

Analisis Sistem Penyediaan Air Minum Malet Kecamatan Susut Kabupaten Bangli Berbasis Aplikasi Epanet 2.2

The Analysis of the Malet Water Supply System in Susut District, Bangli Regency Based on the Epanet 2.2 Application

I Ketut Soriarta ¹, I Putu Dwikarna Putra ²

¹Teknik Sipil, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Ngurah Rai, Denpasar-Bali 80614.

²Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali 80364.

Corresponding Author: I Ketut Soriarta, soriarta88@gmail.com, I Putu Dwikarna Putra, dwikarna.sda@pnb.ac.id

ABSTRAK

Ketersediaan air sebesar 3 lt/dt pada mata air Malet I tidak mampu mencukupi kebutuhan air bersih untuk penduduk di Desa Tiga yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Sehingga mata air Malet II akan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Tiga. Potensi debit dari kedua mata air tersebut rata-rata sebesar 10 lt/dt. Elevasi mata air Malet yaitu 722 mdpl, sedangkan elevasi Reservoir Malet yaitu 876 mdpl. Beda tinggi elevasi antara mata air Malet dan Reservoir Malet sebesar 154 m. Sehingga membutuhkan sistem pompanisasi untuk dapat mengalirkan air ke Reservoir Malet. Berdasarkan hasil analisis, kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Tiga pada tahun 2040 sebesar 9,9 lt/dt. Keseimbangan air akan terjadi pada tahun 2042 hingga tahun 2043. Tekanan maksimum pada pipa transmisi Sistem Penyediaan Air Minum Malet yaitu 158,06 mka atau 15,806 bar. Diameter pipa yang ideal berukuran 6 inch dan menghasilkan kecepatan aliran sebesar 0,57 m/dt. Kecepatan aliran tersebut masih masuk dalam rentang yang diijinkan yaitu 0,3 – 2 m/dt. Pemanfaatan mata air Malet II menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan air penduduk di Desa Tiga hingga tahun prediksi yaitu tahun 2042.

Kata kunci : Mata Air, Reservoir, Tekanan Air, Diameter Pipa, Kecepatan Aliran

ABSTRACT

The availability of water at 3 liters per second (l/s) from the Malet I spring is insufficient to meet the increasing clean water demand of the residents in Tiga Village, which continues to rise year by year. Therefore, the Malet II spring will be utilized to fulfill the clean water needs of Tiga Village. The combined average discharge potential of both springs is approximately 10 l/s. The elevation of the Malet spring is 722 meters above sea level (masl), while the elevation of the Malet Reservoir is 876 masl, resulting in a height difference of 154 meters. Consequently, a pumping system is required to transport water to the Malet Reservoir. Based on the analysis, the clean water demand for the residents of Tiga Village in 2040 is projected to reach 9.9 l/s. Water balance will be achieved between 2042 and 2043. The maximum pressure in the transmission pipes of the Malet Water Supply System is 158.06 meters of water column (mwc) or 15.806 bar. The ideal pipe diameter is 6 inches, producing a flow velocity of 0.57 meters per second (m/s). This flow velocity is within the permissible range of 0.3–2 m/s. The utilization of the Malet II spring provides a viable solution to meet the water needs of Tiga Village residents up to the projected year, 2042.

Keywords : Water Springs, Reservoir, Water Pressure, Pipe Diameter, Velocity

PENDAHULUAN

Sistem penyediaan air minum (SPAM) Malet di Kecamatan Susut mendistribusikan air bersih sebesar 3 lt/dt dengan sistem pompanisasi dari sumber mata air Malet I ke Reservoir Malet. Kemudian dari Reservoir Malet dipompa ke Reservoir Padpadan. Selanjutnya dari Reservoir Padpadan dipompa ke Reservoir Pukuh. Kemudian dari Reservoir Pukuh didistribusikan ke pelanggan.

