

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA PAPUTUNGAN KECAMATAN LIKUPANG BARAT MINAHASA UTARA

Giovanni David Posumah

Lambertus Tanudjaja , Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: giovanniposumah.090211027@gmail.com

ABSTRAK

Sistem penyediaan air bersih untuk penduduk Desa Paputungan saat ini tidak tersedia. Agar dapat memperoleh air untuk kebutuhan sehari-hari, masyarakat membuat sumur-sumur milik pribadi. Di sekitar daerah ini terdapat sumber air yang memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih.

Debit andalan 90% Sungai Dahiyo yang dianalisis dengan metode NRECA diperoleh sebesar 1,225 liter/detik yang merupakan debit terendah sepanjang tahun. Jumlah penduduk untuk desa ini diproyeksi dengan analisa regresi polinomial yang pada akhir tahun rencana berjumlah 1564 jiwa dengan kebutuhan air sebesar 1,1475 liter/detik. Tahun rencana pada sistem penyediaan air selama 10 tahun dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2024.

Distribusi air bersih ke lokasi pelayanan menggunakan sistem gravitasi dan terdapat reservoir berukuran 2,75m x 2,75m x 3,85m untuk menampung air untuk optimalisasi suplai. Desain sistem penyediaan air bersih digunakan software EPANET 2.0 untuk dapat merencanakan dimensi pipa. Diameter pipa bervariasi agar dapat menyalurkan air ke keran umum di daerah pelayanan. Untuk pelayanan bagi masyarakat Desa Paputungan dipasang sebanyak 16 buah kran umum.

Kata kunci : Debit andalan, Distribusi air, Sistem penyediaan air.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Desa Paputungan, merupakan desa dengan luas wilayah 350 Ha yang terletak di Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. Berbatasan dengan Teluk Kora-kora sebelah Utara, Desa Jayakarsa sebelah Selatan, Laut Sulawesi sebelah Barat dan Desa Tanah Putih sebelah Timur. Penduduk desa pada tahun 2013 berjumlah 802 jiwa, yang sebagian besar berprofesi sebagai petani dan nelayan. Di desa ini terdapat sarana umum yang terdiri dari 5 Gereja dan 1 Masjid, juga terdapat sarana pendidikan dan sarana kesehatan seperti posyandu dan polindes.

Berdasarkan situasi dan kondisi, kebutuhan air bersih di Desa Paputungan cukup besar. Disebagian kecil desa sudah pernah ada jaringan air bersih, akan tetapi jaringan tersebut sudah rusak dan tidak berfungsi lagi. Karena perkembangan dan perluasan wilayah, sebagian besar desa belum pernah dibangun jaringan air bersih. Untuk dapat memperoleh air bersih, masyarakat kemudian memanfaatkan air yang diperoleh dari sumur-sumur galian. Berdasarkan kebutuhan penduduk, ketersediaan air dari sumur

galian tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari. Disekitar desa terdapat sungai yang belum difungsikan untuk penyediaan air bersih.

Dari penjelasan di atas, pengambilan air dari sumur masyarakat saat ini tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk Desa Paputungan setiap harinya. Dibutuhkan perencanaan sistem penyediaan air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan air penduduk di Desa Paputungan.

Rumusan Masalah

Pemanfaatan air dari sumur oleh masyarakat Desa Paputungan saat ini tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya sistem penyediaan air bersih di Desa Paputungan.

Pembatasan Masalah

Pada perencanaan sistem penyediaan air bersih ini dibatasi pada:

- Menghitung kebutuhan air bersih sampai tahun 2024 (10 tahun kedepan dari tahun 2014)
- Analisis detail struktur bangunan air tidak direncanakan.
- Analisis sistem pengolahan air bersih tidak direncanakan.

- Jaringan perpipaan yang direncanakan hanya dari sumber sampai hidran umum/kran umum.

Tujuan Penelitian.

Untuk mendapatkan desain sistem penyediaan air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Papatungan.

Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberi informasi dan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem jaringan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk di Desa Papatungan.

LANDASAN TEORI

Ketersediaan Air

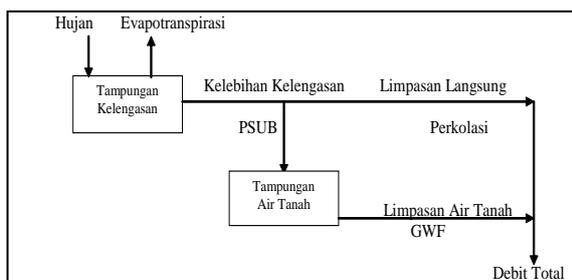
Ketersediaan air merupakan sumber pemanfaatan air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air.

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah penguapan yang terjadi dari permukaan tanah, permukaan air, serta tanaman (*vegetated surface*). Nilai evapotranspirasi merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) secara bersama-sama. Evaporasi adalah berubahnya air menjadi uap air dari permukaan tanah maupun permukaan air, sedangkan transpirasi merupakan penguapan melalui tubuh tanaman yaitu pada daun melalui stomata sebagai proses fisiologis.

Debit Analisis

Salah satu model hujan aliran yang relative sederhana adalah model NRECA. *National Rural Electric Cooperative Association* di amerika mengembangkan suatu model hidrologi untuk *Hydrologic estimates for small hydroelectric projects*.



Gambar 1. Diagram alir model NRECA
Sumber: Sumaraw (2014)

Kalibrasi dan Debit Andalan

Dalam memprediksi debit metode Nreca, perlu dibandingkan dengan debit observasi atau pengamatan sehingga parameter yang di tentukan tersebut menjadi benar.

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun dan dapat dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui, kemudian ditetapkan suatu andalan berupa suatu frekuensi kejadian yang didalamnya terdapat paling sedikit satu kegagalan.

Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia, meliputi air bersih domestic dan non domestik.

Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Model analisa yang dilakukan:

1. Analisa regresi linear
2. Analisa regresi logaritma
3. Analisa regresi eksponensial
4. Analisa regresi polinomial

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1.	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2.	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3.	Lingkup Pelayanan	60 - 100 %
4.	Perbandingan HU:SR	20:80 – 50:50
5.	Kebutuhan Non-Domestik	5 %
6.	Kehilangan air akibat kebocoran	15 %
7.	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 x Qr
8.	Pelayanan HU	100 orang / unit
9.	Pelayanan SR	10 orang / unit
10.	Jam operasi	12 jam/hari
11.	Aliran maksimum HU	3000 l/hari
12.	Aliran maksimum SR	900 l/hari
13.	Periode perencanaan	10 tahun

Sumber: Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, (1990)

Kebutuhan Air Bersih Domestik dan Non Domestik

1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti: untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, pengangkutan air buangan (buangan

dapur dan toilet). Kebutuhan air domestic sangat dipengaruhi oleh ketersediaan, budaya, dan iklim setempat.

2. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan tempat pendidikan atau sekolah, untuk kegiatan hotel, pasar, pertokoan, restoran, dan sebagainya. Sedangkan kebutuhan air bersih untuk industri biasanya digunakan untuk air pada boiler untuk pemanas, bahan baku proses industri, juga kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi, terminal.

Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan banyaknya air yang hilang. Hilang yang diperlukan bagi penjagaan tujuan penyediaan air bersih, yaitu tercukupinya kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya dan yang disebabkan aktivitas penggunaan dan pengolahan air. Kehilangan ini ditentukan dengan mengalikan faktor tertentu (15-20%) dengan angka total produksi air.

Kebutuhan Air Total

Merupakan total dari kebutuhan air domestik, non domestik dan kehilangan air.

Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 di kali dengan kebutuhan air total. Dan untuk kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,65-2,00 dikali dengan kebutuhan air total.

Unit Pengambilan

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau intake. Kapasitas intake ini dibuat sesuai dengan debit yang diperlukan untuk pengolahan. Fungsi utama bangunan intake untuk menangkap air dari sumber air untuk diolah dalam instalasi pengolahan air bersih.

Unit Pengolahan

Berdasarkan persyaratan kualitatif dalam penyediaan air bersih, air sungai atau air baku harus diolah terlebih dahulu agar dapat memenuhi mutu dan kualitas air bersih. Sistem pengolahan air sederhana (SIPAS) dan saringan air rumah tangga (SARUT) merupakan beberapa unit pengolahan dari air baku menjadi air bersih.

Unit Penyaluran

Sistem penyaluran air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan kedaerah pelayanan (konsumen).

Kehilangan Energi

Besarnya kehilangan energi akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan sebagai berikut :

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,8704}} \times L$$

Dimana :

- D = Diameter pipa (m)
- L = Panjang pipa (m)
- C_{HW} = Koefisien Hazen – Williams
- Q = Debit (m³/det)

Software Epanet 2.0

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. EPANET menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah Penulisan

1. Survei Lokasi dan Pengambilan Data
 - a. Data primer
 - Observasi lapangan terhadap sumber air serta debit yang ada di lokasi penelitian
 - Wawancara mengenai pemanfaatan air dan ketersediaan air di Desa Papatungan.
 - b. Data sekunder
 - Data curah hujan
 - Data klimatologi
 - Peta topografi
 - Data jumlah penduduk
2. Analisis Data
 - a. Analisis ketersediaan air
 - b. Analisis pertumbuhan penduduk
 - c. Analisis kebutuhan penduduk
3. Perencanaan sistem jaringan air bersih.
4. Sistem penyediaan air bersih

5. Pembahasan
6. Kesimpulan dan saran

Lokasi Penelitian

Desa Paputungan terletak di kecamatan Likupang Barat, kabupaten Minahasa Utara. DAS Dahiyanogo yang merupakan sumber air untuk memenuhi kebutuhan penduduk Desa Paputungan memiliki luas *catchment* sebesar 1,75 km².

Desa Paputungan secara geografis berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : Teluk Kora-kora
- Sebelah Timur : Desa Tanah Putih
- Sebelah Selatan : Desa Jayakarsa
- Sebelah Barat : Laut Sulawesi

