / *Journal of Environment* (2013), Vol. 02, Issue 06, pp. 147-150 )

## TINJAUAN PUSTAKA

Sampah merupakan material sisa atau limbah baik bahan padat atau cair yang tidak dipergunakan lagi (Anonim.2013). Di Indonesia pada saat ini sampah merupakan masalah besar yang belum mendapatkan penyelesaian yang baik. Hal ini disebabkan oleh faktor perubahan pola konsumsi dan gaya hidup masyarakat di kota maupun di desa sehingga meningkatkan jumlah timbunan sampah di tempat pembuangan. Untuk mencapai kondisi masyarakat yang hidup sehat dan sejahtera di masa yang akan datang, akan sangat diperlukan adanya lingkungan permukiman yang sehat. Dari aspek persampahan, maka kata sehat akan berarti sebagai kondisi yang akan dapat dicapai bila sampah dapat dikelola secara baik sehingga bersih dari lingkungan permukiman dimana manusia beraktifitas di dalamnya (*Permen PU nomor: 21/PRT/M/2006*).

Persoalan lingkungan yang selalu menjadi isu besar di hampir seluruh wilayah perkotaan adalah masalah sampah (*Febriane dalam Kompas 10 Januari 2004*). Pertambahan jumlah sampah yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang ramah lingkungan akan menyebabkan terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan (*Tuti Kustiah, 2005:1*). Pada prinsipnya, pendekatan sumber menghendaki dikurangnya produk sampah yang akan dikirim ke tempat pengolahan akhir. Cara yang dapat ditempuh untuk mengurangi sampah antara lain pemilahan sampah dan penerapan prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle) atau pengurangan, penggunaan kembali dan mendaur ulang sampah (*Syafruddin, 2004:1*).

Sistem pengelolaan sampah adalah proses pengelolaan sampah yang meliputi 5 (lima) aspek/komponen yang saling mendukung dimana antara satu dengan yang lainnya saling berinteraksi untuk mencapai tujuan (*Dept. Pekerjaan Umum, SNI 19-2454-2002*). Kelima aspek tersebut meliputi: aspek teknis operasional, aspek organisasi dan manajemen, aspek hukum dan peraturan, aspek pembiayaan, aspek peran serta masyarakat. Pengelolaan sampah yang dapat dilakukan oleh masyarakat untuk mengurangi jumlah sampah yang

masuk keTPA diantaranya adalah pengomposan. Manfaat lain teknik pengelolaan sampah dengan pengomposan adalah dapat menjadikan pupuk yang dapat menyuburkan tanaman. Pada dasarnya semua sampah organik rumah tangga dapat dikomposkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain adalah rasio atau perbandingan C/N, kelembaban, aerasi, temperature, keasaman, ukuran partikel sampah, ukuran komposter, activator, dan sebagainya. Berdasarkan jumlah sampah yang dimanfaatkan maka dapat dihitung nilai ekonomis dari setiap rumah tangga yang menerapkan prinsip 3R terhadap sampahnya. Berat timbulan sampah rata-rata sekitar 0,38 kg/orang/hari. Jika rumah tangga terdiri dari 4 orang maka berat sampahnya mencapai 1,52 kg/rumah/hari. Dikurangi dengan residu maka sampah yang dapat dimanfaatkan sekitar 91,2% atau 1,39 kg/rumah/hari. (*Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1, April 2011*)

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional. Hubungan antar variabel bebas dengan variabel tergantung dipelajari dengan melakukan pengukuran sesaat untuk kemudian dilakukan uji korelasi (*Sastroasmoro dan Ismael, 1995*). Variabel bebas terdiri dari ; tingkat pendidikan, tingkat pendapatan keluarga, perilaku terhadap kebersihan lingkungan, kesediaan membayar retribusi sampah, dan pengetahuan tentang perda persampahan. Variabel tergantung adalah cara pengelolaan sampah rumah tangga. Sampel diambil dengan menggunakan rumus Krejcie dan Morgan (1970) dalam Mantra (2004) yaitu, didapatkan hasil sebanyak 369 rumah tangga. Pengambilan sampel dilakukan dengan *proportional sampling method*. Selanjutnya dipilih sampel berdasarkan metode *simple random sampling* di setiap desa yang telah ditetapkan jumlah sampel rumahnya. Data primer didapatkan dengan kuesioner dan wawancara langsung kepada ibu rumah tangga, karena mereka yang lebih banyak berperan dalam mengurus kegiatan rumah tangga termasuk dalam hal pengelolaan sampahnya. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari Kecamatan , Dinas Lingkungan Hidup, Tata Kota dan Perdesaan, serta Puskesmas . Analisis data dilakukan dengan uji korelasi Spearman yang bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor mana saja yang berkorelasi dengan cara pengelolaan sampah rumah tangga. Untuk merencanakan pengelolaan sampah rumah tangga dilakukan dengan

tujuh langkah perencanaan (*the seven step magic of planning*) menggunakan matrik SWOT. (*Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1, April 2011*)

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga**

#### **Aspek Kelembagaan.**

Pengelolaan sampah dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup, Tata Kota dan Perdesaan pada Bidang Kebersihan melalui Seksi Kebersihan dan Pertamanan. Keterlibatan pihak swasta yang diharapkan dalam kegiatan operasional persampahan meliputi tahap pengangkutan, pengelolaan serta pembuangan akhir, namun sampai saat ini belum ada yang ikut berpartisipasi.

#### **Aspek Hukum dan Peraturan.**

Terdapat PERDA No. 5 tahun 2004 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan atas Penyelenggaraan Kebersihan dan Pengelolaan Persampahan. Peraturan daerah tersebut di antaranya mengatur tentang penyelenggaraan kebersihan Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1, April 2011 33 lingkungan, ketentuan pembuangan dan pengelolaan sampah, retribusi sampah, serta sanksi hukum yang ditetapkan oleh Pemerintah Kabupaten. Namun selama ini belum diterapkan sanksi hukum yang tegas kepada masyarakat yang melanggar perda tersebut.

#### **Aspek Teknis Operasional.**

Timbulan sampah rata-rata tiap rumah tangga sebesar 1,46 liter/orang/hari atau 0,38 kg/orang/hari, setara dengan kategori SNI 19-3964-1994 untuk satuan timbulan sampah kota sedang/kecil. Komposisi sampahnya terdiri dari : 47% sampah organik, 15% kertas, 22% plastik, serta 16% logam dan sebagainya. Sekitar 54,7% rumah tangga yang memiliki pewadahan, namun hanya 9% yang melakukan pemilahan. Pengetahuan dan penerapan konsep 3R (Reduce, Reuse dan Recycle) secara sederhana dilakukan oleh 35% rumah tangga, misalnya menggunakan produk isi ulang, menggunakan kembali kantong plastik tempat belanja, dan membuat vas bunga dari plastik.

**Aspek Pembiayaan.**

Pendanaan bersumber pada APBD (Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah). dana yang diperlukan sekitar 5-10% dari APBD.

**Aspek Peran Serta Masyarakat.**

Aspek ini sangat penting dalam melaksanakan pengelolaan sampah sesuai dengan perencanaan yang dilakukan. Merubah perilaku masyarakat adalah hal yang cukup sulit, namun jika dilakukan pembinaan secara terus-menerus maka hasilnya akan didapatkan walaupun perlu waktu puluhan tahun. Adapun tingkat cara pengelolaan sampah rumah tangga sekitar 44% dikategorikan kurang, dengan penilaian pada ketersediaan wadah, pemilahan sampah dan penerapan konsep 3R secara sederhana. Masyarakat sudah terbiasa membuang sampah sembarangan di sekitar rumahnya ataupun ke sungai Negara, sehingga tingkat perilaku terhadap kebersihan lingkungan dikategorikan buruk (67%). program pengelolaan sampah terpadu dengan prinsip penggunaan kembali, daur ulang dan pengurangan (*Reuse, Recycle, Reduce/3R*) ini bermanfaat untuk menjaga kelestarian lingkungan. Dengan prinsip tersebut, jumlah sampah yang dibuang ke TPA tinggal 35 persen sehingga meringankan beban TPA sekaligus memperpanjang masa pemakaiannya Undang-undang RI nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menegaskan bahwa pengelolaan sampah harus dilakukan secara komprehensif sejak hulu sampai hilir. Pada tingkat perumahan atau kelurahan, dilakukan kegiatan pengurangan sampah melalui program 3R. Dalam pengelolaan menuju zero waste, proses pemilahan dan pengolahan harus dilaksanakan di sumber sampah, baik bersamaan maupun secara berurutan dengan wadah sampah. Pengelolaan sampah diawali dari lokasi timbulan sampah atau produsen sampah. Sampah dipisah antara sampah organik dan sampah anorganik, dan ditempatkan pada wadah sampah yang berbeda. Sampah organik untuk diproses menjadi kompos, sedangkan sampah anorganik biasanya dimanfaatkan untuk didaur ulang maupun dimanfaatkan kembali. Proses selanjutnya baik pengumpulan, pemindahan maupun pengangkutan sampah yang telah terpilah diusahakan jangan tercampur kembali. Upaya ini untuk meningkatkan efisiensi pengolahan sampah. (*Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1, April 2011*)