Lokasi mata air Malet berada di tebing sungai dengan medan yang cukup terjal. Terdapat dua mata air yaitu mata air Malet I dan mata air Malet II. Kedua mata air tersebut lokasinya berdekatan. Potensi debit dari kedua mata air tersebut rata-rata sebesar 10 lt/dt. Elevasi mata air Malet yaitu 722 mdpl. Kemudian elevasi Reservoir Malet yaitu 876 mdpl. Selanjutnya elevasi Reservoir Padpadan yaitu 896 mdpl. Terakhir elevasi Reservoir Pukuh yaitu 1029 mdpl. Dari sumber mata air Malet ke Reservoir Malet membutuhkan pipa sepanjang 1332 m. Dari Reservoir Malet ke Reservoir Padpadan membutuhkan pipa sepanjang 2000 m. Dari Reservoir Padpadan ke Reservoir Pukuh membutuhkan pipa sepanjang 1320 m.

Wilayah pelayanan Sistem penyediaan air minum (SPAM) Malet saat ini yaitu Desa Tiga. Ketersediaan air sebesar 3 lt/dt pada mata air Malet I tidak mampu mencukupi kebutuhan air bersih untuk penduduk di Desa Tiga yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Akibat dari permasalahan tersebut, kegiatan masyarakat seperti mandi dan mencuci pakaian menjadi terganggu. Seharusnya dengan terpenuhinya kuantitas kebutuhan air bersih, akan mendorong masyarakat untuk melakukan kegiatan yang lebih produktif. Kemudian dengan ketersediaan layanan air bersih dengan kualitas yang baik, maka akan meningkatkan taraf kesehatan masyarakat.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, untuk dapat mewujudkan pelayanan air bersih yang prima kepada masyarakat, menjamin ketersediaan air bersih dengan kuantitas yang memadai dan kualitas yang baik, serta memenuhi hak atas air bersih dan akses terhadap air bersih dengan harga yang terjangkau, sesuai dengan amanat dalam Peraturan Pemerintah No. 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Maka mata air Malet II akan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Tiga. Penelitian ini dapat menjadi pertimbangan bagi Pemerintah Kabupaten Bangli, agar dapat meningkatkan pelayanan air bersih menjadi lebih baik di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Dilakukan kajian melalui beberapa tahap, yaitu mencari data jumlah penduduk Desa Tiga. Kemudian survey lapangan untuk mengetahui panjang pipa dan elevasi pipa. Selanjutnya analisis hidrolis menggunakan program Epanet v2.2.

Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut : (1) Melakukan studi literatur dan survei lapangan guna mendapat pengetahuan mengenai jaringan pipa transmisi dan variabel yang mempengaruhi. (2) Pengumpulan data yang memiliki pengaruh terhadap keperluan analisis jaringan perpipaan seperti data jumlah penduduk Desa Tiga, data topografi, data Panjang pipa, jenis sistem pengaliran, dan skema sebaran jaringan pipa transmisi. (3) Melakukan perhitungan terhadap jumlah pertumbuhan atau proyeksi penduduk menggunakan rumus aritmatik, geometrik,

dan *least square* (Kimpraswil, 2002; Guo et al., 2024). (4) Analisis jaringan pipa transmisi dengan sistem pompanisasi menggunakan program Epanet v2.2. (5) Analisis kebutuhan air mengacu pada Ditjen PU Cipta Karya Tahun 2000. Sedangkan untuk batasan hasil perhitungan mengacu terhadap Permen PUPR No.18 Tahun 2007 yaitu untuk nilai kehilangan tekanan pada pipa maksimal 10 bar dan kecepatan aliran dalam pipa dengan nilai 0.3 m/dt – 2 m/dt. (6) Membuat kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran terhadap apa yang disimpulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah penduduk sangat mempengaruhi kebutuhan air di suatu wilayah (Liu & Xi, 2024; Nguyen et al., 2024). Analisis kebutuhan air bersih berdasarkan data penduduk, maka perlu mencari data jumlah penduduk minimal 5 tahun terakhir dan menghitung proyeksi penduduk (Wang et al., 2024; Taifour et al., 2024; Fayomi et al., 2024). Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk, maka dapat diprediksi kebutuhan air bersih penduduk Desa Tiga untuk periode 15 (lima belas) tahun ke depan.

Tabel 1. Perhitungan Proyeksi Penduduk Desa Tiga

Jumlah Penduduk Desa Tiga			
Tahun	Perhitungan Proyeksi Penduduk		
(X)	Aritmatik	Geometrik	<i>Least Square</i>
2025	2870	2870	2855
2030	2937	2939	2924
2035	3005	3010	2993
2040	3072	3083	3062

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan Air Existing Penduduk Desa Tiga

No	Keterangan	Satuan	Tahun				
			2025	2030	2035	2040	2045
1	Total Kebutuhan & Kehilangan Air	lt/dt	5.44	5.57	5.70	5.82	5.95
2	Hari Maksimum	Faktor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
		lt/dt	6.53	6.68	6.84	6.99	7.14
3	Jam Puncak	Faktor	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
		lt/dt	9.25	9.47	9.68	9.90	10.12
4	Total Kebutuhan Air (Demand)	lt/dt	9.25	9.47	9.68	9.90	10.12
5	Ketersediaan Air (Supply)	lt/dt	3	3	3	3	3
6	a. Debit Surplus	lt/dt					
	b. Debit Defisit	lt/dt	-6.25	-6.47	-6.68	-6.90	-7.12

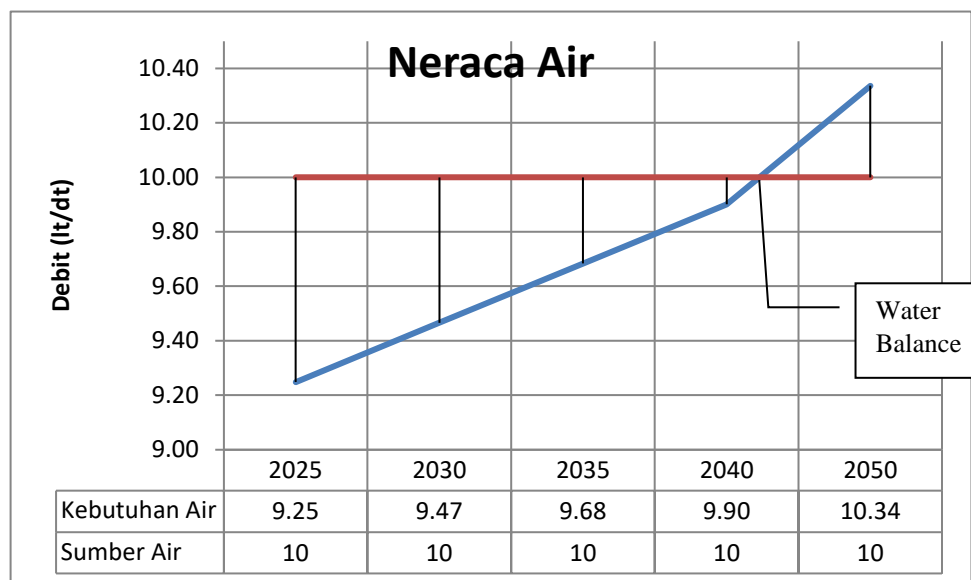
Sumber : Hasil Analisis

Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Air Rencana Penduduk Desa Tiga

No	Keterangan	Satuan	Tahun				
			2025	2030	2035	2040	2050
1	Total Kebutuhan & Kehilangan Air	lt/dt	5.44	5.57	5.70	5.82	6.08
2	Hari Maksimum	Faktor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
		lt/dt	6.53	6.68	6.84	6.99	7.30
3	Jam Puncak	Faktor	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
		lt/dt	9.25	9.47	9.68	9.90	10.34
4	Total Kebutuhan Air (Demand)	lt/dt	9.25	9.47	9.68	9.90	10.34
5	Ketersediaan Air (Supply)	lt/dt	10	10	10	10	10
6	a. Debit Surplus	lt/dt	0.75	0.53	0.32	0.10	
	b. Debit Defisit	lt/dt					-0.34

Sumber : Hasil Analisis

Kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Tiga pada tahun 2025 sebesar 9,25 lt/dt, pada tahun 2035 sebesar 9,68 lt/dt, dan pada tahun 2040 sebesar 9,9 lt/dt. Dengan ketersediaan air dari mata air Malet I dan Malet II rata-rata sebesar 10 lt/dt, hanya mampu memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2042. Keseimbangan air atau *water balance* akan terjadi pada tahun 2042 hingga tahun 2043. Karena mulai dari tahun 2043 dan seterusnya sudah terjadi *deficit* air bersih. Pada tahun 2050 diprediksi akan *deficit* air bersih sebesar -0,34 lt/dt.

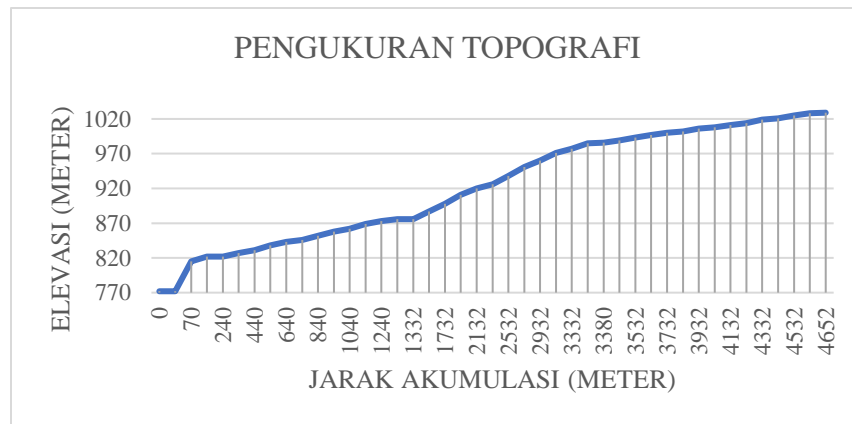


Gambar 1. Neraca Air SPAM Malet

Sumber : Hasil Analisis

Hasil Pengukuran Topografi

Berikut ini adalah hasil pengukuran topografi sehingga jarak dan elevasi pipa transmisi diketahui dan menjadi dasar untuk analisis hidrolis.



Gambar 2. Pengukuran Topografi

Sumber : Hasil Pengukuran

Analisis Tekanan Pipa Transmisi

Hasil pemodelan Program Epanet v.2.2 berupa tekanan (*pressure*), debit (*flow*), dan kecepatan (*velocity*). Berikut ini adalah hasil analisis tekanan pipa :

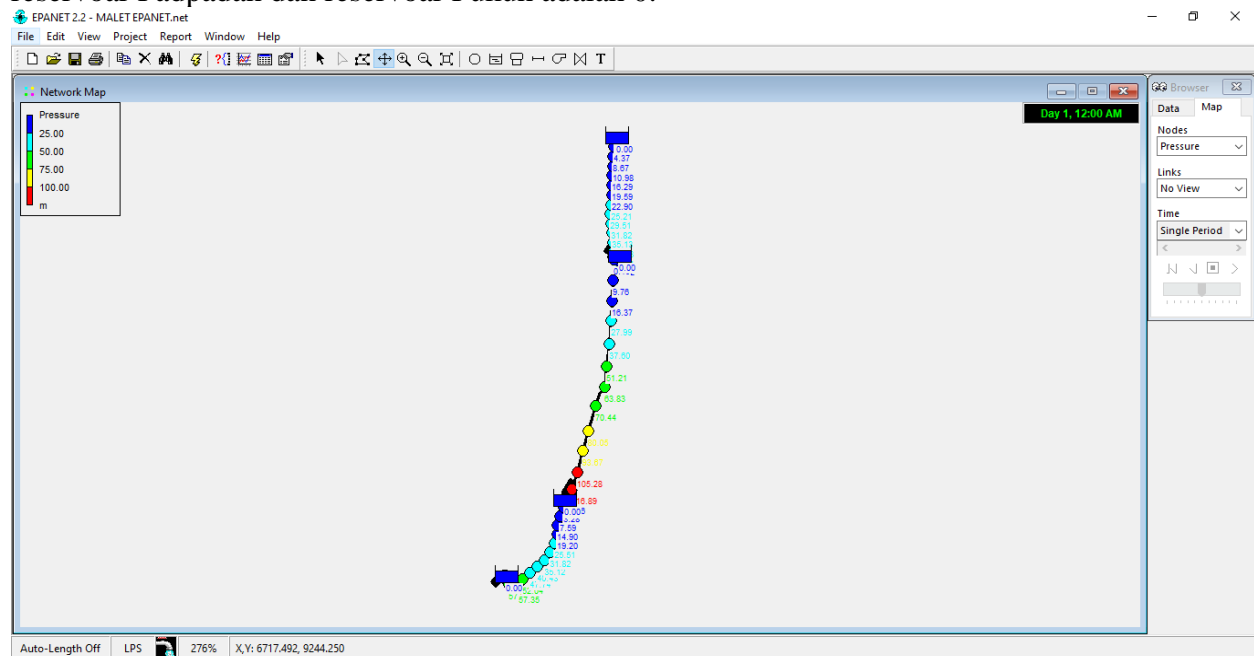
Tabel 4. Tekanan Setiap Profil Pipa Transmisi SPAM Malet

No Profil	Node Id	Pressure	No Profil	Node Id	Pressure	No Profil	Node Id	Pressure
Bcap.1		0.00	Rsv.1		0.00	Rsv.2		0.00
P.1	Junc 3	158.06	P.15	Junc 20	116.89	P.26	Junc 23	48.03
P.2	Junc 4	64.87	P.16	Junc 41	105.28	P.27	Junc 24	46.9
P.3	Junc 5	57.69	P.17	Junc 42	93.67	P.28	Junc 25	43.74
P.4	Junc 6	57.35	P.18	Junc 43	80.05	P.29	Junc 26	39.43
P.5	Junc 7	52.04	P.19	Junc 44	70.44	P.30	Junc 27	35.13
P.6	Junc 8	47.74	P.20	Junc 45	63.83	P.31	Junc 28	31.82
P.7	Junc 9	40.43	P.21	Junc 46	51.21	P.32	Junc 29	29.51
P.8	Junc 10	35.12	P.22	Junc 47	37.6	P.33	Junc 30	25.21
P.9	Junc 11	31.82	P.23	Junc 48	27.99	P.34	Junc 31	22.9
P.10	Junc 12	25.51	P.24	Junc 49	16.37	P.35	Junc 32	19.59
P.11	Junc 13	19.2	P.25	Junc 50	9.76	P.36	Junc 33	16.29

No Profil	Node Id	Pressure	No Profil	Node Id	Pressure	No Profil	Node Id	Pressure
P.12	Junc 14	14.9				P.37	Junc 34	10.98
P.13	Junc 15	7.59				P.38	Junc 35	8.67
P.14	Junc 16	3.28				P.39	Junc 36	4.37
						Rsv.3		0.00

Sumber : Hasil Analisis

Tekanan maksimum pada pipa transmisi Sistem Penyediaan Air Minum Malet yaitu 158,06 mka atau 15,806 bar. dimana terdapat tekanan yang melebihi kuat tekan pipa standar PN 10 bar. Sehingga menggunakan jenis pipa GIP, karena mampu menahan tekanan hingga 35 bar, sepanjang jalur pipa GIP tidak terjadi masalah kebocoran. Tekanan air pada broncaptering, reservoir Malet, reservoir Padpadan dan reservoir Pukuh adalah 0.



Gambar 3. Pemodelan Tekanan Program Epanet

Sumber : Hasil Analisis

Analisis Diameter Pipa

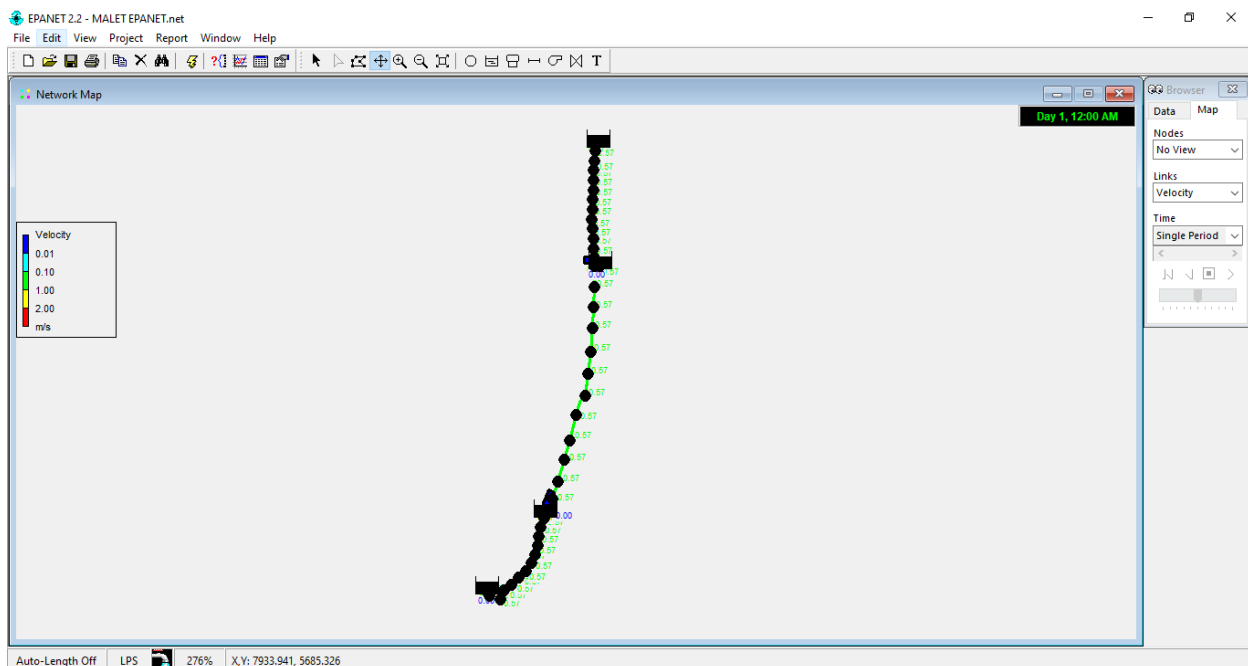
Garis pada program Epanet berwarna biru menandakan debit rendah, garis berwarna hijau adalah debit normal, garis berwarna kuning adalah debit sedang, sedangkan garis merah adalah debit yang besar. Kemampuan debit yang dialirkan selama 24 jam konstan dimana rata-rata debit normal yang dialirkan oleh jaringan pipa transmisi dari reservoir Malet sampai dengan reservoir Padpadan sebesar 10 lt/dt. Selanjutnya dengan cara *trial and error*, dicoba menggunakan pipa berdiameter 6 inch, menghasilkan kecepatan aliran sebesar 0,57 m/dt.

Tabel 5. Hasil Analisis Debit dan Kecepatan Aliran Program Epanet

Keterangan	No Profil	Hasil Analisis	Satuan
Debit	P.1 s/d P.39	10	lt/dt
Kecepatan (0,3 - 2 m/dt) min	P.1 s/d P.39	0.57	m/dt
Kecepatan (0,3 - 2 m/dt) max	P.1 s/d P.39	0.57	m/dt

Sumber : Hasil Analisis

Dalam analisis kecepatan aliran, dimensi pipa sangat diperlukan agar tidak terjadi kesalahan di dalam suatu perencanaan. Untuk nilai kecepatan aliran yang diijinkan dalam pipa adalah 0,3 – 2 m/dt. Sehingga kecepatan aliran hasil analisis sebesar 0,57 m/dt masuk dalam rentang yang diijinkan pada Permen PUPR No.18 Tahun 2007.



Gambar 4. Pemodelan Kecepatan Aliran Program Epanet

Sumber : Hasil Analisis

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) Kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Tiga pada tahun 2040 sebesar 9,9 lt/dt. Dengan ketersediaan air dari mata air Malet I dan Malet II rata-rata sebesar 10 lt/dt hanya mampu memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2042. Keseimbangan air atau *water balance* akan terjadi pada tahun 2042 hingga tahun 2043. (2) Tekanan maksimum pada pipa transmisi Sistem Penyediaan Air Minum Malet yaitu 158,06 mka atau 15,806 bar dimana terdapat tekanan yang melebihi kuat tekan pipa standar PN 10 bar. Sehingga menggunakan jenis pipa GIP karena mampu menahan tekanan hingga 35 bar. Pipa GIP dipasang sepanjang pipa yang memiliki tekanan melebihi

10 bar dan posisi pipa terekspose yaitu dari profil P1 hingga P4 sepanjang 240 m dan profil P15 hingga P16 sepanjang 400 m. Pipa transmisi sepanjang 4012 m menggunakan pipa PVC. (3) Diameter pipa yang ideal berukuran 6 inch atau 150 mm dan menghasilkan kecepatan aliran sebesar 0,57 m/dt. Kecepatan aliran tersebut masih masuk dalam rentang yang diijinkan oleh Permen PUPR No.18 Tahun 2007 yaitu 0,3 – 2 m/dt. Sehingga analisis telah sesuai dengan persyaratan. Pemanfaatan mata air Malet II menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan air penduduk di Desa Tiga hingga tahun prediksi yaitu tahun 2042.

DAFTAR PUSTAKA

- Fayomi, G. U., Onyari, E. K., & Jaiyeola, A. T. (2024). Quantitative assessment of open drainage and storm water runoff capacity in Nigeria: Consequences and way forward. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9(April), 100766. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100766>
- Guo, C., Yao, C., Wu, J., Qin, S., Yang, H., Li, H., & Mao, J. (2024). Field and numerical experiments of subsurface drainage systems in saline and low-permeability interlayered fields in arid regions. *Agricultural Water Management*, 300(December 2023), 108898. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108898>
- Liu, Z., & Xi, J. (2024). Modeling the vertical transmission of bioaerosols in residential building drainage systems. *Developments in the Built Environment*, 19(April), 100500. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100500>
- Nguyen, T. T. P., Nguyen, N. N., & Nguyen, A. V. (2024). Investigating the effect of interfacial hydrogen bonding on the surface mobility and foam drainage kinetics. *Journal of Molecular Liquids*, 401(January), 124656. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2024.124656>
- Taifour, W., Youssef, H., Ranjous, Y., Deeb, A., & Moughdeb, A. K. A. (2024). Uterine tube evisceration during drainage tube removal – A rare case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, 119(April), 109685. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2024.109685>
- Wang, J., O'Brien, E., Holloway, P., Nolan, P., Stewart, M. G., & Ryan, P. C. (2024). Climate change impact and adaptation assessment for road drainage systems. *Journal of Environmental Management*, 364(April), 121209. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121209>
- NSPM Kimpraswil. (2002). *Pedoman/petunjuk Teknik dan Manual, Air Minum Pedesaan*, Edisi Pertama. Jakarta.
- Darmasetiawan Martin. (2004). *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- PERMEN PU. (2007). *Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Nomor 18/PRT/M/2007*, Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.416/MENKES/SK/XI/2008 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*, Jakarta.

Direktorat Jendral Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum. (2000). *Kriteria Penyediaan Air Bersih*, Jakarta.

Rossman, L.A. (2000). *EPANET 2.2 User Manual*. United State Enviromental Protection Agency.