

ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DI DESA USAPINONOT, KECAMATAN INSANA BARAT, KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA

*ANALYSIS OF THE AVAILABILITY AND NEED FOR CLEAN WATER IN USAPINONOT VILLAGE, INSANA
BARAT DISTRICT, NORTH CENTRAL TIMOR REGENCY*

Dwi Anggara, Hikmah dan Paul G. Tamelan

Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Undana
E-Mail: dwianggara161297@gmail.com, hikmah@staf.undana.ac.id dan pgtamelan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi ketersediaan air bersih, kebutuhan air bersih dan model desain lay out sistem pengelolaan jaringan distribusi air bersih. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Debit mata air Kenat sebesar 0,25 Lt/det atau 21,600 Lt/hari (21,6 m³/hari) diukur menggunakan metode Volume Metrik. Kebutuhan air bersih masyarakat kini dan 10 tahun mendatang untuk hidran umum sebesar 10.440 Lt/hari pada tahun 2023, dan pada tahun 2033 sebesar 11.880 Lt/hari. Proyeksi kebutuhan air domestik pada tahun 2023 mencapai 52.200 Lt/hari, sedangkan pemakaian pada tahun 2033 mencapai 59.400 Lt/hari. Terdapat peningkatan kebutuhan air dari tahun 2023 hingga 2033, namun kapasitas debit mata air Kenat belum optimal untuk memenuhi peningkatan kebutuhan air dimaksud. Model desain lay out sistem pengelolaan jaringan air bersih menggunakan sistem cabang, dengan sistem jaringan perpipaan mengikuti pola jalan yang ada, serta proses mengalirkan air menggunakan sistem gravitasi. Sumber mata air kenat memiliki bak broncaptering pada elevasi 387 Mdpl dengan daya tampung 148,6 m³ atau 148.600 liter, sedangkan reservoir memiliki elevasi 378 Mdpl dengan daya tampung 27 m³ atau 27.000 liter. Air dialirkan ke 19 hidran umum tersebar di seluruh desa melalui sistem jaringan perpipaan.

Kata kunci: *ketersediaan air, kebutuhan air, air bersih pedesaan, TTU*

Abstract

This study aims to determine the condition of clean water availability, clean water needs and layout design model of clean water distribution network management system. The research method used is descriptive quantitative. The results of the study show that the Kenat spring water discharge is 0.25 Lt/sec or 21,600 Lt/day (21.6 m³/day) measured using the Metric Volume method. The community's clean water needs now and in the next 10 years for public hydrants are 10,440 Lt/day in 2023, and in 2033 it is 11,880 Lt/day. Projected domestic water needs in 2023 reach 52,200 Lt/day, while usage in 2033 reaches 59,400 Lt/day. There is an increase in water needs from 2023 to 2033, but the Kenat spring water discharge capacity is not optimal to meet the increased water needs. The clean water network management system layout design model uses a branch system, with a piping network system following the existing road pattern, and the water flow process uses a gravity system. The Kenat spring has a broncaptering tank at an elevation of 387 meters above sea level with a capacity of 148.6 m³ or 148,600 liters, while the reservoir has an elevation of 378 meters above sea level with a capacity of 27 m³ or 27,000 liters. Water is channeled to 19 public hydrants spread throughout the village through a piping network system.

Keywords: *water availability, water needs, clean water, rural clean water, TTU*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan mendasar yang dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Air bersih yang di gunakan dalam kegiatan sehari-hari harus berkualitas baik agar dapat dikonsumsi sesuai standar air minum Indonesia yang diatur dalam Permen Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 (Persyaratan Kualitas Air Minum).

Air yang terkandung dalam suatu wilayah merupakan sumber alam terpenting bagi makhluk hidup, namun ketersedianya tidak selalu sejalan dengan kebutuhan masyarakat setempat. Kebutuhan akan air tersebut dapat diperoleh dari berbagai macam sumber, antara lain:

menampung air hujan, air permukaan, ataupun air tanah. Perkiraaan kuantitas dan distribusi air di bumi sebesar 97 persen dari air di bumi ada di laut dan sisanya sebesar 1,7% ada di kutub-kutub bumi berupa es, 1,7% berupa air bawah tanah dan hanya 0,1% berada sebagai air permukaan dan atmosfer (Indarto,2010:7).

Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum ketentuan umum Pasal 1 ayat 8 menyatakan bahwa Standar Kebutuhan Pokok Air Minum adalah kebutuhan air sebesar 10 meter kubik/kepala keluarga/bulan atau 60 liter/orang/hari, atau sebesar satuan volume lainnya yang ditetapkan lebih lanjut oleh

Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang sumber daya air.

Desa Usapinonot, Kecamatan Insana Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara, merupakan salah satu daerah yang minim akan kebutuhan air bersih, hal ini dikarenakan sumber air bersih yang ada pada desa tersebut hanya mengandalkan mata air dari pegunungan yang berjarak 3 km dari pemukiman warga. Sedangkan untuk pendistribusian air tersebut hanya menggunakan satu pipa utama yang terpasang dari sumber mata air menuju ke permukiman untuk memenuhi kebutuhan di desa. Selain itu akses yang digunakan untuk menuju ke mata air tersebut juga terbilang cukup sulit untuk dilalui, dikarenakan jalan tersebut tidak dapat dilewati oleh kendaraan. Keterbatasan penyediaan prasarana air minum pedesaan yang memadai dapat mempengaruhi kehidupan manusia, produktifitas ekonomi dan kualitas hidup secara keseluruhan (Messakh dkk, 2015).

Faktor lain dari minimnya kebutuhan air bersih di Desa Usapinonot adalah sumber air dari PDAM belum dapat menjangkau daerah tersebut. Hal ini dikarenakan PDAM yang ada hanya dapat memenuhi kebutuhan air di sekitar kota yang berada dekat dengan PDAM tersebut. di Desa Usapinonot terdapat beberapa sumur desa yang pembangunannya menggunakan dana desa, namun sumur-sumur tersebut belum dapat mencukupi kebutuhan akan air bersih karena selalu mengalami kekeringan apabila memasuki musim kemarau.

Ketersediaan air bersih dalam kebutuhan sehari-hari masyarakat Desa Usapinonot perlu untuk direalisasikan dan juga dikaji secara mendalam.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimakah kondisi ketersediaan air bersih pada masyarakat di Desa Usapinonot, Kecamatan Insana Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara?
2. Berapa besar kebutuhan air bersih masyarakat di Desa Usapinonot, Kecamatan Insana Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara sampai 10 tahun yang akan datang?
3. Bagaimana model desain *lay out* sistem pengelolaan jaringan distribusi air bersih dari sumber ke permukiman masyarakat warga Desa Usapinonot?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi ketersediaan air bersih pada masyarakat di Desa Usapinonot, Kecamatan Insana Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara.
2. Untuk mengetahui kebutuhan air bersih masyarakat di Desa Usapinonot, Kecamatan Insana Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara sampai 10 tahun yang akan datang.
3. Untuk merencanakan model desain *lay out* sistem pengelolaan jaringan distribusi air bersih dari sumber ke permukiman masyarakat warga Desa Usapinonot

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat secara teoretis dan manfaat praktis sebagai berikut ini:

1. Manfaat Teoritis:

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) bidang ilmu Teknik Lingkungan dan Penyehatan di Program Studi Pendidikan teknik Bangunan FKIP Undana, dan sebagai bahan rujukan bagi peneliti lain dengan variabel dan indikator sejenis.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis hasil penelitian bermanfaat kepada:

- a. Masyarakat pengguna agar dapat memanfaatkan air bersih yang sehat dan tercukupi untuk kebutuhan sehari-hari, menuju masyarakat yang sehat, nyaman dan sejahtera.
- b. Pengelola (PDAM), dapat menjadi rujukan untuk merencanakan dan mengimplementasikan pengelolaan air bersih dari sumber yang tersedia, sesuai dengan kebutuhan masyarakat sekarang dan yang akan datang.
- c. Pemerintah Setempat diharapkan dengan adanya penelitian ini, menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan dan penganggaran daerah, untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang sehat bagi masyarakat, secara berkesinambungan sesuai dengan perkembangan penduduk dan kebutuhan baik untuk konsumsi sehari-hari, juga untuk kebutuhan sekunder lainnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini tergolong dalam penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, sebagai mana Setyosari (2010), menjelaskan bahwa penelitian deskriptif adalah penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan suatu keadaan, peristiwa, objek apakah orang, atau segala sesuatu yang terkait dengan variabel-variabel yang bisa dijelaskan baik dengan angka-angka maupun kata-kata.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama enam bulan, mulai dari bulan Desember 2023 sampai bulan Mei 2024. Penelitian ini akan dilaksanakan di Desa Usapinonot Kecamatan insana barat Kabupaten Timor Tengah Utara.

C. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh masyarakat desa Usapinonot. Teknik sampling penelitian ini adalah *Proportionate Stratified Random sampling*, yakni penentuan sampel secara proporsional dari strata populasi, yakni Dusun 1=73 orang, Dusun 2=59 orang dan Dusun 3= 73 orang, dengan jumlah 205 orang. Sedangkan untuk menghitung besarnya sampel di hitung dengan bantuan rumus dari Slovin.

Tabel 1. Populasi Penelitian

No	Dusun	Jumlah KK	Sampel
1	Dusun 1	73	24
2	Dusun 2	59	19
3	Dusun 3	73	24
	Total	205	67

D. Sumber, Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Sesuai dengan permasalahan penelitian, dapat di sajikan jenis, sumber, dan teknik pengumpulan data penelitian ini seperti tabel berikut.

Tabel 2. Sumber, Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

No	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data		Sumber data
		Inventori	Akt	
1	Pemasok			
a.	Kedai air bersih	Observasi	Lembar observasi	Kata Air
		Wawancara	Pedoman wawancara	Pengelola air
b.	Ketersediaan air bersih	Observasi	Lembar observasi	Kata Air
		Wawancara	Pedoman wawancara	Pengelola air
c.	Ketersediaan air bersih	Wawancara	Pedoman wawancara	Kayangan
d.	Stasiun pemantauan air	Observasi	Lembar observasi	Jenjang desentralisasi
1	Sekolah			
a.	Per lokasi	Dokumentasi	catatan/tujuan/video	Kantor Desa
b.	Dirasmi sekolah	Dokumentasi	catatan/tujuan/video	Kantor Desa
c.	Debit air	Dokumentasi	catatan/tujuan/video	PDAM
d.	Sumber air	Dokumentasi	catatan/tujuan/video	PDAM

E. Instrument Penelitian

Instrumen merupakan alat untuk mengumpulkan data mengenai variabel-variabel untuk kebutuhan penelitian. Sebagaimana telah di paparkan bahwa variabel penelitian ini meliputi: ketersediaan air bersih, dan kebutuhan air bersih.

F. Teknik Analisis Data

Sesuai permasalahan, teknik analisis data yang dipergunakan adalah analisis deskriptif sebagai berikut.

- Untuk permasalahan 1 tentang (kondisi ketersediaan air bersih di desa Usapinonot), analisis data dilakukan dengan langkah-langkah berikut, yakni menganalisis debit air yang ada dan menganalisis potensi sumber mata air yang digunakan masyarakat.
- Untuk permasalahan 2 tentang (kebutuhan air bersih di desa Usapinonot), dilakukan dengan langkah-langkah berikut, yakni menganalisis jumlah pemakaian air bersih pada masyarakat di desa Usapinonot, menganalisis jumlah pertambahan penduduk menggunakan metode aritmatika dan geometrik, serta menganalisis jumlah total kebutuhan air bersih 10 tahun mendatang.
- Untuk permasalahan 3, tentang model *desain lay out* sistem distribusi dari sumber mata air sampai pada pelayanan masyarakat, dilakukan dengan menggunakan aplikasi Epanet 2.0, Data-data yang dibutuhkan dalam Epanet sangat penting sekali dalam proses analisa, evaluasi dan simulasi jaringan air bersih berbasis Epanet.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Desa Usapinonot secara administratif termasuk dalam wilayah kecamatan Insana Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara dengan jarak ± 5 Km dari kantor kecamatan Insana Barat, Jarak Desa Usapinonot dari kantor bupati Kabupaten Timor Tengah Utara sekitar $\pm 10,50$ Km. Waktu tempuh menuju pusat kota kecamatan sekitar 10 menit, sedangkan waktu tempuh menuju ibukota Kabupaten kira-kira 15-20 menit. Desa Usapinonot terdiri dari 3 Dusun, 3 RW & 9 RT dengan luas wilayah adalah 13,5 Km².



