

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR

Sylvia Aprilianti¹, Agus Suhardono², Moh. Charits³

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

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

sylviapril72@gmail.com¹, agussuhardono66@gmail.com², moh.charits@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Kecamatan Pujon merupakan kawasan perbukitan dengan luas wilayah sebanyak 130,75 km² atau sekitar 4,39 persen dari total luas Kabupaten Malang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk dengan umur rencana 10 tahun, debit kebutuhan air dengan umur rencana 10 tahun, desain jaringan pipa distribusi untuk memenuhi kebutuhan air, dimensi reservoir, dan rencana anggaran biaya dari pekerjaan pipa dan bangunan penunjang yang digunakan. Dalam menentukan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika, geometri, dan eksponensial. Dari hasil hitungan diperoleh jumlah penduduk di daerah pelayanan Kecamatan Pujon pada tahun 2032 sebesar 74045 jiwa. Kebutuhan air total di daerah pelayanan Kecamatan Pujon sebesar 268.777 lt/dt. Dengan demikian, pada perencanaan jaringan distribusi air bersih di dapatkan diameter pipa menggunakan pipa HDPE PN-16 Ø250 mm sepanjang 2867 m, pipa HDPE PN-16 Ø225 mm sepanjang 1423 m, pipa HDPE PN-16 Ø200 mm sepanjang 20279 m, pipa HDPE PN-16 Ø180 mm sepanjang 5033 m, pipa HDPE PN-16 Ø160 mm sepanjang 11857 m, pipa HDPE PN-16 Ø140 mm sepanjang 8235 m, pipa HDPE PN-16 Ø125 mm sepanjang 5768 m, pipa HDPE PN-16 Ø110 mm sepanjang 3517 m, pipa HDPE PN-16 Ø90 mm sepanjang 6436 m, pipa HDPE PN-16 Ø75 mm sepanjang 2533 m.

Kata kunci : perencanaan, sistem jaringan, air bersih

ABSTRACT

Pujon District is a hilly area with an area of 130.75 km² or around 4.39 percent of the total area of Malang Regency. The purpose of preparing this thesis is to calculate the projected population with a design age of 10 years, calculate the debit of water requirements with a design age of 10 years, design a distribution pipeline network to meet water needs, calculate the dimensions of the reservoir, and calculate the planned budgetary costs of pipe works and supporting buildings used. In determining population projections using arithmetic, geometry, and exponential methods. According to the calculation result, the population in the service area of Pujon District in 2032 is 74045 people. The total water demand in the service area of Pujon District is 268.777 lt/sec. The diameter of the pipe used HDPE pipe PN-16 Ø250 mm along 2867 m, HDPE pipe PN-16 Ø225 mm along 1423 m, HDPE pipe PN-16 Ø200 mm along 20279 m, HDPE pipe PN-16 Ø180 mm along 5033 m, HDPE pipe PN-16 Ø160 mm along 11857 m, HDPE pipe PN-16 Ø140 mm along 8235 m, HDPE pipe PN-16 Ø125 mm along 5768 m, HDPE pipe PN-16 Ø110 mm along 3517 m, HDPE pipe PN-16 Ø90 mm along 6436 m, HDPE pipe PN-16 Ø75 mm along 2533 m.

Keywords : design, network system, clean water

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Pujon memiliki 10 desa. Desa Wiyurejo tidak direncanakan karena jaringan air bersih pada desa tersebut sudah maksimal. Adapun yang belum dapat menikmati air bersih secara maksimal antara lain adalah

Desa Pandesari, Desa Pujon Lor, dan Desa Ngroto. Ketiga desa tersebut belum mendapatkan pelayanan air bersih secara maksimal dari HIPPAM maupun PDAM, jika pada saat hujan air akan keruh dan jika pada saat musim kemarau terjadi

kekurangan debit air bersih yang di distribusikan kepada masyarakat. Sedangkan Desa Pujon Kidul, Desa Sukomulyo, Desa Bendosari, Desa Ngabab, Desa Tawang Sari, Desa Madiredo memerlukan peningkatan jaringan pipa distriusi air bersih dan reservoir.

Dari latar belakang di atas, maka saya mengambil judul “PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERISH KECAMATAN PUJON KAUPATEN MALANG JAWA TIMUR”.

