

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA SOYOWAN KECAMATAN RATATOTOK KABUPATEN MINAHASA TENGGARA

Anastasya Feby Makawimbang
Lambertus Tanudjaja, Eveline M. Wuisan

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: tasyamakawimbang@gmail.com

ABSTRAK

Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara sistem penyediaan air bersih belum tersedia sehingga masyarakat kesulitan mendapat air bersih. Untuk kebutuhan sehari-hari masyarakat menggunakan sumur yang ada, pada musim kemarau air sumur menjadi kering dan sebagian masyarakat harus membeli air di depot air.

Sistem penyediaan air bersih di Desa Soyowan direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2025. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana dilakukan menggunakan analisis regresi untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Soyowan hingga tahun rencana 2025 adalah 2095 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,75 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 2,10 liter/detik.

Dalam perencanaan ini sumber air berasal dari mata air Limpoga dengan debit sesaat sebesar $\pm 3,47$ liter/detik, lebih besar dari debit kebutuhan air. Dengan demikian kebutuhan air di Desa Soyowan dapat terpenuhi. Pipa transmisi dan pipa distribusi dihitung secara manual menggunakan rumus Hazen-Williams, dan didapat ukuran pipa HDPE masing-masing 3 inch. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 21 buah Kran Umum.

Kata Kunci : *Desa Soyowan, Sistem Penyediaan, Kebutuhan Air*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air adalah salah satu kebutuhan yang terpenting dari makhluk hidup yang ada di bumi ini. Dalam kehidupan sehari-hari manusia memerlukan air khususnya air bersih. Untuk memenuhi kebutuhannya manusia dapat menentukan jumlah air bersih yang berguna bagi kehidupan sehari-hari.

Soyowan adalah salah satu Desa yang berada di kecamatan Ratatotok, Kabupaten Minahasa Tenggara. Desa Soyowan berdasarkan letak topografinya berada pada kawasan yang berbukit. Di daerah ini belum terdapat sistem penyediaan air bersih. Untuk kebutuhan sehari-hari sebagian masyarakat menggunakan sumur namun jika terjadi kemarau maka air sumur menjadi kering, sebagian masyarakat juga harus membeli air di depot air.

Mengingat peran air bersih yang sangat penting bagi kelangsungan hidup

manusia maka perlu upaya pengadaan perencanaan sistem penyediaan air bersih yang sumber air bakunya adalah mata air yang berlokasi di lereng gunung dengan jarak tempuh ± 7 km untuk kelangsungan hidup masyarakat di Desa Soyowan.

Tujuan Penelitian

- Menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Soyowan sampai pada tahun 2025
- Menganalisis ketersediaan air di Desa Soyowan sampai pada tahun 2025
- Menedesain perencanaan sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan sampai pada tahun 2025.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menjadi bahan kajian untuk mendukung perencanaan

distribusi air bersih yang memenuhi dan tersalur dengan baik di Desa Soyowan.

LANDASAN TEORI

Definisi 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. (Radiana Triatmadja, 2008)

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 Hidran Umum (HU) atau Kran Umum (KU).

$$Q_d = Y \times S_d \quad (1)$$

Dimana :

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_d = 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 lain-lain.

$$Q_n = Q_d \times S_n \quad (2)$$

Dimana :

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

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_n = Standart kebutuhan air non domestik (%)

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan (Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990)

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)/Kran Umum (KU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan Rumah (SR)	90 l/orang/hari
3	Lingkup Pelayanan	60-80%
4	Perbandingan HU/KU-SR	20:80 – 50:50
5	Kebutuhan Non Domestik	5%
6	Kehilangan Air Akibat Kebocoran	15%
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1.5Qr
8	Pelayanan HU/KU	100 orang/unit
9	Pelayanan SR	10 orang/unit
10	Jam Operasi	12 jam/ hari
11	Aliran Maksimum HU/KU	3000 l/ hari
12	Aliran maksimum SR	900 l/hari
13	Periode Perencanaan	10 tahun

Sumber: Lambertus Tanudjaja, 2011

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 jumlah dari

kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik. (*Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990*)

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

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 prosentase kehilangan air (%)

Kebutuhan Total untuk Air Bersih

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air. (*Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990*).

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

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 dan Sistem Pengaliran Air Bersih

1. 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.

2. Sistem Pengaliran Air Bersih

Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Dalam sistem perpipaan gravitasi adapun elemen – elemen yang ada antara lain:

1. Bak Penangkap / *Broncapturing*

Bak ini berfungsi melindungi dan untuk mengumpulkan air dari mata air.

2. Bak Pengumpul / Tangki Hider

- Mencegah peningkatan secara tiba-tiba di mata air apabila ada penyumbatan pada jaringan perpipaan, sehingga tidak menimbulkan tekanan balik pada sumber air.
- Merupakan tempat pengendapan apabila ada pasir atau lumpur yang terbawa dari sumber air sebelum air masuk kedalam pipa.
- Menstabilkan Aliran air yang datang dari sumber air.

3. Jaringan Pipa Transmisi

- Berfungsi mengalirkan air menuju pemakai atau ke bak penampung bila ada.

4. Bak Penampung / Reservoir

- Berfungsi menyimpan air apabila kebutuhan pemakai rendah, dan menyediakan air bila kebutuhan pemakai meningkat.
- Berfungsi juga sebagai tempat pengendapan sedimen-sedimen kecil.

5. Bak Pelepas Tekanan (BPT)

- Berfungsi menjadikan tekanan menjadi 0 (nol).
- Melepas tekanan yang melebihi nominasi pressure (tekanan yang melebihi kuat tahanan dari pipa) agar tidak mengakibatkan kerusakan pada pipa dan asesoriesnya akibat tekanan yang tinggi.

6. Pipa Distribusi

- Berfungsi mengalirkan air dari bak penampungan ke Tugu Kran Umum/Hidran Umum tempat pengambilan akhir.

7. Tugu Kran Umum / Hidran Umum

- Tempat pengambilan air yang dilengkapi dengan mata kran untuk buka tutup air.

Kehilangan Energi

Kehilangan energi utama (major)

Kehilangan energi major 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.

Persamaan Hazen Williams dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = C_u C_{HW} D^{2.63} t^{0.54} \quad (5)$$

Dengan $C_u = 0,2785$, maka persamaan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 C_{HW} D^{2,63} i^{0,54} \quad (6)$$

Dimana :

C_{HW} = koefisien Hazen Williams

i = kemiringan atau slope garis tenaga

$$(i = \frac{h_f}{L})$$

D = diameter pipa

Q = debit aliran

Besarnya kehilangan energi pada pipa, ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \quad (7)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara.

Secara geografis Desa Soyowan terletak pada 0°55'19,33" Lintang Utara dan 124°41'54,44" Bujur Timur, dengan jumlah penduduk pada tahun 2015 adalah 1121 jiwa

Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Pengukuran debit di sumber air di desa Soyowan, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan metode Volumetric method, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan wadah penampung air. Sumber air bersih Desa Soyowan berada di lereng gunung dengan debit mata air hasil pengukuran 3,47 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 (2025). Perhitungan jumlah penduduk desa Soyowan sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2025), dibuat dalam 3 proyeksi :

- Analisis Regresi Linear
- Analisis Regresi Logaritma

c. 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.

Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

a. Sumber mata air

Pemilihan sumber air harus dilakukan survey langsung dilapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan.

b. Bangunan penangkap air

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

c. Bak Pelepas Tekan (BPT)

Dbuat untuk melepas tekanan yang melebihi nominasi presure (tekanan yang melebihi kuat tahan dari pipa) agar tidak mengakibatkan kerusakan pada pipa, kemudiandidistribusikan ke daerah pelayanan/konsumen melalui jaringan pipa distribusi.

d. Desain sistem jaringan pipa (transmisi dan distribusi)

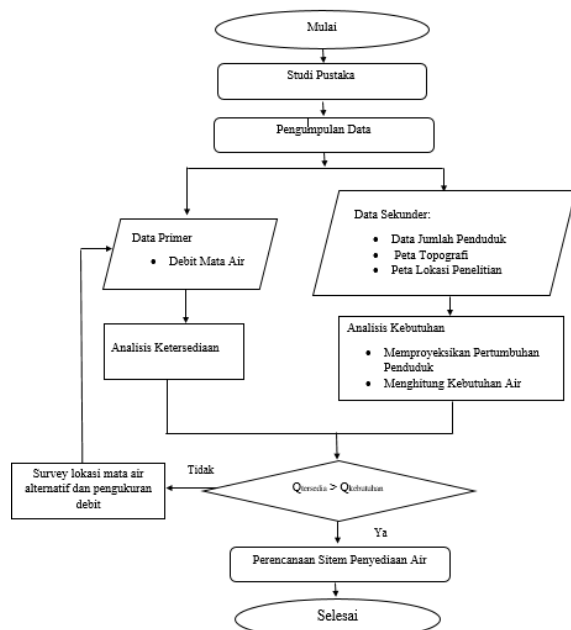
Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hazen-Williams.

e. Kran Umum

Kran Umum adalah tempat penampungan air untuk pelayanan air kepada masyarakat.

Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan berdasarkan langkah – langkah pekerjaan:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Potensi Sumber Air

Dari hasil survey sumber air yaitu mata air “Limpoga” yang terletak ± 7 km dari Desa Soyowan diperoleh debit mata air 3,47 liter/detik. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Pengukuran dilakukan pada musim kemarau selanjutnya dilakukan wawancara dengan beberapa penduduk untuk mengetahui apakah pernah terjadi debit yang lebih kecil, dan ternyata debit pada saat pengukuran merupakan debit yang terkecil selama beberapa tahun terakhir. Kawasan disekitar hulu mata air masih terjaga dengan baik sehingga diperkirakan tidak terjadi penurunan debit sampai sepuluh tahun yang akan datang.

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air pada 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 Soyowan

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2011	740
2	2012	821
3	2013	957
4	2014	1027
5	2015	1121

Sumber: Kantor Balai Desa Soyowan

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Analisa Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Koefisien Korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r^2)	Standart Error (Se)
1	Linear	0,995	0,991	16,796
2	Logaritma	0,974	0,948	40,216
3	Ekspensial	0,991	0,983	294,058

Berdasarkan hasil analisa didapat Analisa Regresi Linear yang memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,995, dan yang memiliki *standart error* (Se) yang paling kecil yaitu 16,796. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisa Regresi Linear.

Berikut ini adalah gambar grafik proyeksi pertumbuhan penduduk Desa Soyowan dari tahun 2016 – 2025.



Gambar 2. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Desa Soyowan dengan Analisa Regresi Linear dari Tahun 2016-2025

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layananan air bersih untuk masyarakat Desa Soyowan adalah melalui Kran Umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari lebih besar dari standart perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 liter/orang/hari.

Berikut ini perhitungan debit kebutuhan air domestik untuk tahun 2016.

$$Qd = Y \times 60 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Qd = 1224 \text{ jiwa} \times 60 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Qd = 73440 \text{ liter/hari}$$

$$Qd = \frac{73440}{24 \times 3600} = 0,85 \text{ liter/detik}$$

Tabel 5. Kebutuhan Air Domestik Desa Soyowan

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kebutuhan air domestik (Liter/detik) $Qd=(Y \times (60 \text{ liter/orang/hari})) / (24 \times 3600)$
2016	1224	0,850
2017	1321	0,917
2018	1418	0,985
2019	1515	1,052
2020	1611	1,119
2021	1708	1,186
2022	1805	1,253
2023	1902	1,321
2024	1999	1,388
2025	2095	1,455

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk fasilitas pelayanan umum. Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan yaitu 5% dari kebutuhan air domestik.

Berikut ini perhitungan debit kebutuhan air non domestik untuk tahun 2016.

$$Qn = Qd \times 5 \%$$

$$Qn = 0,85 \text{ liter/detik} \times 5 \%$$

$$Qn = 0,0425 \text{ liter/detik}$$

Tabel 6. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Soyowan

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kebutuhan air domestik (Liter/detik) $Qd=(y \times (60 \text{ liter/orang/hari})) / (24 \times 3600)$	Kebutuhan air Non domestik (Liter/hari) $Qn = Qd \times 5\%$
2016	1224	0.850	0,0425
2017	1321	0.917	0,0459
2018	1418	0.985	0,0492
2019	1515	1.052	0,0526
2020	1611	1.119	0,0559
2021	1708	1.186	0,0593
2022	1805	1.253	0,0627
2023	1902	1.321	0,0660
2024	1999	1.388	0,0694
2025	2095	1.455	0,0727

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 jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik. (*Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990*)

Berikut ini perhitungan debit kehilangan air untuk tahun 2016.

$$Qa = (Qd + Qn) \times 15 \%$$

$$Qa = (0,85 \text{ liter/detik} + 0,0425 \text{ liter/detik}) \times 15 \%$$

$$Qa = 0,134 \text{ liter/detik}$$

Tabel 7. Kehilangan Air Desa Soyowan

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kehilangan Air (Liter/detik) $Q_a = (Q_d + Q_n) \times 15\%$
2016	1224	0,134
2017	1321	0,144
2018	1418	0,155
2019	1515	0,166
2020	1611	0,176
2021	1708	0,187
2022	1805	0,197
2023	1902	0,208
2024	1999	0,219
2025	2095	0,229

Analisis Kebutuhan Air Total

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

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

Tabel 8. Kebutuhan Air Total Desa Soyowan

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Kebutuhan Air Total (Liter/detik) $Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$
2016	1224	1,026
2017	1321	1,108
2018	1418	1,189
2019	1515	1,270
2020	1611	1,351
2021	1708	1,432
2022	1805	1,514
2023	1902	1,595
2024	1999	1,676
2025	2095	1,757

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 jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,2. (*Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006*)

$$Q_m = 1,1 \times Q_t$$

$$Q_p = 1,2 \times Q_t$$

Tabel 9. Kebutuhan Air Harian dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik) $Q_p = 1,1 \times Q_t$	Kebutuhan air jam puncak (liter/detik) $Q_p = 1,2 \times Q_t$
2016	1224	1,129	1,232
2017	1321	1,218	1,329
2018	1418	1,308	1,427
2019	1515	1,397	1,524
2020	1611	1,486	1,621
2021	1708	1,575	1,719
2022	1805	1,665	1,816
2023	1902	1,754	1,914
2024	1999	1,844	2,011
2025	2095	1,932	2,108

Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (brokaptering) yang akan digunakan yaitu bronkapter dari mata air Limpoga dengan debit sesaat 3,47 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 7 km dari desa Soyowan, pada elevasi ± 500 m dari permukaan laut. Di rencanakan bronkaptering sekaligus bak penampung yang berfungsi sebagai reservoir distribusi. Direncanakan dimensi bak pengambilan air sebagai berikut:

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

Volume bak pengambilan air = $2 \times 1,5 \times 2,5 = 7,5 \text{ m}^3$

Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

a. Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan

Pipa transmisi air baku mulai dari Bronkaptering sampai ke Bak Pelepas Tekan(BPT) menggunakan pipa jenis HDPE. Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke bak pelepas tekan harus melewati hutan , dan jalan yang berbelok-belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen – Williams.

- Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan 1

$h_1 = 499,5 \text{ m}$ (Elevasi muka air di dalam bronkaptering)

$h_2 = 400 \text{ m}$ (Elevasi ujung pipa keluarnya air di BPT 1)

$h = 499,5 \text{ m} - 400 \text{ m} = 99,5 \text{ m}$

$Q = 2,108 \text{ liter/detik} = 0,002108 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 3 \text{ inch} = 0,07628 \text{ m}$

$L = 1050 \text{ m} + (1050 \text{ m} \times 20\%) = 1260 \text{ m}$ (Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok – belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta)

$C_{hw} = 140$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,002108^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,07628^{4,8704}} \times 1260$$

$$h_f = 4,375 \text{ m}$$

Kontrol: $h_f = 4,375 \text{ m}$ $h_f < h$ (OK)
 $4,375 \text{ m} < 99,5 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{4,3754}{1260} = 0,003$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,07628^{0,63} \times 0,003^{0,54}$$

$$V = 0,425 \text{ m/det}$$

- Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 1 ke Bak Pelepas Tekan 2

$h_1 = 399,8 \text{ m}$ (Elevasi muka air di BPT 1)

$h_2 = 300 \text{ m}$ (Elevasi ujung pipa keluarnya air di BPT 2)

$h = 399,8 \text{ m} - 300 \text{ m} = 99,8 \text{ m}$

$Q = 2,108 \text{ liter/detik} = 0,002108 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 3 \text{ inch} = 0,07628 \text{ m}$

$L = 1650 \text{ m} + (1650 \text{ m} \times 20\%) = 1980 \text{ m}$

$C_{hw} = 140$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,002108^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,07628^{4,8704}} \times 1980$$

$$h_f = 6,87 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 6,87$ $h_f < h$ (OK)
 $6,87 \text{ m} < 99,8 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{6,87}{1980} = 0,003$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,07628^{0,63} \times 0,003^{0,54}$$

$$V = 0,425 \text{ m/det}$$

b. Pipa distribusi dari Bak Pelepas Tekan 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 perkran umum adalah 100 orang/unit.

Jumlah penduduk : 2095 Jiwa

Jumlah Kran : $2095 / 100 = 20,95 = 21$

Pipa distribusi utama mulai dari Bak Pelepas Tekan 2 sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen – Williams.

- Pipa Distribusi yakni dari Bak Pelepas Tekan 2 ke daerah pelayanan terjauh yaitu Kran Umum 1,2,3

$h_1 = 299,8 \text{ m}$ (Elevasi muka air di BPT 2)

$h_2 = 200 \text{ m}$ (Elevasi ujung pipa keluarnya air di Kran Umum)

$h = 299,8 \text{ m} - 200 \text{ m} = 99,8 \text{ m}$

$Q = 2,108 \text{ liter/detik} = 0,00382 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 3 \text{ inch} = 0,07628 \text{ m}$

$L = 2900 \text{ m} + (2900 \text{ m} \times 20\%) = 3480 \text{ m}$

$C_{hw} = 140$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,002108^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0762^{4,8704}} \times 3480$$

$$h_f = 12,084m$$

$$\text{Kontrol : } h_f = 12,084 \quad h_f < h \text{ (OK)}$$

$$12,084m < 99,8 \text{ m (OK)}$$

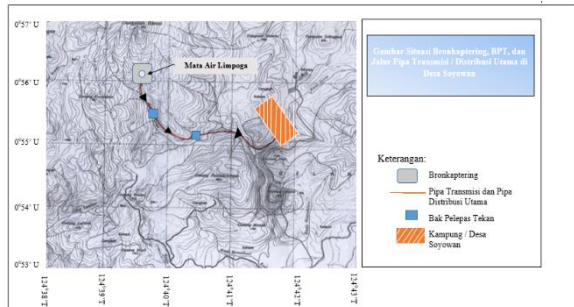
Menghitung Kecepatan Aliran

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

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{12,084}{3480} = 0,010$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0762^{0,63} \times 0,003^{0,54}$$

$$V = 0,425m/det$$



Gambar 3. Gambar Situasi Bronkaptering, BPT, Jalur Pipa Transmisi / Distribusi Utama Desa Soyowan

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok, memanfaatkan mata air Limpoga dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2025.
- Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisa regresi linear.
- Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bronkaptering yang dilengkapi dengan bak pengumpul, kemudian air dialirkan secara gravitasi ke BPT 1 dan berlanjut ke BPT 2 menggunakan pipa transmisi HDPE 3 inch.
- Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi dari BPT 2 melalui pipa distribusi utama HDPE 3 inch dan berakhir pada 21 buah tunggak beton kran

Saran

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

- Harus dilakukan perlindungan terhadap sumber air di daerah imbuhan (recharge) dari mata air, agar supaya mata air terjaga.
- Harus diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Radiana Triatmadja 2008. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaian*, DRAFT, Yogyakarta. Bab 1(1-12), Bab 2 (11-19), Bab 3(37-40), Bab 4(1-28)
- Siringgoringgo Hotniar dan Rachmat NursamsI. *Pengantar Statistika*, Seri Diktat Kuliah: Penerbit Gunadama, hal. 101-116.
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan Bagian – I*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal. 3-4.
- Tanudjaja, L. *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal.1-106.

- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Buku – III , Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal. 1-18.
- Umboh Dianty, 2016, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Ranolambot Kecamatan Kawangkoan Barat Kabupaten Minahasa*, skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal. 8-10, 14-16, L1-L17.
- Yainahu Rizki, 2016, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Maen Kecamatan Likikupang Timur Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara*, skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado hal 1-3
- Depertemen Pekerjaan Umum, 2006. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, Modul: 1, Direktorat Jendral Cipta Karya, hal 9-11.
- _____, *Model, Ukuran, Konstruksi dan Pemeliharaan Sistem jaringan Air Minum dengan Sistem Perpipaan di Daerah Pedesaan*, Modul Edisi 2008, Action Contre La Faim, hal. 7, 24.