

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA LANSA KECAMATAN WORI KABUPATEN MINAHASA UTARA

Rio Efraim Tangkudung
Cindy J. Supit, Tommy Jansen

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

ABSTRAK

Desa Lansa, terletak di Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Penduduk Desa Lansa pada tahun 2018 berjumlah 1280 jiwa. Warga Desa Lansa, menggunakan sumur sebagai sumber air bersih, namun pemanfaat air sumur tidak dapat memenuhi seluruh penduduk. Desa Lansa memiliki potensi mata air, namun belum dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu perlu direncanakan suatu sistem penyediaan air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan air penduduk.

Sistem penyediaan air bersih di Desa Lansa direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2028. Untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih maka digunakan proyeksi jumlah penduduk dengan analisis regresi. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Lansa hingga tahun rencana 2028 adalah 1445 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,818 liter/detik. Sumber air yang digunakan berasal dari mata air dengan debit sebesar 2,6 liter/detik, lebih besar dari kebutuhan air total. Karena elevasi mata air lebih tinggi dari Lokasi Desa maka digunakan sistem pengaliran gravitasi. Dalam perencanaan ini untuk menangkap air dari mata air dibuat bronkaptering dan kemudian air dialirkan melalui pipa transmisi ke Bak Pelepas Tekan. Perpipaan dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan menggunakan pipa HDPE. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Lansa sampai tahun 2028, dibutuhkan 15 Keran Umum.

Kata Kunci: *Desa Lansa, Air Bersih, Sistem Penyediaan, Pengaliran Gravitasi*

PENDAHULUAN

Desa Lansa, terletak di Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Berbatasan dengan Desa Lantung sebelah Utara, Desa Warisa sebelah Selatan, Desa Pontoh sebelah Barat dan Desa Palaes sebelah Timur. Penduduk Desa pada tahun 2018 berjumlah 1280 jiwa. Berdasarkan situasi dan kondisi, kebutuhan air bersih di Desa Lansa cukup besar. Disebagian kecil desa sudah pernah ada jaringan air bersih, akan tetapi jaringan tersebut sudah rusak dan tidak berfungsi lagi. 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.

Di Bukit sebelah Selatan desa dengan jarak $\pm 1,5$ km dari pemukiman desa terdapat mata air yang belum difungsikan untuk penyediaan air

bersih. Mata air ini akan digunakan sebagai sumber air dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih di desa Lansa.

Rumusan Masalah

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

Batasan Masalah

Pada perencanaan sistem penyediaan air bersih ini dibatasi pada:

- Menghitung kebutuhan air bersih sampai tahun 2028 (10 tahun kedepan dari tahun 2018)
- Analisis sistem penyediaan air bersih hanya sampai pada dimensi hidrolisnya, dan tidak sampai pada perhitungan strukturnya.
- Analisis kualitas air dan pengolahannya tidak direncanakan.

- Sistem pelayanan air bersih sebatas keran umum.

Tujuan Penelitian

Untuk mendapatkan desain sistem penyediaan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih 10 tahun kedepan di Desa Lansa.

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 Lansa.

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).

Persyaratan kualitatif

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, persyaratan kimia, persyaratan biologis dan persyaratan radiologis (IANSa Karim, C Supit, L Hendratta, 2016).

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 (L. Tanudjaja, 2011).

Persamaan :

$$Qd = Y \times Sd \tag{1}$$

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 :

$$Qn = Qd \times Sn \tag{2}$$

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)	30-60
2	Sambungan Rumah	1/orang/hari
3	(SR)	90
4	Lingkup pelayanan	1/orang/hari
5	Perbandingan HU:SR	60-80%
6	Kebutuhan Non-	20:80 –
7	Domestik	50:50
8	Kehilangan Air Akibat	5 %
9	Kebocoran	15 %
10	Faktor puncak untuk	1,5 Qr
11	harian maksimum	100
12	Pelayanan HU	orang/unit
13	Pelayanan SR	10
	Jam Operasi	orang/unit
	Aliran maksimum HU	12 jam/hari
	Aliran maksimum SR	3000 l/hari
	Periode Perencanaan	900 l/hari
		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, 2006*

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 :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (4) \text{ dimana}$$

:

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)

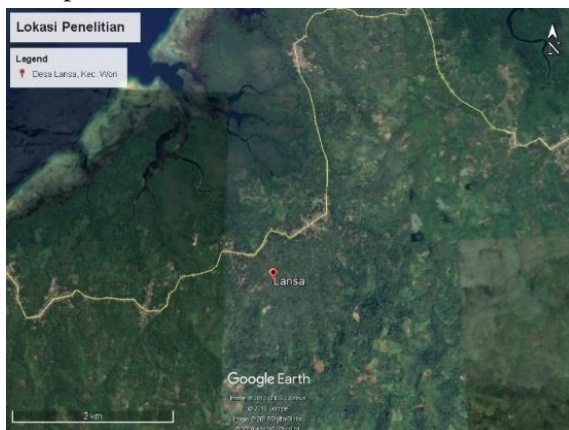
C_{HW} = Koefisien kehilangan energi Hazen Williams

Harga C_{HW} berkisar antara 110 hingga 140 untuk pipa baru. Untuk pipa lama yang sudah keropos (*tuberculated*), 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 Lansa Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Secara geografis Desa Lansa terletak pada 1°38'31.80" Lintang Utara dan 124°56'02.84" Bujur Timur.

Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Direncanakan sumber air bersih di Desa Lansa menggunakan mata air yang terletak ± 1,5 km dari desa. Pengukuran debit di sumber air di Desa Lansa, 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 diperoleh besar debit.

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 (2028). Perhitungan jumlah penduduk Desa Lansa sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2028), 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:

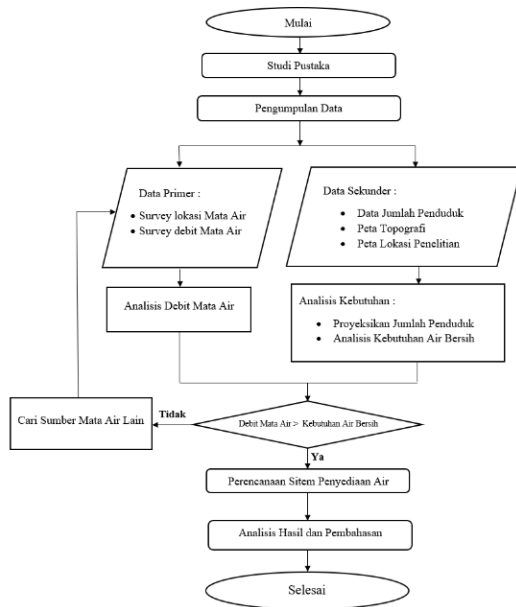
1. Sumber mata air
Pemilihan sumber air harus dilakukan survey langsung dilapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.
2. Bangunan penangkap air
Bronkaptering adalah bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.
3. Bak Pelepas Tekan (BPT)
Dibuat untuk melepas tekanan agar tidak mengakibatkan kerusakan pada pipa, kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan melalui jaringan pipa distribusi.
4. Desain sistem jaringan pipa (transmisi dan distribusi)

Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hazen-Williams.

5. Keran Umum

Tempat pengambilan air diletakkan di area pelayanan yang dapat mudah dijangkau penduduk. Keran umum berbentuk tugu beton yang dilengkapi Keran buka-tutup air biasanya terdapat 2 s/d 4 unit Keran.

Bagan Alir Penelitian



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air Bersih

Dari hasil survey sumber air di Desa Lansa yang terletak ± 1.5 km dari Desa Lansa diperoleh debit mata air 2,6 l/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Cara pengukuran debit yaitu dengan menggunakan wadah berupa ember plastik dengan volume 5 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.

Dilakukan wawancara dengan masyarakat setempat mengenai kondisi mata air. Hasil wawancara menurut masyarakat mata air ini tidak pernah mengalami kekeringan.

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

Tabel 3. Perhitungan Debit di Lapangan

Jumlah Pengukuran	Waktu (Detik)	Volume (liter)	Debit (Liter/detik)
1	1.85	5	2.70
2	1.93	5	2.59
3	1.91	5	2.62
4	1.92	5	2.60
5	2.05	5	2.44
6	1.9	5	2.63
7	1.87	5	2.67
Σ	13.43		18.26
Rata-Rata			2.61

Dari data di atas diperoleh debit mata air dalam waktu 1 detik adalah 2,61 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 3. Data Penduduk Desa Lansa

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Y)
1	2009	1188
2	2010	1201
3	2011	1213
4	2012	1227
5	2013	1240
6	2014	1254
7	2015	1268
8	2016	1282
9	2017	1296
10	2018	1310

Perhitungan proyeksi penduduk 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 4. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Koefisien Korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r^2)	Standart Error (Se)
1	Linear	0,998	0,996	152,122
2	Logaritma	-19,886	395,457	199,216
3	Eksponensial	0,858	0,737	232,386

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 analisa didapat **Analisa Regresi Linear** memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,998 dan yang memiliki *standart error* (Se) yang paling kecil yaitu 156,122. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisa Regresi Linear.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Lansa dengan Analisa Regresi Linear

Tahun	X	Jumlah Penduduk (Y)
2019	11	1322,733
2020	12	1336,339
2021	13	1349,945
2022	14	1363,551
2023	15	1377,157
2024	16	1390,763
2025	17	1404,369
2026	18	1417,975
2027	19	1431,581
2028	20	1445,187

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layanan air bersih untuk masyarakat Desa Lansa adalah melalui Keran Umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari dari standar petunjuk praktis perencanaan air bersih pedesaan tahun 2008 yaitu 30-60 liter/orang/hari.

Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2028.

Tabel 6. Kebutuhan Air Domestik Desa Lansa

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa) Y	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik) $Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$
2019	1322,73	0,919
2020	1336,34	0,928
2021	1349,95	0,937
2022	1363,55	0,947
2023	1377,16	0,956
2024	1390,76	0,966
2025	1404,37	0,975
2026	1417,98	0,985
2027	1431,58	0,994
2028	1445,19	1,004

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

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

Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Lansa

Tahun X	Jumlah Penduduk (jiwa) Y	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik) $Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$	Kebutuhan air non domestic (Liter/ Detik) $Qn = Qd \times 5\%$
2019	1322,733	0,919	0,046
2020	1336,339	0,928	0,046
2021	1349,945	0,937	0,047
2022	1363,551	0,947	0,047
2023	1377,157	0,956	0,048
2024	1390,763	0,966	0,048
2025	1404,369	0,975	0,049
2026	1417,975	0,985	0,049
2027	1431,581	0,994	0,050
2028	1445,187	1,004	0,050

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 yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah

dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 8. Kehilangan Air Desa Lansa

Tahun X	Jumlah Penduduk (jiwa) Y	Kehilangan air (Liter/ Detik) $Qa = (Qd + Qn) \times 15\%$
2019	1322,733	0,145
2020	1336,339	0,146
2021	1349,945	0,148
2022	1363,551	0,149
2023	1377,157	0,151
2024	1390,763	0,152
2025	1404,369	0,154
2026	1417,975	0,155
2027	1431,581	0,157
2028	1445,187	0,158

Analisis Kebutuhan Air Total

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

Tabel 9. Kebutuhan Air Total Desa Lansa

Tahun X	Jumlah Penduduk (jiwa) Y	Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik) $Qt = Qd + Qn + Qa$
2019	1322,733	1,109
2020	1336,339	1,121
2021	1349,945	1,132
2022	1363,551	1,143
2023	1377,157	1,155
2024	1390,763	1,166
2025	1404,369	1,178
2026	1417,975	1,189
2027	1431,581	1,200
2028	1445,187	1,212

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 dikali faktor pengali yaitu 1,5.

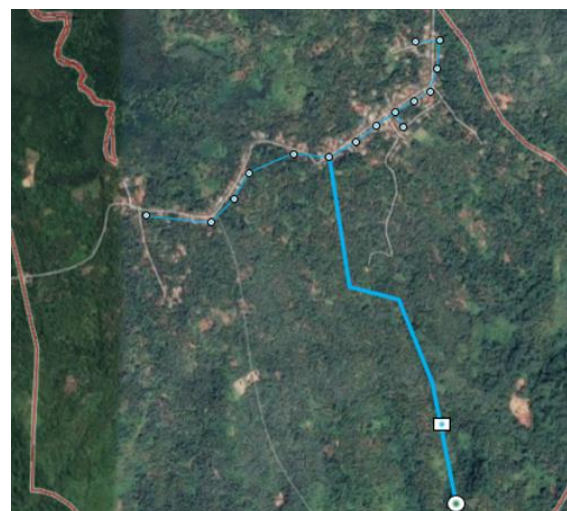
Tabel 10. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak Desa Lansa

Tahun X	Jumlah Penduduk (jiwa) Y	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik) $Qm = 1,1 \times Qt$	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik) $Qp = 1,5 \times Qt$
2019	1322,733	1,220	1,664
2020	1336,339	1,233	1,681
2021	1349,945	1,245	1,698
2022	1363,551	1,258	1,715
2023	1377,157	1,270	1,732
2024	1390,763	1,283	1,749
2025	1404,369	1,295	1,766
2026	1417,975	1,308	1,784
2027	1431,581	1,320	1,801
2028	1445,187	1,333	1,818

Kebutuhan dan Sistem Suplai Air ke Keran Umum

Keran Umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Keran Umum menggunakan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan, dengan jumlah perhidran umum (KU) adalah 100 orang/unit. Jumlah penduduk : 1445 Jiwa Jumlah Keran : $1445/100 = 14,45 \approx 15$. Kebutuhan air total : 1,212 liter/detik. Kebutuhan air pada jam puncak : 1,818 liter/detik.

Setiap keran direncanakan dapat melayani 100 jiwa. Penempatan Keran Umum di desa adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Penempatan Keran Umum di Desa Lansa

Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (*bronkaptering*) yang akan digunakan yaitu bronkapter dari mata air dengan debit 2,6 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 1,5 km dari desa Ranolambot, pada elevasi + 230 m dari permukaan laut. Bronkaptering berfungsi untuk menangkap dan menampung titik-titik mata air, kemudian dari bak penampung, air dialirkan ke bangunan reservoir.

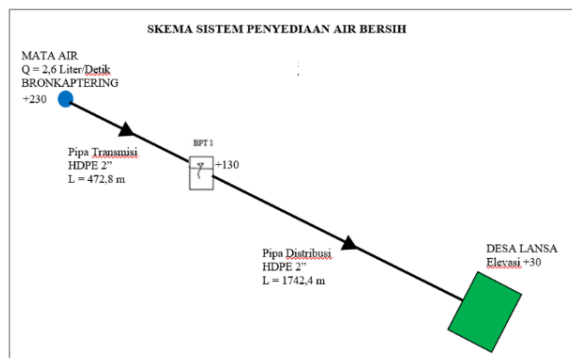
Direncanakan dimensi bak pengambilan air adalah sebagai berikut:

- Panjang : 2 meter
- Lebar : 1,5 meter
- Tinggi : 1,5 meter

Volume bak pengambilan air
 $= 2 \times 1,5 \times 1,5$
 $= 4,5 \text{ m}^3$

Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Reservoir (Bak Pelepas Tekan 5)

Pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke BPT menggunakan pipa jenis HDPE. Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai reservoir harus melewati hutan, dan jalan yang berbelok – belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen –Williams. Air dialirkan secara gravitasi.



Gambar 3. Skema Sistem Penyediaan Air Bersih

Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan

$h_1 = 230 \text{ m}$ (Elevasi muka air di dalam bronkaptering)
 $h_2 = 130 \text{ m}$ (Elevasi di BPT)
 $h = 230 \text{ m} - 130 \text{ m} = 100 \text{ m}$
 $Q = 2,6 \text{ liter/detik} = 0,0026 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$

$L = 394 \text{ m} + (394 \text{ m} \times 20\%) = 472,8 \text{ m}$ (Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok-belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta)

$Chw = 140$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,0026^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 472,8$$

$$h_f = 17,535 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 17,535 \text{ m} \dots h_f < h$ (OK)

$17,535 \text{ m} < 100 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{\text{elevasi}}{L} = \frac{130}{472,8} = 0,274$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,274^{0,54}$$

$$V = 3,184 \text{ m/det}$$

Pipa distribusi dari Bak Pelepas Tekan ke daerah pelayanan Keran Umum terjauh KU 15

$h_1 = 130 \text{ m}$ (Elevasi di BPT)

$h_2 = 30 \text{ m}$ (Elevasi ujung pipa keluarannya air di Keran Umum)

$h = 65 \text{ m} - 30 \text{ m} = 100 \text{ m}$

$Q = 2,6 \text{ liter/detik} = 0,0026 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$

$L = 1452 \text{ m} + (1452 \text{ m} \times 20\%) = 1742,4 \text{ m}$

$Chw = 140$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,0026^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 1742,4 = 64,623 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 64,623 \text{ m} \dots h_f < h$ (OK)

$64,623 \text{ m} < 100 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{\text{elevasi}}{L} = \frac{130}{1742,4} = 0,075$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,075^{0,54}$$

$$V = 1,299 \text{ m/det}$$

$h_1 = 442 \text{ m}$ (Elevasi muka air terendah di BPT 1)

$h_2 = 380 \text{ m}$ (Elevasi ujung pipa keluarannya air di BPT 2)

$h = 442 \text{ m} - 380 \text{ m} = 62 \text{ m}$

$Q = 1,453 \text{ liter/detik} = 0,001453 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$

$L = 589,3 \text{ m} + (589,3 \text{ m} \times 20\%) = 707,2 \text{ m}$

$Chw = 140$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001453^{1,852}}{140^{1,852} \times 00508^{4,8704}} \times 707,2$$

$$h_f = 2,212 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 2,212 \dots \dots \dots h_f < h$ (OK)
 $2,212 \text{ m} < 62 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{\text{elevasi}}{L} = \frac{62}{707,2} = 0,0877$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0877^{0,54}$$

$$V = 2,0401 \text{ m/det}$$

Pembahasan

1. Sumber air bersih dalam perencanaan sistem air bersih di Desa Lansa menggunakan mata air yang terletak di bukit sebelah selatan pemukiman desa. Dari hasil survey lapangan diperoleh debit mata air sebesar 2,6 liter/detik.
2. Data penduduk Desa Lansa tahun 2018 berjumlah 1310 orang. Diambil juga data penduduk 10 tahun terakhir, untuk proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan.
3. Proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2028 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linier, regresi logaritma dan regresi eksponensial.
4. Analisa regresi Linier diperoleh hasil proyeksi jumlah penduduk tahun 2028 sebanyak 1445 orang. Dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,998 dan *standart error* (Se) 152,122.
5. Analisa regresi Logaritma diperoleh hasil proyeksi jumlah penduduk tahun 2028 sebanyak 1450 orang. Dengan nilai koefisien korelasi (r) -19,886 dan *standart error* (Se) 199,216.
6. Analisa regresi Eksponensial diperoleh hasil proyeksi jumlah penduduk tahun 2028 sebanyak 1529 orang. Dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,858 dan *standart error* (Se) 232,386.
7. Hasil analisa regresi dengan koefisien korelasi (r) yang paling mendekati 1 dan *standart error* (Se) terkecil adalah analisa regresi linier dengan nilai (r) 0,998 dan nilai (Se) 152,122. Menggunakan analisa regresi linier pada tahun 2028 jumlah penduduk mencapai 1445 orang.
8. Layanan air bersih Desa Lansa direncanakan menggunakan keran umum.

9. Kebutuhan air domestik Desa Lansa pada Tahun 2028 sebesar 1,004 liter/detik dengan standar kriteria diambil 60 liter/orang/hari.
10. Kebutuhan air non domestik Desa Lansa pada Tahun 2028 sebesar 0,05 liter/detik diperoleh dari 5% kebutuhan air domestik.
11. Kehilangan air dari hasil analisa pada Tahun 2028 sebesar 0,158 liter/detik. Kehilangan air diperoleh dari 15% jumlah kebutuhan air domestik dan non domestik.
12. Jumlah total air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non domestik, dan kehilangan sampai tahun 2028 adalah 1,212 liter/detik.
13. Kebutuhan air harian maksimum sampai tahun 2028 adalah 1,333 liter/detik. Kebutuhan air jam puncak sampai tahun 2028 adalah 1,818 liter/detik.
14. Dalam perencanaan penyediaan air bersih, memanfaatkan mata air dengan debit 2,6 liter/detik, mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Lansa dengan kebutuhan air puncak 1,818 liter/det.
15. Untuk menangkap air dari mata air, digunakan bronkaptering untuk menangkap mata air dengan debit 2,6 liter/detik.
16. Air dialirkan dengan sistem gravitasi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan hingga daerah pelayanan Keran Umum.
17. Pipa transmisi didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa transmisi dari bronkaptering sampai Bak Pelepas Tekan menggunakan pipa HDPE dengan diameter 2" atau 50,8 mm.
18. Pipa distribusi utama didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa distribusi utama dari Bak Pelepas Tekan ke semua Keran Umum, menggunakan pipa HDPE dengan diameter 2" atau 50,8 mm.
19. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Lansa sampai tahun 2028, dibutuhkan 15 keran umum.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Lansa Kecamatan Wori, memanfaatkan mata air dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2028.
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan analisa regresi linier karena

- memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,998 dan *standart error* (Se) terkecil yaitu 152,122.
3. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bangunan penangkap mata air bronkaptering.
 4. Air dialirkan melalui pipa transmisi ke Bak Pelepas Tekan dengan sistem gravitasi. Distribusi air menggunakan pipa transmisi 2” atau 50,8 mm dan pipa distribusi utama 2” atau 50,8 mm.
 5. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 15 buah Keran Umum.

Saran

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik dan berkelanjutan. Untuk itu perlu dilakukan perlindungan terhadap di daerah imbuhan atau resapan air tanah dari mata air. Perlu dibuat suatu sistem manajemen untuk operasional pemeliharaan sistem penyediaan air bersih di desa Lansa.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya, 2008, *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan*, Modul I, Jakarta.
- Karim, Intan A.N.S.A., C.J. Supit, L.A. Hendratta, 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 4, No. 11. Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Makawimbang, Anastasya., L. Tanudjaja, E.M. Wuisan., 2017. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 5, No. 1, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Mawey, Bryan., I. Mangangka, L. Kawet., 2015. *Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Kelurahan Woloan Tiga Kota Tomohon*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 3, No. 4, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Supit C, Ohgushi K, *Dam Construction Impact on Stream Flow and Nutrient Transport in Kase River Basin*, IJCEE-IJENS, Vol. 12, 2012.
- Supit C, Ohgushi 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. *Rekayasa Lingkungan*, Buku – III, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Triatmadja, Radianta., 2009. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, Modul, Yogyakarta.