Batasan dari perencanaan di atas; menggunakan pipa HDPE, tidak membahas aspek kualitas air dan struktur reservoir, tidak membahas pengolahan air baku, anggaran biaya menggunakan acuan harga satuan kabupaten malang tahun 2022, anggaran biaya hanya terbatas pada pekerjaan jaringan pipa dan reservoir.

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menghitung jumlah penduduk dengan umur proyeksi 10 tahun yang mendatang, menganalisa debit kebutuhan air bersih sehingga kebutuhan air terpenuhi, membuat desain dan menentukan penempatan jaringan pipa, menghitung dimensi reservoir sebagai bangunan penunjang, dan menghitung rencana anggaran biaya dari pekerjaan pipa dan reservoir.

2. METODE

Jika ingin menghitung kebutuhan air pada masa mendatang maka harus memperhatikan keadaan yang ada pada saat ini.

a. Menghitung proyeksi penduduk pada masa mendatang dapat menggunakan metode berikut ini:

- Metode Eksponensial $P_n = P_0 (1 + n.r)$ (1)
- Metode Geometrik $P_t = P_0 (1 + r)^n$ (2)
- Metode Aritmatik $P_t = P_0 \times e^{r \cdot n}$ (3)

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk pada akhir periode t (orang)
- P_0 = jumlah penduduk pada awal periode t (orang)
- e = bilangan eksponensial = 2.718282
- r = tingkat pertumbuhan penduduk
- n = jangka waktu/tahun proyeksi (tahun)

b. Kebutuhan Air Domestik

Tabel 1 Kebutuhan Air Bersih

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air (lt/org/hari)
Kota metropolitan	>1.000.000	190
Kota besar	500.000 – 1.000.000	170
Kota sedang	100.000 – 500.000	150
Kota kecil	20.000 – 100.000	130
Kota kecamatan	<20.000	100
Kota pusat pertumbuhan	<3.000	30

Sumber: (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)

- Sambungan Rumah $SR = \text{jumlah penduduk terlayani} \times \text{konsumsi SR} \times \text{prosentase SR}$ (4)
 - Hidran Umum $HU = \text{jumlah penduduk terlayani} \times \text{konsumsi HU} \times \text{prosentase HU}$ (5)
 - Kehilangan Air $KA = \text{Presentase KA} \times (SR+HU)$ (6)
 - Kebutuhan Air Domestik $Q_d = SR + HU + KA$ (7)
- c. Kebutuhan Air Non Domestik

Tabel 2 Kebutuhan Air Non Domestik

No	SEKTOR	NILAI	SATUAN
1	Sekolah	10	liter/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	liter/hari
4	Masjid	3000	liter/hari
5	Gereja	1000	liter/unit/hari
6	Kantor	10	liter/pegawai/hari
7	Pasar	12000	liter/hektar/hari
8	Hotel	150	lier/bed/hari
9	Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
10	Kompleks Militer	60	liter/orang/hari
11	Kawasan Industri	0,2-0,8	liter/detik/hektar
12	Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	liter/detik/hektar

Sumber: (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)

Pada umumnya, satu ekor sapi perah membutuhkan air bersih sekitar 200 liter/hari (Erif& Bagus, 2011).

d. Kebutuhan Air Total

- Kebutuhan Air Rata – Rata Harian $Q_{av} = Q_d + Q_{nd}$ (8)
- Kebutuhan Air Harian Maksimum $Q_{max} = f_{max} \times Q_{av}$ (9)
- Kebutuhan Air Pada Jam Maksimum $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{max}$ (10)

Dimana:

- Q_{av} = Kebutuhan air rata-rata harian (ltr/det)
- Q_d = Kebutuhan air domestic (ltr/det)
- Q_{nd} = Kebutuhan air non domestic (ltr/det)
- f_{max} = Haarian puncak maksimum (1.1)
- Q_{peak} = Kebutuhan air jam maksimum(ltr/det)

Fpeak = Faktor fluktuasi jam maksimum (1.5-2.5)

Qmax = Kebutuhan air harian maksimum (ltr/det)

e. Kehilangan Mayor (Hf)

$$h_f = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times x \times i^{0,54}} \right)^{1/2,63} \times L \quad (11)$$

Dimana:

Hf = Kehilangan Energi (m)

L = Panjang pipa (m)