Gambar 1. Peta Wilayah Desa Usapinonot

1. Batas wilayah desa Usapinonot

Desa Usapinonot memiliki batas-batas wilayah yaitu Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Subun, Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Tublopo Kecamatan Bikomi Selatan, sebelah Timur berbatasan dengan Desa Atmen Kecamatan Insana barat dan sebelah Barat berbatasan dengan Desa Nifunenas kecamatan Insana Barat.

2. Keadaan Geografis

Topografi Desa Usapinonot berbukit dengan dataran tersebar secara sporadis lahan dengan kemiringan $\pm 40\%$ mencapai luasan 38,07% dan beriklim tropis musim kemarau dan musim hujan. Secara umum Tipologi Desa terdiri dari perladangan, perkebunan dan peternakan.

Beberapa sarana prasarana yang dibangun di desa Usapinonot di antaranya sarana peribadatan berupa kapela 1 gedung, sarana pendidikan sekolah berupa PAUD 1 gedung, SD 1 gedung, SMP 1 gedung, sarana kesehatan berupa Pulindes sebanyak 1 gedung dan sarana olaraga berupa 1 buah lapangan voli. Dalam penelitian ini pembahasan di bahas khusus kebutuhan air bersih, ketersediaan air bersih, dan sistem penyediaan air bersih di desa Usapinonot.

3. Kependudukan

Jumlah penduduk Desa Usapinonot pada tahun 2023 jumlah 870 jiwa, 204 KK dan terdiri dari jumlah penduduk perempuan 427 jiwa dan jumlah penduduk laki-laki 443 jiwa. Sedangkan jumlah penduduk desa Usapinonot untuk 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2013-2022 dapat diliat di tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Desa Usapinonot Tahun 2013 s/d 2023

No	Tahun	Jawa
1	2013	750
2	2014	767
3	2015	777
4	2016	786
5	2017	798
6	2018	810
7	2019	819
8	2020	830
9	2021	838
10	2022	856
11	2023	870

4. Kondisi Eksisting Pelayanan Air di Desa Usapinonot

Sumber air utama yang terdapat di desa Usapinonot yaitu mata air kenat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat setiap harinya. Sumber air yang digunakan dalam sistem penyediaan air bersih di desa Usapinonot yaitu mata air Kenat yang terletak pada ketinggian 557,47 mdpl lebih tinggi dari wilayah pemukiman yang berada pada elevasi 354,78 mdpl. Mata air kenat tersebut berasal dari mata air tanah.

Air yang terdapat pada mata air Kenat mempunyai karakteristik tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di desa Usapinonot. Kondisi mata air juga dipastikan tidak akan menurun seiring bertambahnya tahun, dikarenakan daerah sekitar mata air masih terlindungi dengan pepohonan yang rimbun dan sampai saat ini tidak ada pembangunan fasilitas apapun di mata air ataupun daerah sekitar mata air. Hal ini didukung Tamelan, dkk (2024) bahwa jika terjadi penebangan pohon yang banyak maka akan berdampak pada naiknya limpasan permukaan yang dapat membahayakan penduduk sekitar.

B. Hasil Penelitian

1. Kondisi Ketersediaan Air Bersih di Desa Usapinonot

Berdasarkan hasil observasi dilapangan, Sumber air yang digunakan oleh masyarakat desa Usapinonot untuk mencukupi kebutuhan air bersih sehari-hari bersumber dari mata air Kenat, mata air ini berasal dari gunung kenat yang digunakan oleh pemerintah Usapinonot sebagai sumber air utama selain sumber air dari sungai dan sumur desa. Namun dalam hal ini pengelolaan sumber air yang ada belum maksimal karena kurangnya fasilitas pendukung seperti: kurangnya reservoir air, pipa yang tersumbat oleh kapur air, dan kurangnya hidran umum menyebabkan masyarakat sulit mengakses air bersih.

a. Debit Sumber Mata Air Kenat

Sumber mata air Desa Usapinonot tersebut belum diketahui debit sebelumnya, untuk mengetahui debitnya peneliti melakukan pengukuran dan perhitungan secara langsung dengan menggunakan metode Volume Metrik, dimana pengukuran debit ini dengan cara mengalirkan air kepada wadah penampung air yang memiliki volume

1 liter dan menggunakan alat bantu berupa stop watch untuk mengukur waktu, serta alat tulis untuk mencatat hasil pengukurannya.

Cara mengukurnya, terlebih dahulu membersikan pipa air dari kotoran yang menyumbat pipa untuk mengalirkan air, selanjutnya alirkan air ke wadah penampung sambil membuka stop watch untuk melihat berapa waktu kecepatan air sampai wadah penampung penuh, dan dilanjutkan dengan menulis hasil pengukurannya.



Gambar 1. Pengukuran Debit Air

Kegiatan pengukuran ini dilakukan pada aliran air yang masuk ke penampung air atau biasanya disebut dengan bak Broncaptering, pengukuran dilakukan 1 kali dengan waktu (T) yang diperoleh untuk memenuhi wadah berukuran 1 liter adalah 4 detik. Berdasarkan hasil pengukuran debit air di lapangan, Debit sumber mata air kenat sebesar 1 Liter/ 4 Detik, atau 21,600 Liter/hari atau (21,6 m³/hari).

Tabel 4. Pengukuran dan Perhitungan Debit Air

Data Perhitungan Debit Mata Air Desa Usapinonot

Pengukuran (detik)	Waktu (detik)	Volume Air (Liter)	Debit = Q v/t (liter/detik)	Debit = Q (liter/hari)
4	1	0,25	21.600	

b. Menganalisis potensi sumber mata air kenat yang digunakan masyarakat

Berdasarkan hasil pengamatan peneliti, proses pengaliran air menggunakan metode gravitasi dari bak broncaptering (bak penampung air yang berada di mata air kenat) kemudian di alirkan ke bak reservoir yang berada di desa kemudian dialirkan ke pemukiman penduduk. Broncaptering berukuran tinggi 150 cm, panjang 1.100 cm dan lebar 900 cm dengan volume bak 148,5 M3 yang berjarak 3 m dari mata air sedangkan reservoir yang ada di desa Usapinonot berukuran panjang 300 cm, lebar 300 cm, tinggi 300 cm dengan volume bak 27 M3 serta letak reservoir yang ada pada lokasi juga berada ketinggian dan dekat dengan pemukiman warga.



Gambar 3. Bak Broncaptering

2. Kebutuhan Air Masyarakat, Kini dan 10 Tahun Mendatang

Analisis kebutuhan air bersih diperlukan untuk membandingkan kebutuhan debit rencana dan debit yang ada pada sumber air yang tersedia. Berdasarkan standar kriteria perencanaan Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2007, air yang dimanfaatkan masyarakat skala pedesaan memiliki kriteria konsumsi air pelanggan 60 liter/orang/hari dengan cakupan pelayanan mencapai 80%. Data tersebut menjadi patokan untuk mencari kebutuhan debit maksimal pada tahun 2033.



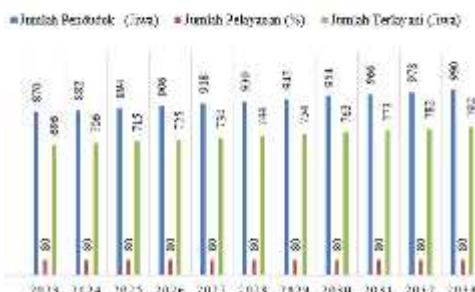
Gambar 4. Reservoir

a. Tingkat Pelayanan Masyarakat

Tabel 5. Tingkat Pelayanan Masyarakat (CP)

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Juta)	Jumlah Pelayanan (%)	Jumlah Terlayani (Juta)
1	2023	870	80	696
2	2024	882	80	706
3	2025	894	80	715
4	2026	906	80	725
5	2027	918	80	734
6	2028	930	80	744
7	2029	942	80	754
8	2030	954	80	763
9	2031	966	80	773
10	2032	978	80	782
11	2033	990	80	792

TINGKAT PELAYANAN MASYARAKAT (CP)



Gambar 2. Tingkat Pelayanan Masyarakat

Hasil perhitungan jumlah penduduk berdasarkan metode aritmatik pada Tabel 5 didapatkan bahwa Tingkat Pelayanan Masyarakat pada tahun 2023 yang terlayani mencapai 696 jiwa, dan pada tahun 2033 jumlah masyarakat yang terlayani mengalami peningkatan yang berjumlah 792 jiwa.

b. Kebutuhan air sambungan rumah tangga (SR)

Tabel 6. Kebutuhan Air Sambungan Rumah Tangga (SR)

No. Tahun	Jumlah Penduduk (Juta)	Jumlah Pelayanan (%)	Jumlah Terlayani (Juta)	Konsumsi Air Rata-Rata (Liter/Hari)	Jumlah Pendekat (Lit/Hari)	Jumlah Kebutuhan Air (Lit/Hari)
1	870	80	696	60	4703	4703
2	882	80	706	60	4735	4735
3	894	80	715	60	4767	4767
4	906	80	725	60	4799	4799
5	918	80	734	60	4831	4831
6	930	80	744	60	4863	4863
7	942	80	754	60	4894	4894
8	954	80	763	60	4926	4926
9	966	80	773	60	4958	4958
10	978	80	782	60	4989	4989
11	990	80	792	60	5021	5021
12	996	80	796	60	5053	5053



Gambar 3. Sambungan Rumah (SR)

Berdasarkan Tabel 6 dapat dijelaskan bahwa debit kebutuhan air pada sambungan rumah 10 tahun mendatang (2023-2033) mencapai jumlah 0,55 liter/detik. Hasil tersebut didapat dari perhitungan menurut pedoman standar konsumsi unit sambungan rumah oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2000, sebesar 60 liter/orang/hari dengan tingkat pelayanan mencapai 80%.

c. Kebutuhan air untuk Hidran Umum (HU)

Tabel 7. Kebutuhan Air untuk Hidran Umum (HU)

No. Tahun	Jumlah Penduduk (Juta)	Tingkat Pelayanan (%)	Jumlah Terlayani (Juta)	Konsumsi Air Rata-Rata (Liter/Hari)	Jumlah Pendekat (Lit/Hari)	Jumlah Kebutuhan Air (Lit/Hari)
1	870	80	696	60	31	31
2	882	80	706	60	3446	3446
3	894	80	715	60	3781	3781
4	906	80	725	60	4117	4117
5	918	80	734	60	4452	4452
6	930	80	744	60	4786	4786
7	942	80	754	60	5121	5121
8	954	80	763	60	5456	5456
9	966	80	773	60	5791	5791
10	978	80	782	60	6126	6126
11	990	80	792	60	6461	6461

Kebutuhan Air Untuk Hidran Umum (HU)



Gambar 4. Hidran Umum (HU)

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa debit kebutuhan air hidran umum untuk 10 tahun mendatang

(2023-2033) didapatkan hasil sejumlah 0,13 liter/detik. Hasil tersebut didapat dari perhitungan menurut pedoman standar konsumsi hidran umum oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2000, sebesar 60 liter/orang/hari dengan tingkatkan pelayanan 20%.

Tabel 8. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Domestik Penduduk

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Total Kebutuhan Air (Liter/detik)	Jumlah Kebutuhan Air (Liter/detik)	Kebutuhan Air (Liter/detik)	Teknis Kebutuhan air/tahun	Efisiensi Air (%)	Elevasi air (meter)
a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	2023	376	66	52.906	0,80	2,74	1,1	2,92
2	2024	383	66	52.928	0,81	2,74	1,1	2,93
3	2025	394	66	53.049	0,82	2,75	1,1	2,93
4	2026	406	66	53.069	0,83	2,75	1,1	2,93
5	2027	418	66	53.089	0,84	2,75	1,1	2,94
6	2028	431	66	53.108	0,85	2,76	1,1	2,94
7	2029	447	66	53.128	0,86	2,77	1,1	2,95
8	2030	464	66	53.148	0,86	2,78	1,1	2,95
9	2031	481	66	53.168	0,87	2,78	1,1	2,95
10	2032	498	66	53.188	0,88	2,82	1,1	2,95
11	2033	506	66	53.208	0,89	2,83	1,1	2,91

Berdasarkan Tabel 8 proyeksi kebutuhan air bersih domestik penduduk dengan menggunakan rata-rata jumlah pemakaian air bersih per orang pada lokasi penelitian sebesar 60 liter/orang/hari dengan analisis jumlah penduduknya menggunakan metode aritmatik menunjukkan bahwa jumlah penduduk meningkat dalam sepuluh tahun mendatang dan kebutuhan akan air bersih juga meningkat. Hal ini dapat dilihat pada tahun 2023 pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan yang berjumlah 870 jiwa dengan kebutuhan akan air bersih sebesar 0,80 liter/detik, serta pada tahun 2033 pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan yang berjumlah 990 jiwa dengan kebutuhan air bersih sebesar 0,91 liter/detik.

3. Model desain lay out sistem pengelolaan jaringan distribusi air bersih

a. Input data pada Epanet 2.0

Input data yang diperlukan dalam pemodelan Epanet 2.0 adalah elevasi, panjang pipa, diameter pipa, debit blok/zona, kekasaran pipa, data sumber mata air berupa elevasi, data tank (reservoir), hidran umum, dan elevasi. Hasil *running* yang akan ditampilkan ini adalah hasil dari *node* dan *pipa*. *Node* pada running ini menunjukkan hasil dari *pressure*, *base demand*, *demand* dan *head*.

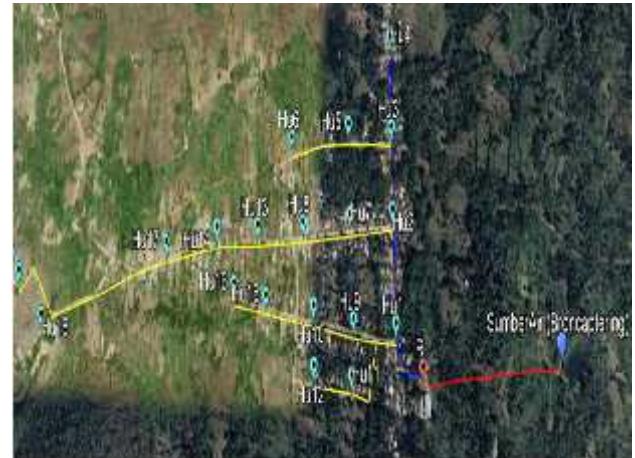
Perhitungan yang dipilih pada program ini menggunakan formula Hazen William. Formula ini dipilih karena merupakan formula yang umum digunakan. Setelah data-data input dimasukkan, dilakukan *RUN* program untuk mengecek apakah data input yang dimasukkan telah sesuai dengan yang dibutuhkan program tersebut.

b. Hasil Simulasi Epanet 2.0

Untuk mengetahui kelayakan teknis simulasi jaringan, maka diuji beberapa parameter seperti *pressure* (tekanan), *velocity* (kecepatan aliran), dan *flow* (aliran). Uji tekanan menunjukkan bahwa jaringan distribusi dapat mengalirkan ke wilayah pelayanan Desa Usapinonot. Data-data yang perlu dimasukkan untuk membantu pemodelan ini, diantaranya adalah elevasi, panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, Hasil yang akan ditampilkan ini adalah hasil dari node dan pipa.

1) Sistem Jaringan Perpipaan

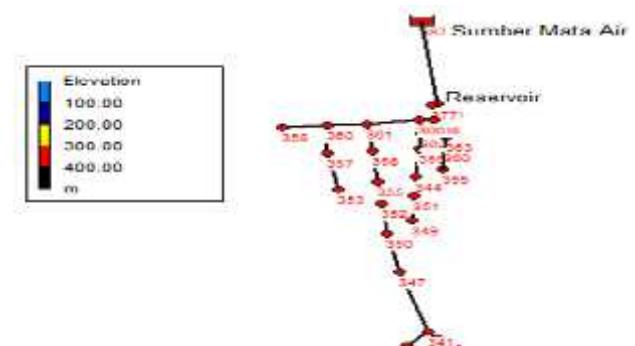
Sistem jaringan perpipaan desa Usapinonot merupakan sistem gravitasi dikarenakan reservoir telah berada di atas pusat pelayanan masyarakat dan telah menggunakan pipa distribusi 2" sebagai sarana pendistribusian air. Unit pelayanannya dapat menggunakan Sambungan Rumah (SR), dan Sambungan Umum (HU). Untuk sistim jaringan perpipaan dapat diketahui dengan cara menggunakan epanet 2.0 sebagai berikut;



Gambar 8. Skema Jaringan Distribusi Air
Keterangan:

- a) Titik biru tua = Broncaptering
- b) Titik merah = Reservoir
- c) Titik biru muda = Hidran Umum
- d) Garis merah = Pipa 63mm
- e) Garis biru = pipa 40mm
- f) Garis kuning = pipa 32mm
- 2) Elevasi, Ukuran Panjang, Diameter Pipa, dan Kekasarannya
- a) Elevasi

Pada sistem jaringan distribusi air bersih desa Usapinonot menggunakan sistem pengaliran gravitasi. sistem pengaliran gravitasi digunakan pada pipa distribusi yaitu dari broncaptering ke reservoir dan di teruskan ke hidran umum.



Gambar 9. Elevasi Setiap Node Jaringan Distribusi Air Bersih.

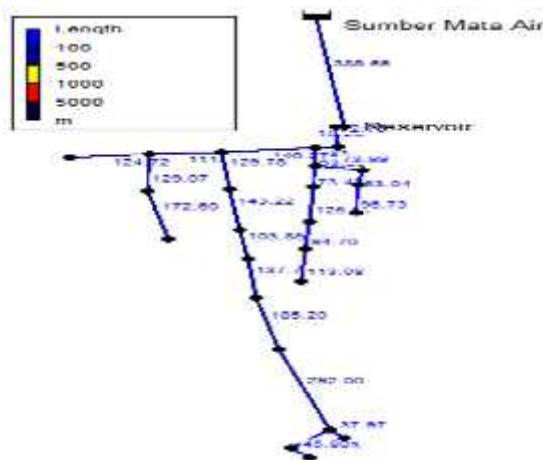
Penggunaan sistem pengaliran gravitasi pada pipa distribusi ini dikarenakan broncaptering berada pada ketinggian 387 mdpl, elevasi reservoir yang terletak di pemukiman masyarakat adalah 378 mdpl dan elevasi

untuk hidran umum adalah 366 sampai 340 mdpl. Hal ini memungkinkan untuk diaplikasikan sistem gravitasi karena *broncaptering* lebih tinggi dari titik reservoir dan hidran umum.

Tabel 9. Rekapan Elevasi dari Setiap Node

NODE ID	ELEVASI (M)	NODE ID	ELEVASI (M)
J1	376	J15	366
J2	377	J16	360
J3	368	J17	355
J4	366	J18	352
J5	361	J19	350
J6	360	J20	351
J7	358	J21	349
J8	357	J22	347
J9	353	J23	340
J10	358	J24	339
J11	355	J25	341
J12	362	J26	340
J13	359	T	387
J14	344	R	376

b) Ukuran Panjang, Diameter Pipa dan Kekerasan Pipa



Gambar 10. Elevasi Setiap Node Jaringan Distribusi Air Bersih.

Pada gambaran sistem jaringan sistem distribusi air bersih di atas dapat disimpulkan bahwa sistem jaringan distribusi air bersih eksisting desa Usapinonot Menggunakan jenis pipa HDPE. Diameter pipa yang digunakan dalam sistem jaringan distribusi air bersih desa Usapinonot yang dipilih adalah 2" (setara 63 mm), 1" (setara 32 mm), 1 1/4" (setara 40 mm) dan 3/4" (setara 25 mm). Jenis pipa yang digunakan di pilih berdasarkan keadaan pada wilayah pelayanan. pipa HDPE dengan nilai kekerasan pipa yaitu 120 nilai kekerasan ini akan mempengaruhi perilaku aliran dalam jaringan tersebut baik dari segi debit, kecepatan maupun tekanan air. Pipa HDPE dipilih karena keadaan di wilayah pelayanan cenderung terjadinya kerusakan pipa sehingga membutuhkan pipa untuk dapat menyalurkan tekanan yang besar, sumber ketersediaan juga menjadi peran penting sehingga dipilih menggunakan pipa HDPE. Jalur pipa yang tidak berubah ubah membuat tekanan air tetap terjaga juga menjadi faktor pemilihan pipa HDPE.

Tabel 10. Panjang, Diameter Pipa dan Kekerasan Pipa

LINK ID	Length	Diameter	Roughness	LINK ID	Length	Diameter	Roughness
	m	mm			M	mm	
Pipe 1	389.66	63	120	Pipe 14	185.2	32	120
Pipe 2	15.28	40	120	Pipe 15	292	32	120
Pipe 3	72.75	40	120	Pipe 16	37.97	32	120
Pipe 4	37.81	40	120	Pipe 17	88.33	32	120
Pipe 5	146.27	40	120	Pipe 18	45.8	32	120
Pipe 6	111.18	40	120	Pipe 19	63.28	32	120
Pipe 7	124.72	40	120	Pipe 20	73.99	25	120
Pipe 8	129.07	32	120	Pipe 21	73.47	25	120
Pipe 9	172.6	32	120	Pipe 22	125.61	25	120
Pipe 10	129.78	32	120	Pipe 23	94.7	25	120
Pipe 11	143.22	32	120	Pipe 24	113.06	25	120
Pipe 12	103.85	32	120	Pipe 25	53.04	25	120
Pipe 13	137.76	32	120	Pipe 26	96.73	25	120

c) Pressure, Base Demand, Demand, dan Head

Analisis ini menggunakan ketentuan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 tahun 2007 yaitu: (1). Kecepatan = (0,3 – 2) m/detik; (2). Sisa tekan = (10-100) m; (3). Unit head loss maksimal = 10 m/km. Node pada running ini menunjukkan hasil dari pressure, base demand, demand, dan head.

Tabel 11. Pressure, Base Demand, Demand, dan Head

Node ID	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	LPS	LPS	M	m
Junc 1	0.3	0.3	386.47	10.47
Junc 2	0	0	386	9
Junc 3	0	0	383.76	15.76
Junc 4	0.1	0.1	382.6	16.6
Junc 5	0.3	0.3	380.05	19.05
Junc 6	0.2	0.2	379.87	19.87
Junc 7	0.1	0.1	379.85	21.85
Junc 8	0.05	0.05	379.67	22.67
Junc 9	0.05	0.05	379.59	26.59
Junc 10	0.2	0.2	372.32	14.32
Junc 11	0.15	0.15	367.65	12.65
Junc 12	0	0	381.27	19.27
Junc 13	0.1	0.1	380.46	21.46
Junc 14	0.07	0.07	379.82	35.82
Junc 15	0	0	381.11	18.11
Junc 16	0.07	0.07	381	21
Junc 17	0.05	0.05	380.95	25.95
Junc 18	0.1	0.1	365.85	13.85
Junc 19	0.07	0.07	364.51	14.51
Junc 20	0.07	0.07	379.62	28.62
Junc 21	0.05	0.05	379.57	30.57
Junc 22	0	0	363.48	16.48
Junc 23	0.1	0.1	361.8	21.8
Junc 24	0.1	0.1	361.65	22.65
Junc 25	0	0	361.86	20.86
Junc 26	0	0	361.72	21.72
Resvr 1	-	-2.23	387	0
Base Demand (LPS)	2,23			

Berdasarkan hasil observasi diketahui bahwa pada sistem jaringan desa Usapinonot melayani 523 jiwa dari jumlah keseluruhan yang ada yaitu 870 jiwa. Sedikitnya pelanggan yang dilayani ini dikarenakan sistem jaringan eksisting belum sepenuhnya melayani semua masyarakat

selain itu juga ada masyarakat tertentu yang tidak menggunakan sistem jaringan yang ada tetapi menggunakan sumber lain yang ada di masyarakat seperti sumur gali, sungai, dan juga ada sebagian masyarakat yang masih membeli air dari mobil tanki air.

C. Pembahasan

1. Kondisi Ketersediaan Air Bersih di Desa Usapinonot

Jika merujuk pada hasil penelitian yang telah dipaparkan, terdapat beberapa poin penting terkait kondisi ketersediaan air bersih di Desa Usapinonot. Berdasarkan metode pengukuran volume metrik, debit sumber mata air Kenat diperoleh sebesar 0,25 liter/detik. Hal ini setara dengan 21,600 liter per hari atau sekitar 21,6 meter kubik per hari. Debit yang telah diukur ini merupakan info yang penting untuk memahami kapasitas sumber air yang digunakan oleh masyarakat. Proses pengaliran air menggunakan metode gravitasi dari bak *broncaptering*, yang memiliki volume sekitar 148,5 meter kubik dan berjarak 3 meter dari mata air Kenat. Kemudian dialirkan ke reservoir yang terletak di Desa Usapinonot dengan volume sekitar 27 meter kubik. Mengutip dari Messakh (2017), yang menegaskan bahwa tubuh manusia terdiri lebih dari 70% air menyoroti betapa pentingnya air bagi kesehatan dan fungsi tubuh manusia. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air yang memadai sangatlah vital bagi kelangsungan hidup manusia. Namun jika melihat ketentuan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/Men.Kes/Per/VII/1977 yang menetapkan standar penting dalam penyediaan air bersih untuk dikonsumsi oleh masyarakat, Desa Usapinonot belum memenuhi kriteria terhadap ketersediaan air bersih bagi masyarakat dikarenakan beberapa faktor seperti kurangnya reservoir air, pipa yang tersumbat oleh kapur air, dan kurangnya hidran umum menyebabkan masyarakat sulit mengakses air bersih.

2. Kebutuhan Air Masyarakat, Kini dan 10 Tahun Mendatang

Berdasarkan analisis perhitungan kebutuhan air masyarakat Desa Usapinonot yang telah dipaparkan, terlihat bahwa adanya perbedaan antara kebutuhan debit rencana dan debit yang tersedia pada sumber air yang ada. Hal ini merujuk pada standar kriteria perencanaan dari Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2007 yang menetapkan bahwa konsumsi air pelanggan skala pedesaan sebesar 60 liter/orang/hari, dengan cakupan pelayanan mencapai 80%. Jika melihat proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode aritmatik, jelas bahwa jumlah penduduk meningkat dari tahun 2023 hingga 2033. Jumlah penduduk pada tahun 2023 adalah 870 jiwa, dan pada tahun 2033 meningkat menjadi 990 jiwa. Sedangkan debit kebutuhan air untuk sambungan rumah pada 10 tahun mendatang (2023-2033) adalah 0,55 liter/detik, berdasarkan standar konsumsi unit sambungan rumah dengan tingkat pelayanan 80%, serta

debit kebutuhan air untuk hidran umum pada 10 tahun mendatang (2023-2033) adalah 0,13 liter/detik, berdasarkan standar konsumsi hidran umum dengan tingkatan pelayanan 20%.

Merujuk pada hasil perhitungan yang telah dipaparkan tersebut, terlihat bahwa kebutuhan debit air meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, namun tidak selalu tersedia dalam jumlah yang memadai dari sumber air yang ada. Hal ini didukung oleh pendapat dari Tamelan dan Harjono (2020), yang menegaskan bahwa sumber daya air harus mencukupi kebutuhan air penduduk agar masyarakat merasa aman dan nyaman beraktivitas untuk memenuhi kebutuhan air domestik dan pertanian. Berdasarkan pengamatan penulis, debit sumber mata air Kenat lebih kecil dibandingkan dengan besaran kebutuhan air bersih penduduk desa Usapinonot, maka sumber air yang tersedia saat ini belum mencukupi kebutuhan air bersih domestik penduduk. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di masa depan, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan infrastruktur penyediaan air, termasuk pembangunan sumber air baru, peningkatan kapasitas sumber air yang ada, dan peningkatan efisiensi pengelolaan air. Dengan memperhitungkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air bersih, penting bagi pemerintah dan lembaga terkait untuk mengambil langkah-langkah strategis dalam mengelola sumber daya air agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dengan baik di masa mendatang.

3. Model Desain Lay Out Sistem Pengelolaan Jaringan Distribusi Air Bersih

Merujuk pada hasil evaluasi sistem jaringan distribusi air bersih menggunakan epanet 2.0 yang telah dipaparkan sebelumnya, elevasi sistem pengaliran gravitasi dimulai dari broncaptering hingga reservoir dan hidran umum. Dalam sistem pengaliran diameter pipa yang digunakan bervariasi tergantung pada wilayah pelayanan, pipa HDPE dipilih karena daya tahan dan kemampuannya dalam menyalurkan tekanan yang besar. Sedangkan Pressure, Base Demand, Demand, dan Head merupakan parameter yang dianalisis sesuai dengan standar ketentuan dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 tahun 2007. Berdasarkan hal tersebut, maka terlihat bahwa sistem jaringan distribusi air bersih Desa Usapinonot sejauh ini dengan mekanisme pengaliran gravitasi dan pembagian air ke masyarakat telah mampu memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Usapinonot, walaupun belum menjangkau semua masyarakat dan sistem perpipaan yang terbatas membuat masyarakat terkadang kesulitan memperoleh air bersih. Hal ini didukung Kapa, dkk (2022) bahwa kemudahan memperoleh air bersih bagi kebutuhan domestik (air bersih, pertanian dan industri) sangat mempengaruhi lebih murahnya harga pangan bagi kebutuhan masyarakat. Dari hasil analisis pengembangan jaringan menggunakan epanet 2.0 tidak ada hasil yang menunjukkan angka minus (kekurangan) dengan

demikian dapat disimpulkan bahwa jaringan yang direncanakan mampu menanggulangi kebutuhan air bersih di Desa Usapinonot untuk 10 tahun ke depan.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Kondisi ketersediaan air bersih menunjukkan bahwa Masyarakat Desa Usapinonot mengandalkan mata air Kenat sebagai sumber utama air bersih, dengan tambahan dari sungai dan sumur desa. Debit mata air Kenat diukur menggunakan metode Volume Metrik dan hasilnya menunjukkan debit sebesar 1 liter per 4 detik atau sekitar 21,600 liter per hari ($21,6 \text{ m}^3/\text{hari}$). Dengan proses pengaliran air dilakukan melalui metode gravitasi, dimulai dari bak *broncaptering* yang memiliki kapasitas $148,5 \text{ m}^3$, kemudian dialirkan ke reservoir di desa yang berkapasitas 27 m^3 sebelum akhirnya didistribusikan ke pemukiman warga.
2. Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Kini dan 10 Tahun mendatang menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk hidran umum (HU 20%) pada tahun 2023, dengan jumlah pemakaian air sebesar 10.440 L/H . Penggunaan air bersih pada tahun 2033 sebesar 11.880 L/H . Untuk proyeksi kebutuhan air domestik pada tahun 2023 mencapai 52.200 L/H , sedangkan pemakaian pada tahun 2033 mencapai 59.400 L/H . Kebutuhan air bersih dari tahun 2023 hingga 2033 terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, Namun saat ini kapasitas debit mata air Kenat air yang tersedia sebesar 21.600 liter per hari ($21,6 \text{ m}^3/\text{hari}$) belum cukup untuk memenuhi peningkatan kebutuhan air bersih.
3. Model desain *lay out* sistem pengelolaan jaringan air bersih menggunakan sistem cabang, sedangkan sistem jaringan perpipaan mengikuti pola jalan yang ada, dan proses mengalirkan air menggunakan sistem gravitasi. Letak bak *broncaptering* sumber mata air kenat berada pada elevasi 387 Mdpl yang memiliki daya tampung sebesar $148,6 \text{ m}^3$ atau setara dengan 148.600 liter, Sedangkan elevasi dari reservoir sebesar 378 Mdpl dengan daya tampung sebesar 27 m^3 atau setara dengan 27.000 liter. Sistem jaringan perpipaan mengalirkan air ke 19 hidran umum yang tersebar di seluruh desa.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan beberapa hal dalam rangka penyempurnaan hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya sebatas analisis kebutuhan air bersih, ketersediaan air bersih serta evaluasi jaringan distribusi air yang ada dan pengoptimalan sumber mata air Kenat untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat serta perluasan jaringan ke wilayah yang belum terdapat jaringan distribusi air bersih.
2. Untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat pemerintah desa Usapinonot bisa melakukan pengaliran air secara bergiliran, pembelian tanki air desa, dan perlu perencanaan adanya pembangunan sumur bor desa.
3. Perlu penelitian lanjut mengenai perencanaan jaringan ke rumah masyarakat karena pada kondisi eksisting dan pengoptimalan yang dilakukan hanya sebatas hidran umum.

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku, artikel jurnal, dan hasil penelitian

- Alupan, A., Messakh, J. J., & Edyan, R. (2025). Studi Tentang Penyediaan Kebutuhan Air Bersih Di Desa Supun Kabupaten Timor Tengah Utara: Study Of The Provision Of Clean Water Needs In Supun Village North Central Timor Regency. *Batakaran*, 6(1), 28-32.
- Ditjen PU Cipta Karya, 2007. *Buku Panduan Pengembangan Air Minum*. Jakarta.
- Indarto, I. 2010. Hidrologi: *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kapa, M. M. J., Nalle, A. A., Tamelan, P. G., & Wisetsri, W. (2022). The Impact of Green Finance, Agriculture Growth and Creativity on Carbon Emissions of High Carbon Emissions Producing Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(5), 432–440. <https://doi.org/10.32479/ijep.13562>
- Lomi, R. A., Messakh, J. J., & Tamelan, P. G. (2021). Pemanfaatan Air Bersih Untuk Kebutuhan Rumah Tangga Dari Mata Air Oelnaisanam Di Kelurahan Bakunase Ii, Kota Kupang: Utilization Of Clean Water For Household Needs From The Oelnaisanam Spring In Bakunase Ii Village, Kupang City. *BATAKARANG*, 2(1), 32-38.
- Muni, D. S., Messakh, J. J., & Selan, M. (2022). Evaluasi Sistem Jaringan Air Bersih Pedesaan Di Desa Nekmese Kabupaten Kupang, Daerah Semi-Arid Indonesia: Evaluation Of Rural Clean Water Network System In Nekmese Village, Kupang Regency, Indonesia's Semi-Arid Tregion. *Batakaran*, 3(2), 9-14.
- Messakh, J. J. (2017). Pengelolaan Sumber Daya Air. *Penerbit: MIPA Press. Kupang*.
- Messakh, J. J., Moy, D. L., Mojo, D., & Maliti, Y. (2018). The linkage between household water consumption and rainfall in the semi-arid region of East Nusa Tenggara, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 106, No. 1, p. 012084). IOP Publishing.
- Messakh, J. J., Sabar, A., Hadihardaja, I. K., & Chalik, A. A. (2015). Kajian Pemenuhan Kebutuhan Air Minum Untuk Masyarakat Di Kawasan Semi-arid Indonesia (a Study on Fulfillment of Drinking Water Need of People in Semi-arid Areas in

- Indonesia). *Jurnal manusia dan lingkungan*, 22(3), 271-280.
- Tamelan, P.G., Nendissa, D.R., Krisnayanti, D.S., Cornelis, R., Hangge, E.E., Simatupang, P.H., Banunaek, N. (2024). Post-landslide liquefaction analysis: A case study in the Kupang regency area, Indonesia. *International Journal of Safety and Security Engineering*, Vol. 14, No. 2, pp. 583-597. <https://doi.org/10.18280/ijsse.140225>
- B. Peraturan Perundangan-Undangan**
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/Men.Kes/Per/VII/1977 tentang Penyediaan Setyosari, Punaji. 2010. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Jakarta: Kencana.
- Air Minum yang Harus Memenuhi Standar Kuantitas dan Kualitas
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum