
PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA LEILEM DUA KECAMATAN SONDER KABUPATEN MINAHASA

Yosua Aditya Ratu¹, Tiny Mananoma², Steenie Edward Wallah³

^{1,2,3} Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi

e-mail: ¹yosua.aditya.ratu@gmail.com, ²tmananoma@yahoo.com, ³steeenie@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Air adalah elemen vital yang menjadi sumber kehidupan utama. Dari hasil proyeksi yang didapat jumlah jiwa desa Leilem Dua selama 15 tahun berjumlah 441 jiwa. Dari hasil analisis yang dilakukan untuk kebutuhan air di desa Leilem Dua, kebutuhan domestik bertotal 0.205 l/det dan total kebutuhan air non domestik 0.031 l/det sehingga untuk total kebutuhan di desa Leilem Dua berdasarkan perencanaan berjumlah 0.235 l/det. Analisis menggunakan perangkat lunak EPANET dibagi dalam dua bagian yaitu jaringan transmisi dan juga jaringan distribusi. Dari hasil analisis yang dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET, untuk jaringan transmisi, kecepatan pada pipa bernilai 0,36 m/det dan tekanan pada ujung pipa bernilai 25,37 m dan menggunakan pipa HDPE 2 inch. Dari hasil analisis untuk pipa distribusi didapat tekanan pada ujung pipa node 10 = 14,62 m, node 9 = 20,64, node 8 = 17,49 dan node 13 = 27,75 dengan panjang pipa yang didapat, pipa 3 inch sepanjang 150 m, pipa 2 inch sepanjang 850 m, pipa 1,5 inch sepanjang 220 m dan pipa 1 inch sepanjang 250 m. Untuk kecepatan yang ada pada pipa memenuhi kriteria peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 18/PRT/M/2007.
Kata kunci: air bersih, proyeksi penduduk, EPANET.

ABSTRACT

Water is a vital element and the primary source of life. Based on the projections, the population of Leilem Dua village over the next 15 years is estimated to be 441 individuals. From the analysis conducted regarding water needs in Leilem Dua, the total domestic water demand amounts to 0.205 Liters per second, while the non-domestic water demand totals 0.031 Liters per second. Therefore, the overall planned water requirement for Leilem Dua village is 0.235 Liters per second. The analysis using EPANET software is divided into two parts: the transmission network and the distribution network. The results of the analysis for the transmission network indicate that the velocity in the pipe is 0.36 meters per second, and the pressure at the end of the pipe is 25.37 meters, using a 2-inch HDPE pipe. For the distribution network, the pressure at the end of the pipes is as follows: node 10 = 14.62 meters, node 9 = 20.64 meters, node 8 = 17.49 meters, and node 13 = 27.75 meters. The pipe lengths used are: 150 meters of 3-inch pipe, 850 meters of 2-inch pipe, 220 meters of 1.5-inch pipe, and 250 meters of 1-inch pipe. The velocity

in the pipes meets the criteria set by the Minister of Public Works Regulation No. 18/PRT/M/2007.

Keywords: clean water, population projection, EPANET.

PENDAHULUAN

Air adalah elemen vital yang menjadi sumber kehidupan utama dan memegang peran krusial dalam keberlangsungan hidup seluruh makhluk yang ada di planet bumi (Dessy F et al., 2023). Air minum diperlukan seseorang agar dapat bertahan hidup dengan aktivitas normal. Saat ini, 2,1 miliar orang di seluruh dunia memiliki akses terbatas terhadap air minum. Selain itu, sekitar 6% kematian di negara-negara terbelakang disebabkan oleh minum air yang tidak aman (Li & Yang, 2021). Sumber daya air sangat penting untuk setiap kegiatan pembangunan, tidak hanya dalam hal kuantitas yang tersedia tetapi juga dalam hal kualitas. Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi meningkatkan jumlah pengguna dan penggunaan air (Tortajada, 2020). Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu aspek penting dalam penentuan perencanaan kebutuhan air (Kirby & Mainuddin, 2022; Zubaidi et al., 2020). Pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat, meningkat pula kebutuhan akan sarana dan prasarana. Kebutuhan akan sumber air minum terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi.

Desa Leilem Dua merupakan salah satu desa di kecamatan Sonder yang memiliki jumlah jiwa sebanyak 798 jiwa dan jumlah KK sebanyak 278 KK. Akses awal air minum di desa ini bersumber dari sumur warga tanpa perlindungan dan setiap sumur mempunyai masalah tersendiri sehingga tidak layak digunakan sebagai air minum. Untuk keperluan air minum setiap hari masyarakat membeli air dari penjual air senilai lima puluh ribu rupiah per tong air.

Berdasarkan permasalahan tentang air minum di desa Leilem dua sehingga perlu adanya perencanaan sistem penyediaan air bersih yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Data yang digunakan dalam perencanaan merupakan data aktual dilapangan berupa data informasi umum penduduk desa, data debit hasil pengukuran dilapangan, dan data elevasi yang didapat langsung dari survey dilapangan. Dalam pemodelan perhitungan hidrolis pada perencanaan ini menggunakan bantuan perangkat lunak EPANET.

Perencanaan ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air minum yang aman di masyarakat desa Leilem Dua kecamatan Sonder kabupaten Minahasa.

KAJIAN TEORI

Pertumbuhan Jumlah Penduduk Metode Geometrik

Jumlah orang yang tinggal di suatu tempat akan selalu meningkat dari waktu ke waktu. Beberapa variabel yang sangat mempengaruhi pertumbuhan jumlah penduduk ini, seperti kelahiran, kematian, imigrasi, urbanisasi, dan perluasan kota (Manoppo et al.,

2024). Proyeksi penduduk adalah cara untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang. Ini didasarkan pada data pertumbuhan penduduk pada tahun yang telah lalu dan diharapkan proyeksi yang diperoleh akurat dan mendekati keadaan nyata.

Proyeksi perkembangan penduduk dengan metode geometrik didasarkan pada rasio pertumbuhan rata-rata tahunan (Hartati, 2021). Rumus umum yang digunakan pada proyeksi jumlah penduduk metode geometrik dapat dilihat pada persamaan (1).

$$P_t = P_o(1 + r)^n \quad (1)$$

Dimana:

- P_t : Jumlah penduduk pada saat (n) tahun yang akan datang
P_o : Jumlah penduduk pada saat perencanaan
r : Rata – rata persentase (%) pertumbuhan penduduk per tahun
n : Tahun perencanaan

Analisis Kebutuhan Air.

Banyaknya air yang diperlukan untuk melayani semua masyarakat disebut kebutuhan air bersih (Walujodjati & Hadi, 2022). Kebutuhan air bersih dibagi menjadi dua kategori yaitu kebutuhan air domestik (rumah tangga) dan kebutuhan air non domestik (Pangkey et al., 2023). Kategori pertama mencakup kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga, sedangkan kategori kedua mencakup kebutuhan air bersih untuk fasilitas pelayanan umum (Andreas et al., 2022). Berdasarkan SNI 6871-2015 tentang kebutuhan air bersih rumah tangga per orang per hari menurut kategori kota semi urban (Badan Standardisasi Nasional, 2015) dapat dilihat pada Tabel 1. Diperkirakan bahwa kebutuhan air non domestik yang digunakan untuk tujuan komersial dan sosial, seperti toko, gudang, bengkel, sekolah, rumah sakit, hotel, dan lainnya, sebesar 15 hingga 30 persen dari total air bersih rumah tangga (Astani et al., 2021). Kebutuhan total adalah jumlah yang didapat dari penjumlahan kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik.