Q = Debit aliran fluida dalam pipa (m³/s)

d = diameter pipa (m)

c = Koefisien Kekasaran Hazen-William

Tabel 3 Koefisien Kekasaran Hazen-William

Jenis Pipa	Niai Koefisien Hazen-Williams (C _{hw})
PVC	140 – 150
Pipa asbes	120 – 150
Pipa berlapis semen	100 – 140
Pipa besi digalvani	100 – 120
Cast iron	90 - 125

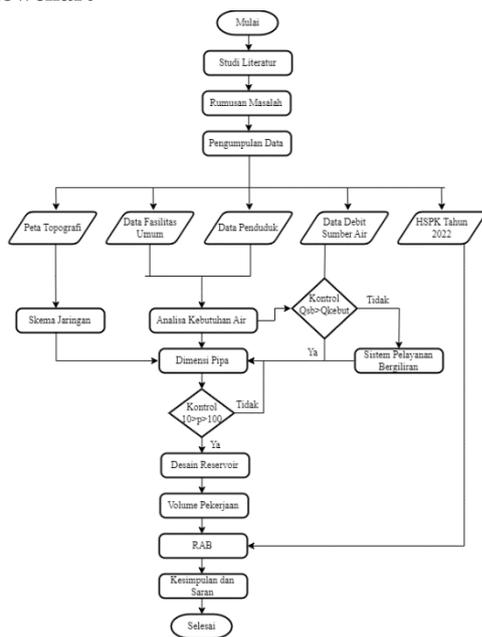
Sumber: (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)

f. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya proyek yaitu perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Biaya-biaya yang diperhitungkan dalam penyusunan rencana anggaran biaya (Soedradjat,1994:1). Tahap -tahap yang sebaiknya dilakukan untuk menyusun anggaran biaya adalah sebagai berikut:

- Perhitungan volume
- Menghitung analisa harga satuan pekerjaan
- Rekapitulasi biaya

Flowchart



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Proyeksi Jumlah Proyeksi Penduduk

Data jumlah penduduk dapat digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk dan menghitung kebutuhan air bersih domestic pada tahun perencanaan, ada 3 (tiga) metode yang digunakan dalam menghitung proyeksi penduduk.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan tiga metode yang dihitung dengan persamaan 1,2,3 didapatkan nilai standar deviasi yang terkecil pada metode aritmatik. Berikut hasil proyeksi penduduk 10 tahun mendatang dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Proyeksi Jumlah Penduduk Kec. Pujon

DESA / KELURAHAN	Jumlah Penduduk Tahun 2032 (Jiwa)
1 Bendosari	4646
2 Sukomulyo	6918
3 Pujon Kidul	4217
4 Pandesari	10958
5 Pujon Lor	8941
6 Ngroto	6898
7 Ngabab	8293
8 Tawang Sari	6633
9 Madiredo	10769
10 Wiyurejo	5773
Jumlah	74045

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air

Kebutuhan air dibedakan menjadi dua, yaitu kebutuhan air domestic dan air non domestic. Perhitungan kebutuhan air bersih diproyeksikan hingga tahun 2032. Kriteria yang digunakan untuk menghitung proyeksi kebutuhan air bersih di daerah pelayanan mengikuti standar yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya Tahun 1996.

a. Kebutuhan Air Domestik

Menurut kriteria Dirjen Cipta Karya tahun 1996, hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk di daerah pelayanan pada tahun rencana sebanyak 74045 jiwa sehingga daerah perencanaan termasuk dalam kategori kota kecil karena mempunyai jumlah penduduk 20.000 s/d 100.000 jiwa. Sehingga asumsi yang digunakan sebagai berikut,

- Cakupan Pelayanan = 90 %
- Konsumsi SR = 100 lt/org/hari dengan prosentase 70 %
- Konsumsi HU = 30 lt/org/hari dengan prosentase 30 %
- Kehilangan air (KA) = 30 % kebutuhan rata-rata

Kebutuhan air domestic didapatkan dari perhitungan menggunakan rumus persamaan 4,5,6,7 sehingga didapatkan hasil berikut ini yang ditunjukkan oleh Tabel 5