**Kompos** (*Djamaludin Murniati Sri dan Wahyono Sri, 2006 c : 2-4*). Kompos merupakan material yang bentuknya seperti tanah gembur, baunya segar seperti tanah, berwarna coklat gelap yang sering digunakan oleh para petani bunga, tanaman hias dan sayuran, baik ditanam di lahan maupun di pot, yang dikenal dengan pertanian organik yang banyak dijumpai di wilayah Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi). Namun disamping itu dapat dipergunakan untuk keperluan tanaman yang lain dalam skala yang lebih luas lagi. Pada dasarnya semua sampah organik rumah tangga dapat dikomposkan. Namun terdapat beberapa jenis sampah yang sebaiknya tidak ikut dikomposkan karena akan mempersulit proses pengomposan baik karena sifatnya yang tidak mudah lapuk, mengundang hewan pengganggu, ataupun sifatnya yang berbahaya bagi kesehatan. Sumber sampah organik di rumah tangga adalah dapur dan kebun atau halaman. Sampah organik dari dapur terdiri atas sisa makanan (nasi dan lauk pauk), sisa buah-buahan dan sisa sayuran. Sedangkan sampah organik dari kebun terdiri atas guguran daun dan bunga serta potongan rumput. Sampah organik dari dapur berbeda karakternya dari sampah kebun. Sampah organik dari dapur umumnya kandungan airnya tinggi, berbau (sisa ikan dan daging) dan mudah membusuk sehingga jika tidak segera ditangani akan menarik lalat dan semut untuk berkembang biak dan menarik binatang pengerat (tikus), kucing dan anjing liar. Sampah dari dapur memerlukan perhatian yang lebih banyak dibandingkan dengan sampah kebun. Sedangkan sampah organik dari kebun, kadar airnya relatif rendah, tidak dapat membusuk, tidak berbau menyengat dan bukan sumber makanan bagi lalat, tikus, kucing dan anjing sehingga penanganannya lebih mudah. Sampah dapur umumnya paling banyak diproduksi oleh rumah tangga. Kulit jeruk dan papaya, tangkai bayam dan kangkung, daun tua dari kubis dan sawi, kulit bawang, kulit ubi dan singkong, sisa makanan, serbuk kopi dan teh adalah merupakan makanan lezat bagi mikroba. Tidak masalah material tersebut basah dan berlendir. Daun-daun merupakan bahan yang penting untuk dikomposkan. Daun-daun tersebut disebut si coklat ketika kering karena kaya akan karbon, dan si hijau ketika masih segar karena kaya nitrogen. Ketika telah dicacah, daun-daun lebih cepat terurai. Daun-daunan dapat berasal dari pohon mangga, rambutan, jambu, duku, durian, dan sebagainya. Sebaiknya jangan mengomposkan lemak, tulang dan daging karena berbau busuk sehingga akan menarik hewan terutama tikus, kucing dan anjing

untuk mengaisnya. Bahan-bahan tersebut juga menimbulkan tumbuhnya belatung (larva lalat) yang menjijikkan. Mengenai sampah jenis ini, sebagian praktisi tetap memasukkan dalam tempat pengomposan asal jumlahnya tidak banyak. Namun dijaga agar berada di bagian dalam sehingga tidak diganggu serangga atau binatang. Jangan mengomposkan kotoran anjing, kucing atau manusia karena kemungkinan mengandung bakteri patogen. Jangan mengomposkan abu atau arang barbeque, sulfur dioksida dan senyawa kimia lain akan mengganggu pertumbuhan tanaman dan cacing di tanah. Bahan yang sebaiknya dikomposkan yaitu potongan rumput, daun-daunan, sisa tanaman, sisa makanan, kotoran ternak, jerami, bubuk kopi dan bubuk teh. Bahan yang sebaiknya tidak dikomposkan yaitu daging, ikan, lemak, susu, keju, produk makanan berbasis susu, tulang, kotoran manusia, kotoran anjing, kotoran kucing, abu, material yang terkontaminasi B3, ranting pohon, potongan kayu, plastik, kaleng, kaca dan tanaman yang berhama atau gulma. ( *Munawir. pengelolaan sampah rumah tangga Di rt 04 / rw 01 cipadu, larangan, tangerang. Jurnal Manajemen & Bisnis Aliansi* )

### **Proses Pengomposan dan Faktor yang Mempengaruhinya**

(*Djamaludin Murniati Sri dan Wahyono Sri, 2006 d : 5-9*). Dalam proses pengomposan, sampah organik secara alami akan diuraikan oleh berbagai jasad renik, seperti bakteri, jamur, aktinomicetes, dan sebagainya. Mereka itulah mesin pengomposannya. Proses peruraian ini memerlukan kondisi yang optimal seperti ketersediaan nutrisi yang memadai, udara yang cukup, kelembaban yang tepat, dan sebagainya. Makin sesuai kondisi lingkungannya, makin cepat prosesnya dan makin tinggi pula mutu komposnya. Di wadah pengomposan atau komposter, mulamula sejumlah mikroba aerobik yaitu mikroba yang tidak bisa hidup bila tidak ada udara, akan menguraikan senyawa kimia rantai panjang yang dikandung sampah seperti selulosa, karbohidrat, lemak, protein, dan sebagainya, menjadi senyawa yang lebih sederhana, gas karbondioksida dan air. Senyawa-senyawa sederhana tersebut merupakan makanan yang lezat bagi mikroba. Dengan ketersediaan makanan yang melimpah dan mengandung nitrogen yang cukup, mikroba tumbuh dan berkembang biak secara cepat sehingga jumlahnya berlipat ganda, bermilyar-milyar. Sejalan dengan itu, mikroba yang jumlahnya bermilyar-milyar akan mencerna makanan dan menghasilkan panas yang cukup tinggi melalui proses metabolisme yang rumit. Suhunya dapat mencapai

70 derajat Celcius. Pencapaian suhu yang tinggi dalam proses pengomposan sangat penting untuk menjamin produk kompos yang dihasilkannya agar bebas dari bibit gulma (yang terbawa dari potongan rumput) dan bakteri patogen (seperti E.Coli dan Salmonella). Pada saat itu, koalisi mikroba yang hidup di dalamnya didominasi oleh kelompok mikroba termofil yaitu mikroba yang hidup pada suhu tinggi. Untuk menjaga kelangsungan hidup mikroba yang berperan dalam proses pengomposan, dalam waktu-waktu tertentu, sampah dibolak-balik agar udara dapat masuk ke dalamnya. Udara tersebut diperlukan untuk bernapas bagi mikroba. Sampah juga harus disiram jika kelembabannya kurang, agar mikroba cukup minum. Penyiraman tidak boleh berlebihan karena akan menutup pori-pori sampah sehingga udara tidak bisa masuk. Pada fase selanjutnya, senyawa-senyawa kimia sampah tahap demi tahap diuraikan menjadi berbagai macam senyawa yang lebih sederhana lagi, sampai akhirnya senyawa kimia yang menjadi makanan mikroba berangsur-angsur menjadi terbatas. Sejalan dengan menipisnya ketersediaan makanan, pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba menurun. Oleh karena itu, pada fase tersebut suhu akan turun perlahan-lahan menjadi sekitar 40 derajat Celcius. Pada fase ini, koalisi mikroba yang hidup di dalamnya dominasinya digantikan oleh kelompok mikroba mesofil, yaitu mikroba yang hidup pada suhu di bawah 45 derajat Celcius. Pada minggu kelima dan keenam suhu menurun menuju suhu udara yaitu 30-32 derajat Celcius. Pada saat itulah hasil peruraian sampah akhirnya menjadi materi yang relatif stabil yang disebut sebagai kompos. Untuk mendapatkan material kompos yang halus dapat dilakukan pengayakan sesuai dengan ukuran partikel yang dikehendaki. Kompos yang kasar bisa dicampurkan kembali untuk dikomposkan sebagai aktivator karena mengandung mikroba yang diperlukan untuk pengomposan. Jadi kalau diperhatikan dari uraian tersebut di atas, maka yang dimaksud dengan pengomposan adalah proses peruraian sampah organik oleh mikroba menjadi materi yang stabil seperti humus dalam keadaan aerob dalam kondisi yang terkendali. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain adalah rasio atau perbandingan C/N, kelembaban, aerasi, temperature, keasaman, ukuran partikel sampah, ukuran komposter, activator, dan sebagainya.

**Perbandingan C dengan N :** Apapun jenisnya, sampah organik rumah tangga yang akan dikomposkan sebaiknya memiliki perbandingan unsur karbon (C) dan nitrogen (N) sekitar 30 (atau antara 20-40). Jika rasionya tinggi, proses pengomposan akan sangat lambat. Akan tetapi jika rasio terlalu kecil, akan timbul gas amoniak yang menyengat atau berlebihan pelepasan gas yang mengandung N. Unsur C dipergunakan oleh mikroba terutama sebagai sumber energi, sedangkan unsur N terutama digunakan untuk perkembangbiakan mikroba. Setiap jenis sampah organik mengandung unsur C dan N dengan perbandingan tertentu. Sampah coklat (sampah yang kandungan karbonnya tinggi) memiliki perbandingan C/N 50-500 atau lebih. Pada sampah hijau (sampah yang kandungan nitrogennya tinggi) perbandingan C dan N umumnya di bawah 30. Tingginya kandungan unsur C dalam sampah coklat harus diimbangi dengan sampah hijau, sehingga mendapatkan perbandingan C dan N yang optimal. Dalam praktek pengomposan, oleh karena sering memperhitungkan volume, maka kita dapat mencampur sampah coklat dan sampah hijau dengan perbandingan volume 1 : 2 atau 1 : 3. Si Coklat dapat meliputi daun kering, rumput \ kering, serbuk gergaji, serutan kayu, sekam padi, kertas, kulit jagung dan jerami. Sedangkan Si Hijau dapat meliputi sampah dapur, sayuran, buah-buahan, daun segar, potongan rumput dan kotoran ternak.

**Kelembaban :** Air sangat diperlukan bagi kehidupan mikroba yang bekerja dalam proses pengomposan. Akan tetapi jika terlalu banyak air maka ruang antar partikel sampah akan tersumbat sehingga udara tidak bisa masuk. Jika udara tidak bisa masuk maka mikroba aerob akan mati. Selanjutnya yang bekerja menguraikan sampah adalah mikroba anaerob yang dapat menyebabkan proses pembusukan dan menghasilkan bau busuk. Namun jika sampahnya terlalu kering maka akan menimbulkan dehidrasi bagi mikroba dan pengomposan berjalan sangat lambat. Kelembaban yang optimal adalah sekitar 50-60%. Nilai kelembaban tersebut dapat dirasakan dengan tangan yaitu terasa basah seperti busa spon yang habis diperas tetapi airnya tidak sampai menetes. Jika menyiram kompos sebaiknya digunakan air yang tidak mengandung klorin. Penyiraman dilakukan sesuai dengan kebutuhan dengan cara dipercikkan. Untuk menghindari air yang berlebihan, tempat pengomposan sebaiknya terlindung dari air hujan.

**Aerasi** : Mikroba yang berperan dalam proses pengomposan adalah bersifat aerob sehingga memerlukan udara dalam kehidupannya. Mereka memerlukan udara segar (oksigen) untuk tumbuh dan berkembang biak. Jika udara tidak tersedia, mikroba anaerob akan mengambil alih proses penguraian sampah. Mereka menguraikan lebih lambat, menghasilkan gas metan yang beracun dan gas H<sub>2</sub>S yang berbau busuk. Pada lapisan sampah yang baru, masih terkandung cukup oksigen. Tetapi kalau mikroba sudah berkembang biak dan kompos sudah mulai terbentuk, mikroba ini memerlukan banyak oksigen sehingga materi yang dikomposkan perlu sering diaduk atau dibalik untuk memasukkan udara segar. Untuk mempertahankan adanya oksigen, pada dinding bagian bawah atau samping wadah pengomposan diberi lubang.

**Suhu** : Proses pengomposan sampah oleh mikroba menghasilkan energy dalam bentuk panas. Panas ini, sebagian akan tersimpan dalam tumpukan dan sebagian lagi terpakai oleh proses penguapan. Panas yang terperangkap di dalam tumpukan akan menaikkan suhu tumpukan. Biasanya suhu tumpukan berada di atas 55 derajat sampai 70 derajat Celcius pada dua minggu pertama. Selanjutnya temperatur secara perlahan menurun sejalan dengan menurunnya aktivitas mikroba dalam menguraikan material sampah sampai mendekati suhu ruang. Hangatnya suhu pada level tertentu akan meningkatkan proses metabolisme mikroba.

**Tingkat keasaman (pH)** : Pada awal proses pengomposan, pH cenderung menurun karena pembentukan asam organik sederhana. Penambahan kapur untuk menaikkan pH tidak dianjurkan karena beberapa hari kemudian pH akan naik sampai agak basa, akibat adanya peruraian protein dan pelepasan ammonia. Keadaan awal yang terlalu asam dapat mengakibatkan kegagalan tumpukan untuk menjadi panas. Upaya yang paling bijaksana untuk menghindari kondisi tersebut adalah memberikan perhatian penuh pada saat pencampuran bahan. Kondisi optimum pH adalah 7 atau mulai dari 5 sampai 8.

**Ukuran partikel** : Ukuran partikel akan berpengaruh terhadap aerasi dan efektifitas luas

permukaan partikel yang diuraikan mikroba. Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar luas permukaan yang tersedia untuk diuraikan oleh mikroba sehingga proses pengomposan dapat lebih cepat. Akan tetapi partikel yang terlalu kecil dan memadat menyebabkan ruang antar partikel menjadi kecil dan sempit sehingga aliran udara menjadi terhambat. Jika hal itu terjadi, maka akan terjadi proses penguraian sampah secara anaerob. Misalnya potongan rumput atau hasil cacahan sampah yang terlalu halus dicampur merata dengan jenis sampah yang lain agar tidak mengempal. Jika ukuran partikelnya amat besar, luas permukaan untuk operasi mikroba menjadi berkurang sehingga proses pengomposan berjalan lambat. Dalam pengomposan sampah rumah tangga, sampah sebaiknya dicacah menjadi potongan kecil-kecil (1-2 x 2-3 cm).

**Ukuran Wadah Pengomposan / Komposter :** Menurut kepustakaan, ukuran tumpukan atau wadah pengomposan untuk pencampuran satu adonan yang ideal adalah 1 m x 1 m x 1 m. Dengan ukuran ini dapat dipertahankan suhu dan kelembaban kompos dan cukup member kesempatan udara segar masuk ke bagian tengah tumpukan pada saat pembalikan. Drum besi dengan volume 100 liter suhunya hanya dapat mencapai 55-70 derajat Celcius. Jika menggunakan wadah yang lebih kecil atau ukuran 25 liter sampai 50 liter, suhu hanya dapat mencapai sekitar 40 derajat Celcius. Proses pengomposan berjalan, namun memerlukan waktu lebih lama.

**Aktivator :** Kita mengetahui bahwa mesin pengomposan adalah mikroba. Sebenarnya berbagai jenis mikroba secara alamiah telah ada di dalam semua jenis sampah organik yang dikomposkan. Semakin beragam material sampah yang dikomposkan, semakin beragam pula mikroba yang tersedia. Sebagian orang berpendapat bahwa penggunaan aktivator yang diproduksi secara komersial dapat mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas kompos. Namun pengujian independen para pakar kompos dunia mengindikasikan bahwa penggunaan aktivator komersial ternyata tidak mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas kompos secara nyata. Keputusan menggunakan aktivator komersial hendaknya diperhitungkan secara bijaksana karena akan menungkan biaya pengomposan. Kita dapat menggunakan aktivator alamiah yang sangat murah dan bagus seperti kompos, tanah lapisan atas kehitaman (top soil) dan kotoran ternak pemakan rumput. Bahkan dapat menggunakan ragi tape atau ragi tempe. (

*Munawir. pengelolaan sampah rumah tangga Di rt 04 / rw 01 cipadu, larangan, tangerang. Jurnal Manajemen & Bisnis Aliansi )*

**Pengomposan Sampah Dapur (Djamaludin Murniati Sri dan Wahyono Sri, 2006).**

Tahap awal yang sangat penting dalam pengelolaan sampah rumah tangga adalah memilah sampah yaitu memisahkan sampah organik dari sampah anorganik dan B3. Pengomposan sampah dapur sulit dilakukan sekaligus dalam satu kali proses karena jumlahnya yang sedikit. Oleh karena itu pengomposannya dilakukan secara bertahap setiap harinya.

Tahap 1 : Pisahkan sampah organik dapur dari sampah plastik, kaleng dan kaca. Pisahkan pula sampah organik yang lunak dan segar dari sampah organik yang keras dan kering yang tidak dikehendaki kehadirannya atau tidak baik dikomposkan.

Tahap 2 ; Sampah organik berupa sisa makanan, kulit buah dan sisa sayuran dari dapur bila ukurannya besar dicacah dengan golok/pisau/gunting hingga berukuran 1-2 cm. Sisa sayur yang mengandung santan dibilas dahulu baru masuk ke tempat sampah.

Tahap 3 : Campurkan satu bagian kompos matang dengan satu bagian sampah dapur secara merata. Jika masih terlalu lembab tambahkan lagi kompos atau serbuk gergaji secukupnya. Serbuk gergaji selain dapat mengurangi kelembaban juga dapat menambah unsur karbon.

Tahap 4 : Masukkan campuran tersebut ke dalam wadah pengomposan (komposter). Lapsi bagian atas dengan serbuk gergaji atau kompos tadi. Wadah pengomposan dapat berupa komposter ember, drum, kotak plastik, kotak kayu, dan sebagainya. Jangan lupa menutup wadah pengomposan agar terhindar dari hewan pengganggu. Walaupun ditutup, usahakan agar sirkulasi udara berjalan dengan baik.

Tahap 5 : Pada hari berikutnya lakukanlah hal yang sama dari tahap 1 sampai 4. Campuran sampah yang baru dimasukkan ke dalam wadah pengomposan dan diaduk-aduk dengan lapisan yang telah ada sebelumnya.

Tahap 6 : Jika wadah pengomposan telah penuh, pindahkan 2/3 isinya ke wadah lain untuk pematangan, aduk setiap 3 hari, sampai semua sampah menjadi kompos dan tidak hangat lagi, biasanya sampai 3 minggu. Sisa kompos yang masih dalam proses di dalam wadah pengomposan menjadi “biang” untuk pengomposan baru. Tahap selanjutnya : Kompos

dipanen jika sudah matang yaitu ketika berumur 6 sampai 7 minggu. Kompos yang sudah matang diayak. Kompos yang telah diayak dikemas dan disimpan dalam tempat yang tidak lembab sebelum digunakan. Pengomposan sampah dapur memerlukan perhatian ekstra karena mudah membusuk dan menjadi incaran hewan pengganggu. ( *Munawir. pengelolaan sampah rumah tangga Di rt 04 / rw 01 cipadu, larangan, tangerang. Jurnal Manajemen & Bisnis Aliansi* )

**Manfaat Kompos** (*Djamaludin Murniati Sri dan Wahyono Sri, 2006 h : 4, 39*). Manfaat kompos antara lain yaitu (1). Mengembalikan nutrisi ke tanah seperti material organik, fosfor, potassium, nitrogen dan mineral; (2). Mendukung pengendalian gulma dan pencegahan erosi; (3). Meningkatkan daya pegang air dan memperbaiki porositas tanah; (4). Meningkatkan kapasitas buffer tanah; (5). Menambah unsur hara makro pada tanah; (6). Meningkatkan kapasitas pertukaran ion di tanah; (7). Meningkatkan keanekaragaman mikroba tanah; (8). Menekan pertumbuhan penyakit tanah; (9). Menghemat penggunaan pupuk kimia; (10). Meningkatkan pertumbuhan plankton di tambak; (11). Media untuk filter biologis gas buang; (12). Mengurangi ongkos transportasi sampah; (13). Memperpanjang umur dan memperkecil masalah tempat pembuangan akhir (TPA). Berbeda dengan penggunaan pupuk kimia yang sangat tergantung dengan musim, jenis dan jumlah yang dibutuhkan, pupuk kompos dapat ditambahkan setiap waktu. Penggunaan kompos dapat untuk tempat pembibitan/pesemaian, untuk tempat penyapihan dan untuk tanaman di halaman. ( *Munawir. pengelolaan sampah rumah tangga Di rt 04 / rw 01 cipadu, larangan, tangerang. Jurnal Manajemen & Bisnis Aliansi* )

### C. Perencanaan Pengelolaan Sampah

#### Rumah Tangga

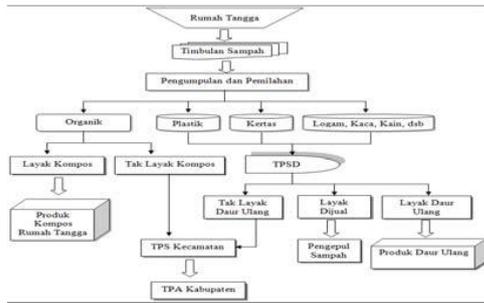
Suatu kegiatan akan dapat berjalan secara efektif dan efisien jika dilakukan melalui sebuah perencanaan yang matang. Perencanaan merupakan proses dasar yang digunakan untuk memilih tujuan dan menentukan bagaimana cara mencapainya. Pengelolaan sampah dapat diterapkan dengan menggunakan perencanaan yang bertipe Transaktif atau Pembelajaran Sosial. Adapun langkah-langkah yang dilakukan meliputi : identifikasi masalah, penentuan tujuan, penilaian situasi, alternatif kebijakan/program, pemilihan alternatif, keputusan dan implementasi, serta evaluasi dan monitoring. Agar dapat diperoleh hasil analisis yang lengkap dan akurat maka diperlukan suatu metode, salah satunya adalah matrik SWOT (*Strength, Weakness, Oppurtunities, dan Treath*). Menurut Rangkuti (2003), matrik ini dapat menggambarkan secara jelas bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki. Berdasarkan strategi-strategi yang telah ditetapkan, maka dapat dibuat tabel matrik SWOT sebagai berikut: (*Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1, April 2011*)

#### Matrik SWOT Pengelolaan Sampah

##### Rumah Tangga

| Faktor Eksternal<br>Faktor Internal | PELUANG  | ANCAMAN  |
|-------------------------------------|--|--|
| KEKUATAN                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sosialisasi Perda persampahan.</li> <li>2. Fasilitasi pengelolaan sampah rumah tangga.</li> <li>3. Koordinasi dengan instansi lain.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penyiapan sarana teknis operasional</li> <li>2. Penerapan konsep 3 R</li> <li>3. Pembuatan kompos skala rumah tangga.</li> </ol> |
| KELEMAHAN                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sanksi hukum yang tegas.</li> <li>2. Meningkatkan partisipasi masyarakat.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengupayakan ketelibatan pihak swasta</li> <li>2. Meningkatkan kinerja aparat pengelola sampah.</li> </ol>                       |

Dalam melakukan pengelolaan sampah berbasis masyarakat dapat diputuskan kebijakan/program kerja pada aspek teknis operasional dan peran serta masyarakatnya. Adapun pola pengelolaannya dapat digambarkan.

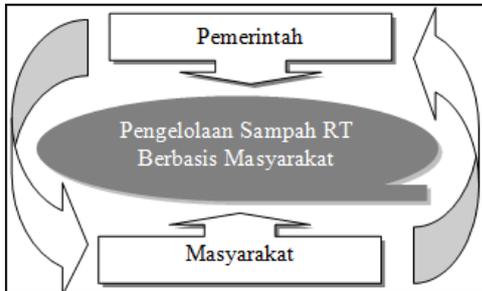


**Gambar 1.**

### **Pola Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat**

Peran serta masyarakat secara aktif dalam pengelolaan sampah rumah tangga sangat menentukan keberhasilan pelaksanaannya. Masyarakat perlu diberdayakan dengan segala upaya yang bersifat non instruktif guna meningkatkan pengetahuan dan kemampuan masyarakat agar mampu mengidentifikasi masalah, merencanakan dan melakukan penyelesaian masalah dengan memanfaatkan potensi masyarakat setempat tanpa bergantung pada bantuan dan luar. Pola pemberdayaan masyarakat yang dibutuhkan bukan kegiatan yang sifatnya *top-down intervention* yang tidak menjunjung tinggi aspirasi dan potensi masyarakat untuk melakukan kegiatan swadaya, akan tetapi yang paling dibutuhkan masyarakat lapisan bawah terutama yang tinggal di desa adalah pola pemberdayaan yang sifatnya *bottom-up intervention*. Dimulai dengan menghargai dan mengakui bahwa masyarakat lapisan bawah memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhannya, memecahkan permasalahannya, serta mampu melakukan usaha-usaha produktif dengan prinsip swadaya dan kebersamaan. Pola pendekatan yang paling efektif untuk memberdayakan masyarakat adalah *the inner resources approach*. Pola ini menekankan pentingnya merangsang masyarakat untuk mampu mengidentifikasi keinginan-keinginan dan kebutuhan kebutuhannya sendiri dan bekerja secara kooperatif dengan pemerintah dan badan badan lain untuk mencapai kepuasan bagi mereka. Pola ini mendidik masyarakat menjadi peduli akan pemenuhan dan pemecahan masalah yang mereka hadapi dengan menggunakan potensi yang mereka miliki (Riasmini, 2006). Pengelolaan merupakan suatu siklus yang membentuk *loop* atau gelung, sehingga tahap evaluasi dan monitoring merupakan tahapan untuk menilai semua langkah yang telah

dilakukan untuk memperoleh model pengelolaan yang lebih baik lagi. (*Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1, April 20110*)



**Gambar 2.**  
**Gelung Proses Evaluasi dan Monitoring**

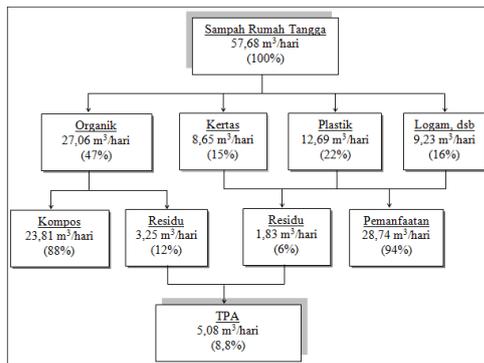
Dalam evaluasi dan monitoring ini faktor waktu mempunyai pengaruh yang penting karena dapat menentukan keberhasilan dan kegagalan dari tiap tahap yang dilaksanakan. Evaluasi dan monitoring ini merupakan umpan balik untuk memperbaiki langkah-langkah yang telah dilakukan. Diperkirakan volume timbulan sampah yang dihasilkan sebanyak 57,68 m<sup>3</sup>/hari atau 21.053,2 m<sup>3</sup>/tahun. Menggunakan rata-rata pertumbuhan penduduk 0,57% per tahunnya. Dengan menerapkan konsep 3R diasumsikan akan terjadi penurunan timbulan sampah 9% setiap tahunnya, sebagaimana terlihat pada grafik berikut ini:



**Gambar 3.** Perkiraan Penurunan Timbulan Sampah Rumah Tangga

Berdasarkan volume timbulan sampah yang dihasilkan sebanyak 57,68 m<sup>3</sup>/hari maka setelah dilakukan pemilahan berdasarkan jenisnya akan didapatkan volume sampah organik 27,06 m<sup>3</sup>/hari, kertas 8,65 m<sup>3</sup>/hari, plastik 12,69 m<sup>3</sup>/hari, serta logam dan

sebagainya 9,23 m<sup>3</sup>/hari. Jika residu pembuatan kompos dari sampah organik diperkirakan 12%, sedangkan residu pemanfaatan sampah non organik sebesar 6% maka volume sampah yang dibuang ke TPA hanya sekitar 5,08 m<sup>3</sup>/hari. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 4.** Neraca Persentase Sampah

Usaha pemanfaatan sampah merupakan komponen penting dalam pengelolaan sampah yang dapat mengurangi dampak lingkungan. Ditinjau dari segi ekonomi, maka sampah rumah tangga dapat dimanfaatkan berdasarkan jenisnya. Sampah organik dapat dijadikan kompos sedangkan sampah plastik, kertas, logam dan sebagainya dapat dijual ataupun dibuat kerajinan daur ulang. Berdasarkan jumlah sampah yang dimanfaatkan maka dapat dihitung nilai ekonomis dari setiap rumah tangga yang menerapkan prinsip 3R terhadap sampahnya. Berat timbulan sampah rata-rata sekitar 0,38 kg/orang/hari. Jika rumah tangga terdiri dari 4 orang maka berat sampahnya mencapai 1,52

kg/rumah/hari. Dikurangi dengan residu maka sampah yang dapat dimanfaatkan sekitar 91,2% atau 1,39 kg/rumah/hari. Berdasarkan hal tersebut, nilai ekonomis dari sampah yang dimanfaatkan untuk kompos dan dijual berdasarkan jenisnya bagi setiap rumah tangga per bulannya sebesar Rp. 43.055,- sebagaimana tabel berikut ini :

**Tabel 2.** Nilai Ekonomis Sampah Rumah Tangga

| Jenis Sampah     | Timbulan (Kg) | Perbulan (Kg) | Perkiraan Harga (Rp/Kg) | Nilai Ekonomis (Rp) |
|------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------------|
| Organik (kompos) | 0,65          | 19,60         | 750                     | 14.699              |
| Kertas           | 0,21          | 6,26          | 1.000                   | 6.255               |
| Plastik          | 0,31          | 9,17          | 1.500                   | 13.761              |
| Logam, dsb       | 0,22          | 6,67          | 1.250                   | 8.340               |
| <b>Jumlah</b>    | <b>1,39</b>   | <b>41,70</b>  |                         | <b>43.055</b>       |

Dalam konsep ini eko mempunyai arti efisiensi eko-nomi dan efisiensi eko-logi. Efisiensi berarti menggunakan sumber daya ekonomi seefektif mungkin untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia sehingga tidak ada sumber daya yang terbuang. Upaya daur ulang sampah merupakan salah satu faktor kunci dalam konsep eko-efisiensi (EE). Konsep EE pertama kali diperkenalkan pada tahun 1992 oleh *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) dalam publikasinya *Changing Course*. WBCSD telah mengidentifikasi adanya tujuh faktor kunci dalam eko-efisiensi, yaitu : mengurangi jumlah penggunaan bahan, mengurangi jumlah penggunaan energi, mengurangi pencemaran, memperbesar daur ulang bahan, memaksimalkan penggunaan SDA yang dapat diperbarui, memperpanjang umur pakai produk, serta meningkatkan intensitas pelayanan (*Kementrian Negara LH, 2007*).

## KESIMPULAN

Banyaknya sampah yang dihasilkan di masyarakat kebanyakan berasal dari industri dan yang terbesar kedua yaitu dari sampah ibu rumah tangga. Sebagian besar sampah rumah tangga ini belum diolah secara benar dan masih kebanyakan dibuang ke tempat pembuangan sampah akhir (TPA). Tipe perencanaan yang dapat diterapkan dalam pengelolaan sampah rumah tangga adalah transaktif atau pembelajaran sosial. Dimulai dengan pemenuhan kebutuhan teknis operasional yaitu pewadahan dan pengomposan rumah tangga, pemilahan sampah komunal, tempat pengumpulan sampah desa untuk didaur ulang, serta TPS kecamatan. Kemudian meningkatkan peran serta masyarakat

melalui pemberdayaan dan pendampingan oleh pengelola persampahan dan instansi terkait lainnya. (*Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Daha Selatan. Jurnal Ilmu Lingkungan*)

## SARAN

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, telah memberikan acuan yang jelas mengenai paradigma baru pengelolaan sampah. Yang terpenting kemudian adalah implementasi dalam bentuk Peraturan Daerah (Perda), yang diamanatkan paling lambat 3 tahun setelah Undang-Undang tersebut terbit. Sehingga paradigma baru dalam pengelolaan sampah dapat menjadi gerakan masyarakat dan dapat menjadi salah satu solusi masalah persampahan di masa mendatang. (*Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Secara Mandiri Berbasis Masyarakat*)

## DAFTAR PUSTAKA

- Artiningsih. Ni Komang Ayu (2008) Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. Semarang.
- Chaib. Hassan, Ali Hamouda. Muawia M.A. (2014) *Household Hazardous Waste Management In Malaysia*. [www.ijareeie.com](http://www.ijareeie.com).
- Faizah . (2008) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat. Semarang.
- Krisnandar.Heri ( 2013) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Secara Mandiri Berbasis Masyarakat.Tasikmalaya.
- Licy.C.D. Raghavan Vivek.. Kamath Saritha.T.K. Anies. C.T. Josphina.(2013) Awareness, Attitude and Practice of School Students towards Household Waste Management. Vivek et al / *Journal of Environment* (2013), Vol. 02, Issue 06, pp. 147-150.India
- M. Tri Yunia. Rakhmita Akhsayanty. R. Maya Sarah G.K. Dewi Lestariyani A. (2006) Metode Pelatihan Pengelolaan Sampah Domestik Bagi Ibu Rumah Tangga Di Permukiman Sub-Urban .Bandung.
- Munawir.( 2012 ) Pengelolaan sampah rumah tangga Di rt 04 / rw 01 cipadu, larangan, tangerang. *Jurnal Manajemen & Bisnis Aliansi*. Jakarta.
- Ningsih. Nur Safiah (2015) Analisis Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga (Studi Kasus Unit Bisnis Pengolahan Sampah Oleh Siswa SMK).Pontianak.

Riswan.Henna Rya Sunoko.Agus Hadiyartono. (2011) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Daha Selatan. Jurnal Ilmu Lingkungan Vol.9, No. 1.

Sidarto. (2010). Analisis Usaha Pengolahan Sampah Rumah Tangga dengan Pendekatan Cost and Benefit Ratio Guna Menunjang Kebersihan Lingkungan.Jurnal Teknik.Yogyakarta.

## MANAJEMEN PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN PONDOK GEDE KOTA BEKASI

Martin Darmasetiawan<sup>1)</sup>, Achmad Naseh<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

<sup>2)</sup> Mahasiswa, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

e-mail: [air\\_bersih@yahoo.com](mailto:air_bersih@yahoo.com)

### Abstract

Garbage in Indonesia is still a difficult problem to solve, this occurs due to the amount of litter were increasingly grow in line with population growth. Sub Pondok Gede Bekasi City is located on the border with East Jakarta, has a large population growth is 3.48% / year this led to increasingly dense population density, which affects the volume of waste produced by the population every day. Based on the analysis, it is known that the volume of waste generated in the district population Pondok Gede in 2010 with a population of 235.579 inhabitants is 188 464 m<sup>3</sup>. After the projected population in 2025 will amount to be 358 551 inhabitants and the volume of waste would be increased to 322.696 m<sup>3</sup>. Management of solid waste transportation is done by determining the number of polling stations and the number of trucks needed for all the rubbish served and can be transported. Based on the results of the analysis of the number of trucks required range of 2010 to 2025 ranged from 7 trucks to 11 trucks, TPS (temporary settle location) needed in 2010 was 524 units and in 2025 increased to 897unit.

**Keywords:** population, management, plan, transportation, garbage.

### Abstrak

Sampah di Indonesia masih merupakan masalah yang sulit untuk dipecahkan, ini terjadi karena jumlah sampah yang semakin tumbuh seiring dengan pertumbuhan penduduk. Pondok Gede Kota Bekasi terletak di perbatasan dengan Jakarta Timur, memiliki pertumbuhan penduduk yang besar yaitu 3,48% pertahun, sehingga menyebabkan kepadatan penduduk semakin padat yang mempengaruhi volume sampah yang dihasilkan oleh penduduk setiap hari. Berdasarkan analisis, diketahui bahwa volume sampah yang dihasilkan dari penduduk Pondok Gede pada tahun 2010 dengan jumlah penduduk 235.579 jiwa adalah 188.464 m<sup>3</sup>. Setelah penduduk diproyeksikan pada tahun 2025 akan berjumlah menjadi 358.551 penduduk dan volume sampah akan meningkat menjadi 322.696 m<sup>3</sup>. Manajemen pengangkutan sampah dilakukan dengan menentukan jumlah TPS dan jumlah truk yang dibutuhkan untuk semua sampah dilayani dan dapat diangkut. Berdasarkan hasil analisis jumlah truk yang dibutuhkan pada rentang waktu tahun 2010-2025 berkisar antara 7 truk ke 11 truk, TPS (Tempat Penyimpanan Sementara) dibutuhkan pada 2010 adalah 524 unit dan pada tahun 2025 meningkat menjadi 897 unit.

**Kata kunci:** penduduk, manajemen, perencanaan, pengangkutan, sampah

## LATAR BELAKANG

Persampahan di perkotaan di Indonesia saat ini masih menjadi masalah yang sulit untuk dipecahkan, salah satunya adalah peningkatan jumlah penduduk yang besar akan meningkatkan volume sampah yang dihasilkan dalam setiap harinya. Manajemen pengelolaan sampah mempunyai peranan yang sangat penting untuk mengatasi permasalahan sampah saat ini, apabila salah dalam melakukan pengelolaan, sampah akan menjadi menumpuk dan berdampak pada menurunnya kesehatan manusia, seperti munculnya berbagai macam penyakit yang bersumber dari pembusukan sampah.

Kecamatan Pondok Gede adalah salah satu kecamatan yang terdapat di Kota Bekasi. Kecamatan ini merupakan kecamatan terluas di Kota Bekasi. Pertumbuhan penduduk di kecamatan ini tergolong sangat tinggi yaitu 3,48% sehingga pada tahun 2010 jumlah penduduk di Kecamatan Pondok Gede sebanyak 235.579 jiwa. Pertumbuhan penduduk yang cukup besar ini meningkatkan volume sampah yang dihasilkan setiap harinya sehingga sangat dibutuhkan manajemen sampah yang baik khususnya manajemen pengangkutan dari penghasil sampah agar terangkut dengan optimal. Oleh karena itu tujuan penulisan ilmiah ini adalah untuk memberikan arahan mengenai manajemen pengangkutan sampah di Kecamatan Pondok Gede Kota Bekasi.

## B. Tinjauan Pustaka

### 1. Pengertian Sampah

Sampah merupakan hasil sisa dari kegiatan manusia karena sudah tidak memiliki manfaat lagi. Menurut Nugraha (2010), "sampah adalah barang atau material sisa yang tidak diinginkan dari hasil akhir sebuah proses tertentu".<sup>1</sup> Disamping itu terdapat Undang-Undang yang menjelaskan tentang sampah beserta pengelolaannya. Menurut UU No. 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.

Menurut Yul Harry Bahar (1986), sumber sampah berasal dari, *domestic refuse*, biasanya sampah yang berasal dari sisa makanan, bahan padat, yang sudah tidak terpakai lagi dalam rumah tangga, sisa pengolahan makanan, bahan pembungkus, bermacam-macam kertas, kain bekas, kaleng dan lain-lain. Sumber sampah berikutnya *Comercial refuse* adalah sampah yang berasal dari tempat-tempat perdagangan seperti pasar,

*supermarket*, pusat pertokoan, warung dan tempat jual beli lainnya. *Industrial refuse* merupakan sampah yang berasal dari kegiatan industri, jumlah dan jenisnya sangat tergantung pada jenis dan jumlah bahan yang diolah oleh perusahaan industri tersebut.

## 2. Sumber dan Klasifikasi Sampah

Secara umum sampah dapat digolongkan menjadi dua yaitu sampah yang mudah terurai dan yang tidak mudah atau tidak dapat terurai. Menurut Yul Harry Bahar ( 1986 ), *Degradable refuse* yaitu sampah yang mudah terurai secara alami melalui proses fisik, kimiawi, maupun biologis. Biasanya sampah golongan ini berasal dari bahan-bahan organik, seperti sampah sayuran dan buah-buahan, sisa makanan, kertas, bangkai, binatang dan lain-lain. *Nondegradable refuse* adalah sampah yang tidak dapat diuraikan atau sulit diuraikan secara alami melalui proses fisik, kimiawi dan biologis menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Sampah ini biasanya berasal dari bahan anorganik, bahan sintesis dan bahan kertas lainnya, seperti metal, kaca, plastik, kayu dan keramik.

Sampah basah atau organik yaitu sampah yang biasa dihasilkan dari rumah tangga, misalnya sisa sayuran, sisa makanan, daun-daunan, sisa buah-buahan atau sampah lainnya yang mudah membusuk. Biasanya sampah basah ini banyak juga dihasilkan dari pembuangan sampah yang berasal dari pasar-pasar yang menjual kebutuhan sehari-hari untuk masyarakat. Sampah basah ini biasa digunakan untuk pembuatan kompos. Sedangkan sampah kering atau yang biasa disebut sampah anorganik yaitu sampah yang tidak dapat membusuk seperti plastik, kertas, bahan sintetik, logam, kaleng, kaca dan lain-lain biasa di daur ulang untuk membuat produk-produk baru.

## 3. Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah meliputi pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan. Selain itu penimbunan dan insinerasi ( proses pembakaran sampah ) menjadi cara menangani sampah.

### a) Pengumpulan Sampah

Proses pengumpulan sampah harusnya dilakukan dengan cara memilah sampah berdasarkan jenisnya. Pengumpulan sampah yang tidak sesuai dengan tempatnya dapat menjadi salah satu masalah dari pencemaran lingkungan. Menurut Nugraha, pengumpulan sampah ialah pengumpulan sampah dari bak-bak sampah yang ada di

rumah-rumah, kantor, pasar dan sebagainya. Pengumpulan sampah yang ditentukan pada suatu lokasi akan mempermudah proses pengelolaan sampah berikutnya.

#### b) Pengangkutan

Pengangkutan sampah sebaiknya dilakukan oleh tenaga ahli dibawah pengawasan dinas kebersihan. Pengangkutan dalam skala rumah tangga biasanya menggunakan gerobak untuk dikumpulkan di tempat pembuangan sementara. Dalam skala yang lebih besar maka menggunakan truk atau kontainer dalam proses pengangkutan ke tempat pembuangan akhir. Sebaiknya pengangkutan sampah menggunakan kendaraan tertutup guna meminimalisir pencemaran udara. Saat ini Indonesia masih menggunakan truk terbuka saat mengangkut sampah sehingga menimbulkan bau tidak sedap saat melewati jalan.

#### c) Pembuangan

Sampah yang telah terkumpul harus diangkut ke tempat pembuangan sampah. Masih menurut Nugraha, "maksud tempat buangan sampah adalah tempat pembuangan sampah terakhir setelah dikumpulkannya dari tempat-tempat pengumpulan". Tempat pembuangan sampah seharusnya dekat dengan sumber sampah agar proses pengelolaannya lebih cepat dan meminimalisir biaya pengangkutan. Namun yang terjadi pada kota-kota besar sampah dipusatkan pada satu lokasi pembuangan akhir sehingga biaya pengangkutan cukup tinggi dan mencemari udara saat sampah diangkut ke tempat pembuangan. Lokasi tempat pembuangan akhir yang jauh menyebabkan banyak orang yang membakar sampah yang dapat mencemari udara.

#### d) Penimbunan

Menurut Soma (2010) terdapat beberapa cara dalam penimbunan sampah diantaranya adalah *open dumping*, *dumping at sea*, dan *sanitary landfill*.<sup>7</sup>

##### 1) *Open Dumping*

*Open dumping* atau penimbunan terbuka yaitu dengan cara membuang dan menumpuk sampah ditempat terbuka. Penimbunan terbuka merupakan cara yang sederhana dalam penanganan sampah, namun terdapat keuntungan dan kerugiannya.

### 2) *Dumping at Sea*

*Dumping at sea* adalah penimbunan yang dilakukan di pantai. Penimbunan di pantai ini dilakukan dengan cara membuat tanggul-tanggul pemisah untuk menghalangi sampah agar tidak terbawa ombak. Setelah dibuat tanggul maka sampah ditimbun dan jika sudah penuh maka diratakan dengan pasir. Lama kelamaan tempat ini akan menjadi subur dan dapat ditanami pepohonan dan bisa dijadikan pemukiman. Cara penimbunan ini memiliki keuntungan dan kerugian.

### 3) *Sanitary Landfill*

*Sanitary Landfill* adalah menimbun sampah di dalam tanah. Menurut Soekmana Soma (2010), secara definisi *sanitary landfill* adalah suatu kegiatan membuang sampah setiap hari ke suatu tempat kemudian dilakukan penutupan pada akhir pembuangan." Menimbun sampah di dalam tanah yaitu dengan cara menggali tanah dengan kedalaman tertentu lalu sampah dimasukkan kedalam lubang dan setelah sampah penuh lalu dipadatkan dan di timbun lagi dengan tanah lalu dipadatkan. Penimbunan jenis ini tentunya memiliki keuntungan diantaranya menimbun berbagai jenis sampah dengan jumlah yang besar, modalnya relatif kecil, dan lahan akan menjadi lebih subur dan kerugiannya dapat mencemari air tanah.

## **C. Metode Penelitian**

Metode dalam penulisan ilmiah ini adalah metode deskriptif. Data di peroleh melalui observasi dan analisis dari data sekunder. Data sekunder dalam penelitian ini antara lain data jumlah penduduk, peta administratif, data daerah pelayanan. Data yang telah terkumpul, baik data primer maupun data sekunder, dianalisis untuk kemudian diketahui hasilnya. Adapun hasil yang ingin diketahui adalah sebagai berikut: proyeksi jumlah Penduduk rentang tahun 2010-2025, volume sampah, jumlah TPS dan estimasi jumlah armada pengangkut (truk) untuk pengangkutan sampah.

**(1) Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk**

Rumus Proyeksi Jumlah Penduduk

$$P_n = P_o ( 1 + n.r )$$

(Sumber: Alfredo, 1987)<sup>8</sup>

Dimana :

$P_n$  : Jumlah penduduk pada tahun ke-  
n

$P_o$  : Jumlah penduduk mula-mula

$N$  : Periode waktu proyeksi

$r$  : % pertumbuhan penduduk tiap  
tahun

**(2) Perhitungan Volume Sampah yang dihasilkan Penduduk dalam satu hari.**

Adapun untuk menghitung jumlah volume sampah yang dihasilkan penduduk perhari dilakukan dengan menerapkan rumus yang dikembangkan oleh Enri Damanhuri ( 1995 ), bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut :

Satuan timbulan sampah kota besar

$$= 2 - 2,5 \text{ L/orang/hari, atau } = 0,4 - 0,5 \text{ kg/ orang/hari}$$

Satuan timbulan sampah kota sedang/kecil

$$= 1,5 - 2 \text{ L/orang/hari, atau } = 0,3 - 0,4 \text{ kg/orang/hari}$$

Karena timbulan sampah dari sebuah kota sebagian besar berasal dari rumah tangga, maka untuk perhitungan secara cepat satuan timbulan sampah tersebut dapat dianggap sudah meliputi sampah yang ditimbulkan oleh setiap orang dalam berbagai kegiatan dan berbagai lokasi, baik saat di rumah, jalan, pasar, hotel, taman, kantor dsb ( Enri Damanhuri, 1995 ).

### (3) Perhitungan Kebutuhan TPS (Tempat Pembuangan Sementara)

Untuk menghitung jumlah TPS, digunakan rumus perhitungan menurut Hendrawan (2004), yaitu sebagai berikut:

$$N_{tpsn} = \frac{V_{Sn} \cdot V_{Sn}}{V_{TPS} \cdot V_{TPS}}$$

Dimana :

$N_{tpsn}$  : Jumlah TPS yang dibutuhkan  
pada tahun ke n

$V_{Sn}$  : Volume sampah pada tahun  
ke n  $V_{TPS}$  : Kapasitas TPS

### (4) Analisis Faktor Manajemen Pengangkutan Sampah

Menurut Alfredo, A. (1987) pada manajemen pengangkutan sampah terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menganalisis tingkat pelayanan yang diberikan pada masyarakat, yaitu:

#### (a) Waktu Pengangkutan Tiap Rit ( $t_A$ )

$$t_A = \frac{\text{jarak (SG)}}{Vt + V_0/2} + t_{in} + t_{out}$$

Dimana :

$t_A$  : Waktu angkut (Jam)

$t_{in}$  : Waktu menaikkan dan  
mengosongkan kontainer  
(Jam)

- $t_{out}$  : Waktu menurunkan kontainer (Jam)  
 $S$  : Jarak dari pool-TPS-TPA (Km)  
 $V_1$  : Kecepatan isi (km/Jam)  
 $V_0$  : Kecepatan kosong (km/Jam)

**(b) Jumlah Rit (P)**

$$P = \frac{VS}{VB}$$

Dimana:

- $P$  : Jumlah pengambilan (rit)  
 $VS$  : Volume sampah (m<sup>3</sup>)  
 $VB$  : Kapasitas truk (m<sup>3</sup>/rit)

**(c) Waktu Operasi ( $t_0$ ) jika menggunakan satu truk:**

$$t_0 = P \times t_A$$

Dengan

- $t_0$  : Waktu operasi pengangkutan sampah dari TPS ke TPA per hari (jam)  
 $P$  : Jumlah pengambilan (rit)  
 $t_A$  : Waktu angkut (jam)

**(d) Jumlah truk yang diperlukan ( $n_t$ )**

$$n_t = \frac{t_0}{t_{btb}}$$

Dengan

$n_t$  : Jumlah truk yang diperlukan (unit)

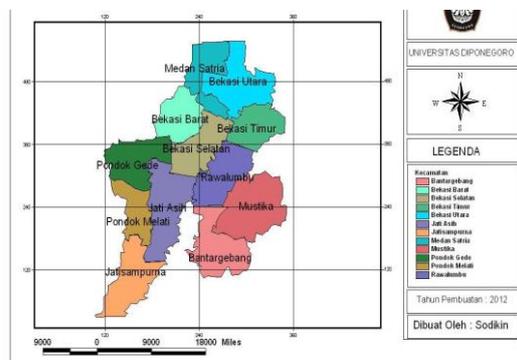
$t_o$  : Waktu operasi pengangkutan sampah dari TPS ke TPA per hari (jam)

$t_b$  : Jumlah jam kerja per hari (jam)

## D. Hasil dan Pembahasan

### 1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

#### Peta Administrasi Kota Bekasi



Kecamatan Pondok Gede merupakan kawasan perbatasan antara DKI Jakarta dan Provinsi Jawa Barat. Pondok Gede adalah salah satu gabungan dari wilayah Pondok Melati, Jatiwaringin, Jatiwarna, Jatiasih, Jatimakmur, Jatibening, jatikarya dan sebagian wilayah Jakasampurna. Secara Geografis Kecamatan ini terletak :

Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Makasar dan Cipayung, Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Arahan, Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Indramayu, Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Makasar dan Cipayung

Kondisi topografi kota Bekasi dengan kemiringan antara 0 – 2 %, dan Pondok Gede ini termasuk ke dalam daerah yang memiliki ketinggian < 25 mdpl. Wilayah dengan ketinggian dan kemiringan rendah yang menyebabkan daerah tersebut banyak genangan,

terutama pada saat musim hujan.

## 2. Estimasi Volume Sampah dan Jumlah TPS Tahun 2010-2025

Volume sampah dalam sebuah kawasan sangat ditentukan oleh besarnya jumlah penduduk, semakin besar jumlah penduduk volume sampah cenderung meningkat, hal ini sejalan dengan aktivitas manusia dalam kehidupan yang tidak terlepas dari sampah. Estimasi jumlah penduduk, volume sampah, dan jumlah TPS yang dibutuhkan sangat penting guna menunjang perencanaan dan strategi pengelolaan dan manajemen pengangkutan sampah. Oleh karena itu untuk menentukan volume sampah yang dihasilkan dan jumlah TPS yang dibutuhkan di Kecamatan Pondok Gede perharinya, langkah pertama adalah menentukan proyeksi penduduk dalam rentang waktu tahun 2010 sampai dengan tahun 2025 dan ditentukan estimasi volume sampah dihasilkan serta menentukan jumlah TPS yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil analisis dengan memperhitungkan besarnya jumlah penduduk pada tahun 2010 dan memproyeksikannya ke rentang tahun 2010-2025 di dapat hasil seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Estimasi jumlah penduduk dan volume sampah yang dihasilkan rentang tahun 2010- 2025

| Proyeksi | %         | Penduduk  | Timbunan            | Volume            | TPS      | TPS (4 M <sup>3</sup> ) |
|----------|-----------|-----------|---------------------|-------------------|----------|-------------------------|
| Penduduk | Terlayani | terlayani | /H/o/M <sup>3</sup> | /H/M <sup>3</sup> | (0,36M3) | Unit                    |
|          |           |           |                     |                   | Unit     |                         |
| 235.579  | 40        | 94.231    | 0.002               | 188.464           | 524      | 48                      |
| 243.777  | 40        | 97.51     | 0.002               | 195.022           | 545      | 49                      |
| 251.975  | 40        | 100.79    | 0.002               | 201.582           | 560      | 51                      |
| 260.173  | 40        | 104.069   | 0.002               | 208.138           | 579      | 53                      |
| 268.372  | 40        | 107.349   | 0.002               | 214.698           | 597      | 54                      |
| 276.569  | 40        | 110.628   | 0.002               | 221.256           | 615      | 56                      |
| 284.768  | 40        | 113.907   | 0.002               | 227.814           | 633      | 57                      |
| 292.966  | 45        | 131.835   | 0.002               | 263.67            | 733      | 66                      |
| 301.164  | 45        | 135.524   | 0.002               | 271.048           | 753      | 68                      |
| 309.362  | 45        | 139.213   | 0.002               | 278.426           | 774      | 70                      |
| 317.56   | 45        | 142.902   | 0.002               | 285.804           | 794      | 72                      |
| 325.759  | 45        | 146.591   | 0.002               | 293.182           | 815      | 74                      |
| 333.957  | 45        | 150.281   | 0.002               | 300.562           | 835      | 76                      |
| 342.155  | 45        | 153.969   | 0.002               | 307.942           | 856      | 77                      |
| 350.353  | 45        | 157.659   | 0.002               | 315.318           | 876      | 79                      |
| 358.551  | 45        | 161.348   | 0.002               | 322.696           | 897      | 81                      |

Sumber : Hasil Analisis Tahun 2015

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa volume sampah pada awal tahun 2010 dengan jumlah penduduk 235.579 jiwa adalah 188.464 m<sup>3</sup> /hari dan dari hasil proyeksi jumlah penduduk diprediksikan pada tahun tahun 2025 jumlah penduduk akan menjadi 358.551 jiwa dan volume sampah akan mengalami peningkatan dan dari tahun ke tahun akan mengalami kenaikan menjadi 322.696 m<sup>3</sup> /hari. Hal ini terjadi karena pertumbuhan penduduk di Kecamatan Pondok Gede cukup besar rata-rata laju pertumbuhan penduduk per tahun adalah sebesar 3,48 %. Adapun jumlah TPS yang dibutuhkan berdasarkan tabel di atas baik yang berukuran 0,36 m<sup>3</sup> maupun ukuran 4 m<sup>3</sup>, dari tahun ke tahun mengalami peningkatan dimulai pada tahun 2010 kebutuhan TPS adalah 524 unit untuk yang berukuran 0,36 m<sup>3</sup> dan ukuran 4 m<sup>3</sup> dibutuhkan 48 unit. Pada tahun 2025 setelah dilakukan analisis pada tahun 2025 kebutuhan TPS meningkat menjadi 897 unit untuk yang berukuran 0,36 m<sup>3</sup> dan 81 unit untuk yang berukuran 4 m<sup>3</sup>.

Dengan diketahuinya sampah yang dihasilkan masyarakat maka direncanakan jumlah TPS (Tempat Pembuangan Sementara) agar semua sampah dapat tertampung.

### 3. Menenjemmen Pengangkutan Sampah Pada Tahun 2010-2025

Untuk menunjang Pengangkutan yang efektif dibutuhkan manajemen pengangkutan baik. Misalnya dengan menentukan jumlah rit dan berapa truk yang dibutuhkan agar semua sampah bisa terangkut. Sampah yang sudah terkumpul di TPS maupun *pool* di Kecamatan Pondok Gede ini akan dibuang ke TPA Bantar Gebang yang memiliki jarak sekitar 20 km. truk yang digunakan adalah truk yang memiliki kapasitas 6 m<sup>3</sup>/unit. Tabel di bawah ini akan menjelaskan tentang kebutuhan sarana truk dan waktu yang diperlukan untuk pengangkutan sampah di Kecamatan Pondok Gede Kota Bekasi.

**Tabel 2.** Kebutuhan Sarana Untuk Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Pondok Gede Tahun 2010-2015

| Tahun | Volume Sampah<br>Terlayani/m <sup>3</sup> /h | Jumlah rit jika<br>menggunakan 1<br>truk<br>(unit) | Waktu Operasi<br>Jika<br>menggunakan 1<br>Truk<br>(jam) | Jumlah<br>Truk yang<br>dibutuhkan<br>(unit) |
|-------|--|--|---|---|
| 2010  | 188.464                                      | 30   | 60  | 7   |
| 2011  | 195.022                                      | 31   | 62  | 7   |
| 2012  | 201.582                                      | 32   | 64  | 8   |
| 2013  | 208.138                                      | 34   | 67  | 8   |
| 2014  | 214.698                                      | 35   | 69  | 8   |
| 2015  | 221.256                                      | 36   | 71  | 8   |
| 2016  | 227.814                                      | 37   | 73  | 9   |
| 2017  | 263.67                                       | 42   | 84  | 10  |
| 2018  | 271.048                                      | 44   | 87  | 10  |
| 2019  | 278.426                                      | 45   | 89  | 10  |
| 2020  | 285.804                                      | 46   | 91  | 11  |
| 2021  | 293.182                                      | 47   | 94  | 11  |
| 2022  | 300.562                                      | 48   | 96  | 11  |
| 2023  | 307.942                                      | 49   | 98  | 11  |
| 2024  | 315.318                                      | 51   | 101   | 12  |
| 2025  | 322.696                                      | 52   | 103   | 12  |

Sumber : Hasil Analisis Tahun 2015

Berdasarkan Tabel 2 diatas, jumlah pengangkutan (rit) yang ideal dengan asumsi menggunakan 1 armada truk, rentang tahun 2010 sampai dengan 2014 adalah 30 rit dan setiap tahunnya mengalami peningkatan sehingga pada tahun 2025 menjadi 52 rit. Adapun waktu operasi yang diperlukan apabila menggunakan 1 truk seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan volume sampah yang dihasilkan waktu operasi ikut mengalami penambahan seperti yang terlihat pada Tabel 2 di atas untuk tahun 2010 waktu yang diperlukan adalah 60 jam dan pada tahun 2025 adalah 103 jam.

Kebutuhan truk yang ideal agar semua sampah yang dihasilkan penduduk dapat terangkut, dalam analisis ini jenis truk yang digunakan adalah truk dengan daya tampung  $6 \text{ m}^3$ . Berdasarkan hasil analisis rentang tahun 2010-2011 adalah 7 unit, dan berangsur-angsur mengalami peningkatan sehingga pada tahun 2025 truk yang dibutuhkan menjadi 12 unit.

### E. Penutup

Kecamatan Pondok Gede adalah kecamatan yang terletak di perbatasan antara Kota Bekasi dengan Jakarta Timur. Volume Sampah yang dihasilkan penduduk kecamatan Pondok Gede setiap harinya pada tahun awal atau tahun 2010 dengan jumlah penduduk 235.579 jiwa adalah  $188.464 \text{ m}^3$ , namun setelah memproyeksikan penduduk pada tahun 2025 total penduduk diprediksikan akan menjadi 358.551 jiwa dan volume sampah menjadi  $322.696 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Hal ini menunjukkan bahwa di Kecamatan Pondok Gede dibutuhkan manajemen pengangkutan yang tepat. Berdasarkan hasil analisis diketahui kebutuhan untuk TPS dengan ukuran  $0,36 \text{ m}^3$  dari tahun ke tahun mengalami peningkatan sehingga pada tahun 2025 adalah 897 unit. Begitu pula untuk jumlah truk yang dibutuhkan juga mengalami peningkatan dimulai dari tahun 2010 jumlah truk yang dibutuhkan adalah 7 unit sampai pada tahun 2025 jumlah truk yang dibutuhkan menjadi 12 unit. Hal ini dilakukan agar semua sampah dari penduduk yang terlayani dapat terangkut dan menciptakan lingkungan yang bersih di kecamatan Pondok Gede.

### Daftar Pustaka

- Alfredo, A. (1987). *Probability Concepts In Engineering Planning And Design*. First edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Arikunto, S. (1990). *Prosedur Penelitian (Suatu Praktek)*. Jakarta: Bina Aksara.
- Bahar, Yul Harry. (1986). *Teknologi Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta: PT. Wacana Utama Pramesti.
- Bintarto, R dan Hadisumarno, S. (1987). *Metode Analisa Geografi*. Jakarta: LP3ES.
- Damanhuri, E. 1995. *Teknik Pembuangan Akhir*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
- Faizah. 2008. *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat (Studi Kasus di*

Kota Yogyakarta). Tesis Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.

Hendrawan. (2004). *Analisa Sampah Perkotaan Studi Kasus Kota Denpasar*. Tugas Akhir. Denpasar. Universitas Udayana.

Nugraha, Adrian R. (2010). *Menyelamatkan Lingkungan Hidup dengan Pengelolaan Sampah*. Jakarta: PT. Cahaya Pustaka Raga.

Samekto, C dan Ewin, S. W. (2010). *Potensi Sumber Daya Air di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Rawa dan pantai o.Kementerian PU.

Soewarno, E. (1987). *Metode Kuantitatif Dalam Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial dan Pendidikan*. Jakarta: Depdikbud.

Soma, Soekmana. (2010). *Pengantar Ilmu Teknik Lingkungan Seri : Pengelolaan Sampah Lingkungan*. Bogor: IPB Press.

Sumaatmadja, N. (1988). *Studi Geografi Suatu Pendekatan dan Analisa Keruangan*. Bandung: Alumni.

Surbakti, Sriliani. (2009). *Potensi Pengelolaan Sampah Menuju Zero Waste yang Berbasis Masyarakat di Kecamatan Kedungkandang Kota Malang*. Laporan Penelitian Institut Teknologi Surabaya.

Surochiem. (2001). "Dimensi-dimensi penting Monitoring Pelaksanaan Program Pemberdayaan dan Partisipasi pada Masyarakat Pesisir" dalam *Jurnal Neptunus* 8(1) Maret 2001 50-56, Surabaya.

Syafrudin. (2004). *Model Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (Kajian Awal Untuk Kasus Kota Semarang)*, Makalah pada Diskusi Interaktif: Pengelolaan Sampah Perkotaan secara Terpadu, Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP.

