

ANALISIS EFISIENSI JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM KOTA MALANG SERTA PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI BARU

Aulya Ramadhani Z.T¹, Medi Efendi,² Moh. Charits³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

aulyarzt@gmail.com¹, medipolinema@gmail.com², mohcharits2021@gmail.com³

ABSTRAK

Salah satu hambatan bagi PDAM Kota Malang dalam penyediaan air minum ialah kehilangan air akibat kebocoran pipa. Tingkat kehilangan air yang tinggi akan berdampak pada penurunan efisiensi sistem distribusi air bersih dan peningkatan biaya operasional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi sistem distribusi air bersih yang dimiliki oleh PDAM Malang berbasis District Meter Area (DMA) dan perencanaan ulang pada DMA dengan nilai efisiensi terendah. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu dengan menganalisis efisiensi, menghitung proyeksi pelanggan, menghitung debit kebutuhan, perencanaan jaringan pipa transmisi dan distribusi, menghitung dimensi pipa dan reservoir serta penghitungan anggaran biaya. Berdasarkan hasil penghitungan efisiensi terdapat dua zona terendah yaitu zona karangan sebesar 28% dan zona bangkon 51%, proyeksi pelanggan tahun 2037 pada zona karangan sebesar 7.220 jiwa dan zona bangkon 25.879 jiwa, debit kebutuhan air total zona karangan sebesar 5,540 lt/dt dan zona bangkon 23,914 lt/dt, pengaliran menggunakan pipa HDPE dengan diameter 6inch, 4inch, 3inch, 2 ½ inch, dan 2inch dan reservoir dengan dimensi 3m x 2m x 2m. Rencana anggaran biaya untuk zona karangan sebesar Rp6.255.949.464,00 dan pada zona bangkon sebesar Rp20.122.616.665,00 sehingga total rencana anggaran biaya kedua zona tersebut sebesar Rp26.378.566.500,00

Kata kunci: efisiensi jaringan; perencanaan ulang; distribusi air bersih

ABSTRACT

One of the obstacles for PDAM Kota Malang in supplying drinking water is water loss due to pipe leaks. High levels of water loss will have an impact on reducing the efficiency of the clean water distribution system and increasing operational costs. Therefore, this study aims to determine the efficiency of the clean water distribution system owned by PDAM Malang based on District Meter Area (DMA) and re-planning on the DMA with the lowest efficiency value. The steps that must be taken are analyzing efficiency, calculating customer projections, calculating demand debits, planning transmission and distribution pipelines, calculating pipe and reservoir dimensions and calculating the budget. Based on the efficiency calculation results, there are 2 lowest zones, namely the Karangan Zone of 28% and the Bangkon Zone of 51%, projected customers in 2037 in the Karangan Zone of 7,220 people and the Bangkon Zone of 25,879 people, the total water demand discharge of the Karangan Zone is 5,540 lt/s and the Bangkon Zone 23,914 lt/s, using HDPE pipes with diameters of 6 inches, 4 inches, 3 inches, 2 ½ inches and 2 inches and a reservoir with dimensions of 3m x 2m x 2m. The budget plan for the Karangan Zone is Rp6,255,949,464.00 and for the Bangkon Zone it is Rp20,122,616,665.00. So that the total planned budget for the two zones is Rp26,378,566,500.00

Keywords: network efficiency; re-planning; clean water distribution

1. PENDAHULUAN

Salah satu upaya pemerintah dalam memenuhi kebutuhan air bersih ialah melalui Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menargetkan 100% akses air minum aman

pada tahun 2024. Dalam proses pencapaian target tersebut terdapat beberapa hambatan, salah satunya yaitu terjadinya Non Revenue Water (NRW) atau kehilangan air pada jaringan distribusi air bersih. Secara Teknis, kehilangan air pada jaringan distribusi air bersih dapat disebabkan oleh

berbagai faktor seperti adanya kebocoran akibat kondisi fisik jaringan distribusi yang tidak baik, dan pengelolaan jaringan distribusi yang kurang efektif.

Apabila diamati, dalam satu bulan sering kali jaringan perpipaan milik PDAM Kota Malang mengalami kebocoran. Hal tersebut dapat dibuktikan melalui pemberitahuan resmi dari social media milik PDAM Kota Malang maupun kejadian yang diamati secara langsung di sekitar. Gangguan pelayanan tersebut kebanyakan terjadi akibat kebocoran pipa transmisi di suatu lokasi yang akan berdampak air yang mengalir kecil hingga pemutusan aliran sejenak pada lokasi lainnya yang sejalur. Tentu hal tersebut sangat merugikan masyarakat serta PDAM Kota Malang itu sendiri. Tingkat kehilangan air yang tinggi akan berdampak pada menurunnya efisiensi sistem distribusi air bersih dan meningkatnya biaya operasional.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur efisiensi sistem distribusi air bersih milik PDAM Kota Malang berdasarkan District Meter Area (DMA) menggunakan metode analisis efisiensi Data Envelopment Analysis (DEA) yang nantinya hasil analisis akan diurutkan serta melakukan perencanaan ulang pada jaringan yang memiliki nilai efisiensi terkecil. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang berguna bagi pemerintah dan pihak terkait dalam meningkatkan efisiensi sistem distribusi air bersih di Kota Malang dan meningkatkan ketersediaan air bersih bagi masyarakat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proyeksi Pelanggan

Untuk mengetahui jumlah pelanggan pada tahun rencana maka dilakukan proyeksi. Proyeksi pelanggan dihitung dengan menentukan rasio laju pertumbuhan penduduk.

$$r = \frac{\text{Jumlah rata-rata pertumbuhan (\%)}}{\text{Jumlah tahun data}} \quad (1)$$

Setelah diketahui nilai rasio, jumlah pelanggan dapat diproyeksikan dengan 3 metode.

Metode Aritmatika

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

Metode Geometrik

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

Metode Eksponensial

$$P_t = P_0 \times e^{r \times n} \quad (4)$$

Proyeksi Jumlah Fasilitas

Proyeksi fasilitas umum digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air non domestik pada tahun rencana.

$$\frac{\text{penduduk tahun } n}{\text{penduduk tahun awal}} = \frac{\text{fasilitas tahun } n}{\text{fasilitas tahun awal}} \quad (5)$$

Debit Kebutuhan

Kebutuhan air bersih didapatkan dari kebutuhan air domestik, non domestik, kebutuhan harian rata-rata, kehilangan air, kebutuhan harian maks, faktor jam puncak.

a. Kebutuhan Air Sektor Domestik

Kebutuhan air sektor domestic dihitung berdasarkan keperluan air dalam rumah tangga.

Sambungan Rumah (SR)

Jml penduduk terlayani x konsumsi SR x prosentase (6)

Hydran Umum (HU)

Jml penduduk terlayani x konsumsi HU x prosentase (7)

$$Q_{\text{domestik}} = SR + HU \quad (8)$$

b. Kebutuhan Air Sektor Non-Domestik

Kebutuhan air sektor non domestic dihitung berdasarkan jumlah fasilitas tersedia yang dikalikan dengan nilai konsumsi dari fasilitas tersebut.

$$Q_{\text{nd}} = \Sigma \text{Fasilitas Umum} \times \text{Nilai Konsumsi} \quad (9)$$

c. Kebutuhan Air Harian Rata-Rata

Kebutuhan air harian rata-rata didapatkan dengan cara menjumlahkan semua kebutuhan air dalam berbagai sektor.

$$Q_{\text{rt}} = Q_{\text{D}} + Q_{\text{ND}} \quad (10)$$

d. Kehilangan Air

Dalam perencanaan SPAM, kehilangan air juga dipertimbangkan sehingga terdapat kehilangan air yang direncanakan. Nilai kehilangan air disesuaikan dengan ketentuan dalam peraturan DPU – Dirjen Cipta Karya sebesar 20% – 30% kebutuhan harian rata-rata.

$$Q_{\text{ha}} = (20-30)\% \times Q_{\text{rt}} \quad (11)$$

e. Debit Rencana Kebutuhan Air Bersih

Debit rencana kebutuhan air bersih merupakan akumulasi dari debit kebutuhan harian rata-rata dengan debit kehilangan air.

$$Q_{\text{r}} = Q_{\text{d}} + Q_{\text{nd}} + Q_{\text{ha}} \quad (12)$$

f. Debit Harian Maksimum

Debit harian maksimum merupakan debit rencana yang digunakan sebagai debit dalam pipa transmisi. Faktor harian maksimum sebesar 1,15-1,20

$$Q_{\text{harian maks}} = Q_{\text{r}} \times f_{\text{maks}} \quad (13)$$

g. Debit Jam Puncak

Debit jam puncak digunakan pula sebagai penentu besarnya debit pada pipa distribusi. Fpeak sebesar 160%-200%

$$Q_{\text{jam puncak}} = Q_{\text{r}} \times F_{\text{peak}} \quad (14)$$

Dimensi Pipa

Dimensi pipa yang digunakan dalam suatu saluran atau jaringan harus melebihi dimensi pipa hitung atau yang diperlukan.

$$\phi_{\text{pipa}} = \left\{ \frac{Q_{\text{kebutuhan}}}{(0,2779 \times C_H \times I)^{0,54}} \right\}^{\frac{1}{2,63}} \quad (15)$$

Kehilangan Tekan

Hilangnya suatu tekanan pada pipa dipengaruhi oleh perbedaan tekanan antar hulu dan hilir, diameter pipa, kecepatan aliran dan sebagainya

$$H_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \times D^{2,63} \times C)^{1,85}} \times L \quad (16)$$

Sisa Tekan

Sisa tekan pada suatu jaringan pipa disarankan sebesar 10 – 80 m untuk menghindari kerusakan pada pipa. Penghitungan ini digunakan untuk menentukan penggunaan pompa ataupun bak pelepas tekan. Apabila sisa tekan kurang dari 10m maka diperlukan pompa dan ketika lebih dari 80m maka diperlukan pelepas tekan.

Reservoir

Reservoir merupakan bangunan penunjang yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan air. Volume reservoir dapat ditentukan berdasarkan fluktuasi kebutuhan air atau minimal

15% dari kebutuhan air maksimum per hari minimal disesuaikan dengan kebiasaan kota yang bersangkutan.

Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan merupakan tahapan yang dilakukan padapekerjaan suatu proyek mulai dari persiapan hingga akhir pekerjaan.

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) merupakan anggaran biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Penghitungan RAB dilakukan dengan cara mengalikan volume suatu pekerjaan dengan harga satuan dari pekerjaan tersebut.

3. METODE

Dalam penelitian ini memerlukan data primer yang didapatkan berupa kondisi eksisting jaringan yang didapatkan melalui survey langsung dan data sekunder berupa pembagian zona DMA, Volume air hilang, Jumlah pelanggan, Debit sumber, Data fasilitas umum, Peta Topografi, Harga satuan pekerjaan yang didapatkan melalui instansi terkait.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

ANALISIS EFISIENSI

Berdasarkan hasil analisis efisiensi menggunakan DEA-Frontlier didapatkan hasil sebagai berikut.

No.	DMA	Efisiensi
1.	Zona Betek	1,00
2.	Zona Binangun	1,00
3.	Zona Dieng	1,00
4.	Zona Mojolangu	1,00
5.	Zona Sumbersari	1,00
6.	Zona Wendit	1,00
7.	Zona Dawuhan	0,71
8.	Zona Supit Urang	0,68
9.	Zona Tlogomas	0,65
10.	Zona Buring	0,61
11.	Zona Tidar	0,57
12.	Zona Bangkon	0,51
13.	Zona Karang	0,28

Sumber: penghitungan

Dari hasil tersebut maka perencanaan ulang dilakukan pada Zona karangandan Zona Bangkon.

PROYEKSI PELANGGAN

Data awal pelanggan yang digunakan untuk memproyeksi yaitu jumlah pelanggan tahun 2015 hingga 2022. Berikut contoh penghitungan pada DMA Joyoagung Zona Karang.

$$r_{2016} = \frac{\text{pelanggan tahun 2016} - \text{pelanggan tahun 2015}}{\text{pelanggan tahun 2015}}$$

$$r_{2016} = \frac{522 - 522}{522}$$

$$r_{2016} = 0,00$$

Setelah menghitung nilai laju pertumbuhan pelanggan pertahunnya, kemudian menghitung rata-rata laju pertumbuhan.

$$r_{rata-rata} = \frac{\text{jumlah rata-rata pertumbuhan}}{\text{jumlah tahun data}}$$

$$r_{rata-rata} = \frac{0,00 + 0,00 + 0,096 + 0,094 + 0,00 + 0,147 + 1,049}{7}$$

$$r_{rata-rata} = 0,197$$

Setelah mendapatkan nilai r, maka dapat dilakukan proyeksi pelanggan.

Penghitungan metode aritmatika

$$P_t = P_o (1 + n \times r)$$

$$P_{2037} = P_{2022} (1 + 15 \times 0,197)$$

$$= 1471 (1 + 15 \times 0,197)$$

$$= 5840 \text{ pelanggan}$$

Penghitungan metode geometric

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

$$P_{2037} = P_{2022} (1 + 0,197)^{15}$$

$$= 1471 (1 + 0,197)^{15}$$

$$= 22100 \text{ pelanggan}$$

Penghitungan metode eksponensial

$$P_t = P_o \times e^{rn}$$

$$P_{2037} = P_{2022} \times 2,71828183^{0,197 \times 15}$$

$$= 1471 \times 2,71828183^{0,197 \times 15}$$

$$= 26896 \text{ pelanggan}$$

Penghitungan Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_r)^2}{(n - 1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{23749397}{(15 - 1)}}$$

$$Sd = 1302,45$$

Berdasarkan hasil penghitungan standar deviasi terkecil maka untuk menentukan jumlah pelanggan menggunakan metode aritmatika yaitu sebesar 5840 jiwa.

DMA	No	Tahun	Metode Perhitungan					
			Aritmatik		Geometrik		Eksponensial	
			Xi	(Xi-Xr) ²	Xi	(Xi-Xr) ²	Xi	(Xi-Xr) ²
Outlet Joyoagung	1	2023	1762	4156145	1762	43023696	1793	157539670
	2	2024	2053	3053494	2111	38568405	3586	115743431
	3	2025	2345	2120482	2529	33551563	5379	80377383
	4	2026	2636	1357108	3030	28001478	7172	51441525
	5	2027	2927	763373	3630	22012764	8965	28935858
	6	2028	3218	339277	4348	15785881	10758	12860381
	7	2029	3510	84819	5209	9686005	12551	3215095
	8	2030	3801	0	6241	4330046	14345	0
	9	2031	4092	84819	7476	714571	16138	3215095
	10	2032	4383	339277	8956	403037	17931	12860381

	11	2033	4675	763373	10730	5798857	19724	28935858
	12	2034	4966	1357108	12854	20542519	21517	51441525
	13	2035	5257	2120482	15399	50087783	23310	80377383
	14	2036	5548	3053494	18447	102536100	25103	115743431
	15	2037	5840	4156145	22100	189843139	26896	157539670
	Jumlah	57013	23749397	124822	564885843	215168	900226685	
	rata-rata (Xr)	3800,899936	321,482535		14344,54947			
	Standar Deviasi	1302,45366	6352,085391		8018,846928			

PROYEKSI FASILITAS UMUM

Tahun awal yang digunakan sebagai dasar penghitungan proyeksi fasilitas umum adalah tahun 2022. Berikut merupakan contoh penghitungan proyeksi fasilitas umum Zona Karang.

Jumlah murid pada TK Bahrul Maghfiroh 2022 = 74

Jumlah penduduk DMA Joyoagung 2022 = 1471

Jumlah penduduk DMA Joyoagung 2037 = 5840

Jumlah murid TK Bahrul Maghfiroh tahun 2037:

$$\frac{5840}{1471} = \frac{\text{Fasilitas Tahun 2037}}{74}$$

Jumlah murid 2037 = 294 murid.

DEBIT KEBUTUHAN

a. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik tahun 2037 berdasarkan sambungan rumah (SR) dan Hydran Umum (HU). Berikut contoh penghitungan pada DMA Joyoagung Zona Karang.

QSR = 4672 x 80 lt/org/hr x 70%

= 261.612,39 lt/hr

= 3,03 lt/dt

QHU = 4672 x 30 lt/org/hr x 30%

= 42.044,85 lt/hr

= 0,49 lt/dt

Qd = Qsr+Qhu

= 3,03 lt/dt + 0,49 lt/dt

= 3,51 lt/dt

b. Kebutuhan Non Domestik

Konsumsi rata-rata air non domestik untuk sekolah di wilayah desa sebesar 5lt/murid/hari. Maka dari jumlah murid tersebut dapat diketahui jumlah kebutuhan air non domestik sebesar 1469 lt/hari. Setelah itu dilakukan konversi satuan dari lt/hari menjadi lt/dt dengan cara hasil tersebut dibagi dengan 68400 sehingga menjadi 0,945 lt/dt.

No	DMA	Debit Fasilitas Umum (lt/dt)					QND
		TK	SD	SMP	MASJID	MUS	
1	Outlet Joyoagung						0,945
	Joyoagung	1469	11850	12763	47637	7940	
2	Karangan A1						0,094
	Jl. Margoutomo	0	0	0	6095	2032	
3	Karangan C						0,108
	Bukit Hijau	0	0	0	9335	0	
4	Karangan A2						0,038
	Bukit Cemara	180	0	0	3086	0	
5	Karangan F1						0,000
	Jl. Tlogoagung	0	0	0	0	0	
6	Karangan B						0,010
	Batu Permata	844	0	0	0	0	

c. Kebutuhan Harian Rata-rata

Kebutuhan harian rata-rata DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

Qdomestik = 3,515 lt/dt

Qnon domestik = 0,945lt/dt

Qrata-rata = 3,515+0,945 = 4,460lt/dt

d. Kehilangan Air

Kehilangan air DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

Qrata-rata = 4,460lt/dt

Persentase kehilangan air = 20%

Nilai kehilangan air = 4,460 x 20%

= 0,892lt/dt

e. Debit Rencana

Debit rencana DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

Qdomestik = 3,515lt/dt

Qnon domestik = 0,945lt/dt

Qhilang air = 0,892lt/dt

Qrencana = 3,515+0,945+0,892

= 5,352lt/dt

f. Kebutuhan Harian Maksimum

Kebtuhan harian maksimum DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

Qrencana = 5,352lt/dt

Faktor hari max = 1,1

Qmax = 5,352 x 1,1 = 5,887lt/dt

g. Kebutuhan Jam Puncak

Kebutuhan jam puncak DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

Qrencana = 5,352lt/dt

Faktor jam puncak = 1,5

Qpeak = 5,352 x 1,5

= 8,027lt/dt

DIMENSI PIPA

Dimensi pipa DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

$$\phi_{pipa} = \left(\frac{Q_{kebutuhan}}{(0,2779 \times Ch \times I)^{0,54}} \right)^{\frac{1}{2,63}}$$

$$\phi_{pipa} = \left(\frac{0,008}{(0,2779 \times 140 \times 0,020)^{0,54}} \right)^{\frac{1}{2,63}}$$

$\phi_{pipa} = 0,089 \text{ m}$

Hasil tersebut disesuaikan dengan ϕ_{pipa} yang dijual dipasaran sehingga digunakan ϕ_{pipa} 0,110 atau 4inch.

KEHILANGAN TEKAN

Kehilangan tekan DMA Joyoagung Zona karanganadalah sebagai berikut.

$$H_f = \left(\frac{3,599 \times Q_{kebutuhan}}{C_H \times (\phi_{pakai \text{ pipa}})^{0,54}} \right)^{1,85} \times L$$

$$H_f = \left(\frac{3,599 \times 0,008}{140 \times (0,110)^{0,54}} \right)^{1,85} \times 11,89$$

$H_f = 3,330$

SISA TEKAN

Sisa tekan pada DMA Joyoagung Zona karangan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Sisa tekan} &= E_i \text{ hulu} - E_i \text{ hilir} \\ &= 589,979 - 514,866 \\ &= 72,093 \text{ m} \end{aligned}$$

RESERVOIR

Berdasarkan tabel fluktuasi pemakaian air selama 24jam maka dapat ditentukan dimensi reservoir sebagai berikut.

Periode	Jmlh jam	Pemakaian perjam (%)	Jmlh pemakaian (%)	Suplai perjam (%)	Jmlh suplai (%)	Surplus (%)	Defisit (%)
22 - 05	7	0,75	5,25	4,17	29,17	23,92	-
05 - 06	1	4,00	4	4,17	4,17	0,17	-
06 - 07	1	6,00	6	4,17	4,17	-	1,83
07 - 09	2	8,00	16	4,17	8,33	-	7,67
09 - 10	1	6,00	6	4,17	4,17	-	1,83
10 - 13	3	5,00	15	4,17	12,50	-	2,50
13 - 17	4	6,00	24	4,17	16,67	-	7,33
17 - 18	1	10,00	10	4,17	4,17	-	5,83
18 - 20	2	4,50	9	4,17	8,33	-	0,67
20 - 21	1	3,00	3	4,17	4,17	1,17	-
21 - 22	1	1,75	1,75	4,17	4,17	2,42	-
	24		100		100	27,67	27,67

$$\begin{aligned} \text{Prosentase volume reservoir} &= (\text{surplus} + \text{defisit}) / 2 \\ &= (27,67 + 27,67) / 2 \\ &= 27,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume reservoir pengaliran} &= \% \text{ volume} \times Q_{\text{keb}} \times \text{Waktu} \\ &= 27,67\% \times 0,00997 \times 3600 \\ &= 9,932 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi reservoir} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 3 \times 2 \times 2 \\ &= 12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

METODE PELAKSANAAN

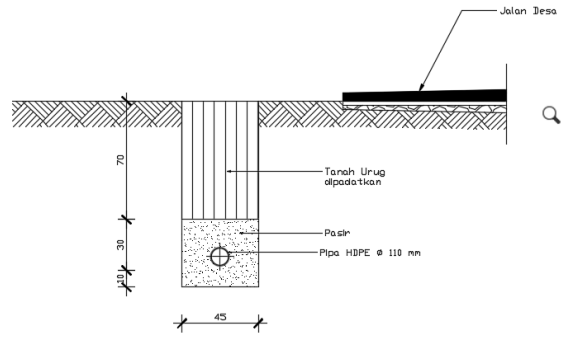
Metode pelaksanaan yang direncanakan pada zona karangandan zona bangkon ialah sebagai berikut.

Pekerjaan awal yaitu mobilisasi dan demobilisasi alat dan pekerja, lalu dilakukan pembersihan lokasi dari akar dan sebagainya. Setelah pembersihan lokasi dilakukan pengukuran, penggalian dan pengurugan tanah sesuai dengan gambar kerja. Pekerjaan instalasi penyambungan pipa dilakukan menggunakan metode butt-fusion. Pada pekerjaan reservoir terdapat pekerjaan seperti pembesian, bekisting dan pengecoran. Setelah seluruh pekerjaan selesai maka dilakukan pembersihan area seperti semula.

RENCANA ANGGARAN BIAYA

a. Volume pekerjaan

Rencana anggaran biaya ditentukan dari volume pekerjaan. Berikut contoh penghitungan volume pekerjaan pembersihan lahan pipa zona karangan.



$$\begin{aligned} \text{Volume Pembersihan Lahan} &= P \times L \\ &= 11.181,440 \times 0,45 \\ &= 5.031,648 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Analisa harga satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan. Harga satuan pekerjaan ditentukan oleh harga beban, upah dan alat yang dikalikan dengan koefisien dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Berikut contoh penghitungan harga satuan pekerjaan pemasangan pipa HDPE setiap 1m.

A.8.4.1.20 (K3) Pemasangan 1m pipa HDPE Ø110 mm

No	Uraian	Kode	Sat	Koef	Harga Satuan	Jumlah Harga
A TENAGA						
1	Pekerja	L.01	OH	0,04	Rp122.385,00	Rp4.895,40
2	Tukang pipa	L.02	OH	0,02	Rp149.350,00	Rp2.987,00
3	Mandor	L.04	OH	0,004	Rp 165.830,00	Rp 663,32
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA						Rp8.545,72
B BAHAN						
1	Pipa HDPE Ø110 mm		m	1,000	Rp129.000,00	Rp129.000,00
2	solar		lt	1,000	Rp 5.568,00	Rp5.568,00
JUMLAH HARGA BAHAN						Rp134.568,00
C PERALATAN						
1	Sewa tripot/tackel & handle crane 2T		hari	0,019	Rp3.508.389,00	Rp66.659,39
	sewa genset 15 KVA		hari	0,005	Rp2.018.564,00	Rp10.092,82
	sewa Butt-fusion 250/90		hari	0,05	Rp650.000,00	Rp32.500,00
JUMLAH HARGA ALAT						Rp109.252,21
D Jumlah (A+B+C)						Rp 252.365,93
E Overhead dan Profit 15%						Rp37.854,89
F Harga Satuan Pekerjaan per m (D+E)						Rp 290.220,82

c. RAB

Rencana anggaran biaya diperoleh dari volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan untuk menentukan total biaya yang diperlukan dalam suatu proyek. Berikut contoh hasil penghitungan rencana anggaran biaya Zona Karangandan.

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A PEKERJAAN PIPA					
I	Pekerjaan Persiapan				
	1. Pembersihan Lahan	m ²	5031,648	23609,5	118794693,5
	2. Pemasangan Bouwplank	m ²	111,8189	236400,7954	26434076,9
II	Pekerjaan Tanah				

1. Galian Tanah	m ³	5534,8128	110324,675	610626423,3
2. Urugan Pasir	m ³	5428,605892	235811,87	1280129707
3. Urugan Tanah Kembali	m ³	3522,1536	79906,6	281443318,9
III Pemasangan Pipa				
Pemasangan Pipa HDPE Ø110 mm	m	11181,44	290220,8207	3245086693
IV Pemasangan Aksesoris Pipa				
1. Pipa HDPE Ø110 mm				
Bend 90°	bh	26	338000	8788000
pompa booster	bh	1	16650000	16650000
TOTAL PEKERJAAN PIPA				5587952912

Berikut merupakan total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan jaringan air bersih zona karangandan zona bangkon.

REKAP PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA

Pekerjaan : Perencanaan Penyediaan Jaringan Air Bersih		
Tahun : 2023		
No	Jenis Pekerjaan	Jumlah
A	ZONA KARANGAN	
	- Pekerjaan Pipa	Rp 5.587.952.912,32
	- Pekerjaan Reservoir	Rp 64.910.309,00
	- Pekerjaan Jembatan Pipa	Rp 34.363.564,52
B	ZONA BANGKON	
	- Pekerjaan Pipa	Rp 18.260.472.514,15
	- Pekerjaan Jembatan Pipa	Rp 32.815.363,89
	JUMLAH	Rp 23.980.514.663,89
	PPN (10%)	Rp 2.398.051.466,39
	JUMLAH TOTAL	Rp 26.378.566.130,28
	DIBULATKAN	Rp 26.378.566.500,00
Terbilang : "Dua Puluh Enam Milyar Tiga Ratus Tujuh Puluh Delapan Juta Lima Ratus Enam Puluh Enam Ribu Lima Ratus Rupiah "		

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan jaringan pipa pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Kondisi eksisting jaringan PDAM Kota Malang dibagi menjadi 13 Zona DMA. Berdasarkan hasil analisis urutan nilai efisiensi, Zona terendah merupakan Zona Bangkon sebesar 51% dan Zona karangansebesar 28%. Setelah dilakukan proyeksi jumlah pelanggan di tahun 2037 pada DMA Zona karangan sebanyak 7220 jiwa dan Zona Bangkon sebanyak 25.879 jiwa dengan total kebutuhan air bersih di DMA Zona karangan sebesar 6,648 lt/dt dan di Zona Bangkon sebesar 28,697 lt/dt. Pada Zona karangan membutuhkan bangunan pelengkap reservoir dengan dimensi 3 m x 2 m x 2 m dan pipa Ø110mm (4inch) sepanjang 11,18 km. Pada Zona Bangkon membutuhkan pipa Ø160mm (6inch) sepanjang 21,55 km, pipa Ø110mm (4inch) sepanjang 6,93 km, pipa Ø75mm (3inch) sepanjang 1,29 km dan pipa Ø50mm (2inch) sepanjang 0,54 km. Metode

pelaksanaan pekerjaan jaringan pipa transmisi dan distribusi pada Zona karangandan Zona Bangkon menggunakan metode mekanis seperti pekerjaan penyambungan pipa menggunakan mesin butt-fusion dan pekerjaan manual yaitu pekerjaan yang membutuhkan tenaga manusia. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan jaringan pipa transmisi dan distribusi pada Zona karangansebesar Rp.6.255.949.464,00 dan pada Zona Bangkon sebesar Rp. 19.097.643.993,00 sehingga total rencana anggaran biaya kedua zona tersebut sebesar Rp. 25.353.593.500,00.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah, D. (2020). Pengukuran efisiensi produksi air mineral dengan menggunakan metode data envelopment analysis.
2. MAHAYONI, H. (2016). ANALISIS EFISIENSI DISTRIBUSI AIR PADA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) KABUPATEN TUBAN DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS(DEA) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).
3. Romdloni, A., Ahyar, A., & Soedjono, E. S. (2021). Studi Kehilangan Air Fisik dan Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Kota Malang). Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia, 6(2), 1189-1201.
4. Tim Penyusun JFR-Rekompak, Pedoman Perencanaan Pengadaan Air Bersih Pedesaan, JFR-REKOMPAK, Yogyakarta, 2010
5. Pitaloka, A. (2022, July 12). Mari Mengenal non revenue water! PDAM Pintar. Retrieved January 19, 2023, from <https://pdampintar.id/blog/lainnya/mari-mengenal-non-revenue-water/>