

PERENCANAAN JARINGAN PIPA AIR BERSIH KECAMATAN KRIAN KABUPATEN SIDOARJO

Joni Ardi Wijaya¹, Medi Efendi²,

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang²

Email: jonimadhas1@gmail.com¹ medipolinema@gmail.com²

ABSTRAK

Kecamatan Krian mengalami pertumbuhan penduduk yang semakin besar dan diikuti tingkat kebutuhan air bersih setiap tahunnya. Meskipun Kecamatan Krian sudah terlayani jaringan distribusi air bersih akan tetapi tidak semua wilayah terdistribusi air bersih. Dari permasalahan tersebut, penelitian berikut bertujuan untuk mengetahui jumlah penduduk dan fasilitas umum tahun 2038, termasuk kebutuhan air, dimensi jaringan pipa, dan estimasi anggaran biaya. Data yang diperlukan dalam penelitian yaitu jumlah penduduk dari tahun 2014 sampai 2023, Peta Topografi, data debit sumber air, dan HSPK Sidoarjo 2022. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode aritmatika, metode geometrik, dan metode eksponensial yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk tahun 2038, Serta dilakukan perhitungan analisa hidrolika untuk mengetahui debit kebutuhan air. Hasil penyusunan skripsi ini didapat jumlah penduduk mencapai 79.898 jiwa pada tahun 2038, dengan kebutuhan air didapatkan sebesar 163,370 liter/detik. Serta didapatkan ukuran pipa transmisi Ø24 inci, pipa distribusi Ø16 inci, Ø12 inci, Ø10 inci, Ø8 inci, dan Ø6 inci. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jaringan air bersih adalah sebesar Rp69.138.576.000,00.

Kata kunci : perencanaan, jaringan pipa, air bersih

ABSTRACT

Krian sub-district is experiencing increasing population growth and is followed by the level of clean water needs every year. Although Krian sub-district has been served by a clean water distribution network, not all areas are distributed clean water. From these problems, the following study aims to determine the population and public facilities in 2038, including water needs, pipe network dimensions, and budget estimates. The data needed in the study are the population from 2014 to 2023, Topographic Maps, water source discharge data, and Sidoarjo HSPK 2022. The research methods used are the arithmetic method, geometric method, and exponential method which are used to calculate population growth in 2038, and hydraulic analysis calculations are carried out to determine the discharge of water needs. The results of the preparation of this thesis show that the population will reach 79,898 people in 2038, with water needs of 163.370 liters/second. And obtained the size of the transmission pipe Ø24 inches, distribution pipe Ø16 inches, Ø12 inches, Ø10 inches, Ø8 inches, and Ø6 inches. The planned budget for the planning of the clean water network is Rp69,138,576,000.00.

Keywords : planning, pipe network, clean water

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk diikuti dengan peningkatan kebutuhan air bersih disuatu daerah. Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, menjadikan ketersediaan air bersih terbatas. Dengan terbatasnya ketersediaan air bersih akan mengakibatkan pelayanan penyediaan air belum maksimal dan merata.

Kecamatan Krian merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo dengan memiliki luas wilayah 32,50 km² yang terdiri dari 22 desa / kelurahan. Kecamatan ini mengalami pertumbuhan penduduk semakin besar sehingga diikuti dengan peningkatan kebutuhan air bersih setiap tahunnya. Meskipun Kecamatan Krian sudah terlayani jaringan distribusi air bersih oleh PDAM akan tetapi hanya desa / kelurahan Barengkrajan, Jaticalang, Jeruk Gamping,

Katrungan, Krian, Kraton, Sidomojo, Sidorejo, Tambak Kemerakan, dan Tropodo yang teraliri air bersih. Karena tidak semua area teraliri air bersih maka warga menggunakan sumber air tanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Dari permasalahan diatas, penulis akan membahas tentang Perencanaan Jaringan Pipa Air Bersih di Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di daerah tersebut sehingga dapat dimanfaatkan dengan maksimal.

2. METODE

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi pertumbuhan penduduk dapat dihitung dengan tiga metode dengan umur rencana proyeksi yaitu 15 tahun dengan rumus sebagai berikut:

- Metode Aritmatik:

$$Pt = Po \times (1 + n \times r) \quad (1)$$

- Metode Geometrik:

$$Pt = Po \times (1 + r)^n \quad (2)$$

- Metode Eksponensial:

$$Pt = Po \times e^{rn} \quad (3)$$

Keterangan:

Pt = Jumlah Penduduk pada akhir periode t (orang)

Po = Jumlah Penduduk pada awal periode t (orang)

r = Tingkat pertumbuhan penduduk

n = Tahun Proyeksi

dengan rumus r yaitu:

$$r = \left(\frac{\text{penduduk}(n) - \text{penduduk}(n-1)}{\text{penduduk}(n-1)} \right) \times 100\% \quad (4)$$

$$Rrata = \left(\frac{\text{Jumlah rata-rata pertumbuhan}(\%)}{\text{Jumlah tahun data}} \right) \quad (5)$$

Dari perhitungan pertumbuhan penduduk dilakukan perhitungan standart deviasi dari ketiga metode dengan menggunakan rumus berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_r)^2}{(n-1)}} \quad (6)$$

Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang dibutuhkan untuk mengaliri air bersih dari reservoir menuju rumah penduduk. Berikut rumus perhitungan kebutuhan air domestik:

- Sambungan Rumah (SR)

$$SR = \text{jumlah terlayani} \times \text{konsumsi SR} \times \%SR \quad (7)$$

- Hidran Umum (HU)

$$HU = \text{jumlah terlayani} \times \text{konsumsi HU} \times \%HU \quad (8)$$

- Kebutuhan Air Domestik (Qd)

$$Qd = SR + HU \quad (9)$$

b. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air yang diperlukan untuk mengaliri fasilitas umum. Berikut rumus perhitungan kebutuhan air non domestik:

$$Fn = w \times fo \quad (10)$$

$$w = \frac{Pn}{Po} \quad (11)$$

$$Pt = \text{jumlah fasilitas umum} \times \text{nilai konsumsi} \quad (12)$$

c. Kebutuhan Air Harian Rata-rata

Kebutuhan air harian rata-rata adalah total kebutuhan air domestik dan non domestik.

$$Qrt = Qd + Qnd \quad (13)$$

d. Kehilangan Air

Kehilangan air yaitu banyaknya air yang hilang akibat kebocoran air. Berikut rumus kehilangan air:

$$Qha = \text{faktor kebocoran air} \times Qrt \quad (14)$$

e. Kebutuhan Rencana Air

Kebutuhan rencana air adalah total kebutuhan air harian rata-rata dan kehilangan air.

$$Qr = Qrt + Qha \quad (15)$$

f. Kebutuhan Air Jam Maksimum dan Jam puncak

Tingkat kebutuhan air bersih yang sejalan dengan tinggi rendahnya aktivitas. Berikut rumus kebutuhan air jam maksimum dan jam puncak:

$$Qpeak = (Qd + Qnd + Qha) \times \text{faktor jam puncak} \quad (16)$$

$$Qmaks = (Qd + Qnd + Qha) \times \text{faktor jam maksimum} \quad (17)$$

Dimensi Pipa

$$Q = A \times v \quad (18)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \quad (19)$$

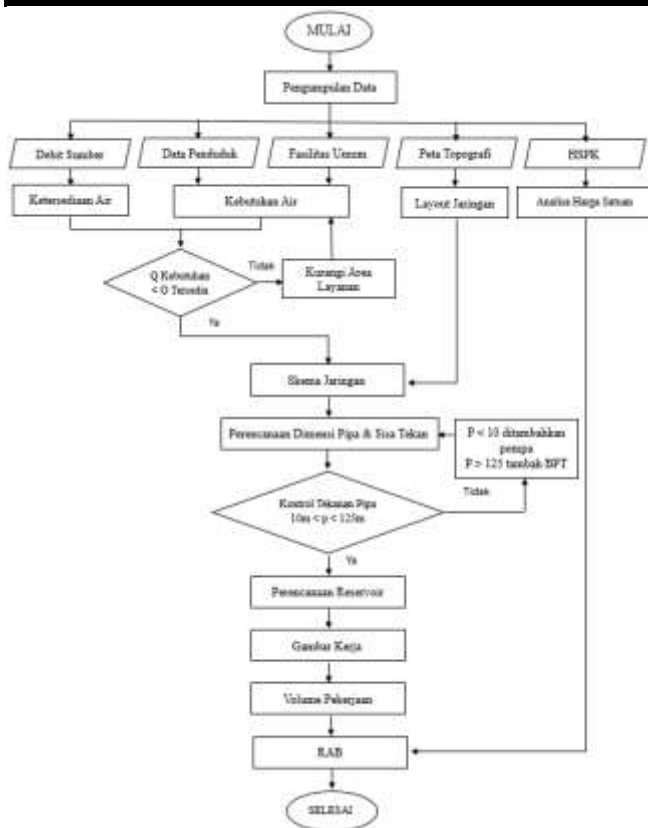
Kehilangan Tinggi Tekanan dihitung karena aliran dalam pipa mengalami tegangan geser dan perubahan kecepatan aliran. Berikut rumus kehilangan tinggi tekanan:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}} \quad (20)$$

$$Hf = \left(\frac{Q}{0,2875 \times Chw \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \quad (21)$$

Perhitungan tinggi energi berdasarkan rumus Bernoulli yaitu :

$$H_1 + v_1^2/2g + P_1/\gamma = H_2 + v_2^2/2g + P_2/\gamma + hf \quad (22)$$



Gambar 2 Diagram alir Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Sebelum dilakukan perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk, dilakukan perhitungan laju pertumbuhan penduduk. Berikut contoh Perhitungan proyeksi penduduk di Kecamatan Krian pada Desa Gamping.

$$r = \frac{\text{jumlah penduduk 2015} - \text{jumlah penduduk 2014}}{\text{jumlah penduduk 2014}} \times 100\%$$

$$r_{2015} = \frac{4172 - 4172}{4172} \times 100\%$$

$$r_{2015} = 0,00 \%$$

setelah dilakukan perhitungan laju pertumbuhan maka dilakukan perhitungan laju pertumbuhan rata-rata.

$$r \text{ rata-rata} = \frac{\text{Jumlah laju pertumbuhan penduduk} (\%)}{\text{jumlah tahun data}}$$

$$= \frac{0,00 + 0,00 + 0,00 + 19,49 + 0,00 + (27,36) + (-18,37) + 1,54 + 3,78}{9}$$

$$= 3,76\%$$

Selanjutnya yaitu perhitungan proyeksi penduduk dengan ketiga metode. Setelah didapatkan proyeksi penduduk tiap metode, dilakukan perhitungan standar deviasi untuk menentukan nilai terkecil. Berikut hasil proyeksi di Kecamatan krian yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Proyeksi Penduduk Kecamatan Krian

Desa	Jumlah Penduduk 2023	3038
------	-------------------------	------

Gamping	5462	9506
Junwangi	4991	5965
Keboharan	5026	5101
Kemasan	6118	9719
Ponokawan	3862	2649
Sedengan Mijen	5851	8657
Sidomulyo	5971	6733
Tempel	8012	10960
Terik	3505	4108
Terung Kulon	5578	6812
Terung Wetan	2520	2751
Watugolong	6042	6937

Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Domestik

Berikut contoh perhitungan kebutuhan air domestik di Desa Gamping.

$$Q_d = SR + HU$$

$$= 9,903 + 0$$

$$= 9,903 \text{ liter/detik}$$

Dari hasil perhitungan kebutuhan air domestik di Desa Gamping didapatkan sebesar 9,903 l/dt. Adapun hasil perhitungan kebutuhan air domestik di Kecamatan Krian yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Krian

Desa	Penduduk Terlayani	Sambungan Rumah (SR) lt/dt	Hidran Umum (HU) lt/dt	Qd lt/dt
Gamping	9506	8556	9,903	9,903
Junwangi	5965	5369	6,214	6,214
Keboharan	5101	4591	5,314	5,314
Kemasan	9719	8748	10,125	10,12
Ponokawan	2649	2385	2,760	2,760
Sedengan Mijen	8657	7792	9,019	9,019
Sidomulyo	6733	6060	7,014	7,014
Tempel	10960	9864	11,417	11,41
Terik	4108	3698	4,280	4,280
Terung Kulon	6812	6131	7,096	7,096
Terung Wetan	2751	2476	2,866	2,866
Watugolong	6937	6244	7,227	7,227
Jumlah	79898	71914	83,234	83,23

b. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik dapat dihitung berdasarkan jumlah fasilitas umum yang ada di Kecamatan Krian dan dilakukan perhitungan proyeksi fasilitas umum pada tahun

2038. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air untuk fasilitas umum Masjid di Desa Gamping.

$$\begin{aligned} Q_{nd} &= \text{jumlah unit} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 7 \times 3000 = 21.000 \text{ liter/hari} \\ &= 0,243 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kebutuhan air non domestik untuk fasilitas umum Masjid di Desa Gamping didapatkan sebesar 0,243 l/dt. Adapun hasil perhitungan kebutuhan air non domestik di Kecamatan Krian yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Kebutuhan Air Non Domestik Kecamatan Krian

No.	Desa	Qnd liter/detik
1	Gamping	0,794
2	Junwangi	1,037
3	Keboharan	0,632
4	Kemasan	1,097
5	Ponokawan	0,281
6	Sedengan Mijen	0,670
7	Sidomulyo	0,497
8	Tempel	0,806
9	Terik	0,530
10	Terung Kulon	0,363
11	Terung Wetan	0,306
12	Watugolong	0,513
Total		7,527

c. Kebutuhan Air Harian Rata-rata

$$\begin{aligned} Q_{rt} &= Q_d + Q_{nd} \\ &= 9,903 + 0,794 = 10,697 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

d. Kehilangan Air

$$\begin{aligned} Q_{ha} &= 20\% \times Q_{rt} \\ &= 20\% \times 10,697 = 2,139 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

e. Kebutuhan Rencana

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_d + Q_{nd} + Q_{ha} \\ &= 9,903 + 0,794 + 2,139 \\ &= 12,837 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

f. Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

$$\begin{aligned} Q_{maks} &= Q_r \times 1,1 \\ &= 13,808 \times 1,1 = 15,189 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{peak} &= Q_r \times 1,5 \\ &= 13,808 \times 1,5 = 20,712 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

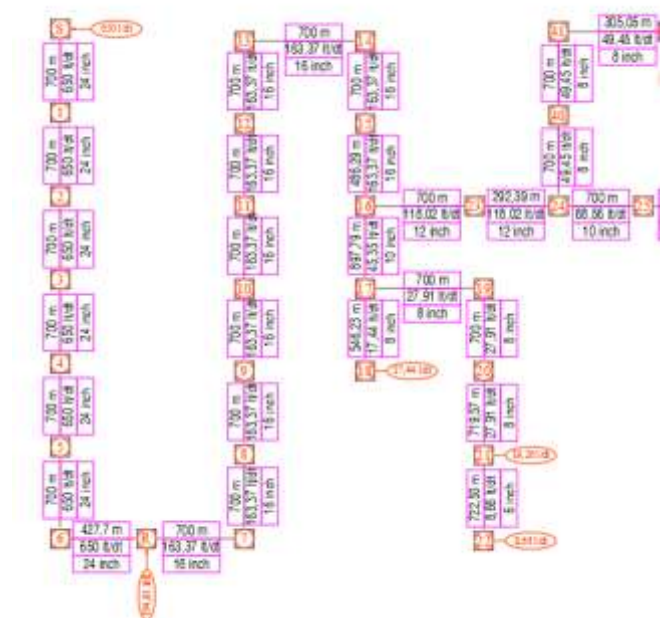
Berdasarkan contoh perhitungan kebutuhan air maksimum dan jam puncak di Desa Gamping Berikut rekapitulasi kebutuhan air di Kecamatan Krian yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Rekapitulasi Kebutuhan Air Kecamatan Krian

Desa	Q harian max lt/dt	Q jam puncak lt/dt
Gamping	14,120	19,255
Junwangi	9,572	13,052
Keboharan	7,848	10,702
Kemasan	14,814	20,200
Ponokawan	4,015	5,474
Sedengan Mijen	12,789	17,439
Sidomulyo	9,915	13,520
Tempel	16,134	22,001
Terik	6,350	8,659
Terung Kulon	9,846	13,427
Terung Wetan	4,186	5,709
Watugolong	10,217	13,932
total kebutuhan air (l/dt)		163,370
total kebutuhan air (m3/dt)		0,1634

Skema Jaringan

Dalam penentuan debit pada jaringan distribusi dilakukan dari titik terjauh reservoir menuju reservoir. Berikut contoh jaringan air bersih dari sumber menuju node 41 dan node 25 yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Skema Jaringan Kecamatan krian

Dimensi Pipa

Dalam perhitungan dimensi pipa dilakukan perhitungan menggunakan rumus persamaan Hazen-

William. Berikut contoh perhitungan dimensi pipa pada node 7-8 Dengan nilai Ch pada pipa HDPE adalah 140.

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{max} \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,163}{4,5 \times \pi}} = 0,215 \text{ m}$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{min} \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,163}{0,3 \times \pi}} = 0,883 \text{ m}$$

Setelah dilakukan perhitungan Dmin dan Dmax maka dilakukan penentuan yang akan digunakan yaitu $D_{min} < D_{pakai} < D_{max}$. Dengan batas diameter tersebut maka yang digunakan adalah 0,400 m atau 16 inchi.

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

$$= \left(\frac{0,163}{0,278 \times 140 \times 0,4^{2,63}} \right)^{1,85} \times 700$$

$$= 2,42 \text{ meter}$$

Beda Tinggi (Δh) = panjang pipa x s tanah
 $= 700 \times (0,001) = 0,927 \text{ meter}$

Elevasi Pipa Hulu = elevasi tanah hulu – kedalaman pipa
 $= 15,00 - 1 \text{ (asumsi)} = 14,0 \text{ meter}$

Elevasi Pipa Hilir = elevasi pipa hulu – Δh
 $= 14,00 - (0,927) = 13,07 \text{ meter}$

Tinggi Energi Hulu = elevasi pipa hulu + $\frac{v^2}{2g}$ + sisa tekan sebelumnya
 $= 14,00 + \frac{1,299^2}{2g} + 54,49$
 $= 57,99 \text{ meter}$

Tinggi Energi Hilir = elevasi tanah hilir + $\frac{v^2}{2g}$ + kehilangan tekan
 $= 13,07 + \frac{1,299^2}{2g} + 2,42$
 $= 15,58 \text{ meter}$

Berikut rekapitulasi perhitungan tinggi energi hulu dan hilir yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Rekapitulasi Tinggi Energi Hulu dan Hilir

			Elevasi Pipa		Elevasi Tinggi Energi		Sisa Tekan
Pipa	Hf (m)		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
1	16		19	20	21	22	23
S	1	4,34	14,00	9,00	16,00	13,60	62,40
1	2	4,34	9,00	14,00	71,66	18,60	53,06
2	3	4,34	14,00	14,00	67,33	18,60	48,73
3	4	4,34	14,00	9,00	62,99	13,60	49,39
4	5	4,34	9,00	14,00	58,66	18,60	40,06

5	6	4,34	14,00	14,00	54,32	18,60	35,72
6	R	2,65	14,00	14,00	49,99	16,92	33,07
R	7	2,42	14,00	14,00	16,00	16,51	59,49
7	8	2,42	14,00	13,07	73,58	15,58	58,00
8	9	2,42	13,07	9,00	71,16	11,51	59,65
9	10	2,42	9,00	9,00	68,73	11,51	57,22
10	11	2,42	9,00	12,29	66,31	14,80	51,51
11	12	2,42	12,29	10,29	63,89	12,79	51,09
12	13	2,42	10,29	9,00	61,47	11,51	49,96
13	14	2,42	9,00	9,00	59,04	11,51	47,53
14	15	2,42	9,00	10,44	56,62	12,94	43,68
15	16	1,68	10,44	9,00	54,20	10,77	43,43

Reservoir

Dalam penentuan dimensi reservoir perlu dilakukan perhitungan suplai air dan pemakaiannya selama 24 jam. Menurut unit produksi dalam sistem penyediaan air minum, (2010) menjelaskan tentang angka fluktuasi untuk perhitungan kebutuhan air bersih dalam sehari yang dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Fluktuasi Kebutuhan Air

Jam		Jumlah Pemakaian (%)	Jumlah suplai (%)	Surplus Air (%)	Defisit (%)
22	5	5,25	29,17	23,917	-
5	6	4,00	4,17	0,167	-
6	7	6,00	4,17		1,833
7	9	16,00	8,33		7,667
9	10	6,00	4,17		1,833
10	13	15,00	12,50		2,500
13	17	24,00	16,67		7,333
17	18	10,00	4,17		5,833
18	20	9,00	8,33		0,667
20	21	3,00	4,17	1,167	
21	22	1,75	4,17	2,417	
Jumlah		100,00	100,00	27,67	27,67

Dalam perhitungan dimensi reservoir rencana diasumsikan untuk kedalaman 3 m dan untuk perbandingan panjang dan lebar adalah 1:1. maka dimensi reservoir sebagai berikut.

$$\text{Tinggi} = 3\text{m}$$

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$\begin{aligned}
 162,716 &= P \times L \times 3 \text{ m} \\
 54,239 &= L \times L \\
 54,39 &= L^2 \\
 L &= 7,36 \text{ meter} \approx 8 \text{ meter} \\
 \text{Maka, } P &= L \\
 &= 8 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh dimensi reservoir rencana adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Volume rencana} &= P \times L \times T \\
 &= 8 \times 8 \times 3 \\
 &= 192 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya dapat dihitung menggunakan cara dari hasil volume tiap pekerjaan dikali harga satuan pekerjaan. Berikut contoh perhitungan rencana anggaran biaya pada pekerjaan pipa HDPE Ø 400 mm.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Harga} &: \text{volume pekerjaan} \times \text{AHSP} \\
 &: 6786,29 \times \text{Rp } 4.999.427,20 \\
 &: \text{Rp } 14.443.939.636,00
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan biaya pekerjaan pipa HDPE Ø 400 mm didapatkan sebesar Rp14.443.939.636,00. Berikut rekapitulasi rencana anggaran biaya yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 1.652.800.460,13
2	Pekerjaan Tanah	Rp 7.620.314.062,32
3	Pekerjaan Pemasangan Pipa	Rp 52.520.786.272,56
4	Pengadaan Aksesoris Pipa	Rp 61.729.000,00
5	Pengadaan dan pemasangan Pompa	Rp 431.375.000,00
TOTAL		Rp 62.287.004.795,01
PPN 11%		Rp 6.851.570.527,45
TOTAL BIAYA		Rp 69.138.575.322,46
PEMBULATAN		Rp 69.138.576.000,00
Terbilang : Enam Puluh Sembilan Miliar Seratus Tiga Puluh Delapan Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Rupiah		

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Jumlah pertumbuhan penduduk tahun 2038 di Kecamatan Krian sebanyak 79.898 jiwa.
2. Kebutuhan air bersih yang diperlukan di kecamatan Krian tahun 2038 sebanyak 0,163 m³/detik.
3. Dimensi jaringan pipa air bersih Kecamatan Krian kabupaten Sidoarjo untuk pipa transmisi menggunakan pipa HDPE Ø 24 inchi (700 mm) dan pipa distribusi menggunakan pipa HDPE Ø 16 inchi, pipa HDPE Ø 12 inchi, pipa HDPE Ø 10 inchi, pipa HDPE Ø 8 inchi, dan pipa HDPE Ø 6 inchi.
4. Anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan air bersih di Kecamatan Krian Kabupaten Sidoarjo sebesar Rp69.138.576.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adiotomo, S. M., & Samosir, O. B., (2010). *Dasar-dasar demografi* (Ed. ke-2). Jakarta: Salemba Empat.
- [2] Aldriansyah, F. C., Suhardono, A., & Muharis, C. (2024). *Perencanaan Sistem Jaringan Dan Distribusi Air Bersih Air Bersih Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo*. Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK), 5(3), 208-213.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2010). *Pedoman perhitungan proyeksi penduduk dan angkatan kerja*. Jakarta: Pengarang.
- [4] Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2000). *Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Mium Lampiran III*. Jakarta: Pengarang.
- [5] Joko, T. (2010). *Unit air baku dalam sistem penyediaan air minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Ramdani, F., Suhardono, A., & Charits, M. (2022). *Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Di Kecamatan Suruh Kabupaten Trenggalek*. Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK), 3(1), 111-116.