



Analisis Ketersediaan Air Bersih Pada Sumber Air Rindengan Dan Patumu Di Desa Tombasian Atas Kabupaten Minahasa

Amrizal H. Wijono^{#a}, M. Ihsan Jasin^{#b}, Jeffry D. Mamoto^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado, Indonesia
^aamrizalwijono.amari@gmail.com, ^bsanyjasin02@yahoo.com, ^cjeffrymamoto@unsrat.ac.id

Abstrak

Air bersih merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Kebutuhan sehari - hari, seperti mencuci, memasak, mandi dan kebutuhan konsumsi membutuhkan keberadaan dan ketersediaan air yang cukup. Air juga dibutuhkan pada aktivitas ekonomi dan sosial, seperti Industri, Kantor Pelayanan Jasa, Kesehatan, Sekolah, juga membutuhkan ketersediaan air bersih yang cukup dan dalam jumlah yang besar pula. Dari hal tersebut diketahui bahwa kebutuhan air bersih dapat berbeda pada setiap tempatnya tergantung konsumsi dan pemenuhan kebutuhannya. Maka begitu pentingnya kualitas sistem distribusi untuk memenuhi kebutuhan sehari hari di Desa Tombasian Atas, dimana di desa tersebut mengalami pengurangan kualitas Jaringan Sistem Distribusi dan kuantitas Debit Distribusi Air Bersih entah berkurangnya sumber air, bermasalah atau berkurangnya debit aliran pada jaringan distribusinya, atau konsumsi masyarakat desa yang semakin meningkat. Mengingat pentingnya pemenuhan kebutuhan air bersih tersebut, diperlukan analisis sistem penyediaan air bersih dengan sistem distribusinya dapat direvitalisasi agar kebutuhan masyarakat di Desa Tombasian Atas dapat terpenuhi. Metode-metode yang digunakan dalam penelitian adalah Studi Lapangan dan Studi Literatur, proyeksi pertumbuhan penduduk dihitung hingga tahun 2033 dengan menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi Linear, regresi Logaritma, regresi Eksponensial.

Kata kunci: air bersih, system distribusi, kebutuhan desa

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Kebutuhan sehari - hari, seperti mencuci, memasak, mandi dan kebutuhan konsumsi membutuhkan keberadaan dan ketersediaan air yang cukup. Air juga dibutuhkan pada aktivitas ekonomi dan sosial, seperti Industri, Kantor Pelayanan Jasa, Kesehatan, Sekolah, juga membutuhkan ketersediaan air bersih yang cukup dan dalam jumlah yang besar pula.

Dari hal tersebut diketahui bahwa kebutuhan air bersih dapat berbeda pada setiap tempatnya tergantung konsumsi dan pemenuhan kebutuhannya.

Maka begitu pentingnya kualitas sistem distribusi untuk memenuhi kebutuhan sehari hari di Desa Tombasian Atas, dimana di desa tersebut mengalami pengurangan kualitas Jaringan Sistem Distribusi dan kuantitas Debit Distribusi Air Bersih entah berkurangnya sumber air, bermasalah atau berkurangnya debit aliran pada jaringan distribusinya, atau konsumsi masyarakat desa yang semakin meningkat.

Mengingat pentingnya pemenuhan kebutuhan air bersih tersebut, diperlukan analisis sistem penyediaan air bersih dengan sistem distribusinya dapat direvitalisasi agar kebutuhan masyarakat di Desa Tombasian Atas dapat terpenuhi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang akan menjadi poin penelitian di Desa Tombasian Atas adalah :

- Apakah debit ketersediaan air mampu memenuhi debit kebutuhan air di Desa Tombasian Atas.
- Bagaimana meningkatkan sistem penyediaan air bersih yang sudah ada untuk dapat memenuhi kebutuhan dalam kurun waktu 10 tahun mendatang.

1.3. Batasan Penelitian

Untuk fokus pada penelitian ini, maka diberikan beberapa batasan yang meliputi hal sebagai berikut:

- Sumber mata air yang digunakan yaitu memanfaatkan Air Tanah dari Pegunungan Rindengan
- Proyeksi pertumbuhan penduduk selama 10 tahun.
- Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan dimulai dari penyadapan sumber mata air sampai dengan jalur pipa distribusi
- Merencanakan sistem penyediaan air bersih untuk 10 tahun ke depan (2033)
- Revitalisasi Desain sistem penyediaan air bersih yang sudah ada di Desa Tombasian Atas
- Analisis menggunakan pedoman pada Kriteria Perencanaan Ditjen cipta Karya PU, 1996

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan peningkatan sistem jaringan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan penduduk di Desa Tombasian Atas.

1.5. Manfaat Penelitian

- Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam menyelesaikan permasalahan akan kebutuhan air bersih bagi penduduk di Desa Tombasian Atas.
- Dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian terkait di masa mendatang.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian meliputi pengumpulan data primer dan sekunder antara lain berupa: pengukuran langsung di lapangan yang meliputi pengukuran potensi debit, dan trase jaringan air serta pemetaan daerah penelitian.

2.2. Studi Lapangan dan Survey Sumber Air

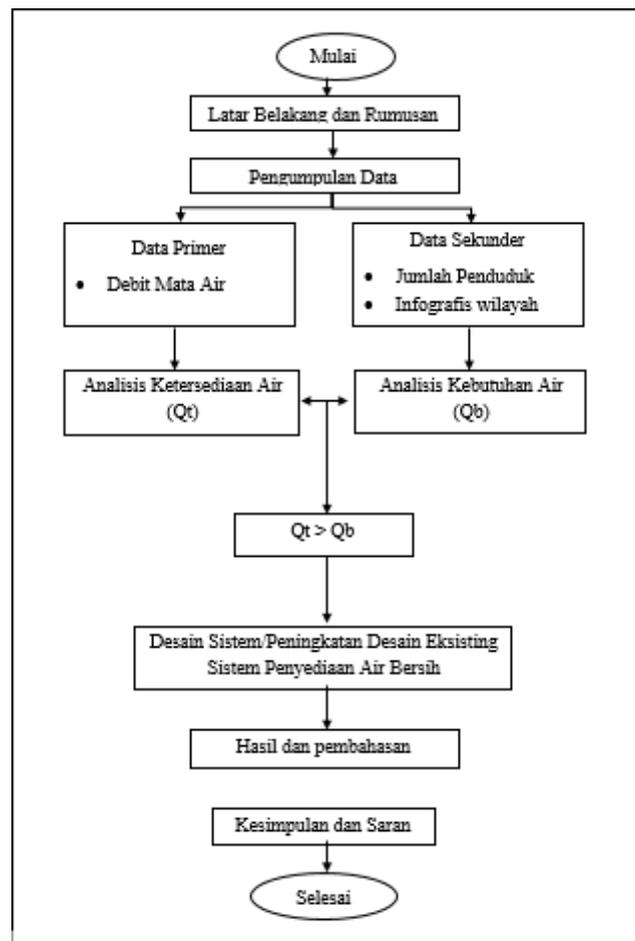
Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tombasian Atas Kecamatan Kawangkoan Barat, Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. dimaksudkan untuk memperoleh data sumber air yang memungkinkan dikembangkan untuk keperluan penyediaan air bersih desa Tombasian Atas. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

2.3. Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut diagram pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2023)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Analisis Ketersediaan Air Bersih

Melalui pengamatan yang dilakukan pada sumber mata air Gunung Soputan, diperoleh debit air sebesar 4,5 l/detik. Debit tersebut diperoleh melalui pengamatan dengan volumetric metode. yaitu dengan mengukur volume air yang masuk pada wadah ukur per satuan waktu.

Digunakan :

1. Volume wadah ukur : 3000 ml = 3 liter
2. Lama pengisian wadah ukur : inlet 1= 1 detik, inlet 2= 2 detik
3. Debit pengukuran : $(3 : 1) + (3 : 2) = 4,5$ l/detik

Bak Penampung diisi setiap hari 1 x 24 jam dengan debit konstan yang telah dihitung diatas, maka ketika pada saat jam tertentu air tidak dikonsumsi, air bak akan meluap.

3.2. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Dalam menganalisa kebutuhan air diperlukan data jumlah penduduk yang selanjutnya di proyeksi ke-n tahun. Berikut merupakan data jumlah penduduk Desa Tombasian Atas Kecamatan Kawangkoan Barat.

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Desa Tombasian Atas

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (y)
1	2012	1015
2	2013	1021
3	2014	1034
4	2015	1041
5	2016	1046
6	2017	1101
7	2018	1090
8	2019	1099
9	2020	1142
10	2021	1138

Melalui langkah-langkah perhitungan analisis dari ketiga metode tersebut maka dapat dihasilkan grafik yang menggambarkan proyeksi pertumbuhan penduduk selama 10 tahun yaitu dari tahun 2022 hingga 2031.

Tabel 2. Rekapitulasi Proyeksi Jumlah Penduduk Hingga tahun ke-n tiap metode

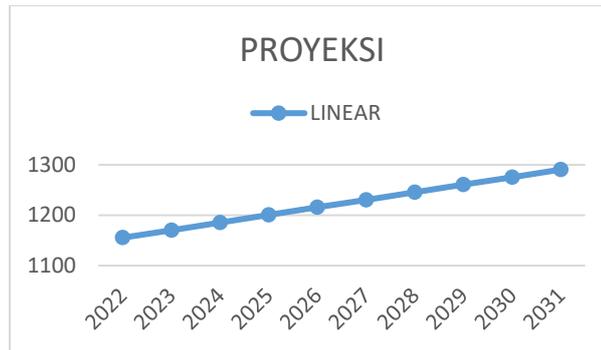
No.	TAHUN	JUMLAH PENDUDUK		
		LINEAR	LOGARITMA	EKSPONENSIAL
1	2022	1155.398	1432.817	1049.6959
2	2023	1170.434	1470.764	1049.7098
3	2024	1185.47	1508.711	1049.7237
4	2025	1200.506	1546.658	1049.7376
5	2026	1215.542	1584.605	1049.7515
6	2027	1230.578	1622.552	1049.7654
7	2028	1245.614	1660.499	1049.7793
8	2029	1260.65	1698.446	1049.7932
9	2030	1275.686	1736.393	1049.8071
10	2031	1290.722	1774.34	1049.821

Tabel 3. Rekapitulasi Harga Se

No.	Metode Analisa Regresi	Koefisien		
		Korelasi	Determinasi	Standar Error
		r	r ²	Se
1	Logaritma	0.729	0.532	598.231
2	Linear	0.965	0.874	168.635
3	Eksponensial	0.961	0.923	56.241

Sesuai syarat korelasi bahwa $-1 \leq r \leq 1$, maka digunakan metode Analisa Regresi Linear .

Dengan nilai $r = 0,965$ yang berarti satu sangat kuat, dan nilai $Se = 168,635$ yang berada di antara kedua nilai Se dua metode yang lainnya. Berikut ini merupakan grafik proyeksi pertumbuhan penduduk Desa Tombasian dengan Metode Regresi Linear.



Gambar 3. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Hingga Tahun ke-n dengan Metode Analisa Regresi Linear.

3.3. Analisa Kebutuhan Air

3.3.1. Analisis Kebutuhan Air Domestik

Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2031.

Tabel 4. Analisis Kebutuhan Air Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk l/hari	liter / detik
	(jiwa)	(Jmlh. Pend. x 30% x 30) + (Jmlh. Pend x 70% x 60)	
2022	1155	58925.298	0.68200576
2023	1170	59692.134	0.69088118
2024	1185	60458.97	0.6997566
2025	1201	61225.806	0.70863201
2026	1216	61992.642	0.71750743
2027	1231	62759.478	0.72638285
2028	1246	63526.314	0.73525826
2029	1261	64293.15	0.74413368
2030	1276	65059.986	0.7530091
2031	1291	65826.822	0.76188451

3.3.2. Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Sesuai dengan standar perencanaan air bersih pedesaan, kebutuhan air non domestik adalah 5% dari kebutuhan air domestik. Yang pemanfaatannya adalah dalam fasilitas dan sarana pelayanan publik.

$$Q_n = Q_d \times 5\%$$

3.3.3. Analisis Kehilangan Air

Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan system penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 20% dari kebutuhan rata-rat dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari

kebutuhan domestic di tambah dengan kebutuhan non domestik. (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 20\%$$

Tabel 5. Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk l/hari	Qd (liter / detik)	Qn (liter / detik)
	(jiwa)	(Jmlh. Pend x 30% x 30) + (Jmlh. Pend x 70% x 60)		
2022	1155.398	58925.298	0.682	0.034
2023	1170.434	59692.134	0.691	0.035
2024	1185.470	60458.970	0.700	0.035
2025	1200.506	61225.806	0.709	0.035
2026	1215.542	61992.642	0.718	0.036
2027	1230.578	62759.478	0.726	0.036
2028	1245.614	63526.314	0.735	0.037
2029	1260.650	64293.150	0.744	0.037
2030	1275.686	65059.986	0.753	0.038
2031	1290.722	65826.822	0.762	0.038

Tabel 6. Analisis Kehilangan Air

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk l/hari	Qd (liter / detik)	Qn (liter / detik)	Qa (liter / detik)
	(jiwa)	(Jmlh. Pend. x 30% x 30) + (Jmlh. Pend x 70% x 60)			
2022	1155.398	58925.298	0.682	0.034	0.143
2023	1170.434	59692.134	0.691	0.035	0.145
2024	1185.470	60458.970	0.700	0.035	0.147
2025	1200.506	61225.806	0.709	0.035	0.149
2026	1215.542	61992.642	0.718	0.036	0.151
2027	1230.578	62759.478	0.726	0.036	0.153
2028	1245.614	63526.314	0.735	0.037	0.154
2029	1260.650	64293.150	0.744	0.037	0.156
2030	1275.686	65059.986	0.753	0.038	0.158
2031	1290.722	65826.822	0.762	0.038	0.160

3.3.4. Analisis Kebutuhan Air Total

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

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

3.3.5. Analisa Fluktuasi Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air adalah penggunaan air oleh konsumen dari waktu ke waktu. Sesuai dengan keperluan perencanaan system penyediaan air bersih maka terdapat 2 pengertian yang ada kaitannya dengan fluktuasi pelayanan air, yaitu kebutuhan air harian maksimum di hitung berdasarkan kebutuhan air total dikali factor pengali yaitu 1,15.

Kemudian, 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 factor pengali yaitu 1,75. (Kriteria Perencanaan Ditjen Karya Dinas PU,1996)

1. Kebutuhan Air Harian Maximum

$$Q_m = 1,15 \times Q_t$$

2. Kebutuhan Air Harian Jam Puncak

$$Q_p = 1,75 \times Q_t$$

Tabel 7. Analisis Kebutuhan Air Total

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk l/hari	Qd (liter / detik)	Qn (liter / detik)	Qa (liter / detik)	Qt (liter / detik)
	(jiwa)	(Jmlh. Pend x 30% x 30) + (Jmlh. Pend x 70% x 60)				
2022	1155.398	58925.298	0.682	0.034	0.143	0.859
2023	1170.434	59692.134	0.691	0.035	0.145	0.871
2024	1185.470	60458.970	0.700	0.035	0.147	0.882
2025	1200.506	61225.806	0.709	0.035	0.149	0.893
2026	1215.542	61992.642	0.718	0.036	0.151	0.904
2027	1230.578	62759.478	0.726	0.036	0.153	0.915
2028	1245.614	63526.314	0.735	0.037	0.154	0.926
2029	1260.650	64293.150	0.744	0.037	0.156	0.938
2030	1275.686	65059.986	0.753	0.038	0.158	0.949
2031	1290.722	65826.822	0.762	0.038	0.160	0.960

Tabel 8. Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Kebutuhan Air Harian Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Penduduk l/hari	Qd (liter / detik)	Qn (liter / detik)	Qa (liter / detik)	Qt (liter / detik)	Qm (liter / detik)	Qp (liter / detik)
	(jiwa)	(Jmlh. Pend ´ 30% ´ 30)+(Jmlh. Pend ´ 70% ´ 60)						
2022	1155.398	58925.298	0.682	0.034	0.143	0.859	0.988	1.504
2023	1170.434	59692.134	0.691	0.035	0.145	0.871	1.001	1.523
2024	1185.470	60458.970	0.700	0.035	0.147	0.882	1.014	1.543
2025	1200.506	61225.806	0.709	0.035	0.149	0.893	1.027	1.563
2026	1215.542	61992.642	0.718	0.036	0.151	0.904	1.040	1.582
2027	1230.578	62759.478	0.726	0.036	0.153	0.915	1.053	1.602
2028	1245.614	63526.314	0.735	0.037	0.154	0.926	1.065	1.621
2029	1260.650	64293.150	0.744	0.037	0.156	0.938	1.078	1.641
2030	1275.686	65059.986	0.753	0.038	0.158	0.949	1.091	1.660
2031	1290.722	65826.822	0.762	0.038	0.160	0.960	1.104	1.680

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 10, maka kebutuhan air total untuk 10 tahun mendatang (Tahun 2031) mencapai 0.96 lt/det sedangkan kebutuhan air harian maksimum adalah 1,1lt/det dan untuk jam puncak 1,68 lt/det.

3.4. Evaluasi Desain Reservoir Distribusi

Tinjau Desain Awal Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi dibangun pada elevasi lebih tinggi dari pemukiman dan biasanya terletak diatas bukit, sehingga dapat mengalirkan air ke konsumen dengan sistem gravitasi dan direncanakan harus dekat dengan daerah pelayanan agar mudah di kontrol. Air dari sumber mata air akan ditampung ke bak penampung menuju reservoir distribusi dengan system gravitasi pula.

Selain itu yang menjadi variabel dalam perhitungan volume reservoir juga adalah produksi dan pemakaian air, yang mana pada tabel 2.4 disebutkan bahwa max day demand untuk volume reservoir adalah 15% yang selanjutnya akan digunakan dalam menghitung kapasitas berguna reservoir. Sehingga bisa menentukan volume reservoir.

$$\text{Produksi Air Kumulatif} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{1000} \times 3600 = \frac{0,960}{1000} \times 3600 = 3,456 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Pemakaian Air} = \text{Produksi Air} \times 24 \times \% \text{ Pemakaian Air} = 3,456 \times 24 \times 15\% = 12,441 \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

Tabel 9. Perhitungan Kapasitas Berguna Reservoir Distribusi

Jam	Pengisian m ³ (m ³ /jam)	Pengambilan m ³ (m ³ /jam)	Volume Air Didalam Reservoir m ³
0:00	0	0	0
00:00-01:00	16.2	12.441	3.759
01:00-02:00	16.2	12.441	7.518
02:00-03:00	16.2	12.441	11.277
03:00-04:00	16.2	12.441	15.036
04:00-05:00	16.2	12.441	18.795
05:00-06:00	16.2	12.441	22.554
06:00-07:00	16.2	12.441	26.313
07:00-08:00	16.2	12.441	30.072
08:00-09:00	16.2	12.441	33.831
09:00-10:00	16.2	12.441	37.59
10:00-11:00	16.2	12.441	41.349
11:00-12:00	16.2	12.441	45.108
12:00-13:00	16.2	12.441	48.867
13:00-14:00	16.2	12.441	52.626
14:00-15:00	16.2	12.441	56.385
15:00-16:00	16.2	12.441	60.144
16:00-17:00	16.2	12.441	63.903
17:00-18:00	16.2	12.441	67.662
18:00-19:00	16.2	12.441	71.421
19:00-20:00	16.2	12.441	75.18
20:00-21:00	16.2	12.441	78.939
21:00-22:00	16.2	12.441	82.698
22:00-23:00	16.2	12.441	86.457
23:00-00:00	16.2	12.441	90.216

Tinjau ukuran dimensi kapasitas semula

Panjang	= 5 m
Lebar	= 5 m
Tinggi	= 3 m
Kapasitas Maksimum	= 75 m ³

Menurut hasil analisa, Kapasitas dari bak reservoir hanya dapat menampung Debit Inlet selama 20 jam dalam per hariannya meskipun desain konsumsi masyarakat pada 10(2031) tahun mendatang, masih dapat melakukan pelayanannya pada 250 rumah dengan baik.

Untuk kelebihan air, bisa digunakan untuk perkebunan atau diluar zona pelayanan seperti desa yang lain. Debit Sumber/Inlet dan konsumsi masyarakat bersifat fluktuatif dan mungkin saja sehari harinya ukuran debit dapat berbeda-beda. Desa Tombasian Atas tidak menggunakan Hidran Umum, melainkan transport langsung melalui pipa.

Dari Bak Penampung atau Reservoir melalui jalur pipa utama berukuran dua kali pipa diameter 3 inch, dilanjutkan ke pipa transport menuju pusat desa berukuran dua kali pipa diameter 2 inch. Dan langsung didistribusikan ke 250 rumah (untuk saat ini) dengan pipa diameter 1 inch.

4. Kesimpulan

Dari keseluruhan analisis maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Sumber air yang dimanfaatkan dalam evaluasi sistem perencanaan penyediaan air bersih diambil dari Mata Gunung Soputan dengan debit 4,5 liter/detik . Ketersediaan air bersih di Desa Tombasian Atas sampai tahun 2031 dengan jumlah kebutuhan pelayanan sebesar 1291 jiwa mampu mencakupi kebutuhan air bersih yaitu 0,96 liter/detik.
2. Air Bersih di alirkan dari mata air Gunung Soputan ke bak penampung yang berukuran (5 x 5 x 3) m.
3. Kemudian air bersih akan didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui pipa 2 x 3 inch sepanjang 100 m diteruskan ke pusat desa melalui pipa 2 x 2 inch kemudian didistribusikan ke rumah-rumah dengan pipa 1 inch.

5. 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 :

1. Debit Mata Air dapat/mampu melayani kebutuhan masyarakat hingga 10 tahun kedepan (hingga 2031) yaitu 0,96 liter/ detik.
2. Perlu evaluasi pada bagian Distribusi yaitu pipa karena tidak memiliki hidran umum dan dapat menimbulkan masalah yang umum terjadi di dalam pipa seperti debit aliran dan tekanan tidak merata, pipa bisa saja tersumbat karena endapan dan lumut atau bocor.

Referensi

- Ditjen Cipta Karya. 1990. Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan: Dinas PU
 Ditjen Cipta Karya. 1996. Kriteria Perencanaan : Dinas PU
 Ditjen Cipta Karya. 2018. Modul Sistem Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi: Dinas PU
 Ditjen Cipta Karya. 2018. Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air: Dinas PU
 Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan* , Modul I, Jakarta.
 PP No. 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
 Ridwan Naway F. Halim, M. I. Jasin, L. Kawet, *Pengembangan Sistim Pelayanan Air Bersih*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.6, Mei 2013
 Tiny Mananoma, Lambertus Tanudjaja, Tommy Jansen, *Desain Sistem Jaringan Dan Distribusi Air Bersih Pedesaan (Studi Kasus Desa Warembungan)*, Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016
 Intan Agustin Nirmala Sari Abdul Karim, Cindy J. Supit , Liany A. Hendratta, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*, Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016
<https://p2k.stekom.ac.id>, Desa Tombasian Atas memanfaatkan air tanah dari pegunungan Rindengan yang murni sebagai kebutuhan sehari-hari.