Tabel 5 Kebutuhan Air Domestik

Desa / Kelurahan		SR	HU	KA	Qd Total
		(lt/dt)	(lt/dt)	(lt/dt)	(lt/dt)
1	Bendosari	3.388	0.436	1.147	4.970
2	Sukomulyo	5.044	0.649	1.708	7.401
3	Pujon Kidul	3.075	0.395	1.041	4.511
4	Pandesari	7.990	1.027	2.705	11.723
5	Pujon Lor	6.519	0.838	2.207	9.565
6	Ngroto	5.030	0.647	1.703	7.379
7	Ngabab	6.047	0.777	2.047	8.872
8	Tawang Sari	4.836	0.622	1.637	7.096
9	Madiredo	7.853	1.010	2.659	11.521
10	Wiyurejo	4.210	0.541	1.425	6.176
TOTAL					79.213

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Kebutuhan Air Non Domestik

Setiap tahun terjadi pertumbuhan fasilitas umum sebagai penunjang kegiatan masyarakat. Oleh karena itu, sebelum melakukan perhitungan kebutuhan air non domestic harus melakukan proyeksi jumlah fasilitas umum dari tahun dasar hingga tahun perencanaan.

Perhitungan kebutuhan air non domestic sesuai dengan kriteria perencanaan Dirjen Cipta Karya tahun 1996.

Tabel 6 Kebutuhan Air Non Domestik

No	Desa / Kelurahan	Qnd tiap Desa (lt/dt)
1	Bendosari	4.9853
2	Sukomulyo	7.6583
3	Pujon Kidul	5.0928
4	Pandesari	12.0943
5	Pujon Lor	10.2128
6	Ngroto	7.6567
7	Ngabab	9.2067
8	Tawang Sari	7.6615
9	Madiredo	12.4606
10	Wiyurejo	6.6527
TOTAL		83.6817

Sumber: Hasil Perhitungan

c. Kebutuhan Air Total

Pada saat menghitung kebutuhan air rata-rata harian, kebutuhan air harian maksimum, dan kebutuhan air jam maksimum dapat menggunakan rumus persamaan 8,9,10 maka didapatkan hasil berikut ini yang ditunjukkan oleh **Tabel 7**

Tabel 7 Kebutuhan Air Total

No	Desa / Kelurahan	Qav	Qmax	Qpeak
		(lt/dt)	(lt/dt)	(lt/dt)
1	Bendosari	9.955	10.951	16.426
2	Sukomulyo	15.059	16.565	24.848
3	Pujon Kidul	9.604	10.565	15.847

4	Pandesari	23.817	26.199	39.298
5	Pujon Lor	19.777	21.755	32.633
6	Ngroto	15.036	16.540	24.809
7	Ngabab	18.079	19.886	29.830
8	Tawang Sari	14.757	16.233	24.349
9	Madiredo	23.981	26.380	39.569
10	Wiyurejo	12.829	14.111	21.167
Total		162.895	179.184	268.777

Sumber: Hasil Perhitungan

Pipa

Pada perencanaan ini menggunakan pipa HDPE, karena daerah penelitian merupakan perbukitan sehingga sisa tekan cukup besar, maka dari hasil perhitungan didapatkan diameter pipa HDPE-16 Ø250 mm, Ø 225 mm, Ø200 mm, Ø180 mm, Ø160 mm, Ø140 mm, Ø125 mm, Ø110 mm, Ø90 mm, Ø75 mm.

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jaringan air bersih (meliputi: jaringan pipa dan reservoir) secara keseluruhan pada 8 desa yang tersebar di Kecamatan Pujon.

Berikut ini biaya yang dibutuhkan pada perencanaan ini yang ditunjukkan pada **Tabel 8**

Tabel 8 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 271,783,326.42
2	Pengadaan Sambungan Pipa	Rp 9,281,600,400.00
3	Galian Tanah	Rp 3,057,562,422.20
4	Pemasangan Pipa	Rp 4,243,198,651.31
5	Pengurukan Pasir	Rp 502,375,816.74
6	Pengerukan Tanah Kembali	Rp 832,078,783.68
7	Pekerjaan Pembuatan Reservoir	Rp 1,362,983,482.14
Jumlah		Rp 19,551,582,882.48
PPN 10%		Rp 1,955,158,288.25
Total		Rp 21,506,741,170.73
Dibulatkan		Rp 21,506,741,171

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Kecamatan Pujon Kabupaten Malang adalah sebagai berikut:

- Pada penelitian ini, saya menggunakan lima perencanaan diantaranya:
 - Perencanaan 1, menggunakan Sumber aliran air Cemoro Dudo yang akan melayani proyeksi penduduk sejumlah 26796 jiwa. Kebutuhan total

- air bersih pada perencanaan ini sebesar 96.740 ltr/det dengan sisa tekan maksimum sebesar 177,187 m dan sisa tekan minimum sebesar 14.426 m. Pada perencanaan ini menggunakan pipa HDPE PN-16 dengan variasi dimater Ø250 mm, Ø 225 mm, Ø200 mm, Ø160 mm, Ø140 mm, Ø110 mm, dengan total panjang pipa sebesar 21532 m
- Perencanaan 2, menggunakan Sumber Papat yang akan melayani proyeksi penduduk sejumlah 15781 jiwa. Kebutuhan total air bersih pada perencanaan ini sebesar 57.121 ltr/det dengan sisa tekan maksimum sebesar 99.146 m dan sisa tekan minimum sebesar 11.826 m. Pada perencanaan ini menggunakan pipa HDPE PN-16 dengan variasi dimater Ø250 mm, Ø 225 mm, Ø200 mm, Ø180 mm, Ø160 mm, Ø140 mm, Ø125 mm, Ø110 mm, Ø90 mm, Ø75 mm, dengan total panjang pipa sebesar 25193 m
 - Perencanaan 3, menggunakan Sumber Sandiyo dan Sumber Suren Jungkir yang akan melayani proyeksi penduduk sejumlah 8941 jiwa. Kebutuhan total air bersih pada perencanaan ini sebesar 29.830 ltr/det dengan sisa tekan maksimum sebesar 99.447 m dan sisa tekan minimum sebesar 20.101 m. Pada perencanaan ini menggunakan pipa HDPE PN-16 dengan variasi dimater Ø200 mm, Ø160 mm, Ø140 mm, Ø125 mm, dengan total panjang pipa sebesar 7028 m
 - Perencanaan 4, menggunakan Sumber Jurang Jero, Coban Bidadari, dan Sumber Tambi yang akan melayani proyeksi penduduk sejumlah 6633 jiwa. Kebutuhan total air bersih pada perencanaan ini sebesar 24.349 ltr/det dengan sisa tekan maksimum sebesar 98.753 m dan sisa tekan minimum sebesar 19.319 m. Pada perencanaan ini menggunakan pipa HDPE PN-16 dengan variasi dimater Ø200 mm, Ø160 mm, Ø140 mm, Ø125 mm, dengan total panjang pipa sebesar 10130 m
 - Perencanaan 5, menggunakan Sumber Telaga Dawet dan Sumber Semedi yang akan melayani proyeksi penduduk sejumlah 10769 jiwa. Kebutuhan total air bersih pada perencanaan ini sebesar 39.569 ltr/det dengan sisa tekan maksimum sebesar 94.415 m dan sisa tekan minimum sebesar 13.530 m. Pada perencanaan ini menggunakan pipa HDPE PN-16 dengan variasi dimater Ø200 mm, Ø180 mm, Ø160 mm, Ø140 mm, dengan total panjang pipa sebesar 4063 m
2. Reservoir pada perencanaan ini menggunakan beton bertulang sejumlah 11 (sebelas) unit dengan 4 (empat) tipe sebagai berikut,
- Reservoir tipe 1 dengan dimensi panjang 3 m, lebar 3 m, dan tinggi 2 m, sejumlah 2 unit.
 - Reservoir tipe 2 dengan dimensi panjang 3 m, lebar 3 m, dan tinggi 3 m, sejumlah 4 unit.
 - Reservoir tipe 3 dengan dimensi panjang 4 m, lebar 4 m, dan tinggi 3 m, sejumlah 4 unit.
 - Reservoir tipe 4 dengan dimensi panjang 6 m, lebar 6 m, dan tinggi 4 m, sejumlah 1 unit.
3. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jaringan air bersih (meliput: jaringan pipa dan reservoir) secara keseluruhan pada 8 desa yang tersebar di Kecamatan Pujon adalah sebesar Rp21.506.741.171,00

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DPU Ditjen Cipta Karya (1996). Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Air Minum. Jakarta: Departmen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya.
- [2] Suhardono, A (2020). Modul Ajar Pengelolaan Air Bersih. Politeknik Negeri Malang
- [3] Syarif, Erif Kemal & Bagus Harianto. (2011). Buku Pintar Beternak & Bisnis Sapi Perah. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka