

PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PADA DAERAH PEMUKIMAN KECAMATAN PUCUK KABUPATEN LAMONGAN

Dimas Ayuning Tyas¹, Mohamad Zenurianto², Agus Sugiarto³

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

Email: dimasayuning22@gmail.com¹, mzenurianto@polinema.ac.id², agussugiarto1030@gmail.com³

ABSTRAK

Di Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan, sering terjadi kekurangan air bersih yang disebabkan oleh penyediaan air yang kurang memadai karena pipa distribusi yang ada masih belum mencakup seluruh kawasan pemukiman. Tujuan skripsi ini adalah untuk mengembangkan jaringan distribusi air bersih di wilayah tersebut melalui tahapan: perkiraan jumlah penduduk tahun 2041, kebutuhan air bersih pada tahun 2041, menentukan jaringan pipa distribusi air bersih beserta dimensi pipa dan bangunan pendukungnya menggunakan software Epanet 2.2, dan menghitung rencana anggaran biaya. Data yang digunakan meliputi: peta kontur, peta jaringan eksisting, debit jaringan eksisting, data jumlah penduduk 3 tahun terakhir, dan data harga satuan pekerjaan Kabupaten Lamongan tahun 2021. Hasil kajian menunjukkan jumlah penduduk pada tahun 2041 sebanyak 48.989 jiwa, dengan kebutuhan air sebanyak 92.419 lt/dt, menggunakan pipa distribusi HDPE Ø3 inci sampai dengan Ø9 inci. Bangunan reservoir yang dibutuhkan berukuran 5 x 5 x 3,5 meter terbuat dari beton dengan tulangan pelat D12-100, tulangan balok 3D10, dan tulangan kolom 4D12. Biaya yang diperlukan untuk pembangunan jaringan pada wilayah kajian sebesar Rp. 4.987.671.000.

Kata kunci : Distribusi, Jaringan Pipa, Kebutuhan Air

ABSTRACT

Drought in Lamongan district has made clean water difficult. There is often a shortage of clean water caused by poor access to water because existing distribution pipes have not included the entire residential area. The purpose of this thesis is to determine the estimated population in 2041, determine the need for clean water in Pucuk District in 2041, determine the dimensions of the clean water distribution pipeline network, pipeline analyses using Epanet 2.2 software, and calculate the Budget Plan. The data needed are contour maps, data on existing pipeline networks, debit existing networks, population data to project the population in the next 3 years, and labor units Kabupaten Lamongan (2021). The results of the study show that the population in 2041 is 48.687 people, the debit of clean water needs is 92.419 lt/s, distribution pipes use HDPE pipes, distribution Ø3 Up with Ø9 inches. Reservoir size 5 x 5 x 4,5 meters using reinforced concrete beams for D12-100 plates, beams 3D10, and column 4D12. The cost of developing the network on the study area is Rp 4.987.671.000.

Keywords : Distribution, Pipeline Network, Water Demand

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan untuk luas wilayah kecamatan ini sebesar 54.83 Km² dan jumlah penduduk sebanyak 47.986 jiwa, sering mengalami kekurangan air bersih. Pada kecamatan ini sudah terdapat jaringan PDAM yang didistribusikan dari IPA Babat yang sumber air dari Sungai Bengawan Solo namun penyebarannya tidak merata. Sejumlah 35.50% penduduk

menggunakan air PDAM, 22.39% menggunakan HIPPAM desa, dan 42.11% lainnya memanfaatkan sumber air tanah sebagai alternatif. Selain itu, di Kecamatan Pucuk terdapat 4 rawa yang dijadikan sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari namun rawa tersebut sering mwengerig saat musim kemarau (Kurniawan, A.: 2015).

2. METODE

Proyeksi Jumlah Penduduk

Perencanaan jumlah penduduk pada tahun proyeksi dapat dilakukan menggunakan rumus:

$$P_n = P_o * (1+rt) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun dasar (jiwa)

r = laju penduduk

n = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (tahun)

Kebutuhan Air

Kriteria perencanaan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Berdasarkan matriks kriteria teknis utama untuk mengetahui kriteria teknis perencanaan kebutuhan air bersih

A. Kebutuhan Air Domestik

a. Sambungan Rumah (SR)

SR = jumlah penduduk terlayani * konsumsi SR * prosentase SR.....(2.7)

b. Hidran Umu (HU)

HU = jumlah penduduk terlayani * konsumsi HU * prosentase HU.....(2.8)

c. Kehilangan Air (KA)

KA = prosentase KA * (SR + HU).....(2.9)

d. Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Qd = SR + HU + KA.....(2.10)

B. Kebutuhan Air Non Domestik

Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air non domestik:

$$Q_{nd} = \Sigma \text{Fasilitas umum} * \text{Nilai konsumsi} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

Q_{nd} = Kebutuhan air domestic (lt/dt).

Σ Fasilitas umum = Jumlah fasilitas umum pada tahun rencana (unit).

Nilai konsumsi = Nilai konsumsi air non domestik sesuai fasilitas umum (lt/unit/dt).

No	Kriteria Teknis	Jenis Kota			
		Metro	Besar	Sedang	Kecil
I	Jenis Perencanaan	Rencana Induk	Rencana Induk	Rencana Induk	-
II	Hirosis Perencanaan	20 Tahun	15-20 Tahun	15-20 Tahun	15-20 Tahun
III	Sumber Air Baku	Investigasi	Investigasi	Identifikasi	Identifikasi
IV	Pelaksanaan	Penyediaan jasa/penyelenggara/pemerintah daerah	Penyediaan jasa/penyelenggara/pemerintah daerah	Penyediaan jasa/penyelenggara/pemerintah daerah	Penyediaan jasa/penyelenggara/pemerintah daerah
V	Peninjauan Ulang	Per 5 tahun	Per 5 tahun	Per 5 tahun	Per 5 tahun
VI	Penanggungjawab	Penyelenggara/pemerintah daerah	Penyelenggara/pemerintah daerah	Penyelenggara/pemerintah daerah	Penyelenggara/pemerintah daerah
VII	Sumber Pendanaan	Hibah LN Pinjaman LN Pinjaman DN APBN PDAM Swasta	Hibah LN Pinjaman LN Pinjaman DN APBN PDAM Swasta	Hibah LN Pinjaman LN Pinjaman DN APBN PDAM Swasta	Pinjaman LN APBN

Aspek Hidrolika

A. Hukum Bernoulli

Persamaan Bernoulli digunakan untuk mengetahui kualitatif dan kuantitatif air, mengetahui tekanan, massa jenis, laju air, ketinggian air, dan kekentalan zat alir (Rasagama, I. G.: 2020).

ETot = Tekanan tinggi elevasi + energi kecepatan + Energi tekanan

$$E_{tot} = Z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma w} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma w} = Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma w} \dots\dots\dots (2.13)$$

B. Kehilangan tekanan

Berikut merupakan rumus Hazem-William:

$$V = 0,354 * C_H * S^{0.54} * D^{0.63} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$A = \frac{1}{4} * \pi * D^2 \dots\dots\dots (2.16)$$

$$H_f = \left(\frac{Q C_H}{0,278 * C_H * D^{2,63}} \right)^{1,85} * L \dots\dots\dots (2.17)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan pengembangan distribusi air bersih sebagai berikut:

Proyeksi Jumlah Penduduk

Data yang digunakan ialah jumlah penduduk Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan tahun 2018-2020.

$$r = \left(\frac{\text{penduduk}(2021) - \text{penduduk}(2020)}{\text{penduduk}(2020)} \right) * 100 \%$$

$$r = \left(\frac{3060 - 3072}{3072} \right) * 100 \%$$

$$r = 0,39 \%$$

Menghitung rata-rata pertumbuhan penduduk:

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

$$r_{\text{rata-rata}} = \left(\frac{0,39\%}{3} \right)$$

$$r_{\text{rata-rata}} = -0,06\%$$

Dari perhitungan diatas nilai rasio rata-rata pertumbuhan penduduk Desa Gempolpading dari tahun 2019-2020 sebesar -0,06 %. Ada beberapa metode perhitungan proyeksi penduduk seperti Aritmatika, Geometrik, dan Eksponensial.

$$P_{2020} = 3072 \text{ Jiwa}$$

$$n = 1$$

$$r = -0,06 \%$$

1. Metode Aritmatika

$$P_t = P_0 * (1 + n * r)$$

$$\begin{aligned} P_{2023} &= P_{2020} * (1 + 1 * -0,06 \%) \\ &= 3072 * (1 + 1 * -0,06 \%) \\ &= 3070 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

2. Metode Geometrik

$$P_t = P_0 * (1 + r)^n$$

$$\begin{aligned} P_{2023} &= P_{2020} * (1 + -0,06 \%)^1 \\ &= 3072 * (1 + -0,06 \%)^1 \\ &= 3070 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

3. Metode Eksponensial

$$P_t = P_0 * e^{nr}$$

$$\begin{aligned} P_{2023} &= P_{2020} * 2,71828183^m \\ &= 3072 * 2,71828183^{-0,06\% * 1} = 3070 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Berikut contoh perhitungan aritmatik Desa Gempolpading untuk tahun 2021:

$$(\bar{X}_{2021} - \bar{X})^2 = (3070 - 54959,802)^2$$

$$(\bar{X}_{2021} - \bar{X})^2 = 2692548078,155$$

Standar deviasi pada metode aritmatik Desa Gempolpading menggunakan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{2692548078,155}{1-1}}$$

$$S = 11,064$$

Berdasarkan nilai standar deviasi maka metode perhitungan proyeksi penduduk yang dipilih dan digunakan yaitu perhitungan dengan menggunakan metode yang nilai proyeksi yang paling kecil.

Tabel 4.5 Jumlah Penduduk Kecamatan Krembung Tahun 2041:

No	Desa/Dusun	Terproyeksi (Jiwa)
1	Gempolpading	3034,871
2	Wanar	6162,692
3	Pucuk	3336,724
4	Kesambi	2226,113
5	Warukulon	4288,049
6	Kedali	1843,180
7	Sumberjo	2814,167
8	Tanggungan	3222,196
9	Karangtinggil	1596,625
10	Waruwetan	1532,557
11	Plososetro	1150,912
12	Paji	2697,954
13	Batatkumpul	2269,002
14	Cungkup	2241,402
15	Ngambeg	3934,925
16	Padenganploso	4225,890
17	Bugoharjo	2109,604

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air dibagi menjadi dua yaitu air domestic dan non domestik.

Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Kecamatan Pucuk masuk dalam kategori V (desa) dilihat dari jumlah proyeksi penduduk desa pada tahun 2041 berdasarkan Ditjem Cipta Karya (2000) yang mengacu pada jumlah penduduk (< 20.000 jiwa).

$$\begin{aligned} Q_{Hu} &= Q_{SR} + Q_{HU} \\ &= 169.953 + 72.836 \text{ lt/dt} \\ &= 242.789 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan kebutuhan air domestik untuk seluruh Kecamatan Krembung dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6. Kebutuhan Air Domestik

Desa	2041	Terlayani (80%)	Q _{SR}	Q _{HU}
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Gempolpading	3034	2427	169952	72836
Wanar	6162	4930	345110	147904
Pucuk	3336	2669	186856	80081
Kesambi	2226	1780	124662	53426
Warukulon	4288	3430	240130	102913
Kedali	1843	1474	103218	44236
Sumberjo	2814	2251	157593	67540
Tanggungan	3222	2577	180442	77332
Karangtinggil	1596	1277	89411	38319
Waruwetan	1532	1226	85823	36781
Plososetro	1150	920	64451	27621
Paji	2697	2158	151085	64750
Batatkumpul	2269	1815	127064	54456

Cungkup	2241	1793	125518	53793
Ngambeg	3934	3147	220355	94438
Padanganploso	4225	3380	236649	101421
Bugoharjo	2109	1687	118137	50630

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air Non Domestik (Qnd)

Sebagai contoh perhitungan proyeksi jumlah sekolah dasar pada tahun 2041 di Desa Gempolpading, diketahui:

Penduduk pada tahun 2020 = 3072 jiwa

Penduduk pada tahun 2041 = 3035 jiwa

Jumlah sekolah dasar pada tahun 2020 = 1 unit

Maka dapat diselesaikan dengan cara:

$$f_n = w * f_o$$

$$w = 3072/3035 = 0,988 \text{ jiwa}$$

$$f_n = 0,988 * 1$$

$$f_n = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jumlah murid tahun 2041} = \frac{45}{3072} * 3035$$

$$\text{Jumlah murid tahun 2041} = 45 \text{ jiwa}$$

$$Q_{dn} = \text{Jumlah murid} * \text{Kebutuhan air}$$

$$= 45 * 40 \text{ lt/or/hr}$$

$$= 1778,245 \text{ lt/hr}$$

Kehilangan Air (Qha)

Besarnya ditetapkan sebesar 20% hingga 30% kebutuhan harian rata-rata.

$$\text{Kehilangan air} = 25\% * (QSR + QHU + Qnd)$$

$$\text{Kehilangan air} = 25\% * (169.953 + 72.836 + 13.353) = 64.035 \text{ lt/hr}$$

Debit Jam Puncak (Qpeak)

$$Q_{peak} = (QSR + QHU + Qnd + Qha) * 1,5$$

$$Q_{peak} = (169.953 + 72.836 + 13.353 + 64.035) * 1,5 = 480.268 \text{ lt/hr}$$

$$Q_{peak} (m^3/dt) = Q_{peak} * \left(\frac{0,001}{3600 * 24}\right) = 480.268 * \left(\frac{0,001}{3600 * 24}\right) = 0,006 \text{ m}^3/dt$$

Debit kebutuhan Air Maksimal (Qmaks)

$$Q_{maks} = 320.178 \text{ lt/hr} * 1,1 = 352.196 \text{ lt/hr}$$

$$Q_{maks} = Q_{maks} * \left(\frac{0,001}{3600 * 24}\right) = 352.196 * \left(\frac{0,001}{3600 * 24}\right) = 0,004 \text{ m}^3/dt$$

Kebutuhan Air Harian Maksimal (Qmax)

Desa	Q _{peak} (m ³ /dt)	Q _{maks} (m ³ /dt)
[1]	[12]	[13]
Gempolpading	0,006	0,004
Wanar	0,012	0,009
Pucuk	0,007	0,005
Kesambi	0,005	0,004
Warukulon	0,008	0,006
Kedali	0,004	0,003
Sumberjo	0,005	0,004
Tanggungan	0,006	0,005
Karangtinggil	0,003	0,002
Waruwetan	0,003	0,002

Plososetro	0,002	0,002
Paji	0,005	0,004
Batatkumpul	0,004	0,003
Cungkup	0,004	0,003
Ngambeg	0,007	0,005
Padanganploso	0,008	0,006
Bugoharjo	0,004	0,003

Sumber: Hasil Perhitungan

Jaringan Pipa

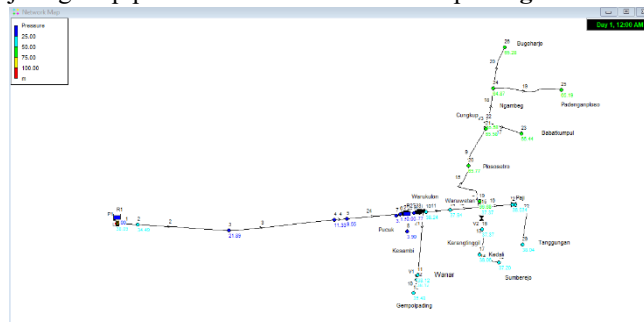
Contoh dari perhitungan kehilangan tekanan pada node pipa 56 yang terdapat pada Desa Wanar:

$$\text{Luas penampang } A = \frac{1}{4} * \pi * D^2$$

$$= \frac{1}{4} * \pi * 0,226^2 = 0,040 \text{ m}^2$$

Analisis Jaringan pada EPANET 2.2

Jaringan pipa disimulasikan sesuai dengan kondisi normal rencana dan fluktuasi air selama 24 jam menggunakan software EPANET 2.2. Berikut simulasi jaringan pipa transmisi dan distribusi pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Skema Jaringan pada Epanet 2.2

Sumber: Software EPANET 2.2

Terdapat kekurangan tekanan air di pukul 05:00 s/d 10:00 dan pukul 15:00 s/d 18:00, maka digunakan sistem bergilir dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Q \text{ Tersedia} = 60,000 \text{ lt/dt}$$

$$Q \text{ Kebutuhan} = 92,419 \text{ lt/dt}$$

$$Q \text{ Kekurangan} = 32,419 \text{ lt/dt}$$

Q Kelompok desa yang digilir:

$$\text{Kelompok 1: } 17,158 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Kelompok 2: } 11,964 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Kelompok 3: } 11,342 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Kelompok 4: } 23,387 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Total } Q = 63,582 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Debit ijin aliran air} = Q \text{ kekurangan} - Q \text{ Total}$$

$$= 32,419 - 63,582$$

$$= 31,433 \text{ lt/dt}$$

Q per kelompok < Q air ijin ~ OK

Dari analisis diatas setiap kelompok desa hanya diijinkan mengalir air sebanyak 31,433 lt/dt.

Dari data perencanaan dan analisis maka direncanakan setiap kelompok desa hanya dialiri air selama 4 jam dalam sehari, analisis perhitungan sebagai berikut:

- Lama aliran = 16 jam
- Q perhari = 0,267 lt/hari
- Q kelompok 1 = 0,013 lt/jam
- Q per 2 jam = 0,0254 lt/ 2 jam

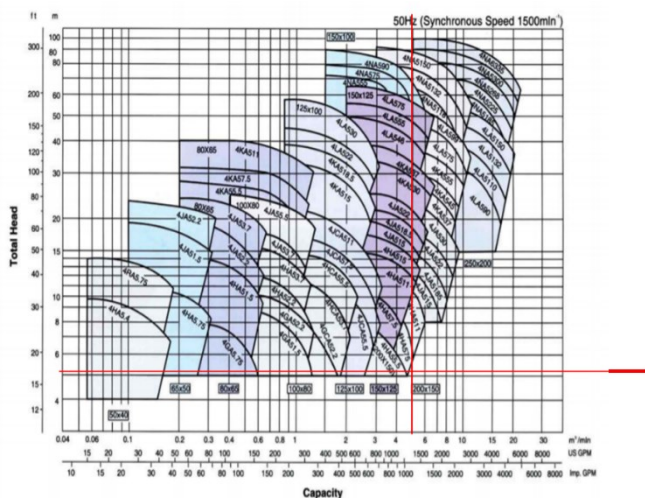
Tabel 1. Hasil Simulasi pada Saat Musim Kemarau

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 1	0.00	49.10	38.09	0.00
Junc 2	0.00	45.99	34.49	0.00
Junc 3	0.00	32.64	21.89	0.00
Junc 4	0.00	17.33	11.33	0.00
Junc 5	0.00	15.55	9.55	0.00
Junc 7	2.03	9.90	3.90	0.00
Junc 8	1.47	9.90	3.90	0.00
Junc 9	0.00	9.77	3.77	0.00
Junc 10	2.34	44.24	38.24	0.00
Junc 14	0.84	43.84	37.84	0.00
Junc 13	1.67	-5540865.00	-5540873.00	0.00
Junc 12	3.48	-5540864.00	-5540870.00	0.00
Junc 15	0.00	43.37	37.37	0.00
Junc 19	0.00	72.05	66.68	0.00
Junc 28	1.53	-3662465.00	-3662470.00	0.00
Junc 16	0.92	-3863318.00	-3863324.00	0.00
Junc 18	1.56	-3863319.00	-3863325.00	0.00
Junc 17	1.10	-3863319.00	-3863324.00	0.00
Junc 29	1.88	-3662465.00	-3662471.00	0.00
Junc 24	2.19	-8868805.00	-8868811.00	0.00
Junc 25	2.32	-8868805.00	-8868811.00	0.00
Junc 26	1.18	-8868805.00	-8868811.00	0.00
Junc 23	1.22	-8868805.00	-8868811.00	0.00
Junc 22	1.33	-8868805.00	-8868811.00	0.00

Sumber: Analisis EPANET 2.2

Perhitungan Pompa

Node 55 ke node 57 kebutuhan air harian sebesar 5,545 m3/menit atau 332,708 m3/jam dengan head pompa sebesar 5 meter.



Gambar 4.10 Grafik Tipe Pompa Elbara untuk Pompa 1

Sumber: Perhitungan

Tabel 4. 1 Spesifikasi Pompa 1

EBARA TIPE 200 X 150 FS4HA575			
Diameter Isap	=	200	mm
Diameter Buang	=	150	mm
Model	=	FSHA	
Jumlah Katup	=	4	
Kecepatan Pompa	=	1500	rpm
Frekuensi	=	50	hz
Head Pompa	=	5	m
Daya	=	0,750	kwatt
Kapasitas pompa	=	200	m³/hr

Sumber: Hasil Perhitungan

Terdapat 3 pompa yang digunakan untuk mengalirkan air bersih.

Perhitungan Reservoir

Dimensi reservoir dihitung berdasarkan tabel suplai air dan pemakaian selama 24 jam. Volume reservoir sesuai dengan debit kebutuhan air dari total kebutuhan air pada saat jam puncak (Qpeak).

Tabel 4.40 Fluktuasi Pemakaian Air.

Period e	jam	Pemakaian perjam (%)	pemakaian (%)	Suplai perjam (%)	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	-
Jumlah	24		100		100	27,67	27,67

Berikut perhitungan untuk kapasitas Reservoir:

- a. Perhitungan Jumlah Pemakaian
 Jumlah Pemakaian = jumlah jam * Persentase pemakaian per jam
 $= 7 * 0,75\% = 5,25$
- b. Perhitungan suplai perjam (%)
 Suplai perjam = $100\% : 24 \text{ jam} = 4,17\%$
- c. Perhitungan Jumlah Suplai (%)
 Suplai perjam = Jumlah jam * Suplai perjam
 $= 7 * 4,17\% = 29,17\%$
- d. Perhitungan surplus dan defisit
 Surplus = Jumlah suplai – Jumlah pemakaian
 $= 29,17\% - 5,25\% = 23,92\%$

e. Perhitungan presentase volume reservoir

$$\text{Volume reservoir (\%)} = \frac{(\Sigma \text{ Surplus} + \Sigma \text{ Defisit})}{2} = \frac{27,67\% + 27,67\%}{2} = 27,67\%$$

f. Perhitungan Volume Reservoir

$$\text{Volume Reservoir} = \text{Volume (\%)} * \text{keb. Air} * \text{waktu (asumsi penuh)} = 27,67\% * 92,419 * 3600 \text{ dt} = 92,049 \text{ m}^3$$

g. Perhitungan Dimensi Kapasitas Berguna Reservoir Direncanakan,

Panjang = 5 meter
 Lebar = 5 meter
 Tinggi = 4 meter

$$\text{Volume reservoir} = p * l * t = 5 * 5 * 4 = 100 \text{ m}^3$$

Perhitungan dimesnsi reservoir diperlukan tinggi ruang udara dengan tinggi 0,3 m dan kapasitas mati 0,2 m. Maka Dimensi reservoir,

Panjang = 5 meter
 Lebar = 5 meter
 Tinggi = 4 meter + (0,3+0,2) = 4,5 meter

$$\text{Volume reservoir} = p * l * t = 3 * 3 * 4,5 = 112,5 \text{ m}^3$$

Perhitungan Struktur

Perhitungan kebutuhan tulangan pada struktur bangunan reservoir sebagai berikut:

Perhitungan Pelat

1) Data perencanaan

- Mutu baja tulangan (fc'): 25 Mpa
- Mutu beton (fy'): 240 Mpa
- Modulus Elastisitas: 2000000 Mpa
- Tebal pelat lantai: 200 mm (tebal minimum bangunan air)
- Lebar pelat Lx: 5000 mm
- Panjang pelat Ly: 5000 mm
- Tulangan utama (db): D10
- Tulangan bagi: D10
- Tebal selimut beton (p): 20 mm
- Beban mati (qDL) (γ air): 1000 kg/m³ ~ 29,4 Kn/m²
- Beban Hidup (qLL): 1,33 Kn (beban orang)

1. Tulangan arah X (Daerah Tumpuan) As pakai yang maksimum yaitu **962,500 mm²** Pakai tulangan **D12-100**

$$\text{As} = \pi * r^2 * (b/s) = 3,14 * 6^2 * (1000/100) = 1130,973 \text{ mm}^2 \text{ As min} < \text{As Pakai OK}$$

Penulangan untuk arah X (Daerah lapangan) sama dengan perhitungan tulangan arah X (daerah tumpuan).

2. Tulangan arah y (Daerah Tumpuan) As pakai adalah yang maksimum yaitu **904,167 mm²** Pakai tulangan **D12-100**

$$\text{As} = \pi * r^2 * (b/s) = 3,14 * 6^2 * (1000/100) = 1130,937 \text{ mm}^2 \text{ As min} < \text{As Pakai OK}$$

Penulangan arah Y (Daerah lapangan) sama dengan perhitungan tulangan arah Y (daerah tumpuan).

Perhitungan Balok

Tabel 4. 2 Hasil Pembebanan Balok

Momen Balok		
Balok	Letak	Momen (kNm)
Bar 13	Tumpuan	6,53
Bar 13	Lapangan	2,57
Geser Balok		
Balok	Letak	Momen (kNm)
Bar 13	Tumpuan	41,99
Bar 14	Lapangan	41,99

Sumber: RSAP 2020

a. Data perencanaan

- Mutu Beton (Fc') = 25 Mpa
- Mutu Baja Tulangan (Fy) = 240 Mpa
- Mutu Baja Sengkang (Fy) = 240 Mpa
- Modulus Elastisitas (Es) = 200.000 Mpa
- Tinggi Balok (h) = 300 mm
- Lebar Balok (bw) = 200 mm
- Selimut Beton (p) = 40 mm
- Tebal Pelat Lantai (hf) = 200 mm
- Lebar Balok (Ln) = 2500 mm
- Jarak Bersih Balok Bersebelahan (Sw) = 5000 mm
- Diameter Tulangan Utama (db) = D16
- Diameter Sengkang (db') = D10

- Tulangan pakai Tarik Lapangan

As hitung tulangan pakai harus mendekati As luas tulangan

Direncanakan **3D12**

$$\text{As} = 3,14 * (12/2)^2 * 3 = 339,292 \text{ mm}^2$$

As hitung < As pasang **OK**

- Tulangan pakai Tekan Lapangan

$$\text{As}' = 60\% * \text{As} = 60\% * 339,292 = 203,575 \text{ mm}^2$$

Direncanakan **3D10**

$$\text{As} = 3,14 * (10/2)^2 * 3 = 235,619 \text{ mm}^2$$

As hitung < As pasang **OK**

- **Tulangan pakai Tarik Tumpuan**
As hitung tulangan pakai harus mendekati As luas tulangan
Direncanakan **2D10**
 $As = 3,14 * (10/2)^2 * 10$
 $= 157,080 \text{ mm}^2$
As hitung < As pasang **OK**
- **Tulangan pakai Tekan Tumpuan**
 $As' = 60\% * As$
 $= 60\% * 157,080$
 $= 94,248 \text{ mm}^2$
Direncanakan **2D10**
 $As = 3,14 * (10/2)^2 * 10$
 $= 157,080 \text{ mm}^2$
As hitung < As pasang **OK**

Jadi, Senggang lapangan dan tumpuan yang digunakan pada daerah lapangan adalah = **Ø10-200**

Struktur Kolom

b. Data Perencanaan

Mutu Beton (f_c')	= 25 Mpa
Mutu Tulangan Utama (f_y)	= 240 Mpa
Tinggi Kolom	= 4,5 m
Diameter Tulangan Utama	= D10
Diameter Tulangan Senggang	= Ø10
Tebal Selimut	= 40 mm
Dimensi	= 200 * 200 mm

Maka, digunakan tulangan dengan ukuran **4 D12** ($As = 452 \text{ mm}^2$)

$$As' = 0,25 * As$$

$$= 0,25 * 452$$

$$= 113 \text{ mm}^2$$

Maka, dipilih ukuran tulangan senggang **Ø10-50 mm**

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih pada Daerah Pemukiman Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan sebagai berikut:

- 1) Jumlah penduduk Kecamatan Pucuk Kabupaten lamongan pada tahun 2041 sebanyak 48.687 jiwa.
- 2) Kebutuhan air total di Kecamatan Pucuk sebesar 0,0924 m³ /detik.
- 3) Jaringan pipa distribusi yang direncanakan menggunakan pipa jenis HDPE sepanjang 31.438 m dengan rincian diameter dan panjang pipa sebagai berikut:
 - Diameter 9" sepanjang 8506,585 m
 - Diameter 8" sepanjang 1129,603 m
 - Diameter 6" sepanjang 6810,283 m
 - Diameter 5" sepanjang 3335,017 m

- Diameter 3" sepanjang 1759 m
- 4) Sisa Tekan pada pipa distribusi ada yang belum memenuhi sehingga harus ditambah pompa untuk memenuhi sisa tekan.
 - 5) Dimensi reservoir tambahan untuk memenuhi kebutuhan air adalah 5 m x 5 m x 4,5 m dan Pompa yang digunakan adalah Pompa EBARA 200 x 150 FS4HA575, Pompa EBARA 150 x 125 FS4LA530 dan Pompa EBARA 125 x 100 FS4KA515.
 - 6) Sistem distribusi air bersih menggunakan sistem bergilir selama 16 jam dan dilaksanakan saat musim kemarau yaitu bulan Agustus – November.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Agustina, D. V. (2007). *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Sronдол Wetan)* (Doctoral dissertation, program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- (2) Assiddik, N. (2021). *DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DUSUN TALANGO TENGAH DESA BRAKAS KECAMATAN RAAS* (Doctoral dissertation, Universitas Wiraraja).
- (3) Astuti, N. (2014). Penyediaan Air Bersih Oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. *Journal Administrasi Negara*, 3(2), 678-689.
- (4) bpsdm.pu.go.id. 2018. "Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air". Diakses pada (10:27 11/03/2021).
- (5) CD Soemarto. (1987). "*Hidrolika Teknik*". Surabaya: Usaha Nasional Kelas, Dua K.S.Y (2009). "*Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aplikasi*". Bandung: Mandar Maju.
- (6) Ervianto, Wulfram I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- (7) Hartono, B., & Purwanto, P. (2015). Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih Ke Tangki Penampung. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1).
- (8) Jayanti, A. R., Badriani, R. E., & Dhokhikah, Y. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Program EPANET 2.0.