ISSN 0853-2982 eISSN 2549-2659

JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

Studi Sistem Penyediaan Air Baku di Kawasan Industri Park Kabupaten Morowali

I Wayan Sutapa(*)

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah, Email: wsutapa@yahoo.com

M. Galib Ishak

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah, Email: galibishak@yahoo.co.id

Abstrak

Dengan adanya kawasan industri di Kabupaten Morowali maka diperlukan penyediaan air untuk mendukung industri tersebut dan masyarakat sekitarnya. Studi ini bertujuan untuk membuat sistem penyediaan air baku dengan kajian hidrologi dan hidrolika sehingga air bisa mengalir dari intake dan sampai ke daerah layanan secara gravitasi. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan seperti: data hidroklimatologi, peta DAS, peta topografi, dan kependudukan. Analisis yang dilakukan meliputi: proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Geometrik, kebutuhan air dari pedoman kriteria penyediaan air bersih, ketersediaan air dengan Metode FJ. Mock dan simulasi pipa dengan Epanet. Hasil dari studi ini berupa debit andalan 830 lt/dt (terkecil) dan 6607 lt/dt (terbesar), sedangkan kebutuhan airnya terbesar 57,51 lt/dt. Ini mengindikasikan air tercukupi sepanjang tahun. Hasil simulasi Epanet didapatkan pada WTP/(Reservoir) Makarti terdapat tinggi tekan 6,56 m; Reservoir rusunawa 9,0 m dan Reservoir Bete-Bete 5,29 m dari elevasi tanah masing-masing. Artinya air dapat mengalir secara gravitasi ke daerah layanan. Panjang dan diameter pipa yang digunakan adalah: dari intake-WTP: Ø400 mm, L = 2530 m; WTP-patok A49: Ø400 mm, L = 2765 m; patok A49-Rusunawa: Ø250 mm, L = 4805 m; patok A49-Bete-Bete: Ø150 mm, L = 2569 m; WTP-Makarti: Ø150 mm, L = 168 m.

Kata kunci: Air baku, FJ. mock, epanet, neraca air.

Abstract

With the existence of an industrial area in Morowali Regency, it is necessary to provide water to support the industry and the surrounding community. This study aims to create a raw water supply system with hydrological and hydraulic studies so that water can flow from the intake and reach the service area by gravity. The methods used include data collection such as: hydro-climatological data, watershed maps, topographic maps, and population. The analysis includes: population projection using the Geometric Method, water needs from the guidelines for clean water supply criteria, water availability using the FJ Mock method and simulations with Epanet. The results of this study are the dependable discharge of 830 l/s (smallest) and 6607 l/s (largest), while the largest water requirement is 57.51 l/s. This indicates sufficient water throughout the year. Based on the epanet simulation results, it is obtained that at the WTP / Makarti Reservoir there is a pressure height of 6.56 m; Reservoir Rusunawa 9.0 m and Reservoir Bete-Bete 5.29 m from the ground elevation respectively. This means that water can flow gravity into the service area. The length and diameter of the pipe used are: from the intake-WTP: Ø400 mm, L = 2530 m; WTP- A49: Ø400 mm, L = 2765 m; A49-Rusunawa: Ø250 mm, L = 4805 m; A49-Bete-Bete: Ø150 mm, L = 2569 m; WTP-Makarti: Ø150 mm, L = 168m.

Key words: Raw water, FJ. mock, epanet, water balance.

1. Pendahuluan

Kebutuhan air bersih merupakan salah satu unsur penting dalam kehidupan manusia. Sebagai faktor pendukung kehidupan manusia, ketersediaan air yang cukup dari segi kuantitas dan kualitas wajib dipenuhi. Hal ini sesuai dengan kesepakatan *Millenium Development Goals* (MDG's) tahun 2000 dan dilanjutkan dengan *Sustainability Development Goal's (SDG'S)* Tahun 2015 sebagai seruan universal dalam bertindak untuk mengakhiri kemiskinan, melindungi planet ini, dan memastikan bahwa pada tahun 2030 semua orang menikmati perdamaian dan kemakmuran. Salah satu sasarannya adalah peningkatan akses air minum dan sanitasi. Kabupaten Morowali memiliki potensi sumber daya alam nikel yang cukup besar sehingga banyak investasi yang masuk pada daerah tersebut. Dari sumber daya alam yang ada telah dimanfaatkan dengan adanya pembangunan pengolahan dan pemurnian (*smelter*) nikel untuk pemenuhan kawasan industri tersebut. Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini Kementerian

*Penulis Korespondensi

Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7

Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat telah melaksanakan dukungan pada kawasan industri tersebut dengan memfasilitasi pembangunan *flyover* serta Rusunawa. Dukungan tersebut perlu dilanjutkan dengan menyediakan air baku untuk kawasan industri, rusunawa dan masyarakat setempat.

Studi ini bertujuan untuk membuat sistem penyediaan air baku dengan mengkaji hidrologi dan hidrolika sehingga air bisa mengalir dari *intake* dan sampai ke daerah layanan secara gravitasi.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi studi

Lokasi studi berada Daerah Aliran Sungai (DAS) Padabaho, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah dengan luas DAS 80,0 km^2. **Gambar 1** menunjukkan peta Sulawesi (kiri) dan DAS Padabaho (kanan) yang merupakan lokasi dari penelitian ini.

2.2 Data

Beberapa data yang digunakan dalam studi ini antara lain:

1. Data hujan dan data klimatologi yang diambil dari stasiun terdekat. Data hujan digunakan Stasiun Bahomoleo dan data klimatologi digunakan Stasiun Kasiguncu dengan pengamatan selama 10 tahun (2010-2019) yang didapatkan dari Kantor BMKG Palu.
2. Peta DAS Bahodopi didapatkan dari Kantor Bakosurtanal Bogor
3. Data kependudukan didapatkan dari survei langsung di lapangan dan Kantor BPS Kabupaten Morowali (Kecamatan Bahodopi dalam Angka, 2019). Nama desa dan jumah penduduk yang dilewati oleh jaringan air baku ini adalah: Desa Makarti (1058 jiwa), Desa Labota (6744 jiwa), Desa Padabaho (564 jiwa), dan Desa Bete-Bete (1253 jiwa); jumlah kamar Rusunawa (2500 buah); Kemenhan 1 batalyon (700 tentara, 1 tentara = 5 orang, tiga angkatan: AD, AL, AU, sehingga menjadi: 700 x 5 x 3 = 10.500 jiwa).
4. Data topografi Sungai Padabaho dan *trace* jaringan pipa air baku yang didapatkan dari Kantor Balai Wilayah Sungai Sulawesi III, Palu, Sulawesi Tengah.

2.3 Kajian pustaka

2.3.1 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah peristiwa kehilangan air dari jaringan tanaman dan permukaan tanah yang dipakai sebagai tempat tumbuh tanaman. Banyak metode yang dapat digunakan untuk menghitung evapotranspirasi. Dalam studi ini mengunakan Metode Penman modifikasi (Hadisusanto, 2011; Sutapa, et al., 2020).

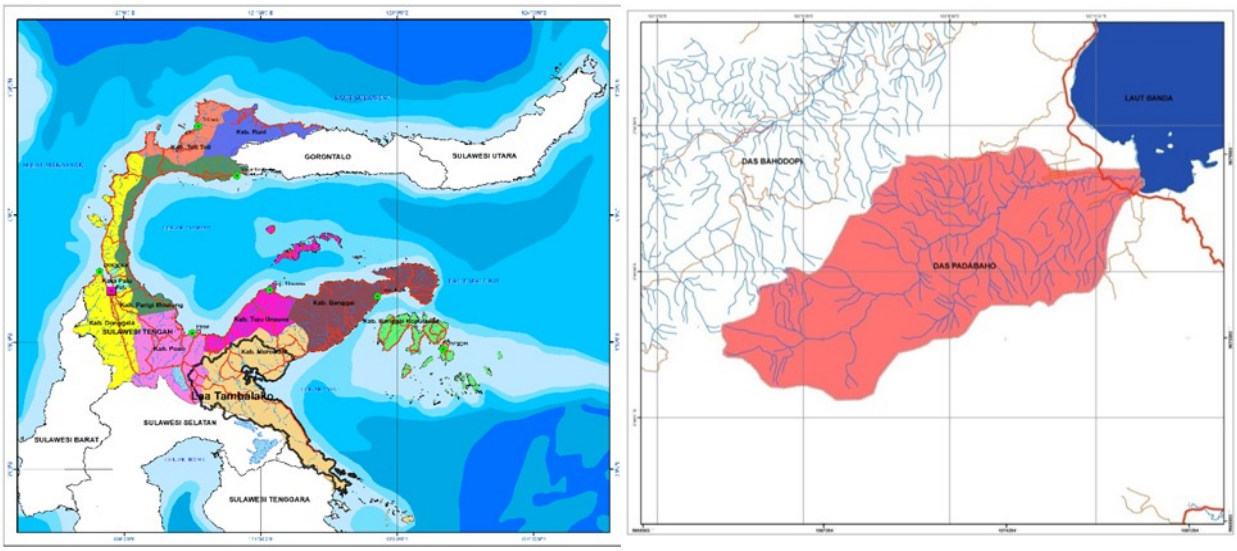
$$ETo = C\,(W.\,Rn + (1 - W).\,f(u).\,(ed - ea)) \qquad (1)$$

Dimana:

ETo	=	evapotranspirasi (mm/hari)
W	=	temperatur yang berhubungan dengan faktor penimbang
Rn	=	*net* radiasi *equivalen* evaporasi (mm/hari)
f(U)	=	fungsi kecepatan angin
(ed-ea)	=	*saturation deficit* (mbar)
C	=	faktor pendekatan untuk kompensasi efek kondisi cuaca siang dan malam hari

2.3.2 Ketersediaan air sungai

Di lokasi studi belum tersedia data debit jangka panjang, oleh sebab itu untuk mendapatkan seri debit tersebut dilakukan dengan model simulasi hujan-aliran, untuk mensimulasi data hujan menjadi data debit sungai. Banyak metode yang dapat digunakan, dalam studi ini digunakan metode FJ. Mock (Hadisusanto, 2011), (Mock, 1973), (Lily Montarcih Limantara & Whima Regianto Putra, 2016). (Meylis Safriani, et al., 2016).



Gambar 1. Lokasi studi

Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7

2.3.3 Debit andalan

Debit andalan adalah debit yang diharapkan selalu tersedia sepanjang tahun dengan risiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin (Lily Montarcih Limantara, 2009), (Soemarto, 1987). Debit andalan untuk berbagai keperluan disajikan pada **Tabel 1**.

Probabilitasnya dihitung dengan persamaan Weibull (Hadisusanto, 2011):

$$P = \frac{m}{n+1} \tag{2}$$

Dimana:

P = probabilitas (%)
m = nomor urut data
n = jumlah data pengamatan

Tabel 1. Debit andalan untuk berbagai tujuan

Kebutuhan	Debit Andalan (%)
Air minum	99
Air Irigasi	95 - 98
Air Irigasi:	
Daerah basah	70 - 85
Daerah kering	80 - 95
PLTA	85 - 90

2.3.4 Kebutuhan air

Penyediaan air baku di daerah studi direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air baku domestik dan non domestik. Kebutuhan air baku domestik ialah pemakaian air untuk aktifitas di lingkungan rumah tangga. Penyediaan air baku domestik dihitung dengan berdasarkan: jumlah penduduk, presentase jumlah penduduk yang akan dilayani, cara pelayanan air, dan konsumsi pemakaian air (lt/org/hari). Sedangkan kebutuhan air non-domestik ialah pemakaian air diluar pemakaian untuk rumah tangga, seperti keperluan niaga, kesehatan, sosial, perkantoran, pendidikan dan peribadatan. Kebutuhan air domestik didasarkan pada jumlah penduduk dan proyeksinya. Untuk mengetahui prosentase kenaikan jumlah penduduk rata-rata pertahun diperlukan data jumlah penduduk yang ada sejak 5 – 10 tahun terakhir. Rumus yang digunakan (Asta, 2018), :

$$r = \frac{(\Sigma ri)}{n} \tag{3}$$

Proyeksi jumlah penduduk mengunakan Metode Geometrik dengan rumus sebagai berikut (Zulkipli, et al., 2012), (Asta, 2018), (Yahya, 2019):

$$Pn = Po\ (1 + r)^n \tag{4}$$

Berdasarkan Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya PU, 1996 maka kebutuhan air bersih dilihat pada **Tabel 2** (DPU, 1996), (Yermia Kumaat Tumanan, et al., 2017):

Tabel 2. Kriteria perencanaan air bersih

	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		> 1.000.000	500.000 - 1.000.000	100.000 - 500.000	20.000 - 100.000	< 20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Lt/org/hr)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60-80
2	Konsumsi Unit Hidran (HU) (Lt/org/hr)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3	Konsumsi Unit Non Domestik					
	a. Niaga Kecil (Lt/unit/hr)	600 - 900	600 - 900		600	
	b. Niaga Besar (Lt/unit/hr)	1000 - 5000	1000 - 5000		1500	
	c. Industri Besar (Lt/dt/ha)	0,2 - 0,8	0,2 - 0,8		0,2 - 0,8	
	d. Pariwisata (Lt/dt/ha)	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3		0,1 - 0,3	
4	Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5	Faktor Harian Maksimum	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian	1,15 - 1,25 * harian
6	Faktor Jam Puncak	1,75 - 2,0 * harian	1,75 - 2,0 * harian	1,75 - 2,0 * harian	1,75 * harian maks	1,75 - 2,0 * harian
7	Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (meter)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11	Volume *Reservoir* (% max day demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12	SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7

2.3.5 Epanet

Epanet adalah program komputer berbasis windows yang merupakan program simulasi dari perkembangan waktu dengan profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi, yang didalamnya terdiri dari titik/*node/junction* pipa, pompa, *valve (accessories)* dan *reservoir*, baik *ground revervoir* maupun *elevated reservoir*. *Out-put* yang dihasilkan dari program *Epanet* antara lain debit yang mengalir dalam pipa (liter/detik), tekanan air dari masing-masing titik/*node/junction* yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan *reservoir*. Program *Epanet* menggunakan persamaan Hazen-Williams (Asta, 2018), (Gupta, 1989), (Sutapa, 2015), (Tirta, 2016):

$$Q = 0{,}27853 \text{ x } C \text{ x } D^{2,63} \text{ x } S^{0,34} \quad (5)$$

$$hf = \left(\frac{10{,}666 x Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \right) L \quad (6)$$

Dimana:

Q = debit aliran (m^3/detik)
C = koefisien Hazen Williams untuk pipa
D = diameter pipa (m)
S = kemiringan hidrolis (m/m)
hf =kehilangan energi (m)

2.4 Metode

Untuk menyelesaikan studi ini, beberapa tahapan yang akan dilakukan antara lain:

1. Pengumpulan data
2. Menghitung evapotranspirasi dengan Metode Penman Modifikasi
3. Menghitung ketersediaan air dengan Metode FJ. Mock
4. Menghitung debit andalan dengan Metode Weibull
5. Menghitung proyeksi penduduk dengan Metode Geometrik
6. Menghitung kebutuhan air berdasarkan proyeksi jumlah penduduk, rusunawa dan kemenhan sesuai pedoman kriteria Perencanaan Air Bersih (SNI 7831:2012 tentang Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih)
7. Menganalisis neraca air dari debit tersedia dan debit kebutuhan (SNI 6728-1-2015 tentang Neraca Air)
8. Merencanakan letak bangunan pengambilan air/ *intake*, WTP dan *Reservoir* dari peta hasil pengukuran peta topografi
9. Membuat skema jaringan pipa air beserta kebutuhan air dari masing-masing wilayah
10. Menrancang jaringan pipa dengan program *Epanet*
11. *Running* simulasi Epanet dan evaluasi hasil *Epanet*

3. Hasil dan Pembahasan

Ketersediaan air sungai dihitung dengan Metode FJ. Mock. Inputnya berupa data hujan, evapotranspirasi, dan luas DAS. Debit andalan dihitung dengan mengurutkan data debit tersebut dari kecil kebesar yang selanjutnya dapat diketahui debit andalannya dengan Metode Weibul pada probabilitas 90% (Q_{90}) (Lily Montarcih Limantara, 2009), (Soemarto, 1987). Hasilnya disajikan pada **Tabel 3**.

Perhitungan kebutuhan air dilakukan mulai dari proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Geometrik seperti pada **Tabel 4** dan perhitungan kebutuhan air dihitung sesuai Pedoman Kriteria Penyediaan Air baku dari Dirjen Cipta Karya tahun 1996. Hasilnya disajikan pada **Tabel 5**.

Dengan diketahuinya kebutuhan air dan ketersediaan air maka dapat dibuatkan neraca air untuk Sungai Padabaho seperti disajikan pada **Tabel 6** dan **Gambar 2**. Dari tabel dan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa sepanjang tahun terjadi kelebihan air di Sungai Padabaho dengan pengambilan air untuk penduduk di sekitar lokasi studi, rusunawa, kemenhan dan industri.

Kegiatan topografi berupa pengukuran Sungai Padabaho sebagai rencana pengambilan air/ *intake* dan

Tabel 3. Ketersediaan air sungai Padabaho (m^3/dt)

No. Urut	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	3,56	2,05	2,10	4,91	1,44	0,80	3,79	1,55	1,10	0,63	0,37	1,13
2	4,01	4,16	4,57	6,61	1,54	1,73	4,30	2,00	1,64	0,83	3,39	1,82
3	4,84	4,18	5,48	6,84	1,74	3,37	5,10	3,02	1,99	0,90	3,60	4,14
4	5,23	5,25	5,95	7,75	4,91	8,68	5,29	3,10	2,11	1,17	4,34	4,30
5	5,36	6,11	6,09	10,22	5,85	9,41	5,42	4,44	2,87	1,91	4,45	5,01
6	5,49	6,60	7,02	10,58	8,86	11,44	5,93	4,73	2,88	2,77	4,95	7,57
7	5,91	6,70	7,29	11,20	10,97	11,56	8,82	4,78	3,38	2,95	5,18	8,98
8	9,63	6,74	7,36	13,48	12,50	12,87	9,90	5,60	3,38	3,63	5,59	9,02
9	10,30	7,18	10,80	13,70	12,73	13,80	12,82	5,87	4,44	3,98	9,24	9,49
10	11,16	9,20	10,81	14,82	16,40	22,79	15,80	7,64	4,46	5,09	13,69	9,96
Q90	4,01	4,16	4,57	6,61	1,54	1,73	4,30	2,00	1,64	0,83	3,39	1,82

Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7

pengukuran *trace* jaringan pipa mulai dari *intake*, melalui beberapa desa seperti Desa Makarti, Desa Labato, Desa Padabaho dan Desa Bete-Bete, seperti disajikan pada **Gambar 3.**

Tabel 4. Proyeksi jumlah penduduk metode geometrik

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan	
			Jiwa	%
1	2019	9.619		
2	2020	9.691	73	0,75
3	2021	9.764	73	0,75
4	2022	9.838	74	0,75
5	2023	9.913	74	0,75
6	2024	9.988	75	0,75
7	2025	10.063	75	0,75
8	2026	10.139	76	0,75
9	2027	10.216	77	0,75
10	2028	10.293	77	0,75
11	2029	10.371	78	0,75
12	2030	10.449	78	0,75

Dengan menggunakan peta topografi dan kebutuhan air maka dapat dibuatkan skema jaringan pipa air baku setiap *Reservoir* dan pada jaringan pipa, seperti disajikan pada **Gambar 4.**

Berdasarkan analisis kebutuhan air dan skema jaringan pipa air baku dapat diketahui kebutuhan air baku adalah 60,00 lt/dt, yang terbagi dalam 3 *Reservoir*, yaitu: *reservoir* 1 (Desa Makarti) untuk melayani 30,95 lt/dt, *Reservoir* 2 (Desa Bete-Bete) untuk melayani 3,55 lt/dt dan *Reservoir* 3 (Rusunawa) untuk melayani 25,50 lt/dt. Demikian juga elevasi yang didapatkan dari hasil pengkuran topografi, dimana *intake* direncanakan pada elevasi muka air +40,0 (patok K75); WTP/*Reservoir* 1 elevasi +22,0 (patok K11); *Resorvoir* 2 pada elevasi +12,61 (patok B54) dan *Reservoir* 3 pada elevasi +12,0 (patok AB101). Hal ini dijadikan sebagai dasar dalam simulasi *Epanet*. Hasil *running Epanet* disajikan pada **Gambar 5.**

Tabel 5. Perhitungan kebutuhan air

No	Uraian	Satuan	Bulan												Rata-Rata
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
A	Kependudukan														
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449	23.449.19
	a. Penduduk 4 desa	Jiwa	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449	10.449.19
	b. Rusunawa	Jiwa	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500.00
	c. Kemenham	Jiwa	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500.00
2	Tingkat Pelayanan	%	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90.00
3	Penduduk Terlayani	jiwa	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104	21.104,27
4	Jumlah Penduduk Per SR	jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
B	Kebutuhan Domestik														
1	Jumlah SR	Unit	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.221	4.220,85
2	Pemakaian per orang	l/org/hari	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90.00
3	Kebutuhan Air SR	m3/hari	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899,38
4	Kebutuhan Domestik	l/det	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98	21,98
C	Kebutuhan non domestik														
	15% dari kebutuhan Domestik	%	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15,00
	Kebutuhan non domestik	m3/hari	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	284,91
		l/det	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
D	Kebutuhan Air Total	l/det	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28	25,28
E	Kehilangan air														
	% Kehilangan air	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30,00
	Jumlah kehilangan air	l/det	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58
F	Kebutuhan air rata-rata (D+E)	l/det	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87	32,87
G	Kebutuhan air maksimum														
	Faktor koefisien		1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	Kebutuhan air Perkotaan	l/det	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08	41,08
H	Kebutuhan Jam Puncak														
	Faktor koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	Kebutuhan Air	l/det	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51
	TOTAL	l/det	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51	57,51
		m3/det	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575

Sumber : Hasil Perhitungan

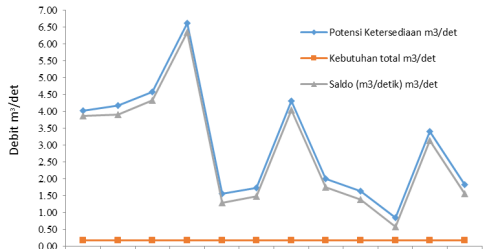
Tabel 6. Neraca air

No	Neraca Sumber Daya Air	Satuan	Bulan												Rata-Rata
			Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1	Potensi Ketersediaan	m^3/det	2,3235	2,4093	2,6476	3,8263	0,8935	1,0024	2,4892	1,1593	0,9484	0,4807	1,9654	1,0528	1,7665
2	Kebutuhan	m^3/det	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575	0,0575
3	Pengambilan di hilir S Padabaho	lt/dt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
4	Saldo (m3/detik)	m^3/det	2,2660	2,3518	2,5901	3,7688	0,8360	0,9449	2,4316	1,1017	0,8909	0,4232	1,9079	0,9953	1,7090
	Saldo (liter/detik)	liter/det	2,266	2,352	2,590	3,769	836	945	2,432	1,102	891	423	1,908	995	1,7090

Sumber : Hasil Perhitungan

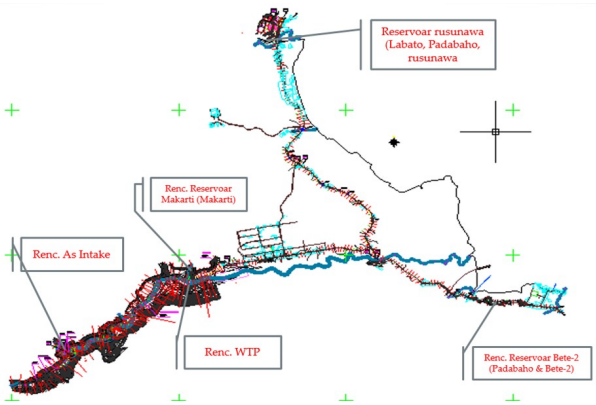
Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7

Dari hasil perhitungan, dengan debit aliran sebesar 70,0 lt/dt (patok K75) dan konstanta dinding pipa (C_{HW}) sebesar 100 dan dengan diameter pipa sebesar 400 mm, maka sisa tekan yang didapat di titik rencana WTP adalah 6,56 m (patok K11). Ketinggian itu cukup untuk langsung dimasukkan ke awal pengolahan air di WTP.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Potensi Ketersediaan m3/det	4.0122	4.1602	4.5717	6.6071	1.5428	1.7309	4.2981	2.0017	1.6376	0.8300	3.3937	1.8180
Kebutuhan total m3/det	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575	0.1575
Saldo (m3/detik) m3/det	3.8547	3.9027	4.3142	6.3496	1.2853	1.4734	4.0406	1.7442	1.3801	0.5725	3.1362	1.5605

Gambar 2. Neraca air sungai Padabaho



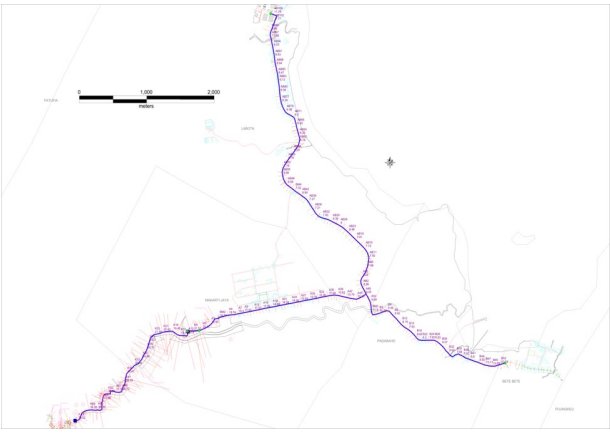
Gambar 3. Rencana *intake*, WTP dan *reservoir*

Dari hasil perhitungan, dengan debit aliran sebesar 60,0 l/dt (patok K11) dan konstanta dinding pipa (C_{HW}) sebesar 120 dan dengan diameter pipa sebesar 400 mm, maka sisa tekan yang didapat di titik rencana WTP adalah 15,05 m (patok A49).

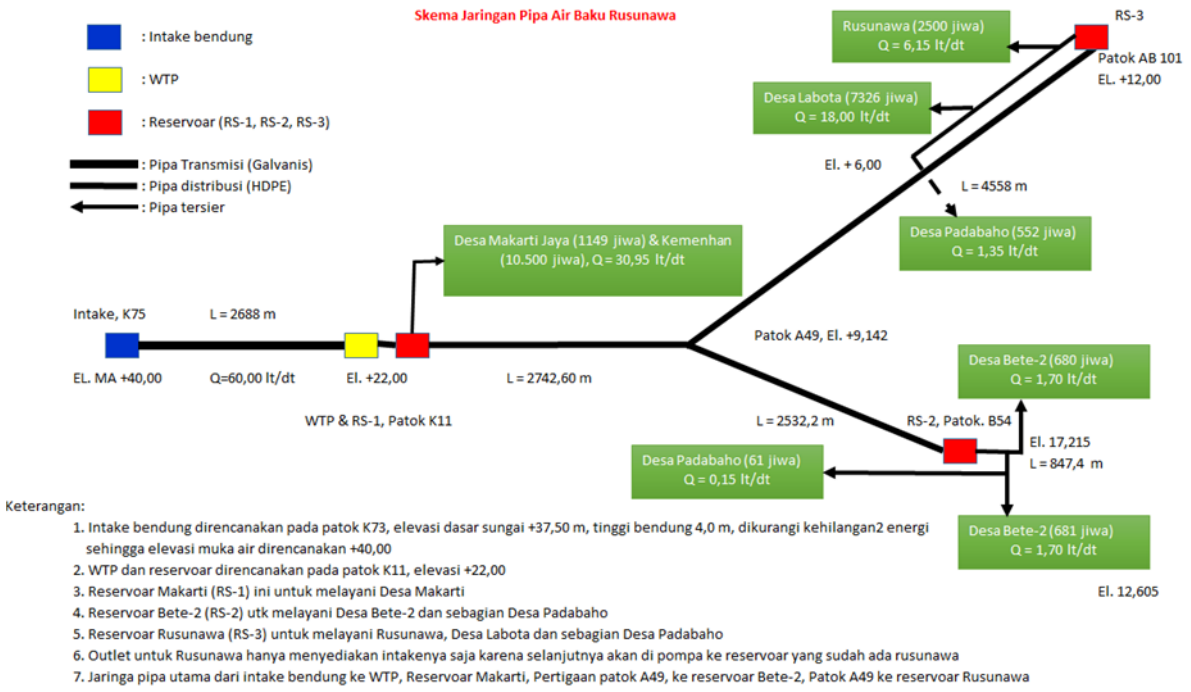
Dari hasil perhitungan, dengan debit sebesar 24,30 l/dt (patok A49) dan konstanta dinding pipa (C_{HW}) sebesar 120 dan dengan diameter pipa sebesar 250 mm, maka sisa tekan yang didapat di titik rencana *reservoir* adalah 9,00 m (patok AB101).

Dari hasil perhitungan, dengan debit sebesar 4,75 l/dt (patok A49) dan konstanta dinding pipa (C_{HW}) sebesar 120 dan dengan diameter pipa sebesar 150 mm, maka sisa tekan yang didapat di titik rencana *reservoir* adalah 5,29 m (patok B54).

Diameter dan panjang pipa jaringan pipa hasil *running Epanet* disajikan pada **Tabel 7.**

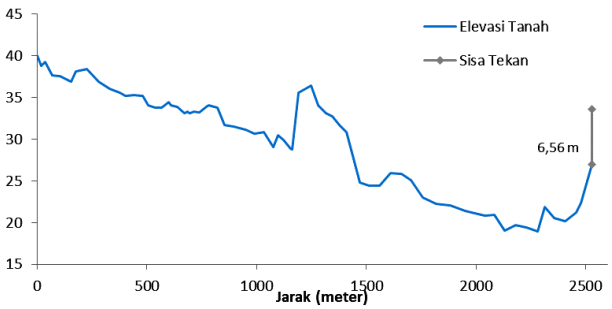


Gambar 5. Skematisasi jaringan pipa dengan epanet

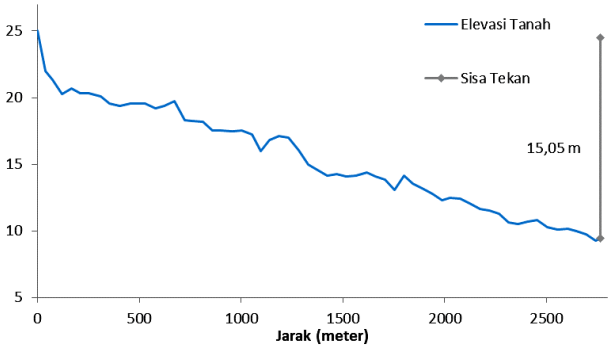


Gambar 4. Skema jaringan pipa air baku

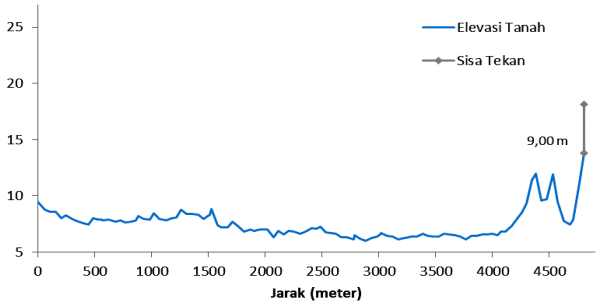
Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7



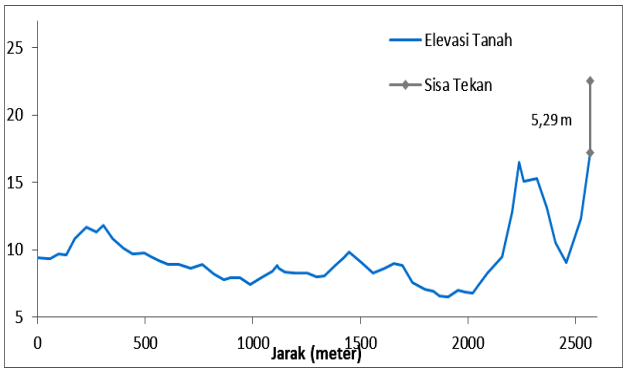
Gambar 6. Profil memanjang pipa transmisi *Intake*-WTP



Gambar 7. Profil memanjang pipa JDU (dari WTP ke A49)



Gambar 8. Profil memanjang pipa JDU (dari A49 ke rusunawa)



Gambar 9. Profil memanjang pipa JDU (dari A49 ke Bete-Bete)

Tabel 7. Diameter pipa air baku

Diameter (mm)	Transmisi	JDU			
	KK	LA (K11-A49)	NA (A49-AB101)	NB(A49-B54)	NC
400.0	0	2.765	0	0	0
350.0	2.530	0	0	0	0
250.0	0	0	4.805	0	0
150.0	0	0	0	2.569	168
Total (m)	2.530	2.765	4.805	2.569	168
Keterangan	*Intake* - WTP	WTP – Cabang patok A49	Cabang A49 - Labato	Cabang A49- Bete-2	Makarti Jaya
Debit (lt/dt)	70,0	60,0	24,30	4,75	30,95

4. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari studi ini antara lain:

1. Debit andalan besarnya antara 830 lt/dt (terkecil) dan 6607 lt/dt (terbesar), sedangkan kebutuhan airnya terbesar 57,51 lt/dt. Ini mengindikasikan air tercukupi sepanjang tahun.
2. Hasil simulasi *Epanet* didapatkan pada WTP/ *Reservoir* Makarti terdapat tinggi tekan 6,56 m; *Reservoir* Rusunawa 9,0 m dan *Reservoir* Bete-Bete 5,29 m dari elevasi tanah masing-masing. Artinya, air dapat mengalir secara gravitasi ke daerah layanan.
3. Panjang dan diameter pipa yang digunakan adalah: dari *intake*-WTP: Ø400 mm, L = 2530 m; WTP-patok A49: Ø400 mm, L = 2765 m; patok A49-Rusunawa: Ø250 mm, L = 4805 m; patok A49-Bete-Bete: Ø150 mm, L = 2569 m; WTP-Makarti: Ø150 mm, L = 168 m.

Daftar Pustaka

Asta, 2018. Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Distribusi Jaringan PDAM Persemaian Kota Tarakan (Studi Kasus Kecamatan Tarakan Barat). *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil,* 2(1), pp. 61-68.

DPU, 1996. *Kriteria Perencanaan Air Baku,* Jakarta: Dirjen Cipta Karya.

Gupta, R. S., 1989. *Hydrology and Hydraulic Systerm*. London: Frentice Hall.

Hadisusanto, N., 2011. *Aplikasi Hidrologi.* Malang (Jawa Timur): Jogja Mediautama.

Lily Montarcih Limantara, 2009. *Hidrologi Teknik Sumber Daya Air.* Malang: Citra.

Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7

Lily Montarcih Limantara & Whima Regianto Putra, 2016. Analisa Keandalan Tampungan Waduk di Embung Tambak Pocok Bangkalan. *Jurnal Teknik Sipil,* 23(2), pp. 127-134.

Meylis Safriani, Alfiansyah Yulianur & Azmeri, 2016. Analisis Pengaruh Intersepsi Lahan Kelapa Sawit terhadap Ketersediaan Air di Kabupaten Nagan Raya (Studi Kasus pada Sub DAS Krueng Isep). *Jurnal Teknik Sipil,* 23(2), pp. 135-144.

Mock, F., 1973. *Land Capability Appraisal and Water Availability Appraisal,* Bogor, Indonesia: FAO.

Soemarto, C., 1987. *Hidrologi Teknik.* Surabaya: Usaha Nasional.

Sutapa, I. W., 2015. *Studi Pemenuhan Air Baku di Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah.* Denpasar, Bali, s.n.

Sutapa, I. W., Saparuddin & Wicana, S., 2020. Sensitivity of methods for estimating potential evapotranspiration to climate change. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1-9.

Tirta, D., 2016. Perencanaan Peningkatan Kapasitas Produksi Air Bersih Ibukota Kecamatan Nuangan. *Jurnal Sipil Statik,* 4(8), pp. 481-490.

Yahya, L. D. N., 2019. Studi Penyediaan Air Bersih di Desa Bulotalangi Timur Kecamatan Bulango Timur Kabupaten Bone Bolango. *Radial,* 7(2), pp. 136-152.

Yermia Kumaat Tumanan, Alex Binilang & Isri R. Mangangka, 2017. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Uuwan Kecamatan Dumoga Barat Kab. Bolaang Mangondow. *Jurnal Sipil Statik,* 5(4), pp. 225-235.

Zulkipli, Widandi Soetopo & Hari Prasetijo, 2012. Analisis Neraca Air Permukaan DAS Renggung untuk memenuhi Kebutuhan Air Irigasi dan Domestik Penduduk Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan,* 3(2), pp. 87-96.

Diterima 22 Pebruari 2021, Direvisi 1 Agustus 2021, Diterima untuk dipublikasikan 18 Agustus 2021
Copyright © 2021 Diterbitkan oleh Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2021.28.1.7