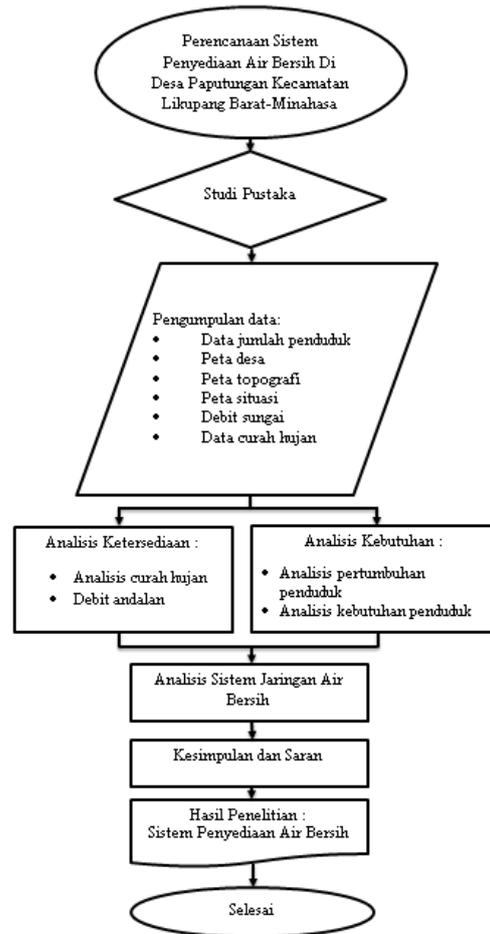
Kondisi Sumber Air

Untuk memperoleh air, penduduk Desa Paputungan membuat sumur-sumur galian. Sumur-sumur galian yang ada di Desa Paputungan hanya terbatas dan merupakan milik pribadi dari sebagian penduduk. Pada musim panas, sumur-sumur galian menjadi kering sehingga masyarakat tidak lagi memperoleh air dari sumur-sumur tersebut.

Disekitar Desa Paputungan terdapat sungai yang dapat difungsikan untuk dapat memenuhi kebutuhan air penduduk Desa Paputungan. sungai tersebut adalah Sungai Dahiyanogo. Kondisi geografis sungai ini memungkinkan untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih untuk Desa Paputungan. Hulu dari sungai ini memiliki elevasi ± 70 m di atas permukaan laut sedangkan Desa Paputungan memiliki elevasi ± 10 m di atas permukaan laut sehingga memungkinkan untuk penyaluran air bersih dengan gravitasi. Sungai ini memiliki lebar ± 5 m dengan kedalaman ± 0.4 m.

Bagan Alir

Langkah-langkah penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Evapotranspirasi

Untuk menghitung penguapan dari permukaan bebas digunakan metode Thornthwaite.

Tabel 2. Evapotranspirasi

Bulan	Suhu Rata-rata	i	a	ETP*	ETP**	F	ETP	ETP
	t (°C)			(t < 26,5 °C)	(t ≥ 26,5 °C)			(terkoreksi)
Januari	27,40	13,14	4,06	44,98	14,30	1,04	14,30	14,8697
Februari	27,13	12,94	4,06	44,38	14,06	0,94	14,06	13,2188
Maret	27,54	13,24	4,06	45,27	14,41	1,04	14,41	14,9862
April	26,93	12,80	4,06	43,96	13,89	1,01	13,89	14,0265
Mei	27,13	12,94	4,06	44,39	14,06	1,05	14,06	14,7675
Juni	27,27	13,04	4,06	44,68	14,18	1,02	14,18	14,4661
Juli	27,46	13,18	4,06	45,10	14,34	1,05	14,34	15,0604
Agustus	27,51	13,22	4,06	45,22	14,39	1,04	14,39	14,9665
September	27,62	13,30	4,06	45,46	14,48	1,01	14,48	14,6257
Oktober	27,87	13,48	4,06	46,04	14,69	1,04	14,69	15,2738
November	27,67	13,33	4,06	45,58	14,52	1,01	14,52	14,6676
Desember	27,58	13,27	4,06	45,37	14,45	1,04	14,45	15,0254
		157,88						

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air

Berdasarkan topografi dan kondisi Desa Paputungan, maka dalam perhitungan digunakan analisis hidrologi karena sumber dari ketersediaan air untuk Desa Paputungan bersumber dari sungai yang terletak berdekatan dengan desa tersebut.

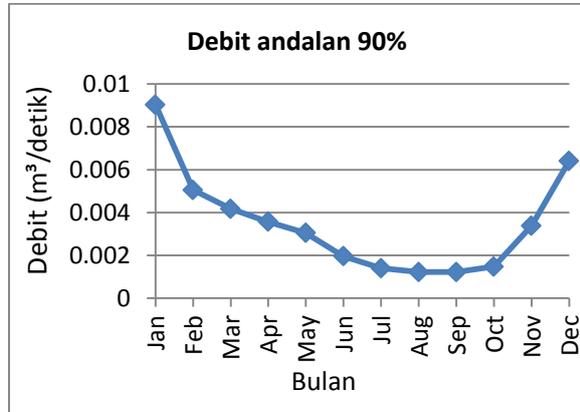
Debit Analisis dan Kalibrasi

Dari hasil perhitungan dan kalibrasi data tahun 2014, diperoleh nilai *Absolute Error (AE)* mendekati 0. Parameter yang telah ditentukan dan dikalibrasi kemudian digunakan pada perhitungan untuk tahun 2008 sampai 2014.

Debit Andalan

Perhitungan debit andalan (Q 90%) dilakukan dengan mengurutkan debit dari urutan terbesar

sampai terkecil selanjutnya dicari nilai probabilitas 90%. Dari hasil pengurutan nilai debit, dilakukan interpolasi agar debit dengan nilai probabilitas 90% dapat diperoleh.



