

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA PUNGKOL KECAMATAN TATAPAAAN KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Ary Nugraha Pamona
Cindy J. Supit, Jeffry D Mamoto

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
email: arypamona@gmail.com

ABSTRAK

Desa Pungkol yang terletak di kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan memiliki sumber mata air yang cukup besar tapi tidak di manfaatkan karena belum adanya sistem jaringan air bersih yang mampu membawa air ke pemukiman masyarakat karena jarak yang cukup jauh serta medan yang sulit. Sampai saat ini masyarakat masih memanfaatkan air yang kurang baik, untuk memenuhi kebutuhan masyarakat perlu dirancangan suatu sistem jaringan air bersih.

Sistem penyediaan air bersih di Desa Pungkol direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2031. Untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih maka digunakan proyeksi dengan analisis Regresi. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Pungkol hingga tahun rencana 2031 adalah 518,776 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,54 liter/detik. Jaringan Perpipaan dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams dan pipa HDPE. Sumber air yang digunakan berasal dari mata air dengan debit sesaat sebesar 1,54 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 0,457 liter/detik

Dalam perencanaan ini untuk menangkap air dari mata air dibuat bronkaptering dan kemudian air dipompa dan ditampung di bak penampung melalui pipa transimisi, dan di alirkan ke Kran Umum dengan metode gravitasi. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Pungkol sampai tahun 2031, dibutuhkan 5 Kran Umum

Kata kunci: *Desa Pungkol, Air Bersih, Sitem Penyediaan, Pengaliran Dua System*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan elemen bumi paling dibutuhkan untuk berlangsungnya kehidupan makhluk hidup. Terutama ketersediaan air bersih untuk masyarakat merupakan hal yang sangat penting dan paling dibutuhkan dalam berbagai macam bentuk kegiatan sehari-hari. Sampai saat ini penyediaan air bersih masih dihadapkan dengan berbagai masalah yang belum sepenuhnya dapat teratasi. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat, terutama di daerah pedesaan.

Dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka jumlah penggunaan air juga akan meningkat. Ketersediaan air bersih tidak hanya berpengaruh pada kebutuhan rumah tangga, tetapi juga

berpengaruh pada berbagai macam sektor yaitu: sektor sosial, ekonomi dan fasilitas umum.

Desa Pungkol merupakan daerah yang berada di Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan yang secara geografis dibatasi oleh

- Sebelah Utara : Desa Popareng
- Sebelah Barat : Desa Wawona
- Sebelah Selatan : Desa Rap-Rap
- Sebelah Timur : Pantai Pungkol

Desa Pungkol merupakan salah satu dari 11 Desa di kecamatan Tatapaan, dengan luas Daerah 1.075 m². Desa ini pada tahun 2020 jumlah penduduk desa adalah 446 jiwa

Masyarakat Desa Teep memanfaatkan mata air untuk aktivitas sehari-hari seperti MCK dan lain sebagainya, kendalanya jarak yang lumayan jauh dari pemukiman dan jalan yang rusak yang mengakibatkan warga sulit mendapatkan air bersih

Ada beberapa warga desa yang mempunyai sumur di area rumah mereka, namun airnya

berwarna kuning tapi tetap di gunakan, pada musim kemarau sumur yang ada mengalami kekeringan dan pada musim penghujan air yang ada di sumur menjadi keruh karena tercampur dengan tanah, ada juga beberapa warga memanfaatkan air hujan untuk kebutuhan mereka sehari-hari.

Dari uraian diatas, dapat dilihat bahwa di Desa Pungkol tidak memiliki sistem penyediaan air bersih yang layak untuk menunjang aktivitas masyarakat. Sehingga perlu direncanakan sistem penyediaan air bersih yang layak untuk masyarakat desa Teep.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahannya yakni tidak tersedianya sistem penyediaan air bersih di Desa Pungkol.

Batasan Penelitian

- Sumber air baku yang di tinjau berasal dari mata air
- Analisis kebutuhan air sampai 10 tahun kedepan
- Sistem penyediaan air bersih hanya sebatas mata air ke Keran Umum
- Perhitungan detail struktur bangunan air dan pengolahan air tidak dibahas

Tujuan Penelitian

- Menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Pungkol sampai tahun 2031.
- Mendesain perencanaan sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan sampai tahun 2031.

Manfaat Penelitian

Meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelolaan air, terutama sumber air bersih untuk masyarakat

LANDASAN TEORI

Definisi dan Pengelolaan Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan

dan dapat langsung diminum. Pengelolaan air bersih sangat diperlukan dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakat dan pencegahan bencana maupun kekurangan air. (Supit C, Ohgushi K, 2012).

Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air

Ketersediaan air yang berkelanjutan digunakan untuk pemanfaatan berbagai kebutuhan air. Kebutuhan air dalam hal ini dimaksudkan untuk kebutuhan manusia sehari-hari yang meliputi kebutuhan domestik dan non domestik.

Kebutuhan Air Domestik dan Kebutuhan Air Non Domestik

1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Keran Umum (Tanudjaja, 2011).

Persamaan :

$$Qd = Y \times Sd \quad (1)$$

Dimana :

Qd = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Sd = Standart kebutuhan air domestik (liter/hari)

Y = Jumlah penduduk (orang)

2. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lainlain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

Persamaan :

$$Qn = Qd \times Sn \quad (2)$$

Dimana :

Qn = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Qd = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Sn = Standart kebutuhan air non domestik (liter/hari)

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	60-80%
4	Perbandingan HU:SR	20:80 – 50:50
5	Kebutuhan Non-Domestik	5%
6	Kehilangan Air Akibat Kebocoran	15%
7	Faktor puncakuntuk harian maksimum	1,5 Q_r
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: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2008

Tabel 2. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan

SPABP	Keterangan
Kran Umum atau Hidran Umum	<ul style="list-style-type: none"> • Cakupan pelayanan 60 -100% jumlah penduduk • Jarak minimum penempatan minimal 200 meter • Pelayanan 30–60 l/hari/jiwa • Faktor Kehilangan air 15% dari total kebutuhan air • Faktor hari maksimum 1,1 • Faktor jam puncak 1,2 • Periode desain 5 – 10 tahun

Sumber: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2008

Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15 % dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Persamaan:

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (3)$$

dimana:

Q_a = Debit kehilangan air (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

r_a = Angka presentase kehilangan air (%)

Kebutuhan Air Total

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

Persamaan:

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (4)$$

Dimana:

Q_t = Debit kebutuhan air total (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Q_a = Debit kehilangan air (liter/hari)

Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Sistem Pengaliran Air Bersih

Pendistribusian air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

2. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.

3. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompa dan disimpan dalam reservoir distribusi.

Kehilangan Energi Utama (Major)

Kehilangan energi utama disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Kehilangan energi oleh gesekan disebabkan karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih terjadi kehilangan energi walaupun sangat kecil. Jika dinding licin sempurna, maka tidak ada kehilangan energi, yaitu saat diameter kekasaran nol.

Besarnya kehilangan energi pada pipa menurut Hazen Williams dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \quad (5)$$

Dimana :

h_f = Kehilangan energi atau tekanan (major atau utama) (m)

Q = Debit air dalam pipa (m³ /s)

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

C_{HW} = Koefisien kehilangan energi Hazen Williams

Harga C_{HW} berkisar antara 110 hingga 140 untuk pipa baru. Untuk pipa lama yang sudah keropos (tuberculoted), harga C_{HW} turun mencapai 90 atau 80 atau bahkan dibawah 50 untuk pipa baja dengan lapisan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Pungkol Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian
Sumber: Google earth

Secara geografis Desa Pungkol terletak pada 1°20'17"U” Lintang Utara dan 124°32'10" T Bujur Timur.

Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Untuk mengetahui potensi sumber air maka diperlukan data-data antara lain kecepatan dan luas penampang untuk mendapatkan debit, dan kualitas air dari sumber air. Pengukuran debit di sumber air di Desa Pungkol, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan Volumetric method, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan wadah penampung air.

Dalam satuan waktu tertentu, volume air yang tertampung akan dihitung kemudian dibagi dengan waktu maka didapat besar debit. Sumber air bersih Desa Pungkol adalah mata air dengan debit mata air hasil pengukuran 1,54 liter/detik

Survey dan analisis perkembangan jumlah penduduk

Dari tahun ke tahun pertumbuhan penduduk semakin meningkat. Jumlah penduduk disuatu wilayah sangat berpengaruh pada jumlah kebutuhan air di wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan pengambilan data jumlah penduduk yang akan digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana (2031). Perhitungan jumlah penduduk Desa Teep sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2031), dibuat dalam 3 proyeksi :

1. Analisis Regresi Linear
2. Analisis Regresi Logaritma
3. Analisis Regresi Eksponensial

Survey dan Investigasi Kebutuhan Air Baku untuk Air Bersih

Survey dan investigasi dilakukan dengan cara

wawancara dengan masyarakat, dan pemerintah desa. Berdasarkan hasil survey dapat diketahui karakteristik desa serta taraf hidup masyarakat sehingga besar kebutuhan air bersih rata-rata perkapita dapat diprediksi.

Desain Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Dalam tahap ini ditentukan sistem penangkapan air, serta bangunan-bangunan pengolahan air lainnya. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

1. Sumber Mata Air

Penentuan mata air yang akan digunakan harus di survey secara langsung di lapangan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.

2. Bangunan Penangkap Air Air

Bronkaptering adalah bangunan pengkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.

3. Bak Penampung

Di buat untuk menampung air dari mata air dan di pompakan ke bak penampung, kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan melalui jaringan pipa distribusi

4. Desain Sistem Jaringan Pipa (transmisi dan distributor

Desain system jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hasen-Williams

5. Kran Umum

Tempat pengambilan air diletakkan di area pelayanan yang dapat mudah dijangkau penduduk. Kran Umum berbentuk tugu beton yang dilengkapi Kran buka-tutup air.

Bagan Alir Penelitian

Alur penelitian dijelaskan pada bagan alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.

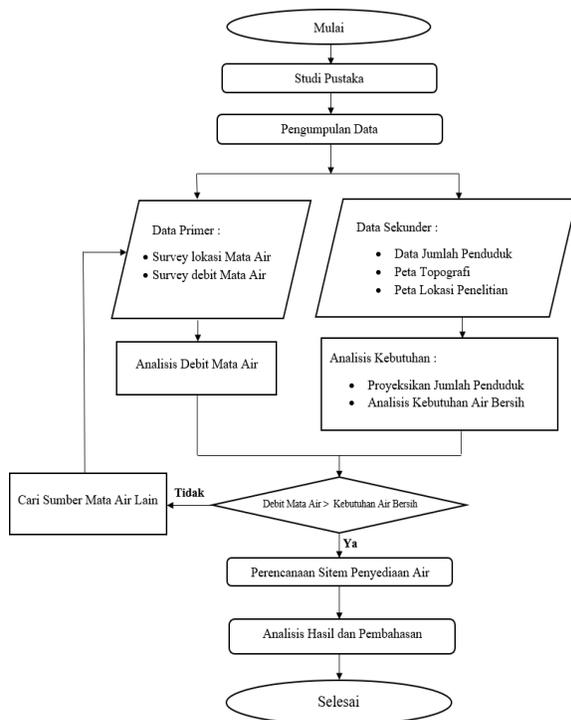
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air Bersih

Dari hasil survey sumber air di Desa Pungkol yang terletak ± 200 m dari Desa Pungkol diperoleh debit mata air 1,54 l/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Cara pengukuran debit yaitu dengan menggunakan wadah (ember plastik dengan volume 8 liter) dan stopwatch. Wadah tersebut di gunakan untuk menampung air dari mata air, dan dengan menggunakan stopwatch maka dapat diketahui berapa lama wadah terisi penuh dengan air, pengukuran debit dilakukan beberapa kali untuk memperoleh nilai rata-rata. Pengukuran mata air dilakukan pada saat musim kemarau

Dilakukan wawancara dengan masyarakat setempat mengenai kondisi mata air. Hasil wawancara ternyata mata air ini tidak pernah mengalami kekeringan pada waktu – waktu yang lalu, dan selama kurang lebih 10 tahun terakhir tidak pernah debitnya lebih kecil dari debit saat pengukuran

Selanjutnya dilakukan survey dibagian hulu mata air untuk melihat kondisi di daerah yang diperkirakan sebagai daerah imbuhan (recharge) dari mata air tersebut. Ternyata di daerah imbuhan tersebut masih belum ada kegiatan berupa pertanian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

atau pengolahan lahan / kayu. Dengan demikian diperkirakan dalam 10 tahun kedepan debit mata air di Desa Pungkol belum akan mengalami penurunan

Tabel 3. Perhitungan Debit di Lapangan

Jumlah Percobaan	Waktu (Detik)	Volume (litter)	Debit (Litter/detik)
1	5,01	8	1,596806
2	5,23	8	1,529636
3	5,61	8	1,426024
4	5,13	8	1,559454
5	5,09	8	1,571709
Σ	26,07		1,534330
Rata-Rata			1,536725

Dari data di atas diperoleh data rata-rata dalam waktu 1 detik adalah 1,536725 liter/detik \approx 1,54 liter/detik.

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air di masyarakat. Dalam menganalisa kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini.

Tabel 4. Data Penduduk Desa Pungkol

No	Tahun	X	Jumlah Penduduk (Y)
1	2012	1	339
2	2013	2	348
3	2014	3	372
4	2015	4	425
5	2016	5	425
6	2017	6	388
7	2018	7	404
8	2019	8	419
9	2020	9	446
10	2021	10	402

Selanjutnya adalah perhitungan proyeksi menggunakan analisa regresi. Analisis regresi yang digunakan yaitu analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial. Syarat korelasi: $-1 \leq r \leq 1$. Dari hasil analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial, akan

dibandingkan analisa regresi yang memiliki nilai korelasi paling mendekati.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Koefisien	Koefisien	Standart
		Korelasi (r)	Determinasi (r ²)	Error (Se)
1	Linear	0,728590554	0,530844195	25,39583597
2	Logaritma	0,814741931	0,663804414	21,49581304
3	Eksponensial	0,731141373	0,534567708	45,85746261

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki standart error (Se) yang paling kecil. Berdasarkan hasil analisis didapat **Analisis Regresi Logaritma** memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,814741931 dan yang memiliki standart error(Se) yang paling kecil yaitu 21,49581304. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisis Regresi Logaritma.

Tabel 6. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Pungkol dengan Analisa Regresi Logaritma

Tahun	X	Jumlah Penduduk (Y)
2022	11	431,281
2023	12	434,661
2024	13	437,771
2025	14	440,651
2026	15	443,331
2027	16	445,839
2028	17	448,194
2029	18	450,415
2030	19	452,516
2031	20	454,509

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layanan air bersih untuk masyarakat Desa Pungkol adalah melalui kran umum. Kebutuhan air domestik di ambil 60 liter/hari lebih besar dari standart perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu

30 liter/orang/hari. Diambil lebih besar dari standart karena kebutuhan air setian tahun meningkat dan debit yang tersedia di mata air cukup besar. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2031.

Tabel 7. Kebutuhan Air Domestik Desa Pungkol

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$
2022	431	0,300
2023	435	0,302
2024	438	0,304
2025	441	0,306
2026	443	0,308
2027	446	0,310
2028	448	0,311
2029	450	0,313
2030	453	0,314
2031	455	0,316

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan tahun 2008 yaitu 5% dari kebutuhan air domestik.

Tabel 8. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Pungkol

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)	Kebutuhan air non domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$	$Qn = Qd \times 5\%$
2022	431	0,300	0,0154
2023	435	0,302	0,0151
2024	438	0,304	0,0152
2025	441	0,306	0,0153
2026	443	0,308	0,0154
2027	446	0,310	0,0155
2028	448	0,311	0,0156
2029	450	0,313	0,0156
2030	453	0,314	0,0157
2031	455	0,316	0,0158

Analisis Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi

dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan tahun 2008 yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 9. Kehilangan Air Desa Pungkol

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kehilangan air (Liter/ Detik)
X	Y	$Qa = (Qd + Qn) \times 15\%$
2022	443	0,0472
2023	451	0,0475
2024	460	0,0479
2025	468	0,0482
2026	477	0,0485
2027	485	0,0488
2028	494	0,0490
2029	502	0,0493
2030	510	0,0495
2031	519	0,0497

Analisis Kebutuhan Air Total

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

Tabel 10. Kebutuhan Air Total

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik)
X	Y	$Qt = Qd + Qn + Qa$
2022	443	0,3616
2023	451	0,3645
2024	460	0,3671
2025	468	0,3695
2026	477	0,3718
2027	485	0,3739
2028	494	0,3758
2029	502	0,3777
2030	510	0,3795
2031	519	0,3811

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jamjam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total.

Tabel 11. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak Desa Pungkol

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik)
X	Y	$Q_m = 1,1 \times Q_t$	$Q_p = 1,2 \times Q_t$
2022	431	0,398	0,434
2023	451	0,401	0,437
2024	460	0,404	0,441
2025	468	0,406	0,443
2026	477	0,409	0,446
2027	485	0,411	0,449
2028	494	0,413	0,451
2029	502	0,415	0,453
2030	510	0,417	0,455
2031	519	0,419	0,457

Kebutuhan dan Sistem Suplai Air ke Keran Umum

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air total pada tahun 2031 sebesar 0,457 liter/detik. Untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih di Desa Pungkol maka dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih akan digunakan mata air dengan debit sesaat 1,54 liter/detik. Mata air ini terletak pada jarak ± 200 dari desa Pungkol, pada 1° 20' 17" Lintang Utara dan 124°32' 10" Bujur Timur, dengan elevasi + 103 m dari permukaan laut. Karena debit sesaat lebih besar dari pada kebutuhan air jam puncak maka pada penelitian ini tidak digunakan Hidran Umum melainkan digunakan Kran umum untuk distribusi air ke Desa

Pompa dan Pipa ke Bak Penampung

Pipa transmisi air baku mulai dari Bronkaptering di pompa sampai ke Bak Penampung menggunakan pipa jenis HDPE.

Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke bak penampung harus melewati hutan, dan jalan yang berbelok-belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Debit yang akan dialirkan ke bak penampung sebesar 3 liter/detik, jika air dalam bak penampung hampir habis pompa secara otomatis akan menyala.

Berikut adalah perhitungan kapasitas pompa yang akan digunakan.

- Pompa dan Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Penampung

Data-data:

$h_1 = 103$ m (Elevasi muka air di dalam bronkaptering)

$h_2 = 19$ m (Elevasi ujung pipa keluaranya air di bak Penampung)

$h = 103$ m – 19 m = 84 m

$Q = 1,54$ liter/detik = 0,00154 m³/detik

$D = 2,5$ inch = 0,0635 m

$L = 35$ m + (35 m × 20%) = 42 m (Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok-belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta)

$Chw = 140$

$$D = \left(\frac{Q}{0.2785 \times Chw \times S^{0.54}} \right)^{0.38}$$

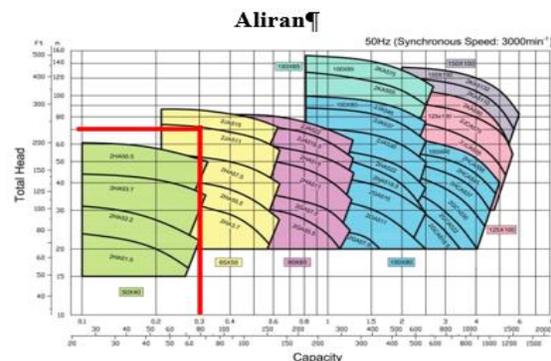
Diperoleh $D = 0.06402$ m = 2.519 inci

Menghitung discharge head :

$$h_f = \frac{10,675 \times L \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}}$$

Kebutuhan discharge head = $\Delta H + H_f$

Total Head = 84,6639 m



Grafik 1. Kebutuhan Pompa dan Kecepatan

Bak Penampung:

Panjang : 4 meter

Lebar : 3 meter

Tinggi : 2,5 meter

Volume bak penampung air = $4 \times 3 \times 2,5 = 30 \text{ m}^3$

Dengan Volume bak penampung air 30 m^3 sudah mencukupi untuk menampung air dan di salurkan ke Kran Umum. Setelah air tertampung di bak penampung, air akan di alirkan ke Kran Umum dengan metode gravitasi.

Desain Pipa Distribusi

Pipa distribusi dari Bak Penampung ke daerah pelayanan/konsumen (Kran Umum). Kran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Kran Umum menggunakan Kriteria/ Standar Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, dengan jumlah per kran umum adalah 100 orang/unit.

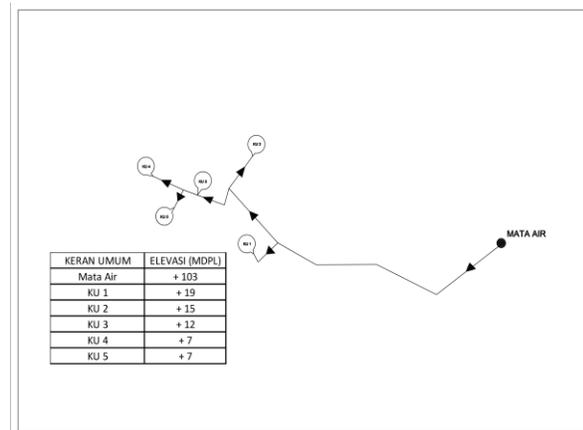
Jumlah penduduk : 446 Jiwa

Jumlah Kran : $446 / 100 = 4,46 = 5$

Pipa distribusi utama mulai dari Bak Penampung sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen – Williams

regresi logaritma dengan jumlah penduduk pada tahun 2031 mencapai 518 orang.

2. Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non domestik, dan kehilangan sampai tahun 2031 adalah 0,3811liter/detik.
3. Dalam perencanaan penyediaan air bersih, memanfaatkan mata air dengan debit sesaat 1,54 liter/detik, mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Pungkol dengan kebutuhan air puncak 0,457 litter/det, sehingga tidak diperlukan reservoir distribusi, untuk pengaliran menggunakan (*dual system*)
 - a. Bronkaptering dirancang dengan fungsi menangkap serta mengumpulkan air pada mata air. Ukuran bronkaptering yakni $2,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$
 - b. Diameter pipa transmisi 2,5"
4. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Pungkol sampai tahun 2031 dibutuhkan 5 unit kran umum
5. Untuk melayani kebutuhan air bersih pada keadaan sekarang dibutuhkan 5 unit kran umum, berdasarkan perkembangan penduduk tahun 2021 ($446 \div 100 = 4,46 = 5$)



Gambar 2. Perencanaan Jaringan Pipa Desa Pungkol

Pembahasan

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk sampai tahun 2031 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linier, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Berdasarkan hasil analisis, trend regresi terbaik dengan r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error* (Se) terkecil adalah analisis

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Pungkol Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan, memanfaatkan mata air dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2031. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linear karena memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,814741931 dan *standart error* (Se) terkecil 21,49581304.
2. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bangunan penangkap mata air bronkaptering. Kemudian air dipompa menggunakan pompa sentrifugal dan pipa distribusi dengan system pemompaan, dengan diameter pipa 2,5. Air di tampung di bak penampung kemudian di alirkan dengan cara gravitasi melalui 15 buah Kran Umum.

Saran

Sistem penyediaan air bersih yang dirancanakan akan dapat berfungsi dengan baik apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan konservasi atau perlindungan

di daerah imbuhan (*recharge*) melalui sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat.

2. Perlu diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan*, Modul I, Jakarta.

Kalumata, J. J., Mamoto, J. D., Supit, C. J., 2019. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Tulap Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa*, Jurnal Sipil Statik, Vol 7 No.10. ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi, Manado

Menteri Kesehatan, 1990. *Peraturan Menteri No.416/Menkes/PER/IX/1990*. Permenkes.

Pedoman / Petunjuk Teknik dan Manual, Bagian: 5 (*Volume 1*) *Air Minum Pedesaan (Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan)*, Edisi Pertama, NSPM KIMPRASWIL, Desember 2002.

Supit C. J., Ohgusi K, *Prediction of dam construction impacts on annual and peak flow rates in Kase River Basin*. Annual Journal Of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 56, 2012

Tanudjaja, L. 2011. *Diktat Aliran Melalui Ambang Ukur, Lobang, Dan Pipa* (Bagian Materi Perkuliahan Mekanika Fluida Program Studi S1 Teknik Sipil). Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Manado.