Tabel 1. Kebutuhan air bersih rumah tangga per orang per hari menurut kategori kota

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1.	Semi-urban (Ibu Kota / Kecamatan / Desa)	3,000 – 20,000	60 – 90
2.	Kota Kecil	20,000 – 100,000	90 – 110
3.	Kota Sedang	100,000 – 500,000	100 – 125
4.	Kota Besar	500,000 – 1,000,000	125 – 150
5.	Metropolitan	>1,000,000	150 - 200

Kehilangan Air

Dalam sistem penyediaan air minum, biasanya ada kebocoran, atau kehilangan air, di mana tidak semua air yang diproduksi oleh instalasi mencapai konsumen (Diasa et

al., 2019). Berdasarkan kriteria perencanaan sistem air minum perdesaan, kehilangan air akibat kebocoran dan lain – lain sebanyak 20% dari kebutuhan total.

Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak.

Faktor jam puncak adalah nilai koefisien yang digunakan untuk menghitung pemakaian air pada jam puncak. Nilai faktor jam puncak biasanya adalah 1,5 hingga 2,5. Kebutuhan air maksimum adalah nilai koefisien yang digunakan untuk menghitung pemakaian air pada hari maksimum. Nilai faktor harian maksimum biasanya adalah 1 hingga 1,5 (Poedjiastoeti et al., 2022).

Perangkat Lunak EPANET.

Perangkat lunak EPANET yang dikembangkan oleh USA Environmental Protection Agency diadopsi karena perangkat lunak ini digunakan untuk penggunaan umum dan pendidikan dan tersedia secara online gratis. Perangkat lunak ini memiliki kapasitas untuk menganalisis jumlah pipa dan tangki yang tidak terbatas. EPANET telah menjadi alat yang populer dalam menganalisis jaringan distribusi air yang kompleks dan sederhana baik di negara maju maupun negara berkembang di dunia. EPANET adalah program komputer yang melakukan simulasi jangka panjang untuk perilaku hidraulik dan kualitas air di dalam jaringan pipa bertekanan (Veer et al., 2022).

EPANET adalah program komputer yang menyediakan simulasi hidraulik dan tren kualitas air yang mengalir dalam jaringan pipa. Jaringan itu terdiri dari pipa, node (titik sambungan pipa), pompa, katup, dan tangki air atau reservoir. EPANET melacak aliran air di setiap pipa, kondisi tekanan air di setiap titik, dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama periode aliran. EPANET dirancang sebagai perangkat lunak agar kita dapat memahami tentang pergerakan dan kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Epanet juga dapat digunakan untuk berbagai analisis pada jaringan distribusi misalnya untuk mendesain, mengkalibrasi model hidrolis, analisis sisa klorin, dan analisis

pelanggan. EPANET dapat membantu dalam menetapkan strategi untuk mewujudkan kualitas air yang baik dalam suatu sistem (Magrib & Tiwery, 2023).

METODE

Perencanaan ini menggunakan metode kuantitatif untuk merencanakan sistem penyediaan air minum di desa Leilem Dua. Data yang digunakan merupakan data primer yang didapat langsung dari lokasi perencanaan. Desa Leilem Dua terletak di Kabupaten Minahasa Kecamatan Sonder. Pada tahun 2024 jumlah penduduk desa Leilem Dua sebanyak 798 jiwa 278 KK dengan jumlah akses awal sebanyak 445 jiwa sehingga yang akan menjadi target pelayanan adalah sebanyak 353 jiwa. Desa Leilem Dua memiliki sumber mata air yang akan digunakan dengan debit sebesar 1,18 liter/detik.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa:

1. GPS Garmin 73
2. Meteran
3. Wadah pengukuran debit sumber
4. Laptop Processor Intel(R) Core (TM) i5-10300H CPU @ 2.50GHz 2.50 GHz
RAM 16.0 GB
5. Perangkat lunak EPANET 2.2

Jalannya Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan data asli yang didapat dari lapangan. Dimulai dari pengukuran debit sumber, pengukuran panjang jaringan, pengukuran elevasi dan pengumpulan data jumlah penduduk serta jumlah masyarakat yang akan dilayani. Setelah data yang diperlukan dilakukan perhitungan kebutuhan yang bersumber dari data jumlah penduduk. Untuk dimensi pipa yang akan digunakan, didapat dari hasil pemodelan menggunakan perangkat lunak EPANET dengan memperhitungkan sisa tekan yang berada diujung pipa.

Tabel 2. Hasil analisis proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk metode geometrik

Blok	RMH	Jiwa	Pertumbuhan penduduk	Tahun perencanaan	Proyeksi 15 tahun
1	8	32	1,5%	15	40
2	8	40	1,5%	15	50
3	6	18	1,5%	15	23
4	7	35	1,5%	15	44
5	6	30	1,5%	15	38
6	10	50	1,5%	15	63
7	8	30	1,5%	15	38
8	4	20	1,5%	15	25
9	5	25	1,5%	15	31
10	4	20	1,5%	15	25
11	7	28	1,5%	15	35
12	5	25	1,5%	15	31

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Metode Geometrik

Berdasarkan data lapangan yang didapat jumlah penduduk di desa Leilem Dua pada tahun adalah sebanyak 798 jiwa 278 KK dengan jumlah akses awal sebanyak 445 jiwa sehingga yang akan menjadi target pelayanan adalah sebanyak 353 jiwa. Berdasarkan rumus proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk metode geometrik jumlah penduduk awal tahun proyeksi adalah 353 jiwa sesuai dengan target. Pertumbuhan

penduduk pertahun 15% dan tahun perencanaan 15 Tahun. Pengambilan data dilapangan berdasarkan jumlah rumah per blok sehingga dapat diketahui jumlah jiwa per rumah yang ada disetiap blok. Hasil pendataan langsung dilapangan selanjutnya dimasukan dalam rumus proyeksi jumlah penduduk pada persamaan (1). Dari hasil proyeksi yang didapat jumlah jiwa desa Leilem Dua selama 15 tahun berjumlah 441 jiwa. Sehingga untuk perencanaan kebutuhan air akan digunakan jumlah jiwa 441. Hasil analisis proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk metode geometrik desa Leilem Dua dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air biasanya terdiri dari estimasi jumlah penduduk, dikalikan dengan penggunaan per kapita harian rata-rata (Van Zyl et al., 2007). Menurut SNI 6728.1:2015, kebutuhan air rumah tangga dapat dihitung berdasarkan data statistik kependudukan dan dibagi dalam dua kebutuhan air rumah tangga, yaitu kebutuhan air rumah tangga (domestik) dan kebutuhan air komersil dan sosial (non domestik). Dari hasil analisis yang dilakukan kebutuhan domestik bertotal 0.205 l/det dan total kebutuhan air non domestik 0.031 l/det sehingga untuk total kebutuhan di desa Leilem Dua berdasarkan perencanaan berjumlah 0.235 l/det. Hasil analisis kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil analisis kebutuhan air, dengan mengetahui kebutuhan air masyarakat dapat juga diketahui untuk volume dari bak penampung (reservoir). Dalam perencanaan ini dengan hasil analisis kebutuhan air yang sudah ada, maka masyarakat membutuhkan air 5.59 m³ per hari. Sehingga untuk volume bak penampung digunakan 2m X 2m X 2m atau 8m³.

Tabel 3. Hasil analisis kebutuhan air domestik, non domestik dan kebutuhan air total

Jiwa	Pertumbuhan Penduduk	Tahun perencanaan	Proyeksi 15 Tahun	Kebutuhan		Kebutuhan Domestik l/det	Kebutuhan Non Domestik l/det	Kebutuhan Total l/det
				l/org/hr	l/hari			
32	1,5%	15	40	90	3600,67	0,019	0,003	0,021
40	1,5%	15	50	90	4500,84	0,023	0,003	0,027
18	1,5%	15	23	90	2025,38	0,010	0,002	0,012
35	1,5%	15	44	90	3938,23	0,020	0,003	0,023
30	1,5%	15	38	90	3375,63	0,017	0,003	0,020
50	1,5%	15	63	91	5688,56	0,029	0,004	0,034
30	1,5%	15	38	90	3375,63	0,017	0,003	0,020
20	1,5%	15	25	90	2250,42	0,012	0,002	0,013
25	1,5%	15	31	90	2813,02	0,014	0,002	0,017
20	1,5%	15	25	90	2250,42	0,012	0,002	0,013
28	1,5%	15	35	90	3150,58	0,016	0,002	0,019
25	1,5%	15	31	90	2813,02	0,014	0,002	0,017

Kehilangan Air

Hilangnya air merujuk pada selisih antara volume air yang didistribusikan dengan volume air yang sebenarnya dikonsumsi dan tercatat. Secara umum, hilangnya air dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu hilangnya air secara fisik dan non-fisik. Hilangnya air secara fisik mengacu pada kebocoran yang secara nyata (fisik) mengakibatkan air tidak dapat dialirkan atau dijual kepada pelanggan karena air tersebut keluar dari jaringan pipa akibat berbagai faktor tertentu. Sementara itu, hilangnya air secara non-fisik didefinisikan sebagai kehilangan air yang tidak terlihat secara fisik, biasanya terkait dengan masalah administrasi, seperti penetapan penggunaan air yang dilakukan secara perkiraan, kesalahan dalam membaca dan mencatat hasil pembacaan meter air dan adanya sambungan pipa yang tidak dilengkapi dengan meter air (Diasa et al., 2019; Fatimah et al., 2019). Berdasarkan kriteria perencanaan sistem air minum perdesaan, kehilangan air akibat kebocoran dan lain – lain sebanyak 20% dari kebutuhan total. Hasil analisis kehilangan air dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis kehilangan air, kebutuhan air maksimum dan jam puncak

Proyeksi 15 Tahun	Kebutuhan Total l/det	Kehilangan Air l/det	Kebutuhan Air Maksimum l/det	Jam Puncak l/det
40	0,021	0,005	0,029	0,040
50	0,027	0,007	0,037	0,050
23	0,012	0,003	0,016	0,022
44	0,023	0,006	0,032	0,044
38	0,020	0,005	0,027	0,037
63	0,034	0,008	0,046	0,063
38	0,020	0,005	0,027	0,037
25	0,013	0,003	0,018	0,025
31	0,017	0,004	0,023	0,031
25	0,013	0,003	0,018	0,025
35	0,019	0,005	0,026	0,035
31	0,017	0,004	0,023	0,031

Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Pada perencanaan ini nilai faktor jam puncak diambil 1,5 dan kebutuhan air maksimum diambil nilai 1.1. Hasil analisis kebutuhan air maksimum dan jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.

Analisis EPANET

Dalam perencanaan ini menggunakan data primer atau data yang diambil langsung dilapangan. Data yang diambil dilapangan antara lain debit sumber, lokasi penempatan sarana, elevasi, jalur pipa dan lokasi penempatan sambungan rumah (sr). Analisis menggunakan EPANET pada perencanaan ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu

pada pipa transmisi dan pipa distribusi. Dalam standard perencanaan menggunakan perangkat lunak EPANET mengacu pada peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 18/PRT/M/2007 (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, 2007) yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q Puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor jam puncak	F puncak	1,15-3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan Min b) Kecepatan Max Pipa PVC atau ACP Pipa baja atau DCIP	V min V max V max	0,3-0,6 m/det 3,0-4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan Min b) Kecepatan Max Pipa PVC atau ACP Pipa baja atau DCIP Pipa PE 100 Pipa PE 80	h min h max h max h max h max	0,5-1,0 atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh 6-8 atm 10 atm 12,4 MPa 9,0 Mpa

Berdasarkan data lapangan yang didapat panjang pipa yang dibutuhkan untuk pipa transmisi adalah sepanjang 1200 m dan panjang pipa distribusi sepanjang 1470 m. Berdasarkan kondisi lapangan ditetapkan menggunakan pipa High Density Polyethylene (HDPE). Berdasarkan nilai koefisien Hazen William pipa HDPE memiliki nilai kekasaran 140 (Adistana et al., 2022). Dari hasil pengukuran dilapangan sistem yang akan dibangun merupakan sistem gravitasi baik pada pipa transmisi dan juga pipa distribusi.

Analisis menggunakan perangkat lunak EPANET dimulai dengan merubah pengaturan default yang ada berdasarkan kebutuhan perencanaan. Bagian yang harus disesuaikan dengan perencanaan meliputi Flow Unit dan Headloss Formula. Selanjutnya kita menggambar jaringan perpipaan, memasukan nilai panjang pipa, elevasi, kekasaran pipa berdasarkan perencanaan dan juga base demand yang kita dapat dari perhitungan kebutuhan air masyarakat.

Dari hasil analisis yang dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET, untuk jaringan transmisi, kecepatan pada pipa bernilai 0,36 m/det dan tekanan pada ujung pipa bernilai 25,37 m dan menggunakan pipa HDPE 2 inch. Hasil analisis pipa transmisi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil analisis perangkat lunak EPANET pipa transmisi

Dari hasil analisis untuk pipa distribusi didapat tekanan pada ujung pipa node 10 = 14,62 m, node 9 = 20,64, node 8 = 17,49 dan node 13 = 27,75 dengan panjang pipa yang didapat, pipa 3 inch sepanjang 150 m, pipa 2 inch sepanjang 850 m, pipa 1,5 inch sepanjang 220 m dan pipa 1 inch sepanjang 250 m. Untuk kecepatan yang ada pada pipa memenuhi kriteria peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 18/PRT/M/2007. Hasil analisis pipa distribusi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil analisis perangkat lunak EPANET pipa distribusi

KESIMPULAN

Dari hasil proyeksi yang didapat jumlah jiwa desa Leilem Dua selama 15 tahun berjumlah 441 jiwa. Dari hasil analisis yang dilakukan untuk kebutuhan air di desa Leilem Dua, kebutuhan domestik bertotal 0.205 l/det dan total kebutuhan air non domestik 0.031 l/det sehingga untuk total kebutuhan di desa Leilem Dua berdasarkan perencanaan berjumlah 0.235 l/det.

Analisis menggunakan perangkat lunak EPANET dibagi dalam dua bagian yaitu jaringan transmisi dan juga jaringan distribusi. Dari hasil analisis yang dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET, untuk jaringan transmisi, kecepatan pada pipa bernilai 0,36 m/det dan tekanan pada ujung pipa bernilai 25,37 m dan menggunakan pipa HDPE 2 inch. Dari hasil analisis untuk pipa distribusi didapat tekanan pada ujung pipa node 10 = 14,62 m, node 9 = 20,64, node 8 = 17,49 dan node 13 = 27,75 dengan panjang pipa yang didapat, pipa 3 inch sepanjang 150 m, pipa 2 inch sepanjang 850 m, pipa 1,5 inch sepanjang 220 m dan pipa 1 inch sepanjang 250 m. Untuk kecepatan yang ada pada pipa memenuhi kriteria peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 18/PRT/M/2007.

REFERENSI

- Adistana, G. A. Y. P., HS, M. S., Mahardi, P., & Sofianto, M. F. (2022). EPANET Model Calibration Of Clean Water Pipelines With Modified C Value Pipe Roughness Hazen-Williams Method. *Jurnal PenSil*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v11i1.25294>
- Andreas J, R., Yermadona, H., & Susanti Y, A. (2022). Tinjauan Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Di Kenagarian Taram Kecamatan Harau. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 147–153. <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1138>
- Astani, L. P., Supraba, I., & Jayadi, R. (2021). Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik dan Non Domestik di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Sipil*, 5(2), 34–41.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 6728.1:2015 Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam – Bagian 1 : Sumber Daya Air. *Standar Nasional Indonesia Ditjen Cipta Karya*, 1–29.
- Dessy F, Mananoma, T., & Supit, C. J. (2023). Perencanaan Air Bersih Di Kampung Dembek Kecamatan Momi Waren. *Tekno*, 21(84).
- Diasa, I. W., Soriarta, I. K., Bagus, I., & Suryawan, G. (2019). Analisa kehilangan Air (Non Revenued Water) Pada jaringan Sistem Penyediaan Air minum (SPAM) Studi Kasus: Kecamatan Mengwi. *Jurnal Gradien Fakultas Teknik UNR*, 11(2), 1–19.
- Fatimah, M, S., & Astika, S. (2019). Analisis Kehilangan Air Dengan Metode Neraca Air Dan Infrastructure Leakage Index Pada PDAM Tirta Tamiang. *Snti*, 9(1), 103–

- 112.
- Hartati, G. (2021). Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Jaringan Distribusi Air Dengan Metode Aritmatik. *JALUSI*, 05(01), 19–27. <https://www.ojs.unigal.ac.id/index.php/jalusi/article/view/2428/1856>
- Kirby, M., & Mainuddin, M. (2022). The impact of climate change, population growth and development on sustainable water security in Bangladesh to 2100. *Scientific Reports*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26807-6>
- Li, X., & Yang, H. Y. (2021). A Global Challenge: Clean Drinking Water. *Global Challenges*, 5(1), 2000125. <https://doi.org/10.1002/gch2.202000125>
- Magrib, N. I. D., & Tiwery, C. J. (2023). Analysis of Clean Water Needs in Soya Village, Sirimau District, Ambon City By Using EPANET 2.2 Software. *Tibuana*, 6(2), 134–140. <https://doi.org/10.36456/tibuana.6.2.7385.134-140>
- Manoppo, G. K., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2024). Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Desa Winorangian Satu. *TEKNO*, 22(87), 527–538.
- Pangkey, C. M., Mananoma, T., & Sumarauw, S. F. (2023). Peningkatan Sistem Jaringan Air Bersih Di Desa Tumaratas Dua. *TEKNO*, 21(85), 1279–1289.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (2007). ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen_18_2007.pdf
- Poedjiastoeti, H., Syahputra, B., & Soedarsono. (2022). *Penyediaan Air Minum* (Issue August). <https://www.researchgate.net/publication/362429523>
- Tortajada, C. (2020). Contributions of recycled wastewater to clean water and sanitation Sustainable Development Goals. *Npj Clean Water*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s41545-020-0069-3>
- Van Zyl, H. J., Ilemobade, A. A., & Van Zyl, J. E. (2007). An evaluation of domestic and non-domestic water consumption in South Africa. *8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium 2006*, 46. [https://doi.org/10.1061/40941\(247\)46](https://doi.org/10.1061/40941(247)46)
- Veer, S., Khandve, S., Pawar, Y., Marale, K., & Waghule, P. A. (2022). Design Water Supply Network Using Epanet Software. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(12), 108–112. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.47828>
- Walujodjati, E., & Hadi, N. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 183–193. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1053>
- Zubaidi, S. L., Ortega-Martorell, S., Al-Bugharbee, H., Olier, I., Hashim, K. S., Gharghan, S. K., Kot, P., & Al-Khaddar, R. (2020). Urban water demand prediction for a city that suffers from climate change and population growth: Gauteng province case study. *Water (Switzerland)*, 12(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/W12071885>