

PERENCANAAN JARINGAN PIPA TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN TUGU KABUPATEN TRENGGALEK

Muhyidin Noor¹, Winda Harsanti², Ratih Indri Hapsari²

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email: muhyinoor25@gmail.com¹, wharsanti@gmail.com², ratih@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Kekeringan dan kurang layaknya kualitas air di Kecamatan Tugu mengakibatkan sulitnya air bersih. Dengan dibangunnya Bendungan Tugu maka terdapat sumber yang dapat dimanfaatkan dalam perencanaan penyediaan jaringan pipa transmisi dan distribusi air bersih di Kecamatan Tugu. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mengetahui jumlah penduduk pada tahun rencana, mengetahui kebutuhan air bersih di Kecamatan Tugu pada tahun 2041, menentukan dimensi jaringan pipa transmisi dan distribusi air bersih, dimensi reservoir, merencanakan desain bangunan pengolahan air, menghitung Rencana Anggaran Biaya. Data yang dibutuhkan seperti peta kontur untuk merancang skema jaringan pipa yang akan dibuat, data jumlah penduduk untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada 20 tahun yang akan mendatang, dan data debit sumber air untuk menghitung kecukupan sumber. Hasil kajian menunjukkan jumlah penduduk pada tahun 2041 sebanyak 92443 jiwa, debit kebutuhan air bersih 0,1166 m³/detik, pipa transmisi dan distribusi menggunakan pipa HDPE, pipa sepanjang 34.234,63 m dengan Ø14 inch sepanjang 1.341,73 m, Ø12 inch sepanjang 8.457,81 m, Ø10 inch sepanjang 12.221,58 m, Ø9 inch sepanjang 6.736,05 m, Ø8 inch sepanjang 2039,26 m, Ø5 inch sepanjang 1.866,45 m, Ø2 inch sepanjang 1.571,75 m. Biaya yang diperlukan adalah Rp23.432.257.000,00.

Kata kunci : perencanaan, jaringan pipa, kebutuhan air, pengolahan air

ABSTRACT

Drought and poor water quality in Tugu District resulted in the difficulty of clean water. With the construction of the Tugu Dam, there are sources that can be utilized in planning the supply of clean water transmission and distribution pipelines in Tugu District. The purpose of this thesis is to determine the population in the planning year, determine the need for clean water in Tugu District in 2041, determine the dimensions of the clean water transmission and distribution pipeline network, reservoir dimensions, plan the design of water treatment buildings, calculate the Budget Plan. The data needed are contour maps to design a pipeline scheme to be made, population data to project the population in the next 20 years, and water source discharge data to calculate source adequacy. The results of the study show that the population in 2041 is 92443 people, the debit of clean water needs is 0.1166 m³/second, transmission and distribution pipes use HDPE pipes, pipes with a length of 34,234.63 m with 14 inches along 1,341.73 m, Ø12 inches along 8,457,81 m, 10 inch along 12,221.58 m, 9 inch along 6,736.05 m, 8 inch along 2039.26 m, 5 inch along 1,866.45 m, Ø2 inch along 1,571.75 m. The required fee is Rp. 23,432,257,000.00

Keywords : planning, pipelines, water demand, water treatment

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber kehidupan yang dibutuhkan manusia secara berkelanjutan. Ketersediaan air bersih sangat penting untuk memenuhi kebutuhan konsumsi rumah tangga dan fasilitas umum seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan pasar.

Kebutuhan air bersih selalu meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk yang cukup pesat.

Dengan terbatasnya ketersediaan sumber air bersih mengakibatkan pelayanan penyediaan air bersih belum merata. Hal ini terjadi di Kecamatan Tugu yang berada pada daerah perbukitan di Kabupaten Trenggalek yang tidak jauh dari Kota Trenggalek dan berdekatan dengan wilayah Ponorogo.

Kekeringan dan kurang layaknya kualitas air di Kecamatan Tugu mengakibatkan sulitnya air bersih. Dari masalah tersebut maka perlu adanya upaya dalam rangka meningkatkan penyediaan air bersih di Kecamatan Tugu, yaitu dengan merencanakan sistem jaringan transmisi dan distribusi air bersih yang lebih mumpuni dengan WTP (*Water Treatment Plan*) sebagai sarana pengolahan air hingga air aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat

2. METODE

Kebutuhan Air Bersih

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk digunakan untuk memprediksi jumlah pertumbuhan penduduk pada suatu daerah dalam tahun rencana. Untuk menentukan rasio laju pertumbuhan penduduk digunakan rumus sebagai berikut :

$$r_n = \frac{P(n+1) - P_n}{P_n} \dots\dots\dots (1)$$

Pertumbuhan penduduk dianalisa dengan Metode Aritmatik, Metode Geometri, dan Metode Eksponensial sebagai berikut.

$$P_t = P_0 (1 + n \times r) \dots\dots\dots (2)$$

$$P_t = P_0 (1 + r)^n \dots\dots\dots (3)$$

$$P_t = P_0 \times e^{m} \dots\dots\dots (4)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_r)^2}{(n' - 1)}} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan:

- P_t = Jumlah penduduk akhir periode t (jiwa)
- P₀ = Jumlah penduduk awal periode t (jiwa)
- S_d = Standar deviasi / simpangan baku
- n = Tahun proyeksi
- r = Rasio pertumbuhan penduduk (%)
- e = 2,71828183
- X_i = Nilai data
- X_r = Nilai data rata-rata
- n' = Jumlah data

Dari ketiga metode tersebut, jumlah penduduk dipilih dari metode yang memiliki simpangan baku paling kecil.

b. Kebutuhan Air

Kebutuhan air dibedakan menjadi 2, yaitu kebutuhan air domestik yang merupakan kebutuhan rumah tangga seperti mandi dan cuci, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk fasilitas umum. Kebutuhan air domestik didapat melalui perkalian dari jumlah penduduk suatu waktu dengan standar kebutuhan air.

Standar kebutuhan air dapat dilihat pada tabel kebutuhan air dari DPU Dirjen Cipta Karya Tahun 2000 dengan melihat kategori kebutuhan air berdasarkan jumlah penduduk. Sedangkan kebutuhan air non domestik menurut tabel yang

sama, berkisar 20% - 30% dari keseluruhan kebutuhan air domestik.

Tabel 1. Klasifikasi Kebutuhan Air

| NO | URAIAN | KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH JIWA | | | | |
|----|---|---------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|
| | | >100000 | 50000 s/d 100000 | 10000 s/d 50000 | 2000 s/d 10000 | <20000 |
| | | Metro | Besar | Sedang | Kecil | Desa |
| 1 | Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/o/h | 190 | 170 | 130 | 100 | 80 |
| 2 | Konsumsi unit hidran umu (HU) l/o/h | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 3 | Konsumsi unit non domestik l/o/h (%) | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| 4 | Kehilangan air (%) | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| 5 | Faktor hari maksimum untuk pipa transmisi | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 6 | Faktor jam puncak untuk pipa distribusi | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 7 | Jumlah jiwa per SR | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8 | Jumlah jiwa per HU | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 9 | Sisa tekan di penyediaan distribusi | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | Jam operasi | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 11 | Volume reservoir (%aharian maksimum) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 12 | SR:HU | 50:50 s/d 80:20 | 50:50 s/d 80:20 | 80:20 | 70:30 | 70:30 |
| 13 | Cakupan pelayanan | 90 | 90 | 90 | 90 | 80 |

Sumber : DPU Dirjen Cipta Karya Tahun 2000

Debit Sumber Air

Debit tersedia diperoleh dari debit sumber tersedia dikurangi dengan debit kebutuhan Kecamatan Tugu.

$$Q_{tersedia} = Q_{sumber} - Q_{irigasi} \dots\dots\dots (6)$$

Desain Jaringan Pipa

Jaringan pipa merupakan komponen utama dalam sistem jaringan air bersih yang di dalamnya terdapat jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Sistem transmisi air bersih adalah sistem yang terdiri dari pipa panjang yang membawa air dari penampungan atau reservoir ke jaringan distribusi di lokasi konsumen berada.

Jaringan distribusi adalah rangkaian pipa yang berhubungan dan digunakan untuk mengalirkan air ke konsumen. Tata letak distribusi ditentukan oleh kondisi topografi daerah layanan dan lokasi instalasi pengolahan.

Pada perhitungan perencanaan pipa digunakan persamaan Bernoulli seperti berikut ini (Triatmojo, 2015) :

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} + h_f \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

- Z = Elevasi Pipa n (m)
- P = Tekanan di titik n (kg/m²)
- V = Kecepatan aliran di titik n (m/det)
- g = Gravitasi (m/det²)
- γ_w = Berat jenis air (kg/m³)
- h_f = Kehilangan energi (m)

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (8)$$

$$D = \left(\frac{Q}{0,278 \times C_H \times S^{0,54}} \right)^{\left(\frac{1}{2,63} \right)} \dots\dots\dots (9)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \dots\dots\dots (10)$$

Menghitung kehilangan energi menggunakan persamaan Hazen William berikut :

$$Q = C_u \times C \times D^{2.63} \times I^{0.54} \dots\dots\dots (11)$$

Diturunkan menjadi :

$$h_f = \left(\frac{Q}{0,278 \times C_H \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

- C_u = 0.2785
- C = Koefisien Hazen Williams
- I = Kemiringan atau slope garis tenaga (I=hf/L)
- Q = Debit (m³/detik)
- D = Diameter pipa (m)
- L = Panjang Pipa (m)

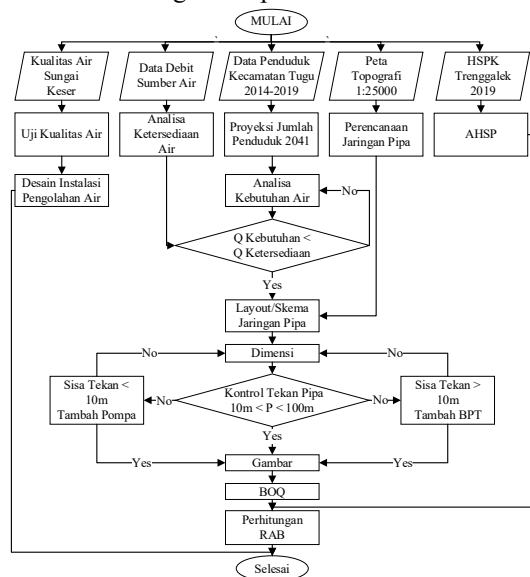
Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya digunakan untuk memprediksi berapa biaya yang dibutuhkan untuk merealisasikan suatu proyek. Untuk membuat RAB dibutuhkan data primer seperti volume pekerjaan dan data sekunder berupa harga satuan pekerjaan. RAB untuk proyek meliputi:

- Pekerjaan pembersihan
- Pekerjaan pipa dan aksesoris pipa
- Pekerjaan resevoir
- Pekerjaan rumah pompa
- Pengadaan listrik dan pompa

Bagan Alir Penelitian

Berikut adalah bagan alir penelitian:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Bersih

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Dari data jumlah penduduk 5 tahun terakhir dapat dihitung rasio dan laju pertumbuhan penduduk. Berikut ini

contoh penghitungan rasio dan laju pertumbuhan penduduk pada desa Gading menggunakan tiga metode.

- Rasio Pertumbuhan Penduduk

$$r = \frac{(7,15\%)+(-7,50\%)+(-3,79\%)+(15,31\%)+(-8,99\%)}{5}$$

$$r = 0,437\%$$
- Metode Aritmatik

$$P_{2020} = 1.357 (1 + 1 \times 0,437\%)$$

$$P_{2020} = 1.363 \text{ jiwa}$$
- Metode Geometrik

$$P_{2020} = 1.357 (1 + 0,437\%)^1$$

$$P_{2020} = 1.363 \text{ jiwa}$$
- Metode Eksponensial

$$P_{2020} = 1.357 \times 2,7182818^{0,437\% \times 1}$$

$$P_{2020} = 1.363 \text{ jiwa}$$

Setelah melalui penghitungan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Simpangan baku setiap metode

| Metode | Simpangan baku |
|--------------|----------------|
| Aritmatik | 1.122 |
| Geometri | 7.957 |
| Eksponensial | 11.509 |

Sumber : Hasil Penghitungan

Maka metode yang digunakan adalah metode aritmatik karena memiliki simpangan baku paling kecil. Untuk hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Rasio dan Laju Pertumbuhan Penduduk

| Desa | r | P2019 | P2041 |
|--------------|-----|---------------|---------------|
| Duren | -2% | 2.530 | 1.557 |
| Ngepeh | -3% | 3.778 | 2.147 |
| Tumpuk | 0% | 1.999 | 2.000 |
| Gondang | 5% | 6.373 | 13.741 |
| Nglongsor | 10% | 4.044 | 12.826 |
| Banaran | 1% | 1.997 | 2.467 |
| Winong | 4% | 2.463 | 4.728 |
| Sukorejo | -2% | 1.547 | 918 |
| Jambu | 22% | 3.711 | 21.492 |
| Nglinggis | -2% | 1.848 | 1.087 |
| Gading | 0% | 1.357 | 1.487 |
| Pucanganak | 15% | 3.514 | 15.462 |
| Deremosari | -2% | 2.533 | 1.772 |
| Tegaren | -1% | 1.489 | 1.116 |
| Prambon | 1% | 7.860 | 9.644 |
| total | | 47.043 | 92.443 |

Sumber : Hasil Penghitungan

b. Kebutuhan Air

Berdasarkan jumlah penduduk di tiap desa maka kebutuhan air domestik Kecamatan Tugu termasuk kategori V yaitu desa dengan tingkat pelayanan 80%, SR 80 lt/org/hr, HU 30 lt/org/hr dan perbandingan SR:HU yaitu 70%:30%. Berikut contoh penghitungan kebutuhan air pada Desa Gading:

Jumlah Penduduk = 1.487 jiwa
 Tingkat pelayanan = 80% x 1.487
 = 1.190 jiwa
 Sambungan Rumah (SR) = 1.190 x 80 x 70%
 = 66.633 lt/hari
 Hidran Umum (HU) = 1.190 x 30 x 30%
 = 10.709 lt/hari
 Kebutuhan Air Non Domestik 30% dari total Kebutuhan Air Domestik. Berikut contoh penghitungan pada desa Gading:
 Total Q Domestik = (66.633 + 10.709)
 = 77.342 lt/hr
 Q Non Domestik = 77.342 x 30%
 = 23.203 lt/hari

Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

| Desa | Jml Pend 2041 | Pend Trlyn (80%) | QSR | QHU | Q Non Dom (lt/hr) |
|------------|---------------|------------------|-----------|---------|-------------------|
| Duren | 1.557 | 1.246 | 69.768 | 11.213 | 24.294 |
| Ngepeh | 2.147 | 1.718 | 96.197 | 51.534 | 44.319 |
| Tumpuk | 2.000 | 1.600 | 89.590 | 47.995 | 41.276 |
| Gondang | 13.741 | 10.993 | 615.587 | 329.779 | 283.610 |
| Nglongsor | 12.826 | 10.261 | 574.604 | 307.824 | 264.728 |
| Banaran | 2.467 | 1.974 | 110.516 | 59.205 | 50.916 |
| Winong | 4.728 | 3.782 | 211.795 | 113.462 | 97.577 |
| Sukorejo | 918 | 734 | 41.112 | 22.024 | 18.941 |
| Jambu | 21.492 | 19.342 | 1.353.968 | 174.082 | 458.415 |
| Nglingsis | 1.087 | 870 | 48.695 | 7.826 | 16.956 |
| Gading | 14.87 | 1.190 | 66.633 | 10.709 | 23.203 |
| Pucanganak | 15.462 | 12.370 | 692.710 | 111.328 | 241.212 |
| Dermosari | 1.772 | 1.417 | 79.366 | 12.755 | 27.636 |
| Tegaren | 1.116 | 893 | 50.005 | 8.037 | 17.413 |
| Prambon | 9.644 | 7.715 | 432.063 | 69.439 | 150.451 |

Sumber: Hasil Penghitungan

c. Kehilangan Air, Kebutuhan Air Total, Kebutuhan Air Jam Puncak dan Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kehilangan air dihitung 20-30% dari nilai QSR + QHU + QNd. Berikut contoh penghitungan kehilangan air pada Desa Gading:

$$\text{Kehilangan Air} = 20\% \times (66.633 + 10.709 + 23.203) = 20.108 \text{ lt/hari}$$

Kebutuhan air total didapatkan dari hasil penjumlahan kebutuhan air untuk sambungan rumah, hidran umum, kehilangan air di sambungan rumah dan hidran umum, serta kebutuhan air non domestik.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Total} &= \\ (66.633 + 10.709 + 23.203 + 20.108) &= \\ &= 120.653 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan air jam puncak didapatkan dari hasil perhitungan kebutuhan air total yang dikalikan dengan faktor jam puncak

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Air Jam Puncak} &= 120.653 \times 1,5 \\ &= 180.980 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Air m}^3/\text{dt} &= \text{Kebutuhan Air} \times \left(\frac{0,001}{3600 \times 24}\right) \\ &= 0,0021 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Kebutuhan air harian maksimum didapatkan dari hasil perhitungan kebutuhan air total yang dikalikan dengan faktor harian maksimum

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Harian Maksimum} &= 120.653 \times 1.1 \\ &= 132.718,5361 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air m}^3/\text{dt} &= \text{Kebutuhan Air} \times \left(\frac{0,001}{3600 \times 24}\right) \\ &= 0,0015 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Debit Sumber Air

Debit sumber air didapat dari hasil pengurangan debit rata-rata tahunan Bendungan Tugu dikurangi dengan debit rata-rata irigasi sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Q tersedia} &= 1,33 \text{ m}^3/\text{dt} \\ \text{Q irigasi} &= 0,69 \text{ m}^3/\text{dt} \\ \text{Q andalan} &= 1,33 - 0,69 \\ &= 0,64 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Debit tersedia harus lebih besar atau sama dengan debit rencana kebutuhan. Berikut perbandingan debit tersedia dan debit kebutuhan:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas debit rencana} &= \text{debit tersedia} > \text{total kebutuhan} \\ &= 0.64 \text{ m}^3/\text{dt} > 0,15907 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

(Memenuhi)

Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

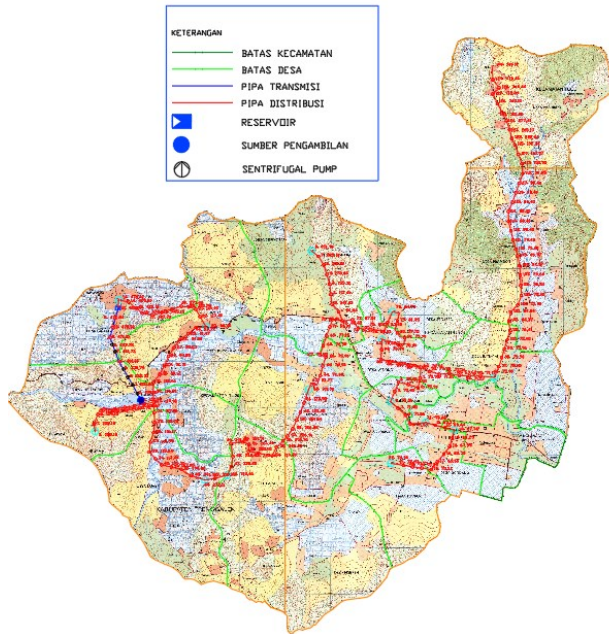
Tabel 5. Kebutuhan Air Total

| Desa | Kebutuhan Air (lt/hr) | Keb. Air Jam Puncak (m3/dt) | Keb. Harian Maksimum (m3/dt) |
|--------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Duren | 126.329 | 0,00219 | 0,00161 |
| Ngepeh | 230.460 | 0,00400 | 0,00293 |
| Tumpuk | 214.633 | 0,00373 | 0,00273 |
| Gondang | 1.474.770 | 0,02560 | 0,01878 |
| Nglongsor | 1.376.588 | 0,02390 | 0,01753 |
| Banaran | 264.765 | 0,00460 | 0,00337 |
| Winong | 507.400 | 0,00881 | 0,00646 |
| Sukorejo | 98.492 | 0,00171 | 0,00125 |
| Jambu | 2.383.758 | 0,04138 | 0,03035 |
| Nglingsis | 88.174 | 0,00153 | 0,00112 |
| Gading | 120.653 | 0,00209 | 0,00154 |
| Pucanganak | 1.254.300 | 0,02178 | 0,01597 |
| Dermosari | 143.709 | 0,00249 | 0,00183 |
| Tegaren | 90.545 | 0,00157 | 0,00115 |
| Prambon | 782.343 | 0,01358 | 0,00996 |
| Total | 9.156.920 | 0,1590 | 0,11658 |

Sumber: Hasil Penghitungan

Desain Jaringan Pipa

Jaringan perpipaan terdiri dari pipa-pipa yang terhubung dari awal hingga akhir saluran. Panjang pipa yang direncanakan adalah 34234,63 m menggunakan pipa HDPE dengan rata-rata panjang tiap segmen 200 m. Jaringan pipa digambarkan seperti berikut:



Gambar 2.2 Jaringan Pipa Kecamatan Tugu
 Sumber : <https://tanahair.indonesia.go.id/>

Dari jalur yang direncanakan dilakukan analisa hidrolika untuk menentukan dimensi pipa yang akan digunakan. Berikut contoh penghitungan menggunakan metode Hazen-William dengan menggunakan jalur dari 11 menuju 12 dengan asumsi kemiringan hidrolis sama dengan kemiringan tanah:

Diketahui:

Jarak (L) = 200 m
 Debit (Q) = 0,1166 m³/dt

1. Menentukan diameter pipa

$$S = \frac{\text{Elevasi tanah hulu} - \text{elevasi tanah hilir}}{\text{panjang pipa}}$$

$$S = \frac{480,20 - 475,00}{200,00}$$

$$S = 0,0250$$

Koefisien kekasaran pipa HDPE (C_H) = 140

$$D = \left(\frac{Q}{0,278 \times C_H \times S^{0,54}} \right)^{\left(\frac{1}{2,63} \right)}$$

$$D = \left(\frac{0,116}{0,278 \times 140 \times 0,025^{0,54}} \right)^{\left(\frac{1}{2,63} \right)}$$

$$D = 0,241 \text{ m}$$

$$D = 241 \text{ mm}$$

Dengan demikian diameter pipa minimal adalah 241 mm. Untuk menentukan diameter pipa yang umum tersedia digunakan pendekatan:

V.maks = 4,5 m/dt
 V.min = 0,3 m/dt

Pipa yang dipilih adalah pipa berdiameter 315 mm dengan diameter dalam 257,8 mm atau 12 inch, sebab diameter dalam yang paling mendekati syarat minimal adalah 12 inch. Hasil perhitungan A dengan diameter pipa yang digunakan sebagai berikut:

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 257,8^2$$

$$= 0,052 \text{ m}^2$$

2. Menghitung hilang tekanan (h_f)

$$h_f = \left(\frac{Q}{0,278 \times C_H \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$$

$$h_f = \left(\frac{0,116}{0,278 \times 140 \times 257,8^{2,63}} \right)^{1,85} \times 200$$

$$h_f = 3,142 \text{ m}$$

3. Menghitung kecepatan aliran dan debit aliran

Kontrol kecepatan (v) = Q/A
 = 0,1166 / 0,052
 = 2,233 m/s → OKE

(0.3 m/s ≤ v ≤ 4,5 m/s) → (0.3 m/s ≤ 2,233 m/s ≤ 4,5 m/s)

Kontrol debit (Q) = V x A
 = 2,233 m/s x 0,052
 = 0,1166 m³/s → OKE

(Q kontrol ≥ Q kebutuhan) → (0,1166 m³/s ≥ 0,1166 m³/s)

4. Menghitung sisa tekan

El. Tinggi energi hulu = 466,49 + 1,385² / (2 x 9,8)
 = 518,68 m
 El. Tinggi energi hilir = 466,49 + 1,385² / (2 x 9,8) + 0,98237
 = 462,57 m.
 Kontrol sisa tekan = 518,68 - 462,57
 = 56,11 m → OKE

(10m < sisa tekan < 100m) → (10m < 56,11 < 100m)

Hasil perhitungan menyatakan jika tekanan pada pipa masih memenuhi syarat, namun terdapat 7 titik yang memiliki tekanan kurang dari yang disyaratkan, maka dari itu diperlukan bantuan 6 pompa dengan head 50m dan 1 pompa dengan head 80m.

Rencana Anggaran Biaya

Tabel 6. Rencana Anggaran Biaya

| No. | URAIAN PEKERJAAN | SATUAN | VOLUME | HARGA SAT. (Rp) | JUMLAH (Rp) |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------|----------|---------------------------|-----------------------------|
| I. PEKERJAAN PERSIAPAN | | | | | |
| 1 | Pembersihan lokasi | m ² | 51351,95 | Rp 15.583 | Rp 800.217.359 |
| 2 | Pengukuran dan pemasangan bowplank | m' | 78,00 | Rp 121.641 | Rp 9.487.998 |
| | | | | SUB TOTAL | Rp 809.705.357 |
| II. PEKERJAAN PIPA | | | | | |
| 1 | Galian Tanah | m ³ | 24759,85 | Rp 87.613 | Rp 2.169.284.738 |
| 2 | Urugan Pasir | m ³ | 6448,03 | Rp 170.695 | Rp 1.100.646.538 |
| 3 | Timbunan Tanah | m ³ | 12379,93 | Rp 147.235 | Rp 1.822.758.257 |
| 4 | Pemasangan Pipa | | | | |
| a. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 2" | m | 1571,75 | Rp 53.766 | Rp 84.506.711 |
| b. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 5" | m | 1866,45 | Rp 134.954 | Rp 251.884.893 |
| c. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 8" | m | 2039,26 | Rp 333.540 | Rp 680.174.780 |
| d. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 9" | m | 6736,05 | Rp 336.036 | Rp 2.263.555.298 |
| e. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 10" | m | 12221,58 | Rp 516.436 | Rp 6.311.663.889 |
| f. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 12" | m | 8457,81 | Rp 522.325 | Rp 4.417.725.608 |
| g. | Pemasangan Pipa HDPE Ø 14" | m | 1341,73 | Rp 531.903 | Rp 713.670.212 |
| 5 | Aksesoris Pipa | | | | |
| a. | Elbow 45° Ø8" | bh | 1,00 | Rp 1.223.900 | Rp 1.223.900 |
| b. | Elbow 90° Ø8" | bh | 1,00 | Rp 1.796.800 | Rp 1.796.800 |
| c. | Elbow 90° Ø9" | bh | 12,00 | Rp 2.473.000 | Rp 29.676.000 |
| | | | | SUB TOTAL | Rp 19.959.524.425 |
| III. PEKERJAAN RESERVOIR | | | | | |
| 1 | Pembesian | kg | 168,98 | Rp 17.887 | Rp 3.022.541 |
| 2 | Beton K-250 | m ³ | 45,00 | Rp 1.299.463 | Rp 58.475.835 |
| 3 | Rabat beton K-100 | m ³ | 60,50 | Rp 1.030.690 | Rp 62.356.745 |
| 4 | Bekisting dasar | m ² | 242,00 | Rp 88.286 | Rp 21.365.212 |
| 5 | Bekisting dinding | m ² | 208,00 | Rp 88.286 | Rp 18.363.488 |
| | | | | SUB TOTAL | Rp 163.583.821 |
| V. PEKERJAAN RUMAH POMPA | | | | | |
| | | | 7 | | |
| 1 | Pembersihan Lokasi | m ² | 63,00 | Rp 15.583 | Rp 981.729 |
| 2 | Galian tanah | m ³ | 66,15 | Rp 87.613 | Rp 5.795.600 |
| 3 | Timbunan Kembali | m ³ | 7,00 | Rp 147.235 | Rp 1.030.645 |
| 4 | Pondasi Batu Kali | m ³ | 9,66 | Rp 195.000 | Rp 1.883.700 |
| 5 | Sloof | m ³ | 2,52 | Rp 1.030.690 | Rp 2.597.339 |
| 6 | Kolom | m ³ | 0,27 | Rp 1.299.463 | Rp 350.855 |
| 7 | Pasangan Bata | m ² | 36,00 | Rp 17.887 | Rp 643.932 |
| 8 | Pasir Urug | m ³ | 0,68 | Rp 170.695 | Rp 115.219 |
| 9 | Lantai Beton Cor | m ³ | 3,60 | Rp 1.030.690 | Rp 3.710.484 |
| 10 | Plat Beton | m ³ | 1,35 | Rp 1.299.463 | Rp 1.754.275 |
| | | | | SUB TOTAL | Rp 20.431.107 |
| VI. PENGADAAN POMPA | | | | | |
| 1 | Pemasangan Listrik 2200 VA | Set | 1,00 | Rp 2.959.382 | Rp 2.959.382 |
| 2 | Pompa Air Head 50 | Set | 6,00 | Rp 39.943.956 | Rp 239.663.736 |
| 3 | Pompa Air Head 80 | Set | 1,00 | Rp 106.183.956 | Rp 106.183.956 |
| | | | | SUB TOTAL | Rp 348.807.074 |
| | | | | JUMLAH | Rp 21.302.051.784,86 |
| | | | | PPN 10% | Rp 2.130.205.178,49 |
| | | | | TOTAL (A + B) | Rp 23.432.256.963,35 |
| | | | | TOTAL (Dibulatkan) | Rp 23.432.257.000,00 |

Contoh penghitungan Pekerjaan Pembersihan:

Diketahui :

$$\text{Volume} = 51.351,95 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga satuan} = \text{Rp}15.583,00/\text{m}^2$$

Maka, anggaran biaya untuk pekerjaan pembersihan lahan adalah :

$$\begin{aligned} \text{RAB} &= \text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan} \\ &= 51351,95 \times \text{Rp}15.583,00 \\ &= 800.217.359 \end{aligned}$$

Jadi biaya yang diperlukan pada pekerjaan pembesihan lahan lokasi proyek yaitu sebesar Rp 800.217.359

4. KESIMPULAN

1. Jumlah penduduk pada tahun 2041 sebanyak 92.443 jiwa
2. Kebutuhan air total di Kecamatan Tugu sebesar 0,116 m³/detik.

3. Jaringan pipa transmisi dan distribusi yang direncanakan menggunakan pipa jenis HDPE (PE -100 S-5 SDR 11 PN-12,5) sepanjang 34234,63 m dengan rincian diameter dan panjang pipa sebagai berikut :

- a. Diameter 14" sepanjang 1341,73 m
- b. Diameter 12" sepanjang 8.457,81 m
- c. Diameter 10" sepanjang 12.221,58 m
- d. Diameter 9" sepanjang 6.736,05 m
- e. Diameter 8" sepanjang 2.039,26 m
- f. Diameter 5" sepanjang 1.866,45 m
- g. Diameter 2" sepanjang 1.571,75 m

4. Biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan ini sebesar Rp23.432.257.000,00

Daftar Pustaka

- [1] Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum tentang pengembangan SPAM. 2000.
- [2] Triatmodjo, Bambang 2015. Hidrologi Terapan. Yogyakarta
- [3] <https://tanahair.indonesia.go.id/>