

PERENCANAAN PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA ASIMIRO, KECAMATAN LOLODA UTARA, KABUPATEN HALMAHERA UTARA

¹ Immanuella N. Raming, ² Rocky F. Roring, ³ Toar U. Y. Pangkey

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Manado

¹ Email; niceyrambing@gmail.com ² Email; rockyroring@gmail.com ³ Email; toarpangkey@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih di Desa Asimiro saat ini masih menghadapi kendala distribusi yang tidak merata dan keterbatasan infrastruktur penampungan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem penyediaan air bersih yang berkelanjutan guna memenuhi kebutuhan masyarakat hingga tahun 2039. Metode penelitian mencakup studi lapangan untuk mengukur debit sumber air, proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik, serta simulasi hidrolika jaringan perpipaan dengan perangkat lunak EPANET 2.2. Hasil penelitian menunjukkan ketersediaan debit Mata Air Tuada sebesar 1,65 liter/detik, yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air total tahun 2039 sebesar 0,603 liter/detik. Perencanaan ini merekomendasikan pembangunan reservoir berkapasitas 214 m³ untuk mengatasi fluktuasi harian dan menjamin kontinuitas layanan. Simpulan penelitian menyatakan bahwa rancangan teknis ini mampu mendistribusikan air secara merata dan efisien ke seluruh wilayah desa secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Air Bersih, Proyeksi Penduduk, Reservoir, Jaringan EPANET 2.2, Desa Asimiro.

ABSTRACT

The availability of clean water in Asimiro Village still faces obstacles of uneven distribution and limited storage infrastructure. This study aims to plan a sustainable clean water supply system to meet community needs until 2039. The research method includes field studies to measure water source discharge, population projections using geometric methods, and hydraulic simulations of the piping network with EPANET 2.2 software. The results show the availability of Tuada Spring discharge of 1.65 liters/second, which is sufficient to meet the total water demand in 2039 of 0.603 liters/second. This plan recommends the construction of a reservoir with a capacity of 214 m³ to overcome daily fluctuations and ensure continuity of service. The conclusion of the study states that this technical design is able to distribute water evenly and efficiently throughout the village area in a sustainable manner.

Keywords : Clean Water, Population Projection, Reservoir, Distribution Network, EPANET 2.2, Asimiro Village.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan elemen vital bagi keberlanjutan makhluk hidup, dimana manusia, rumah tangga, hingga industri. Di Desa Asimiro, pertumbuhan penduduk sebesar 2% per tahun tidak diimbangi dengan infrastruktur penyimpanan yang memadai, menyebabkan kelangkaan air terutama di wilayah yang jauh dari sumber air utama. Penelitian ini di fokuskan pada perencanaan kapasitas reservoir dan jaringan pipa distribusi untuk 15 tahun ke depan.

Rumusan Masalah

1. Berapakah debit air dan bagaimana kondisi visual kualitas sumber air yang tersedia di Desa Asimiro?
2. Bagaimanakah proyeksi pertumbuhan penduduk Desa Asimiro hingga tahun 2039, dan berapakah kebutuhan air bersih total Masyarakat pada periode tersebut ?
3. Berapa kapasitas bak penampungan (reservoir) yang optimal untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Desa

Asimiro, dengan mempertimbangkan fluktuasi ketersediaan air?

4. Bagaimana desain jaringan distribusi air bersih yang optimal untuk Desa Asimiro, dengan mempertimbangkan diameter pipa, kehilangan tekanan dan perimbangan ekonomi ?

Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi dan menganalisis debit serta mendeskripsikan kondisi visual kualitas sumber air (air terjun, sungai atau air tanah) di Desa Asimiro.
2. Memproyeksikan pertumbuhan penduduk dan menghitung kebutuhan air bersih total masyarakat Desa Asimiro hingga tahun 2039.
3. Untuk merancang dan menghitung kapasitas bak penampungan (*reservoir*) berdasarkan analisis kebutuhan harian maksimum dan fluktuasi ketersediaan air.
4. Merancang jaringan distribusi air bersih yang optimal dengan menghitung diameter pipa, analisis kehilangan tekanan.

Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan desain teknis dan data perencanaan yang siap pakai (proyeksi kebutuhan, kapasitas reservoir, dan jaringan distribusi) sebagai dasar pembangunan infrastruktur air bersih
2. Meningkatkan akses air bersih yang merata dan andal, mengurangi kelangkaan air musim kemarau, serta meningkatkan taraf kesehatan dan kesejahteraan.
3. Menyelesaikan studi kasus dan metodologi perencanaan sistem air bersih di daerah pedesaan berbukit, yang dapat menjadi referensi untuk penelitian sejenis.

2. TINAJU PUSTAKA

Definisi Air Bersih

Manusia membutuhkan air selain untuk kebutuhan langsung, air juga dibutuhkan oleh manusia melalui berbagai makhluk hidup lain. Air bersih aman digunakan untuk keperluan sehari-hari apabila telah memenuhi persyaratan kualitas air bersih sesuai dengan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

Perkembangan Penduduk

Menurut Nomleni & Messakh (2023), Penentuan metode proyeksi penduduk sangat bergantung pada karakteristik pertumbuhan data historis wilayah tersebut, menggunakan metode eksponensial untuk memprediksi kebutuhan air 10 tahun kedepan sedangkan Musrifin (2022) menerapkan metode geometrik untuk wilayah dengan tren pertumbuhan yang konsisten. Proyeksi berdasarkan tingkat pertumbuhan penduduk mengasumsikan pertumbuhan yang konstan, baik untuk model aritmatika, geometrik, atau eksponensial untuk mengestimasi jumlah penduduk (Badan Pusat Statistik, 2020). Berikut 3 metode yang akhirnya dipilih yaitu:

1. Metode Aritmatika

$$P_t = P_0(1 + r.n) \quad \dots 2.1$$

2. Metode Geometrik

$$P_t = P_0(1 + r)^n \quad \dots 2.2$$

3. Metode Eksponensial

$$P_t = P_0 \times e^{r.n} \quad \dots 2.3$$

4. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Uji kesesuaian metode proyeksi dilakukan dengan cara menentukan metode proyeksi penduduk yang dipakai sebagai dasar perencanaan yaitu memilih salah satu metode yang paling mewakili pola pertumbuhan penduduk di perencanaan. Dalam hal ini diperlukan perhitungan standar deviasi dan faktor korelasi. Standar deviasi merupakan nilai atau standar yang menunjukkan besar jarak sebaran terhadap nilai rata-rata (Triatmodjo, 2008) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} \quad \dots 2.4$$

Dengan :

s = Standar deviasi

x = Nilai varian (penduduk proyeksi)

n = jumlah data
 x = Nilai rata-rata

Nilai koefisien korelasi dapat dihitung dengan bantuan Microsoft Excel yaitu dengan fungsi = Correl (array 1; array2)'.
 5. Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Macam kebutuhan air bersih umumnya dibagi atas dua kelompok yaitu :

- **Kebutuhan Air Domestik**
 Kebutuhan domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum. Setiap kategori kota tertentu mempunyai kebutuhan akan air yang berbeda.
- **Kebutuhan Air Non Domestik**
 Menurut Direktorat Jendral Cipta Karya 1998 dalam Triatmadja, 2006 presentase kebutuhan air non-domestik berkisar antara 15% sampai i 30% dari kebutuhan air domestik.

Tabel 1. Kriteria/Standart Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1	HidranUmum (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	20%
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1.5 Qr
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: (Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan,1990)

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 10-20 tahun

Sumber: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan,2006

6. Fluktuasi Kebutuhan Air

Menurut Kalensun, (2016) kebutuhan dasar dan kehilangan air berfluktuasi dari waktu ke waktu, dengan skala jam, hari, bulan, selama kurun waktu satu tahun. Perhitungan kebutuhan air di dasarkan pada kebutuhan air hari maksimum dan kebutuhan air jam maksimum dengan referensi kebutuhan air rata-rata.

7. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Dalam menghitung jumlah kebutuhan air bersih dilakukan beberapa tahapan dalam perhitungannya, antara lain :

- **Kebutuhan Air Domestik**
 Untuk jumlah kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang dilayani dikalikan dengan standar kebutuhan air perorang perhari

$$Qd = Y \times Sd \quad \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :

Qd = Debit kebutuhan air domestik (lt/dt)

Sd = Standart kebutuhan air domestik (lt/dt)

Y = Jumlah penduduk (orang)

- **Kebutuhanana Non-Domestik**

Untuk keperluan air non-domestik dihitung dengan cara kebutuhan air domestik dikalikan dengan presentase kebutuhan air non-domestik. Dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Qn = Qd \times Sn \quad \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana :

Q_n = Debit kebutuhan air non domestic (lt/dt)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (lt/dt)

S_n = Standart kebutuhan air non domestik (%)

- Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah kebutuhan air domestik yang ditambahkan dengan kebutuhan air non-domestik, dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad \dots\dots 2.7$$

Dimana :

Q_t = Debit kebutuhan air total (lt/dt)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (lt/ dt)

Q_n =Debit kebutuhan air non-domestik (lt/dt)

Q_a =Debit kehilangan air (lt/ dt)

- Kehilangan dan Kebocoran

Kehilangan air akibat kebocoran, dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad \dots \dots 2.8$$

Dimana :

Q_a =Debit kehilangan air (lt/dt)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (lt/dt)

Q_n =Debit kebutuhan air non-domestik (lt/dt)

r_a = Angka presentase kehilangan air (%)

- Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan air rata-rata, dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_{av} = Q_t + Q_s \quad \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana :

Q_{av} = Kebutuhan air rata-rata harian (lt/hr)

Q_t = Total kebutuhan air (lt/hr)

Q_s = Kehilangan air (lt/hr)

- Kebutuhan air maksimum

Kebutuhan air hari maksimum yaitu dalam periode satu minggu, bulan, tahun terdapat hari-hari tertentu dimana pemakaian airnya maksimum. Kebutuhan air maksimum didapatkan dalam bentuk persamaan sabagai berikut :

$$F_{maks} \times Q_t \quad \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana :

Q_{hm} = kebutuhan air maksimum (lt/dt)

F_{hm} = Faktor harian maksimum (1,1-1,5)

Q_{av} = Kebutuhan air rata-rata harian (lt/dt).

- Kebutuhan air jam puncak

Kebutuhan air jam puncak adalah jumlah maksimum air yang dibutuhkan selama jam tertentu di bawah kondisi permintaan air tertinggi pada hari itu. Dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q_{jp} = Q_{av} \times f_{jp} \quad \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

Q_{jp} = Debit kebutuhan air jam puncak (lt/dt)

F_{jp} = Faktor jam puncak (1,5-2)

Q_{av} = Debit kebutuhan air rata-rata harian (lt/dt)

Sistem Distribusi Air Bersih

Menurut Nomleni (2023), membuktikan efektivitas EPANET 2.2 dalam memodelkan sistem distribusi gravitasi. Untuk kelancaran sistem pendistribusian air baku, perlu diperhatikan mengenai faktor-faktor berikut:

1. Tersedianya tekanan yang cukup pada jaringan pipa distribusi sehingga air masih bisa mengalir ke konsumen dengan sisa tekanan yang cukup.
2. Kualitas air yang mencukupi kebutuhan penduduk/konsumen.
3. Kontinuitas air dapat melayani dari waktu ke waktu.
4. Kualitas air bersih terjamin mulai dari pipa distribusi sampai ke konsumen.
5. Meminimalisasi terjadinya kehilangan air yang bersifat insidental seperti kebocoran pada pipa dan sebagainya.

Analisa Jaringan Pipa

Menurut Iputu Gustave (2014) aliran dalam pipa atau aliran yang bertekanan adalah aliran yang seluruh penampang pipa penuh air. Jika air mengalir dalam pipa tetapi ada permukaan air bebas didalam pipa, maka aliran tersebut tidak termasuk dalam definisi aliran dalam pipa. Kehilangan energi terdiri dari dua jenis yaitu, Kehilangan tekanan primer (major losses) dan kehilangan tekanan sekunder.

1. Kehilangan Tekanan Primer

Disebabkan oleh gesekan terhadap dinding dalam pipa, kehilangan tekanan premier

dihitung menggunakan rumus Hazen Wiliam.

$$Hf = \left[\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \quad \dots\dots 2.12$$

Dimana :

Hf=Kehilangan tekanan primer (meter)

l = Panjang pipa (m)

q = Debit aliran (m³/s)

d = Diameter pipa (cm)

c = Koefisien Hazen Wiliams

2. Kehilangan Tekanan Sekunder

Tekanan sekunder di pengaruhi oleh aksesoris pipa dan banyaknya belokan pada pipa, rumus yang di gunakan untuk menghitung kehilangan tekanan sekunder adalah sebagai berikut :

$$He = k \frac{v^2}{2g} \quad \dots\dots 2.13$$

Dimana :

He=Kehilangan tekanan sekunder (meter)

k = Koefisien kehilangan energi sekunder

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

3. Diameter Pipa

Diameter pipa juga dapat ditentukan berdasarkan debit puncak dan sisa tekan yang di inginkan. Dalam menentukan dimensi pipa dapat menggunakan formula sebagai berikut :

$$Q = V \times A \quad \dots\dots 2.14$$

Dimana :

a = 0,785 D²

q = Debit (m³/dt)

v = Kecepatan Pengaliran (m/dt)

a = Luas Penampang (m)

d = Diameter Pipa (m)

Dalam menghitung kecepatan aliran menggunakan formula Hazen Wiliams, perlu diketahui terlebih dahulu nilai hf (kehilangan energi primer)

$$V = 0,85. C. R_h^{0,63}. S^{0,54} \quad \dots\dots 2.15$$

Dimana :

$$R_h = \frac{Wattted A}{Wattted P} = \frac{\pi. r^2}{\pi. D}$$

$$S = \frac{hf}{L}$$

v = Kecepatan (m/dt)

0,85= Konstanta Hazen Wiliams

c = Koefisien Kekerasan sesuai jenis pipa (Hazen Wiliams)

Rh = Hydran Radius (m)

S = Keliling Basah (m)

• Reservoir

Kegunaan reservoir adalah untuk menampung air pada saat pemakaian di bawah rata-rata dari debit yang dialirkan instalasi pengolahan air dan pada saat jam-jam puncak air yang telah tertampung tadi akan di alirkan ke konsumen.

1. Untuk mengetahui kapasitas volume dimensi reservoir yang dibutuhkan untuk menghasilkan produksi yang besarnya tertentu dapat menggunakan rumus :

$$V = P \times L \times T \quad \dots\dots 2.16$$

Dimana :

P = Panjang bak (m)

L = lebar bak (m)

T = tinggi bak (m)

2. Perhitungan kapasitas reservoir dengan ketentuan minimum 15% dari kebutuhan air maksimum per hari. Rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Q_{hm} \times 15\% \quad \dots\dots 2.17$$

Dimana :

Kapasitas = Volume efektif reservoir (m³)

Q_{hm} = Kebutuhan air hari maksimum (liter/dt)

3. Menghitung debit air yang masuk pada bak penampungan Rumus debit air:

$$Q = \frac{v}{t} \quad \dots\dots 2.18$$

Dimana :

q = Debit air (m³/dt)

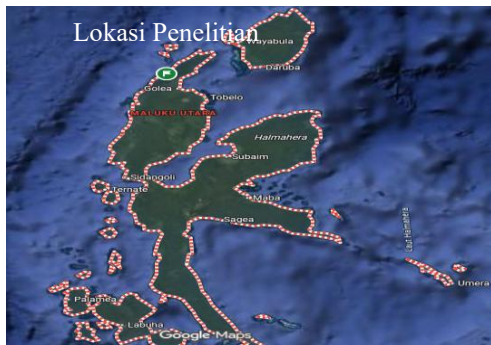
v = volume bak penampungan (m³)

t = waktu pengisian (dt)

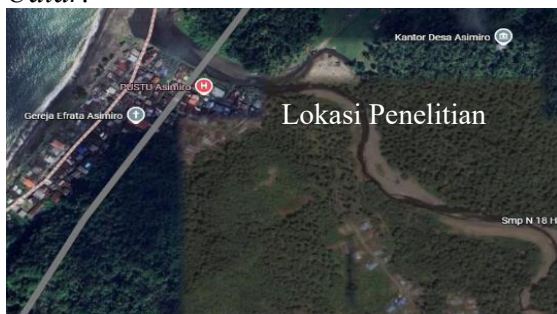
3. METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu penelitian

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kondisi masyarakat yang menghadapi permasalahan mendasar terkait ketersediaan dan distribusi air bersih.



Gambar 1. (a) Lokasi Penelitian Pada Provinsi Maluku Utara, Kab. Halmahera Utara.



Gambar 1. (b) Lokasi Penelitian di Desa Asimiro, Kec. Loloda Utara, Kab. Halmahera Utara.

Analisis Data

Metode analisis data digunakan untuk menghasilkan rancangan sistem penyediaan air bersih yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, tahapan analisis yang dilakukan meliputi :

- Analisis proyeksi jumlah penduduk
 - Analisis kebutuhan air bersih
- Perhitungan kebutuhan air bersih dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut :
- Menentukan dasar perhitungan, seperti jumlah penduduk dan pola penggunaan air
 - Menghitung kebutuhan air domestik dan non-domestik
 - Menentukan kebutuhan air bersih total
 - Memperhitungkan kehilangan air (non-revenue water)
 - Menghitung kebutuhan air rata-rata harian (Q rata-rata)
 - Menghitung kebutuhan air jam puncak (Q peak) dan kebutuhan maksimum (Q max).

Perencanaan Jaringan Distribusi Pipa

Perencanaan jaringan distribusi bertujuan untuk menyalurkan air dari sumber hingga ke titik pelayanan masyarakat rencana

efisien. Tahapannya meliputi :

- Penentuan Diameter Pipa
- Analisa Hidrolika
- Analisa Tekanan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Dari hasil survey sumber air yang terletak ± 1,5 km dari Desa Asimiro diperoleh debit mata air 1,65 liter/detik. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volimetric Method*. Dilakukan wawancara dengan masyarakat setempat mengenai kondisi mata air (Air Terjun). Hasil wawancara menurut masyarakat mata air (Air Terjun) ini tidak pernah mengalami kekeringan.

Tabel 3. Perhitungan Debit di Lapangan

Percobaan	Volume (Lite)	Waktu (detik)	Debit (lt/dt)
1	24,6	15	1,64
2	24,9	15	1,66
3	24,8	15	1,65

Data Perhitungan di Lapangan. (2025)

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Dalam menganalisis kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksi jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini.

Tabel 4. Data Penduduk Desa Asimiro

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2015	488
2016	495
2017	502
2018	509
2019	516
2020	523
2021	530
2022	538
2023	546
2024	554

Sumber:Badan Pusat Statistik (BPS)Halmahera utara

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan analisa regresi. Analisis regresi yang digunakan yaitu analisis regresi linier, analisis regresi logaritma, dan analisa eksponensial. Syarat korelasi $-1 \leq r \leq 1$.

Tabel 5. Analisis Regresi

No	Metode Analisis Regresi	Koefisien Korelasi (r)	Korelasi Determinasi (r ²)	Standar Error (Se)
1	Linier	0,9995	0,9991	21,1935
2	Logaritma	0,9998	0,9991	22,4505

3	Ekspansi	0,9999	0,9997	22,0558
---	----------	--------	--------	---------

Hasil Olahan 2025

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.

Tabel 6. Proyeksi jumlah penduduk Desa Asimiro 15 tahun mendatang.

Tahun	Proyeksi Penduduk
2025	562
2026	570
2027	578
2028	586
2029	595
2030	603
2031	612
2032	621
2033	630
2034	639
2035	648
2036	657
2037	666
2038	678
2039	686

Hasil analisa, 2025

Analisis Kebutuhana Air Domestik

Proyeksi air bersih di Desa Asimiro sampai 2039 didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk yang ada didaerah penelitian. Berdasarkan pada Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, maka tingkat kebutuhan air bersih rata-rata rumah tangga adalah sebesar 60 lt/orang/hari untuk pedesaan :

Tabel 7. Kebutuhan Air Domestik Desa Asimiro

Tahun	Kebutuhan air domestik	
	lt/hr (Qd)	lt/dt (Qd)
2025	33720	0,390
2026	34200	0,396
2027	34680	0,401
2028	35160	0,407
2029	35700	0,413
2030	36180	0,419
2031	36720	0,425
2032	37260	0,431
2033	37800	0,438
2034	38340	0,444
2035	38880	0,450
2036	39420	0,456
2037	39960	0,463
2038	40680	0,471
2039	41160	0,476

Hasil Olahan, 2025 (Microsoft Excel)

Analisis Kebutuhana Air Non-Domestik

Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan 2008 yaitu di pakai 10 % agar lebih realistis dari kebutuhan air domestik.

Tabel 8. Kebutuhan Non-Domestik Desa Asimiro

Tahun	Kebutuhan Domestik	Air	Kebutuhan domestik non-
	lt/dt	lt/hr	lt/dt
2025	0,390	33720	0,0390
2026	0,396	34200	0,0396
2027	0,401	34680	0,0401
2028	0,407	35160	0,0407
2029	0,413	35700	0,0413
2030	0,419	36180	0,0419
2031	0,425	36720	0,0425
2032	0,431	37260	0,0431
2033	0,438	37800	0,0438
2034	0,444	38340	0,0444
2035	0,450	38880	0,0450
2036	0,456	39420	0,0456
2037	0,463	39960	0,0463
2038	0,471	40680	0,0471
2039	0,476	41160	0,0476

Hasil olahan 2025 (microsoft excel)

Analisa Kehilangan Air

Berdasarkan sumber dari IKK pedesaan kebocoran/kehilangan air yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata di mana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambahkan dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 9. Kehilangan atau Kebocoran Air Desa Asimiro

Thn	Debit kebutuhan air domestik (Qd)		Debit kebutuhan air non-dom estik		Kehilangan air (Qa)	
	lt/hr	lt/dt	lt/hr	lt/dt	lt/hr	lt/dt
2025	33720	0,390	3372	0,0390	5564	0,0644
2026	34200	0,396	3420	0,0396	5643	0,0653
2027	34680	0,401	3468	0,0401	5722	0,0662
2028	35160	0,407	3516	0,0407	5801	0,0671
2029	35700	0,413	3570	0,0413	5891	0,0682
2030	36180	0,419	3618	0,0419	5970	0,0691
2031	36720	0,425	3672	0,0425	6059	0,0701
2032	37260	0,431	3726	0,0431	6148	0,0712
2033	37800	0,438	3780	0,0438	6237	0,0722
2034	38340	0,444	3834	0,0444	6326	0,0732
2035	38880	0,450	3888	0,0450	6415	0,0743
2036	39420	0,456	3942	0,0456	6504	0,0753
2037	39960	0,463	3996	0,0463	6593	0,0763
2038	40680	0,471	4068	0,0471	6712	0,0777
2039	41160	0,476	4116	0,0476	6791	0,0786

Hasil Olahan, 2025 (Microsoft Excel)

Analisa Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total merupakan jumlah dari kebutuhan air domestik ditambahkan dengan kebutuhan non-domestik dan ditambahkan jumlah kehilangan air.(Tabel 14)

Dari hasil perhitungan, kebutuhan air total sebesar 0,603 Liter/detik menunjukkan bahwa debit mata air (1,65 liter/detik) masih mencukupi hingga tahun 2039.

Tabel 10. Kebutuhan air total Desa Asimiro

Tahun	Qd lt/hr	Qn lt/hr	Qa lt/hr	Qt lt/hr	Qt lt/dt
2025	33720	3372	5564	42656	0,494
2026	34200	3420	5643	43263	0,501
2027	34680	3468	5722	43870	0,508
2028	35160	3516	5801	44477	0,515
2029	35700	3570	5891	45161	0,523
2030	36180	3618	5970	45768	0,530
2031	36720	3672	6059	46451	0,538
2032	37260	3726	6148	47134	0,546
2033	37800	3780	6237	47817	0,553
2034	38340	3834	6326	48500	0,561
2035	38880	3888	6415	49183	0,569
2036	39420	3942	6504	49866	0,577
2037	39960	3996	6593	50549	0,585
2038	40680	4068	6712	51460	0,596
2039	41160	4116	6791	53067	0,603

Hasil Olahan, 2025 (microsoft excel)

Analisa Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. 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).

Tabel 11. Kebutuhan Air Harian Maksimum Desa Asimiro

Tahun	Debit Total (Qt) lt/dt	Debit Harian Max (Qm)lt/dt (3)= 1,25x (2)	Debit Jam Puncak (Qp)lt/dt (4)= 1,75 x (2)
(1)	(2)	(3)	(4)
2025	0,494	0,617	0,864
2026	0,501	0,626	0,876
2027	0,508	0,635	0,889
2028	0,515	0,643	0,901
2029	0,523	0,653	0,915
2030	0,530	0,662	0,927
2031	0,538	0,672	0,941
2032	0,546	0,682	0,955
2033	0,553	0,682	0,969
2034	0,561	0,702	0,982
2035	0,569	0,712	0,996
2036	0,577	0,721	1,010
2037	0,585	0,731	1,024
2038	0,596	0,745	1,042
2039	0,603	0,753	1,055

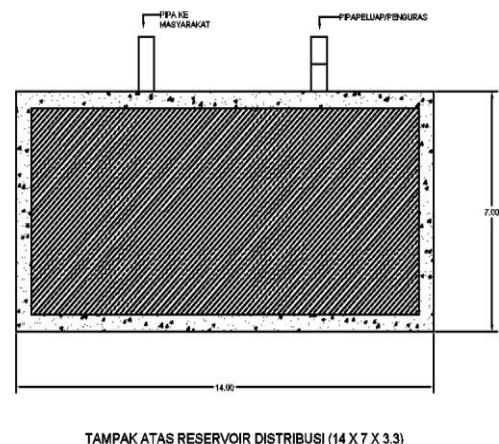
Hasil Olahan, 2025 (microsoft excel)

Desain Hidrolis Reservoir

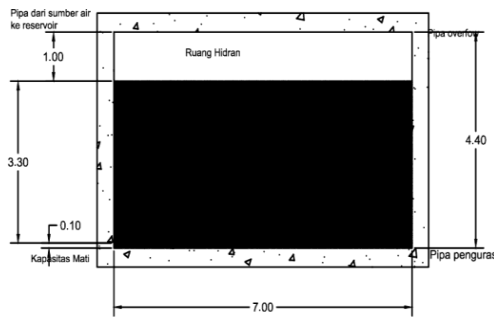
Reservoir direncanakan pada daerah ketinggian yang merupakan elevasi tertinggi dari lokasi ke desa agar bisa dialirkan secara gravitasi dan direncanakan berada dekat dengan daerah layanan agar mudah dikontrol. Jadi, berdasarkan analisa perhitungan kebutuhan air total pada tahun 2039 sebanyak 1,65 liter dalam 1 detik di Desa Asimiro, maka debit air 1,65 liter dalam 1 detik pastinya mampu memenuhi kebutuhan air di lokasi perencanaan tersebut.

- Kebutuhan air puncak per hari (lt) = $1,65/dt * dt/mnt * 60 mnt/jam * 24 jam = 1,65 * 3600 * 24 = 142,560 m^3/hr.$
- Kapasitas reservoir $142,560 * 1,5 = 213,86 m^3.$
- Dimensi Reservoir
Misalnya reservoir berbentuk balok dengan dimensi sebagai berikut:
Panjang (P) = 14 m
Lebar (L) = 7 m
Tinggi (T) = 3,3 m
Dengan rumus volume balok :
 $P \times L \times T$
Volume Reservoir $14 \times 7 \times 3,3 = 323,4 m^3$

Meskipun volume ini lebih besar dari yang ditambahkan, memberikan cadangan tambahan adalah pilihan yang baik.



Gambar2. Desain Perencanaan Reservoir



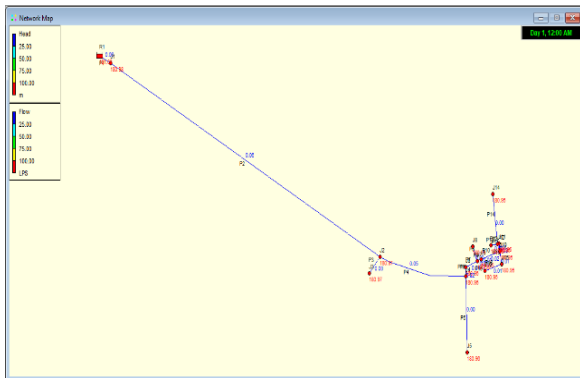
Gambar 3. Desain Perencanaan Reservoir di Desa Asimiro

Desain Jaringan Perpipaan Transmisi & Distribusi

Dalam penelitian ini untuk pipa transmisi dan distribusi dipilih HDPE, mengingat pipa ini lebih ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, mencapai 100 m tanpa sambungan untuk diameter kecil.

Analisa Hidrolika Menggunakan EPANET 2.2

Menurut Musrifin (2022), model distribusi ini memiliki kesamaan dengan perencanaan yang dilakukan di Desa Lasori, dimana pemanfaatan sistem gravitasi dari reservoir menuju keran umum mejadi solusi paling efisien untuk wilayah yang memiliki perbedaan elevasi cukup signifikan. Untuk menghitung jaringan distribusi air bersih menggunakan software Epanet 2.2, dan hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa Desa Asimiro adalah sebagai berikut



Gambar 4. Perencanaan air bersih menggunakan Epanet 2.2

Tabel 12. Node Parameter Desa Asimiro

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc J1	160	0.02741	180.98	20.98
Junc J2	7	0.02741	180.97	173.97
Junc J3	11	0.03289	180.97	169.97
Junc J4	8	0.03289	180.96	172.96
Junc J5	15	0.03289	180.96	165.96
Junc J6	8	0.03837	180.96	172.96
Junc J7	9	0.03837	180.95	171.95
Junc J8	20	0.03837	180.95	160.95
Junc J9	7	0.03837	180.95	173.95
Junc J10	7	0.03837	180.95	173.95
Junc J11	8	0.03837	180.95	172.95
Junc J12	8	0.04385	180.95	172.95
Junc J13	6	0.04385	180.95	174.95
Junc J14	9	0.04385	180.95	171.95
Junc J15	7	0.04385	180.95	173.95
Junc J16	6	0.04385	180.95	174.95
Resvr R1	181	#N/A	181.00	0.00

Tabel 13. Link parameter Desa

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe P1	309.13	50	120	0.06	0.03	0.05
Pipe P2	7505.01	100	120	0.06	0.01	0.00
Pipe P3	410.66	75	120	0.00	0.00	0.00
Pipe P4	2150.87	75	120	0.05	0.01	0.01
Pipe P5	1421.54	75	120	0.00	0.00	0.00
Pipe P6	178.24	50	120	0.02	0.01	0.01
Pipe P7	302.74	50	120	0.04	0.02	0.02
Pipe P8	304.43	75	120	0.00	0.00	0.00
Pipe P9	97.34	50	120	0.03	0.02	0.02
Pipe P10	477.85	50	120	0.02	0.01	0.00
Pipe P11	141.85	50	120	0.02	0.01	0.00
Pipe P12	33.63	50	120	0.01	0.01	0.00
Pipe P13	168.73	50	120	0.00	0.00	0.00
Pipe P14	932.39	50	120	0.00	0.00	0.00
Pipe P15	247.27	50	120	0.01	0.00	0.00
Pipe P16	224.70	50	120	0.01	0.01	0.00
Pipe P17	178.24	50	120	0.02	0.01	0.01
Pipe P18	516.28	50	120	0.01	0.01	0.00

perhitungan dengan menggunakan Epanet 2.2. di bawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (H_f) pada pipa distribusi (dari P17 ke P18) dan akan dibandingkan dengan perhitunga Epanet 2.2.

- Nilai yang dibandingkan
 Q_t (manual) = 0,60300 lt/dt
 Basedemand (EPANET)=0,60296 lt/dt

- Selisih absolut

$$\Delta Q = Q_{\text{manual}} - Q_{\text{EPANET}}$$

$$= 0,603 - 0,603$$

$$= 0,00004 \text{ lt/dt}$$
- Presentase selisih terhadap Q_t

$$\text{Presentase} = \Delta Q / Q_{\text{manual}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,00004}{0,60300} \times 100 \%$$

Menghitung digit per digit:
Pembagian: $0,00004 / 0,60300 = 0,006633\%$
Kalikan 100 % $\rightarrow 0,000066332 \times 100\% = 0,006633\%$
Hasil presentase selisih = $0,00663\%$ ($0,0067\%$)
- Konversi (opsional) selisih harian

$$Q_t \text{ (harian)} = 0,603 \text{ lt/dt} \times 86,400 \text{ dt/hr}$$

$$= 52,099.2 \text{ lt/hr}$$

$$\text{Base demand EPANET (harian)} = 0,60296 \times 86,400 = 52,096,8 \text{ lt/hr}$$

$$\text{Selisih harian} = 52,099,2 - 52,096,8 = 2,4 \text{ lt/hr}$$

tidak signifikan terhadap keseluruhan ketersediaan ($142,650 \text{ lt/hr}$) atau kebutuhan puncak ($1,055 \text{ lt/dt}$), sehingga tidak mempengaruhi keputusan desain (diameter pipa, reservoir, atau kesesuaian tekanan).
Hasil validasi menunjukkan bahwa nilai kebutuhan air total perhitungan manual ($Q_t = 0,603 \text{ lt/dt}$) dan *base demand* pada model EPANET ($0,60296 \text{ lt/dt}$) memiliki selisih yang sangat kecil yaitu $0,00004 \text{ L/detik}$ atau $0,00663 \%$. Selisih ini berada jauh dibawah batas toleransi perencanaan ($\leq 1\%$), sehingga secara teknis kedua nilai tersebut dinyatakan sama (identik).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perhitungan teknis, dan simulasi jaringan distribusi air bersih pada Desa Asimiro, Kecamatan Loloda Utara, Kabupaten Halmahera Utara, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Sumber air Mata Air Tuada layak dimanfaatkan sebagai sumber utama pelayanan air bersih desa. Debit hasil pengukuran sebesar $1,65 \text{ liter/detik}$ menunjukkan kapasitas yang masih lebih besar dibandingkan kebutuhan air rencana hingga tahun 2039, sehingga secara kuantitas sumber air mampu mendukung pengembangan sistem penyediaan air bersih desa.

- Pertumbuhan penduduk berpengaruh langsung terhadap peningkatan kebutuhan air bersih. Berdasarkan hasil proyeksi penduduk, kebutuhan air total masyarakat pada tahun rencana 2039 sebesar $0,603 \text{ liter/detik}$, sehingga diperlukan sistem pelayanan yang dirancang sejak dini agar kebutuhan masa depan dapat terpenuhi secara berkelanjutan.
- Reservoir menjadi komponen kunci dalam menjaga kontinuitas pelayanan. Perencanaan reservoir berkapasitas 214 m^3 dinilai memadai untuk menampung fluktuasi kebutuhan harian, menjaga cadangan air saat jam puncak, serta meningkatkan kendala distribusi pada musim kemarau.
- Jaringan perpipaan yang direncanakan telah memenuhi aspek teknis distribusi. Hasil simulasi menggunakan EPANET 2.2 menunjukkan tekanan dan aliran pada jaringan masih berada dalam batas pelayanan yang dapat diterima, sehingga air dapat didistribusikan secara merata kewilayah pelayanan.
- Penelitian ini membuktikan bahwa perencanaan berbasis data dan simulasi mampu menghasilkan solusi nyata bagi kawasan pedesaan terpencil. Dengan memanfaatkan potensi lokal serta pendekatan teknis yang tepat, Desa Asimiro memiliki peluang besar untuk mewujudkan sistem air bersih yang andal, efisien, dan berkelanjutan

SARAN

Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Pemerintah daerah dan pemerintah desa diharapkan menjadikan hasil penelitian ini sebagai dasar perencanaan pembangunan sistem air bersih di Desa Asimiro, khususnya pembangunan reservoir dan jaringan distribusi utama.
2. Perlu dilakukan pengujian kualitas air secara laboratorium (fisika, kimia, dan bakteriologi) agar air yang didistribusikan tidak hanya cukup secara kuantitas, tetapi juga aman untuk dikonsumsi masyarakat.

3. Pemberdayaan masyarakat lokal perlu ditingkatkan melalui pembentukan kelompok pengelolaan air bersih di desa, sehingga sistem yang dibangun dapat dioperasikan dan dipelihara secara mandiri serta berkelanjutan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan kajian yang lebih komprehensif, seperti analisis biaya konstruksi, studi kelayakan ekonomi, pemanfaatan energi terbarukan untuk sistem pompa, serta integrasi pemanenan air hujan sebagai sumber cadangan.
5. Dalam jangka panjang, sistem penyediaan air bersih di Desa Asimiro perlu dievaluasi secara berkala agar tetap adaptif terhadap perubahan jumlah penduduk, kondisi iklim, dan perkembangan wilayah desa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ablullah, M., Rahman, A., & Yusuf, S. (2019). Analisis ketersediaan air berbasis iklim di wilayah tropis. *Jurnal Sumber Daya Air*, 15 (1), 23-31.
- Abdussalam, A., & Latif, A. (2018). Peran air bersih terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), 85-92.
- Asmandi, Khayan, & Kasjono, H. S. (2011). *Teknologi pengalihan air bersih*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Aziza, N., Pratiwi, R., & Lestari, D. (2020). Hubungan kualitas air bersih dengan kesehatan masyarakat pedesaan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 16(1), 45-53.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Halmahera Utara. (2023). *Kabupaten Halmahera Utara dalam angka 2023*. Tobelo: BPS Kabupaten Halmahera Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Halmahera Utara. (2025). *Data kependudukan Kecamatan Loloda Utara*. Tobelo: BPS Kabupaten Halmahera Utara.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Metode proyeksi penduduk indonesia*. Jakarta: BPS
- Chandra, B. (2012). *Pengantar kesehatan lingkungan*. Jakarta: EGC
- Direktorat Jendral Cipta Karya. (1996). *Kriteria perencanaan sistem penyediaan air bersih*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. (2020). *Pedoman perencanaan teknis sisteme penyediaan air minum (SPAM) pedesaa*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Gustave, I. P. (2014). *Analisis hidrolika aliran dalam pipa*. Denpasar: universitas Udayana.
- Intansari, D. W. A., & Sustono, A. (2022). Perencanaan sistem penyediaan air bersih dengan treatment di Desa Sidogede Kecamatan Prembun, Kabupaten Kebumen dalam program pamsimas III 2021. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 4(2), 150-160.
- Kalensun, H. (2016). Perencanaan sistem penyediaan air bersih. Manado: Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higienesaniitasi. Jakarta: Kemenkes RI.
- Musrifin, Hajia, M.C., & Yulqiaddin, A. (2022). Perencanaan sistem penyediaan air bersih Desa Lasori Kecamatan Mawasangka Timur Kab. Buton Tengah. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (JITSI)*, 2(1), 56-61
- Nugro, H., Suryani, T., & Widodo, A. (2008). Ketersediaan air bersih dan dampaknya terhadap aktivitas masyarakat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(2), 101-109.
- Nomleni, K. R., Messakh, J.J., & Edyan, R. (2023) pengembangan sistem penyediaan air bersih berkelanjutan di Desa Pisau Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, ISSN 2747-0512.
- Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan. (1990). Petunjuk perencanaan dan pelaksanaan. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan. (2006). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rosman. (2000). EPANET 2.0 user manual.

- Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). SNI 19-678.1- 2003 tentang penyusunan neraca sumber daya air. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2005). SNI 03-7065-2005 tentang tata cara Sidogede Kecamatan Prembun, Kabupaten Kebumen dalam program pamsimas III 2021. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*,4(2), 150-160.
- Kalensun, H. (2016). *Perencanaan sistem penyediaan air bersih*. Manado: Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi*. Jakarta:Kemenkes RI.
- Musrifin,Hajia, M.C., & Yulqiaddin, A. (2022). Perencanaan sistem penyediaan air bersih Desa Lasori Kecamatan Mawasangka Timur Kab. Buton Tengah. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (JITSI)*, 2(1), 56-61
- Nugro, H., Suryani, T., & Widodo, A. (2008). Ketersediaan air bersih dan dampaknya terhadap aktivitas masyarakat. *Jurnal Teknik Lingkungan*,9(2), 101-109.
- Nomleni, K. R., Messakh, J.J., & Edyan, R. (2023) pengembangan sistem penyediaan air bersih berkelanjutan di Desa Pisau Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, ISSN 2747-0512.
- Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan. (1990). *Petunjuk perencanaan dan pelaksanaan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan. (2006). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rosman.(2000). *EPANET 2.0 user manual*. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). *SNI 19-678.1- 2003 tentang penyusunan neraca sumber daya air*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2005). *SNI 03- 7065-2005 tentang tata cara perencanaan sistem plambing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Tanudjaja, L. (2011). *Perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Todaro, M. P., &Smith,S.C. (2015). *Economic development* (12 th ed.). Boston: Pearson Education.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.