Gambar 3. Grafik Ketersediaan dan Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi Jumlah Penduduk

Tabel 3. Rekapitulasi Analisa Regresi

Analisa Regresi	Koefisien Korelasi (R)	Koefisien Determinasi (R ²)	y
Linear	0,91476773	0,8368	15.618x + 649.2
Logarithmic	0,778524245	0,6061	54.902ln(x) + 652.17
Exponential	0,916515139	0,84	653,85e ^{0,0029x}
Polynomial	0,969484399	0,9399	2.1667x ² - 8.2152x + 696.87

Berdasarkan hasil rekapitulasi analisa regresi, dipilih analisa regresi polinomial yang nilai korelasi dan determinasinya paling besar yaitu 0,9399. Kemudian digunakan rumus $y = 2.1667x^2 - 8.2152x + 696.87$ dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Analisa Regresi Polinomial

Tahun	x	y	Proyeksi Jumlah Penduduk
2015	11	959,0407	960
2016	12	1008,8748	1009
2017	13	1063,0423	1064
2018	14	1121,5432	1122
2019	15	1184,3775	1185
2020	16	1251,5452	1252
2021	17	1323,0463	1324
2022	18	1398,8808	1399
2023	19	1479,0487	1480
2024	20	1563,55	1564

Analisa Kebutuhan Air Domestik

Berdasarkan pedoman teknik air bersih IKK pedesaan, 1990 mengenai kriteria perencanaan sistem air bersih pedesaan untuk keran umum maka analisis kebutuhan air domestik digunakan 30 liter/orang/hari.

Tabel 5. Kebutuhan Air Domestik Desa Paputungan

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk	
	Jiwa	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	960	28800	0,3333
2016	1009	30270	0,3503
2017	1064	31920	0,3694
2018	1122	33660	0,3896
2019	1185	35550	0,4115
2020	1252	37560	0,4347
2021	1324	39720	0,4597
2022	1399	41970	0,4858
2023	1480	44400	0,5139
2024	1564	46920	0,5431

Analisa Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan untuk fasilitas pelayanan umum, seperti kantor, sekolah, rumah sakit atau puskesmas, tempat ibadah, terminal, dan lain-lain. Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan untuk kebutuhan non-domestik angka persentase yang dipakai adalah sebesar 5%. Berikut ini adalah tabel yang menyajikan perhitungan-perhitungan kebutuhan non-domestik.

Tabel 6. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Paputungan

Tahun	Jumlah Penduduk	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn=Qd x 0,05)	
			Liter/Hari	Liter/Detik
2015	960	28800	1440	0,0167
2016	1009	30270	1513,5	0,0175
2017	1064	31920	1596	0,0185
2018	1122	33660	1683	0,0195
2019	1185	35550	1777,5	0,0206
2020	1252	37560	1878	0,0217
2021	1324	39720	1986	0,0230
2022	1399	41970	2098,5	0,0243
2023	1480	44400	2220	0,0257
2024	1564	46920	2346	0,0272

Analisa Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan kebocoran/kehilangan air yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 7. Kehilangan Air Desa Paputungan

Tahun	Jumlah Penduduk	Air Domestik	Air Non Domestik	Kehilangan Air	
				Liter/Hari	Liter/Detik
2015	960	28800	1440	4536	0,0525
2016	1009	30270	1513,5	4767,525	0,0552
2017	1064	31920	1596	5027,4	0,0582
2018	1122	33660	1683	5301,45	0,0614
2019	1185	35550	1777,5	5599,125	0,0648
2020	1252	37560	1878	5915,7	0,0685
2021	1324	39720	1986	6255,9	0,0724
2022	1399	41970	2098,5	6610,275	0,0765
2023	1480	44400	2220	6993	0,0809
2024	1564	46920	2346	7389,9	0,0855

Analisa Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 8. Kebutuhan Air Total Desa Paputungan

Tahun	Jumlah Penduduk	Qd	Qn	Qa	Qt	
	Jiwa	Liter/ Hari	Liter/Hari	Liter/Hari	Liter/Hari	Liter/Detik
2015	960	28800	1440	4536	34776	0,4025
2016	1009	30270	1513,5	4767,525	36551	0,4230
2017	1064	31920	1596	5027,4	38543	0,4461
2018	1122	33660	1683	5301,45	40644	0,4704
2019	1185	35550	1777,5	5599,125	42927	0,4968
2020	1252	37560	1878	5915,7	45354	0,5249
2021	1324	39720	1986	6255,9	47962	0,5551
2022	1399	41970	2098,5	6610,275	50679	0,5866
2023	1480	44400	2220	6993	53613	0,6205
2024	1564	46920	2346	7389,9	56656	0,6557

Dari hasil analisis tersebut diperoleh kebutuhan air total Desa Paputungan pada tahun 2024 sebesar 0,6557 liter/detik.

Analisa Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15-1,25 di kali dengan kebutuhan air total.

Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,65-2,00 dikali dengan kebutuhan air total.

Tabel 9. Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Total (l/s)	Kebutuhan harian Max (l/s)	Kebutuhan Jam Puncak (l/s)
		Qt	$Qm = 1.25 \times Qt$	$Qp = 1.75 \times Qt$
2015	960	0,4025	0,5031	0,7044
2016	1009	0,4230	0,5288	0,7403
2017	1064	0,4461	0,5576	0,7807
2018	1122	0,4704	0,5880	0,8232
2019	1185	0,4968	0,6210	0,8695
2020	1252	0,5249	0,6562	0,9186
2021	1324	0,5551	0,6939	0,9715
2022	1399	0,5866	0,7332	1,0265
2023	1480	0,6205	0,7757	1,0859
2024	1564	0,6557	0,8197	1,1475

Tabel 10. Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air Bersih Tahun 2024

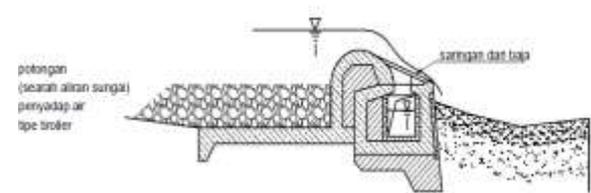
Bulan	Kebutuhan (l/d)	Ketersediaan (l/d)
Jan	1,1475	9,031
Feb	1,1475	5,049
Mar	1,1475	4,174
Apr	1,1475	3,565
May	1,1475	3,048
Jun	1,1475	1,953
Jul	1,1475	1,395
Aug	1,1475	1,225
Sep	1,1475	1,225
Oct	1,1475	1,478
Nov	1,1475	3,382
Dec	1,1475	6,407



Gambar 4. Grafik Ketersediaan dan Kebutuhan Air Bersih

Analisis Sistem Penyediaan Air Bersih Unit Pengambilan

Unit pengambilan dalam sistem penyediaan air bersih, digunakan bangunan air berupa bendung saringan bawah karena sumber dari ketersediaan air yang direncanakan adalah Sungai Dahiyango.



Gambar 4. Bendung Saringan Bawah
Sumber : Kriteria Perencanaan Irigasi, KP-02

Unit Pengolahan

Karena bersumber dari sungai maka diperlukan unit pengolahan air agar memenuhi kriteria dan standar kualitas air. Dalam skripsi ini instalasi pengolahan air tidak direncanakan, namun sebagai gambaran, berikut ini ditampilkan sketsa sistem pengolahan air sederhana (SIPAS) berupa saringan pasir lambat (SPL).

Unit Penyaluran

Untuk dapat menyalurkan air dari unit pengolahan ke reservoir digunakan pipa HDPE dengan diameter 2½ inch (63,5 mm), dihitung dengan persamaan Hazen-Williams.

Desain Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi dibuat karena kebutuhan air jam puncak lebih besar dari suplai air. Reservoir distribusi ini difungsikan untuk menampung air disaat pemakaian lebih sedikit dari suplai dan untuk menutupi kekurangan air disaat pemakaian lebih besar dari suplai

Tabel 11. Fluktuasi Pemakaian Air

Jam	Load Factor	Rekapitulasi Presentasi Pemakaian Air (%)	Pemakaian Air Bersih Tahun 2024 (m ³ /jam)
0:00 - 1:00	0,3	1,2510	1,2404
1:00 - 2:00	0,37	1,5430	1,5298
2:00 - 3:00	0,45	1,8766	1,8606
3:00 - 4:00	0,64	2,6689	2,6461
4:00 - 5:00	1,15	4,7957	4,7548
5:00 - 6:00	1,4	5,8382	5,7884
6:00 - 7:00	1,53	6,3803	6,3259
7:00 - 8:00	1,56	6,5054	6,4500
8:00 - 9:00	1,41	5,8799	5,8298
9:00 - 10:00	1,38	5,7548	5,7058
10:00 - 11:00	1,27	5,2961	5,2509
11:00 - 12:00	1,2	5,0042	4,9615
12:00 - 13:00	1,14	4,7540	4,7134
13:00 - 14:00	1,17	4,8791	4,8375
14:00 - 15:00	1,18	4,9208	4,8788
15:00 - 16:00	1,22	5,0876	5,0442
16:00 - 17:00	1,31	5,4629	5,4163
17:00 - 18:00	1,38	5,7548	5,7058
18:00 - 19:00	1,25	5,2127	5,1683
19:00 - 20:00	0,98	4,0867	4,0519
20:00 - 21:00	0,62	2,5855	2,5635
21:00 - 22:00	0,45	1,8766	1,8606
22:00 - 23:00	0,37	1,5430	1,5298
23:00 - 0:00	0,25	1,0425	1,0337
	23,98	100	99,1478

Sumber :DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih

Tabel 12. Suplai dan Kebutuhan

Jam	Suplai Air (m ³ /jam)	Pemakaian Air (m ³ /jam)	Volume Air Dalam Reservoir (m ³)
0:00			X
0:00 - 1:00	4,1312	1,2404	X + 2,8908
1:00 - 2:00	4,1312	1,5298	X + 5,4921
2:00 - 3:00	4,1312	1,8606	X + 7,7627
3:00 - 4:00	4,1312	2,6461	X + 9,2477
4:00 - 5:00	4,1312	4,7548	X + 8,6241
5:00 - 6:00	4,1312	5,7884	X + 6,9668
6:00 - 7:00	4,1312	6,3259	X + 4,7720
7:00 - 8:00	4,1312	6,4500	X + 2,4532
8:00 - 9:00	4,1312	5,8298	X + 0,7546
9:00 - 10:00	4,1312	5,7058	X + -0,8200
10:00 - 11:00	4,1312	5,2509	X + -1,9398
11:00 - 12:00	4,1312	4,9615	X + -2,7702
12:00 - 13:00	4,1312	4,7134	X + -3,3525
13:00 - 14:00	4,1312	4,8375	X + -4,0588
14:00 - 15:00	4,1312	4,8788	X + -4,8065
15:00 - 16:00	4,1312	5,0442	X + -5,7195
16:00 - 17:00	4,1312	5,4163	X + -7,0047
17:00 - 18:00	4,1312	5,7058	X + -8,5793
18:00 - 19:00	4,1312	5,1683	X + -9,6164
19:00 - 20:00	4,1312	4,0519	X + 1,4000
20:00 - 21:00	4,1312	2,5635	X + 2,9677
21:00 - 22:00	4,1312	1,8606	X + 5,2383
22:00 - 23:00	4,1312	1,5298	X + 7,8396
23:00 - 0:00	4,1312	1,0337	X + 10,9372
		99,1478	X

Perhitungan kapasitas berguna :

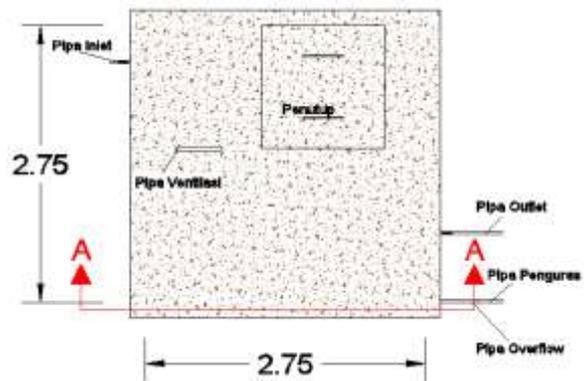
$$\begin{aligned} \text{Volume minimal bak} &= x - 9,6164 \\ \text{Volume bak kosong} &= x - 9,6164 \\ x &= 9,6164 \\ \text{Volume maksimum bak} &= x + 10,9372 \\ \text{Kapasitas berguna bak} &= 9,6164 + 10,9372 \\ &= 20,5536 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi kapasitas berguna bak yang direncanakan :

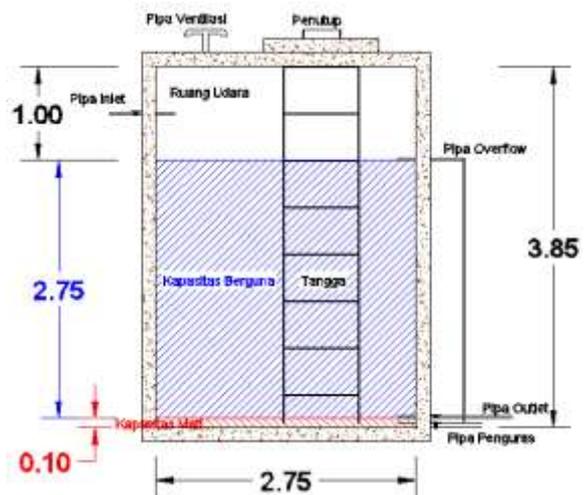
$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 2,75 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 2,75 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 2,75 \text{ m} \\ \text{Tinggi ruang udara} &= 1 \text{ m} \\ \text{Tinggi kapasitas mati} &= 0,1 \text{ m} \\ \text{Dimensi kapasitas berguna bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 2,75 \times 2,75 \times 2,75 = 20,7969 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times (\text{Tinggi} + \\ &\text{Tinggi ruang udara} + \text{Tinggi kapasitas mati}) \\ &= 2,75 \times 2,75 \times (3,85) = 29,1156 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ukuran Reservoir distribusi adalah 2,75 x 2,75 x 3,85 dengan volume 29,1156 m³. Diambil ukuran panjang = 3 m dan lebar = 3 m



Gambar 5. Tampak Atas Reservoir Distribusi (2,75 x 2,75 x 3,85)



Gambar 6. Potongan A-A Reservoir Distribusi (2,75 x 2,75 x 3,85)

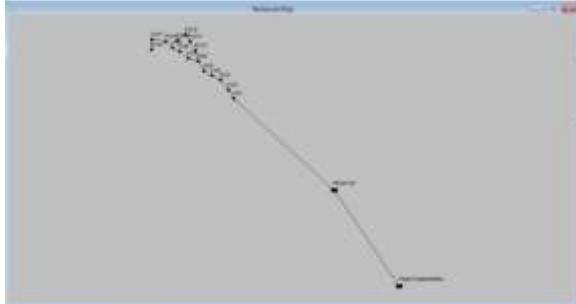
Desain Hidrolis Kran Umum

Karena direncanakan menggunakan kran umum maka harus ada desain hidrolis untuk kran umum.

Tabel 13. Jumlah Hidran Umum/Kran Umum

Tahun	Jumlah Penduduk	100 orang / HU/KU	Total HU/KU
2015	960	9,6	10
2016	1009	10,09	11
2017	1064	10,64	11
2018	1122	11,22	12
2019	1185	11,85	12
2020	1252	12,52	13
2021	1324	13,24	14
2022	1399	13,99	14
2023	1480	14,8	15
2024	1564	15,64	16

Desain Sistem Jaringan Air Bersih



Gambar 7. Skema Jaringan Air Bersih Desa Papatungan Menggunakan Epanet 2.0

Tabel 14. Node Parameter Desa Papatungan Jam 0:00

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Juno KU1		0.0717	52.33	43.33
Juno KU2	9	0.0717	52.23	43.23
Juno KU3	20	0.0717	52.13	43.13
Juno KU4	9	0.0717	52.02	43.02
Juno KU5	8	0.0717	51.92	42.92
Juno KU6	9	0.0717	51.85	42.86
Juno KU7	8	0.0717	51.78	42.79
Juno KU8	7	0.0717	51.72	42.72
Juno KU9	8	0.0717	51.69	42.69
Juno KU10	9	0.0717	51.67	42.67
Juno KU11	10	0.0717	51.66	41.66
Juno KU12	10	0.0717	51.66	41.66
Juno KU13	18	0.0717	51.76	43.76
Juno KU14	20	0.0717	51.71	43.71
Juno KU15	9	0.0717	51.69	42.69
Juno KU16	8	0.0717	51.69	42.69
Reser Water Treatment Plan	75	#N/A	75.00	0.00
Reser Reservoir	53	#N/A	53.00	0.00

Tabel 15. Link Parameter Desa Papatungan Jam 0:00

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/m
Pipe Transmission	311	435	130	3.64	1.15	25.84
Pipe Distribution	1863.6	435	130	1.79	0.57	7.79
Pipe Dist-2	114.2	508	130	1.68	0.85	16.92
Pipe Dist-3	129.8	508	130	1.57	0.77	16.85
Pipe Dist-4	164.5	508	130	1.45	0.72	14.52
Pipe Dist-5	164.5	508	130	1.34	0.66	12.52
Pipe Dist-6	123.9	508	130	1.23	0.61	10.85
Pipe Dist-7	118.5	381	130	0.67	0.59	14.88
Pipe Dist-8	121.5	381	130	0.56	0.49	10.04
Pipe Dist-9	87.6	381	130	0.45	0.39	6.64
Pipe Dist-10	102.3	381	130	0.34	0.29	3.90
Pipe Dist-11	154.9	381	130	0.22	0.20	1.84
Pipe Dist-12	108.2	381	130	0.11	0.10	0.91
Pipe Dist-13	122.5	31.75	130	0.45	0.57	16.15
Pipe Dist-14	115.5	31.75	130	0.34	0.42	9.49
Pipe Dist-15	88.4	31.75	130	0.22	0.28	4.47
Pipe Dist-16	106.9	31.75	130	0.11	0.14	1.24

Tabel 16. Node Parameter Desa Papatungan Jam 7:00

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Juno KU1		0.0717	38.88	29.88
Juno KU2	9	0.0717	36.72	27.72
Juno KU3	20	0.0717	34.56	25.56
Juno KU4	9	0.0717	32.17	23.17
Juno KU5	8	0.0717	30.11	22.11
Juno KU6	9	0.0717	28.79	19.79
Juno KU7	8	0.0717	27.12	19.12
Juno KU8	7	0.0717	25.90	18.90
Juno KU9	8	0.0717	25.32	17.32
Juno KU10	9	0.0717	24.92	15.92
Juno KU11	10	0.0717	24.64	14.64
Juno KU12	10	0.0717	24.58	14.58
Juno KU13	18	0.0717	26.02	8.02
Juno KU14	20	0.0717	25.72	5.72
Juno KU15	9	0.0717	25.32	16.32
Juno KU16	8	0.0717	25.19	17.19
Reser Water Treatment Plan	75	#N/A	75.00	0.00
Reser Reservoir	53	#N/A	53.00	0.00

Tabel 17. Link Parameter Desa Papatungan Jam 7:00

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/m
Pipe Transmission	311	435	130	3.64	1.15	25.84
Pipe Distribution	1863.6	435	130	1.79	0.57	7.79
Pipe Dist-2	114.2	508	130	1.68	0.85	16.92
Pipe Dist-3	129.8	508	130	1.57	0.77	16.85
Pipe Dist-4	164.5	508	130	1.45	0.72	14.52
Pipe Dist-5	164.5	508	130	1.34	0.66	12.52
Pipe Dist-6	123.9	508	130	1.23	0.61	10.85
Pipe Dist-7	118.5	381	130	0.67	0.59	14.88
Pipe Dist-8	121.5	381	130	0.56	0.49	10.04
Pipe Dist-9	87.6	381	130	0.45	0.39	6.64
Pipe Dist-10	102.3	381	130	0.34	0.29	3.90
Pipe Dist-11	154.9	381	130	0.22	0.20	1.84
Pipe Dist-12	108.2	381	130	0.11	0.10	0.91
Pipe Dist-13	122.5	31.75	130	0.45	0.57	16.15
Pipe Dist-14	115.5	31.75	130	0.34	0.42	9.49
Pipe Dist-15	88.4	31.75	130	0.22	0.28	4.47
Pipe Dist-16	106.9	31.75	130	0.11	0.14	1.24

Pembahasan

- Data curah hujan dan klimatologi selama tujuh tahun terakhir yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Maen, dengan luas pengaruh pada DAS Dahiyango 1,75 km² digunakan dalam analisis ketersediaan air dengan metode NRECA. Dari hasil analisis tersebut kemudian diperoleh debit andalan 90% sebesar 0,0012 m³/detik.
- Berdasarkan data jumlah penduduk Desa Papatungan dari tahun 2005 sampai 2014, maka diproyeksikan data jumlah penduduk selama 10 tahun dari tahun 2015 sampai 2024. Dalam analisa regresi, digunakan analisa regresi polinomial karena memiliki nilai

determinasi (R^2) sebesar 0,9399. Dari hasil analisis tersebut, untuk tahun 2024 jumlah penduduk Desa Paputungan ialah 1561 jiwa. Kebutuhan air yang dianalisis menggunakan kriteria/standar perencanaan air bersih pedesaan yang dapat dilihat pada tabel 4.9. Untuk kebutuhan air domestik pada tahun 2024 sebesar 46920 liter/detik. Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik pada tahun 2024 adalah 2346 liter/hari.

- Analisis kehilangan air Desa Paputungan untuk tahun 2024 adalah sebanyak 7389,9 liter/hari. Kebutuhan air total Desa Paputungan tahun 2024 ialah 56656 liter/hari. Sedangkan untuk kebutuhan air jam pucak yang terjadi pada tahun 2024 sebesar 1,1475 liter/detik. Berdasarkan analisis ketersediaan sebesar 1,225 liter/detik pada tahun 2024 dan proyeksi kebutuhan air penduduk Desa Paputungan tahun 2024 sebanyak 1,1475 liter/detik, maka ketersediaan air dapat mencukupi kebutuhan yang direncanakan.
- Sumber air yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan penduduk Desa Paputungan adalah sungai. Berdasarkan hal tersebut maka direncanakan bangunan bendung saringan bawah karena kondisi sungai yang dangkal. Karena bersumber dari sungai, maka air yang diambil harus diproses sehingga dapat dikonsumsi. Instalasi pengolahan air sederhana dengan menggunakan sistem saringan pasir lambat direncanakan agar mempermudah pemeliharaan dan pengambilan air. Air kemudian disalurkan ke reservoir distribusi dengan pipa HDPE 2½”.
- Dimensi reservoir distribusi yang direncanakan agar dapat memenuhi kebutuhan dan suplai air ke masyarakat Desa Paputungan berdimensi 2,75m x 2,75m x 3,85m. Dari reservoir, air dialirkan melalui pipa distribusi induk ke daerah pelayanan dengan pipa HDPE diameter 2½”. Total kran umum yang direncanakan berdasarkan standar/kriteria penyediaan air pedesaan yaitu 100 jiwa/kran umum, maka untuk memenuhi kebutuhan 1564 jiwa penduduk Desa Paputungan direncanakan kran umum sebanyak 16 buah. Lokasi tiap kran umum direncanakan

mengikuti sebaran penduduk Desa Paputungan. Pipa yang direncanakan untuk jaringan air bersih bervariasi agar dapat menyalurkan air dalam kondisi pemakaian air jam puncak dengan diameter pipa terkecil yang direncanakan adalah HDPE 1¼”.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis ketersediaan, kebutuhan dan jaringan sistem penyediaan air bersih untuk Desa Paputungan yang bersumber dari Sungai Dahiyango dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ketersediaan air Sungai Dahiyango berdasarkan analisis debit andalan 90% adalah sebesar 1,225 liter/detik.
2. Kebutuhan air bersih penduduk Desa Paputungan sesuai tahun rencana yaitu hingga tahun 2024 dengan jumlah 1564 jiwa, diperoleh dari hasil analisis regresi polinomial didapat sebesar 1.1475 liter/detik.
3. Sistem penyediaan air dari Sungai Dahiyango untuk Desa Paputungan, direncanakan sebagai berikut :
 - Intake berupa bendung dengan saluran pengambilan menuju ke instalasi pengolahan air.
 - Dari instalasi pengolahan air dengan menggunakan pipa HDPE 6”, air dialirkan ke reservoir distribusi yang berukuran 2,75m x 2,75m x 3,85m.
 - Dari reservoir, air dialirkan melalui pipa distribusi induk HDPE 2½” menuju desa dimana untuk pelayanan bagi masyarakat dipasang sebanyak 16 buah kran umum.

Saran

Dalam penelitian ini, bendung dan instalasi pengolahan air tidak dihitung dan dianalisis. Bendung dan instalasi pengolahan dapat dianalisis lebih khusus dalam penelitian berikutnya.

Agar sistem penyediaan air bersih yang ada dapat selalu berfungsi dengan baik selama umur pelayanan yang direncanakan, perlu ada kegiatan pelaksanaan dan pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, Agus., 2004. *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Jakarta: Penerbit Prenada Media, hal 158;182;186;187

- Anonimous, 1990, Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU, Jakarta
- Anonimous, 2010, *Buku Manual Program Epanet*,
<http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>, diakses pada tanggal 5 April 2015
- Anonimous, 2014, Pedoman Perencanaan Pengadaan Air Bersih Pedesaan,
[http://www.rekompakjrf.org/download/Pedoman%20Desain%20Penyediaan%20Air%20Bersih\(26-4-10\).pdf](http://www.rekompakjrf.org/download/Pedoman%20Desain%20Penyediaan%20Air%20Bersih(26-4-10).pdf), diakses pada tanggal 13 Juli 2015
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 2-5
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 51-58
- Soemarto, C. D., 2009. *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Malang, hal 2-3
- Nelwan, Fenny., 2014, *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado, hal 7-12;18-21
- Sumarawu, J.S.F., 2014, *Model Rainfall-Runoff Nreca*, Bahan Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado,hal 3-9
- Tanudjaja, Lambertus., 2011, *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal 57-61;66-68;71-74
- Mahbub, M., *Penuntun Praktikum Agrohidrologi*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. hal 2-4;7-11
- Triatmadja, Radianta., 2007, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta, hal 2-17;2-18;2-19;3-37;3-38;3-39;3-62
- Ruung, Ronald., 2009, *Analisis Neraca Air Sungai Kuala Batu di Kecamatan Likupang Timur*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado, hal 29;78
- Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02, hal 10;43-47