

ANALISIS NERACA AIR SUNGAI TENDEKI DI TITIK BENDUNG TENDEKI KOTA BITUNG

Chresto Ezra Wahongan

Jeffrey S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: chrwahongan@gmail.com

ABSTRAK

Bendung Tendeki memanfaatkan air dari Sungai Tendeki untuk dikelola menjadi air minum oleh PDAM. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan studi mengenai analisis neraca air untuk melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Tendeki.

Ketersediaan air DAS Tendeki dihitung menggunakan debit andalan dengan pencatatan data debit terukur selama 10 tahun yang selanjutnya menghitung debit andalan Q90% sebagai ketersediaan air dan Q95% sesuai Peraturan Pemerintah untuk pemeliharaan sungai. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan pengambilan air IPA-SPAM PDAM dan kebutuhan pemeliharaan sungai atau Q95%. Analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan air dengan kebutuhan air total di DAS Tendeki.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan air minum dan kebutuhan pemeliharaan sungai Q95% tidak terpenuhi karena debit yang besar sehingga ketersediaan air tidak mencukupi. Ketersediaan air Q90% masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air minum PDAM.

Kata Kunci : Sungai Tendeki, DAS Tendeki, Debit Andalan, Neraca Air

PENDAHULUAN

Latar belakang

Neraca air adalah perbandingan antara ketersediaan ataupun masukan air dengan kebutuhan ataupun pemakaian air di suatu tempat dalam periode tertentu. Dengan adanya analisis neraca air dapat diketahui apakah jumlah air mengalami kelebihan (surplus) ataupun mengalami kekurangan (defisit) (Dengo dkk., 2016)

Sungai Tendeki yang berada di Kota Bitung, merupakan salah satu sungai yang bermuara di Sungai Girian. Sungai Tendeki dimanfaatkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) untuk digunakan sebagai salah satu sumber air yang diolah menjadi air minum bagi masyarakat kota Bitung.

Perlu dilakukan analisis neraca air guna menghitung ketersediaan air sungai terhadap kebutuhan air sungai. Harapannya, dengan studi analisis ini dapat membantu mengatur keseimbangan penggunaan air sungai sehingga bisa digunakan lebih optimal dan efisien.

Rumusan Masalah

Apakah ketersediaan air Sungai Tendeki dapat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan

air pada Instalasi Penyediaan Air Sistem Penyediaan Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum (IPA-SPAM-PDAM).

Batasan Masalah

Kebutuhan air dihitung sesuai dengan daerah layanan yang ada yaitu dari Kelurahan Tendeki sampai ke titik tinjauan bendung.

Tujuan Penelitian

Penelitian dalam Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui neraca air di Sungai Tendeki tepatnya di titik Bendung Tendeki.

Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian dalam Tugas Akhir ini dapat diketahui potensi atau ketersediaan air Sungai Tendeki, sehingga dapat digunakan untuk optimasi penggunaan air Sungai Tendeki.

LANDASAN TEORI

Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju

sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau.

Untuk mendapatkan luas DAS, terlebih dahulu harus menentukan batas-batas DAS tersebut dengan bantuan peta yang memiliki garis kontur yang jelas (Bambang Triatmodjo, 2008).

Teori Perbandingan DAS

Pemodelan perbandingan DAS dapat digunakan untuk mengisi data-data yang hilang ataupun tidak tersedia. Teori ini bisa digunakan apabila letak titik pemodelan ada pada DAS yang sama dengan titik data terukur. Sebagai contoh untuk mencari data debit pada suatu titik pemodelan, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_{\text{model}} = \frac{Q_{\text{observed}} \times A_{\text{model}}}{A_{\text{observed}}} \quad (1)$$

Dengan :

Q_{model} = Debit yang akan dimodelkan/dicari

Q_{observed} = Debit terukur/tersedia

A_{model} = Luas DAS dari titik data pemodelan

A_{observed} = Luas DAS dari titik data terukur/tersedia

Analisis Ketersediaan Air

Ketersediaan air ini dinyatakan dengan hasil perhitungan rata-rata dalam satuan waktu tertentu atau hasil perhitungan debit andalan yang dihubungkan dengan probabilitas tertentu.

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun dan didapat dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui, kemudian ditetapkan suatu andalan berupa frekuensi kejadian yang di dalamnya terdapat paling sedikit satu kegagalan. Data debit yang digunakan untuk menghitung debit andalan harus memenuhi kriteria berikut ini:

- Memiliki panjang pencatatan data minimal lebih dari 10 tahun

- Data debit dengan interval waktu tertentu seperti bulanan atau tengah bulanan atau 10 harian digunakan untuk perhitungan debit andalan sesuai peruntukannya harus memiliki kualitas yang cukup baik, dengan melakukan validasi terlebih dahulu seperti uji keseragaman, ketidaktergantungan dan *outlier* (ambang batas).

Selanjutnya, analisis debit andalan dapat dilakukan sesuai data yang tersedia.

a) Jika tersedia data debit observasi di sungai yang sesuai dengan persyaratan dapat langsung dilakukan perhitungan.

b) Jika data debit observasi tidak tersedia dan/atau tidak lengkap maka diperlukan perhitungan debit simulasi yang memerlukan data antara lain: data hujan, data klimatologi, dan data daerah aliran sungai sesuai dengan keperluan model.

Berdasarkan SNI 6738:2015, untuk air baku debit andalan yang akan digunakan adalah debit $Q_{90\%}$, yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan akan terjadi sebesar 90% dan tidak terpenuhi sebesar 10%. Tingkat keandalan debit dihitung berdasarkan nilai probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull sebagai berikut:

$$P(\%) = \frac{m_1}{n+1} \times 100\% \quad (2)$$

$P(\%)$ = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang akan diharapkan selama periode pengamatan (%);

m_1 = Nomor urut data;

n = Jumlah data.

Analisis Neraca Air

Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Persamaan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan Air} - \text{Kebutuhan Air}$$

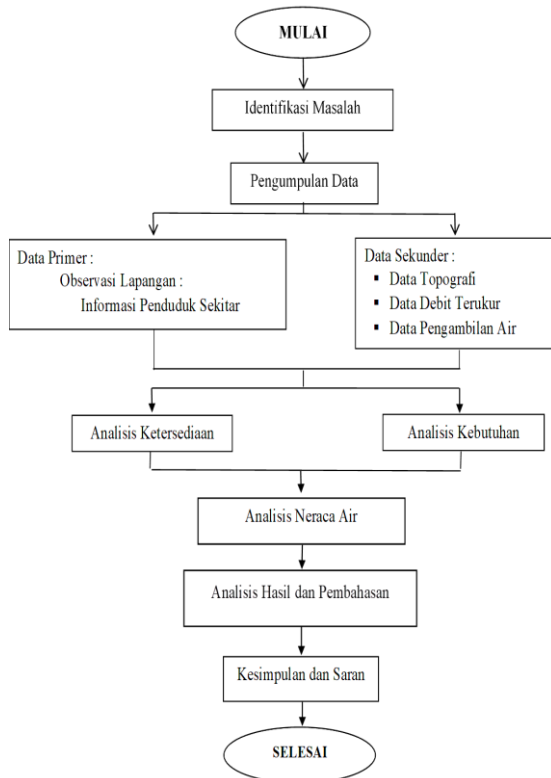
Jika hasil perhitungan neraca air positif menandakan terjadi kelebihan air, sedangkan jika hasilnya negatif, menandakan terjadinya kekurangan air di lokasi yang diteliti.

METODOLOGI PENELITIAN

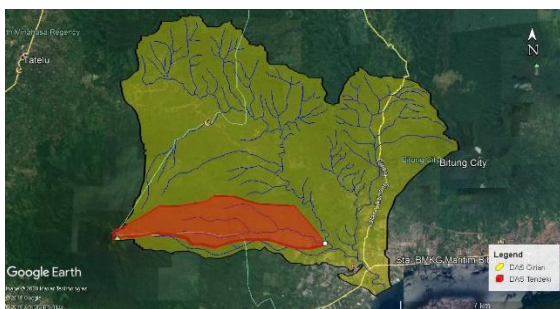
Langkah-langkah pelaksanaan penelitian :

Analisis Luas DAS

Dengan bantuan peta yang bersumber dari BWWS 1 dan peta citra satelit diketahui DAS



Tendeki dengan luas 11,549 km² merupakan bagian dari DAS Girian yang memiliki luas 106,74 km². Dengan demikian DAS Girian dapat digunakan sebagai perbandingan dengan DAS Tendeki untuk mendapatkan nilai debit pada Sungai Tendeki.



Gambar 1. DAS Girian dan Tendeki

Analisis Data Debit

Karena perbedaan luas DAS dengan data yang diperoleh, maka dilakukan perhitungan debit dengan menggunakan pendekatan teori perbandingan luas. Diketahui bahwa luas DAS Tendeki adalah 11,549 km², sedangkan luas DAS Girian adalah 106,74 km². Nilai perbandingan luas DAS adalah 0,108. Perhitungan selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Data Debit Perbandingan Luas Sungai Tendeki (m³/detik)

Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES
2009	0,17	0,13	0,10	0,09	0,11	0,10	0,14	0,15	0,19	0,13	0,07	0,11
2010	0,12	0,39	0,10	0,26	0,35	0,15	0,33	0,43	0,76	0,67	0,55	0,69
2011	0,61	1,19	0,64	0,55	0,58	0,43	0,18	0,11	0,11	0,25	0,66	0,67
2012	0,59	0,57	1,48	1,06	0,99	0,72	0,49	0,35	0,30	0,39	0,61	0,61
2013	1,16	1,96	1,17	1,68	1,33	0,97	0,53	0,44	0,36	0,46	0,51	0,32
2014	0,58	0,50	0,74	0,53	0,62	0,49	0,45	0,30	0,36	0,46	0,51	0,32
2015	0,48	1,56	0,42	0,26	0,19	0,18	0,12	0,11	0,12	0,17	0,19	0,23
2016	0,55	0,40	0,27	0,18	0,33	0,29	0,39	0,22	0,24	0,29	0,29	0,36
2017	0,89	0,75	0,43	0,30	0,33	0,19	0,20	0,60	0,46	0,49	0,38	0,33
2018	0,16	0,26	0,20	0,13	0,30	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

Analisis Ketersediaan Air

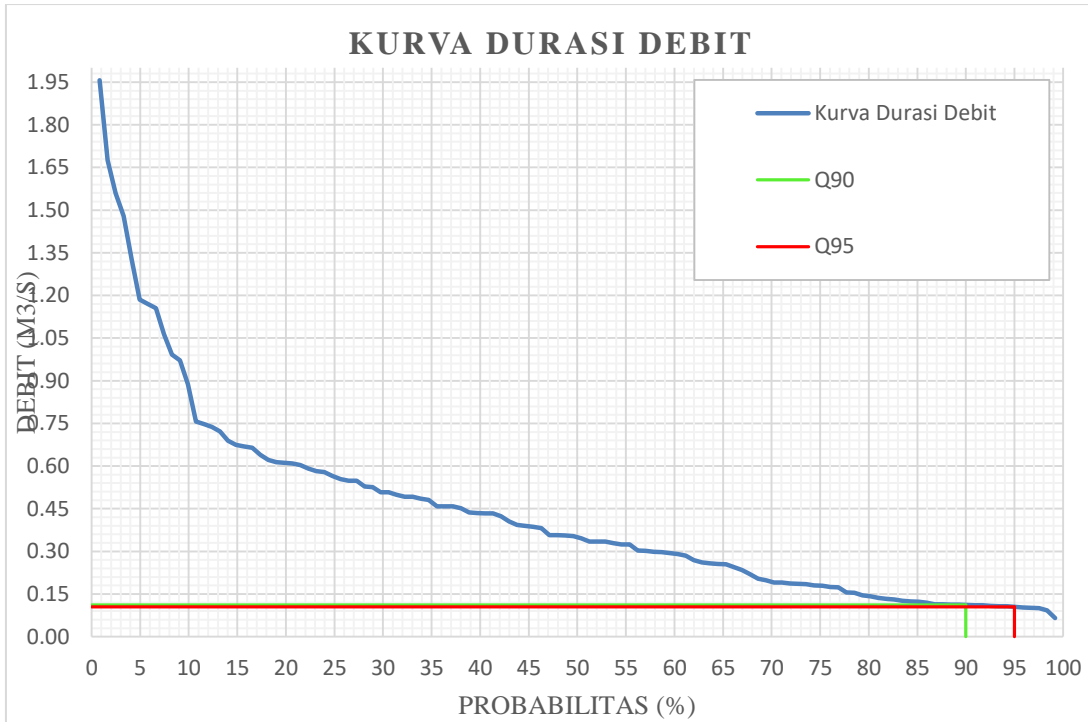
Karena pada penelitian ini memiliki data pencatatan debit selama 10 tahun, maka dalam menghitung ketersediaan air dapat langsung menghitung debit andalan tanpa perlu melakukan pemodelan untuk menghasilkan debit simulasi.

Sesuai SNI 6738:2015, dalam penelitian ini diambil nilai Q_{90%} karena kebutuhan air yang ada adalah untuk kebutuhan air minum. Dalam penelitian ini dihitung juga aliran pemeliharaan sungai atau Q_{95%} sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 38 Tahun 2011, Tentang Sungai. Aliran pemeliharaan sungai dalam PP No. 38 Tahun 2011 pasal 25 ayat (1) adalah aliran minimum yang harus tersedia di sungai untuk menjaga kehidupan ekosistem sungai.

Pengurutan data serta perhitungan P(%) selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Urutan Data dan Perhitungan P(%) untuk Ketersediaan Air di DAS Tendeki

Ranking Data	Probabilitas (%)	Total Monthly Discharge (m ³ /s)	Data Diurutkan	Ranking Data	Probabilitas (%)	Total Monthly Discharge (m ³ /s)	Data Diurutkan
1	0,83	0,17	1,96	61	50,41	0,58	0,35
2	1,65	0,13	1,68	62	51,24	0,50	0,33
3	2,48	0,10	1,56	63	52,07	0,74	0,33
4	3,31	0,09	1,48	64	52,89	0,53	0,33
5	4,13	0,11	1,33	65	53,72	0,62	0,33
6	4,96	0,10	1,19	66	54,55	0,49	0,32
7	5,79	0,14	1,17	67	55,37	0,45	0,32
8	6,61	0,15	1,16	68	56,20	0,30	0,30
9	7,44	0,19	1,06	69	57,02	0,36	0,30
10	8,26	0,13	0,99	70	57,85	0,46	0,30
11	9,09	0,07	0,97	71	58,68	0,51	0,30
12	9,92	0,11	0,89	72	59,50	0,32	0,29
13	10,74	0,12	0,76	73	60,33	0,48	0,29
14	11,57	0,39	0,75	74	61,16	1,56	0,29
15	12,40	0,10	0,74	75	61,98	0,42	0,27
16	13,22	0,26	0,72	76	62,81	0,26	0,26
17	14,05	0,35	0,69	77	63,64	0,19	0,26
18	14,88	0,15	0,67	78	64,46	0,18	0,26
19	15,70	0,33	0,67	79	65,29	0,12	0,25
20	16,53	0,43	0,66	80	66,12	0,11	0,24
21	17,36	0,76	0,64	81	66,94	0,12	0,23
22	18,18	0,67	0,62	82	67,77	0,17	0,22
23	19,01	0,55	0,61	83	68,60	0,19	0,20
24	19,83	0,69	0,61	84	69,42	0,23	0,20
25	20,66	0,61	0,61	85	70,25	0,55	0,19
26	21,49	1,19	0,60	86	71,07	0,40	0,19
27	22,31	0,64	0,59	87	71,90	0,27	0,19
28	23,14	0,55	0,58	88	72,73	0,18	0,19
29	23,97	0,58	0,58	89	73,55	0,33	0,18
30	24,79	0,43	0,57	90	74,38	0,29	0,18
31	25,62	0,18	0,55	91	75,21	0,39	0,18
32	26,45	0,11	0,55	92	76,03	0,22	0,17
33	27,27	0,11	0,55	93	76,86	0,24	0,17
34	28,10	0,25	0,53	94	77,69	0,29	0,16
35	28,93	0,66	0,53	95	78,51	0,29	0,15
36	29,75	0,67	0,51	96	79,34	0,36	0,15
37	30,58	0,59	0,51	97	80,17	0,89	0,14
38	31,40	0,57	0,50	98	80,99	0,75	0,14
39	32,23	1,48	0,49	99	81,82	0,43	0,13
40	33,06	1,06	0,49	100	82,64	0,30	0,13
41	33,88	0,99	0,49	101	83,47	0,33	0,13
42	34,71	0,72	0,48	102	84,30	0,19	0,12
43	35,54	0,49	0,46	103	85,12	0,20	0,12
44	36,36	0,35	0,46	104	85,95	0,60	0,12
45	37,19	0,30	0,46	105	86,78	0,46	0,11
46	38,02	0,39	0,45	106	87,60	0,49	0,11
47	38,84	0,61	0,44	107	88,43	0,38	0,11
48	39,67	0,61	0,43	108	89,26	0,33	0,11
49	40,50	1,16	0,43	109	90,08	0,16	0,11
50	41,32	1,96	0,43	110	90,91	0,26	0,11
51	42,15	1,17	0,42	111	91,74	0,20	0,11
52	42,98	1,68	0,40	112	92,56	0,13	0,11
53	43,80	1,33	0,39	113	93,39	0,30	0,11
54	44,63	0,97	0,39	114	94,21	0,14	0,11
55	45,45	0,53	0,39	115	95,04	0,11	0,11
56	46,28	0,44	0,38	116	95,87	0,11	0,10
57	47,11	0,36	0,36	117	96,69	0,11	0,10
58	47,93	0,46	0,36	118	97,52	0,11	0,10
59	48,76	0,51	0,36	119	98,35	0,11	0,09
60	49,59	0,32	0,35	120	99,17	0,11	0,07



Gambar 2. Gravik Kurva Durasi Debit

Untuk mendapatkan nilai debit andalan $Q_{90\%}$ dan $Q_{95\%}$ dengan tepat, maka dilakukan interpolasi linear. Interpolasi dilakukan antara probabilitas sebelum terdekad dan probabilitas sesudah terdekad.

Perhitungan $Q_{90\%}$:

$$Q_{90\%} = 0,113 + \frac{(90 - 89,26)}{(90,08 - 89,26)}(0,112 - 0,113)$$

$$Q_{90\%} = 0,112$$

89,26%	0,113	m ³ /det
Q90= 90%	0,112	m ³ /det
90,08%	0,112	m ³ /det

Perhitungan $Q_{95\%}$:

$$Q_{95\%} = 0,107 + \frac{(95 - 94,21)}{(95,04 - 94,21)}(0,105 - 0,107)$$

$$Q_{95\%} = 0,105$$

94,21%	0,107	m ³ /det
Q95= 95%	0,105	m ³ /det
95,04%	0,105	m ³ /det

Analisis Kebutuhan Air

Penggunaan air di DAS Tendeki sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan PDAM.

IPA-SPAM PDAM Tendeki melakukan pengambilan air pada Sungai Tendeki sebanyak 20 l/detik. Sedangkan IPA-SPAM PDAM Pinokalan melakukan pengambilan air pada Sungai Tendeki sebanyak 88 l/detik. Sehingga total kebutuhan air minum yang diambil dari Sungai Tendeki adalah:

$$Q_{\text{air minum}} = Q_{\text{Tendeki}} + Q_{\text{Pinokalan}}$$

$$= (20 + 88) \text{ liter/detik}$$

$$= 108 \text{ liter/detik} = 0,108 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Sesuai dengan PP No. 38 Tahun 2011 pasal 25 ayat (1) kebutuhan air harus ditambah dengan $Q_{95\%}$ untuk kebutuhan pemeliharaan sungai. Maka kebutuhan pemeliharaan sungai adalah

$$Q_{95\%} = 0,105 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Kebutuhan air total dari Sungai Tendeki merupakan jumlah dari kebutuhan air minum dan kebutuhan pemeliharaan sungai.

Berikut adalah Kebutuhan air total Sungai Tendeki:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{Air minum}} + Q_{95\%}$$

$$= (0,108 + 0,105) \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0,213 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Analisis Neraca Air

Melihat Keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Tendeki. Dalam penelitian ini dibuat dua neraca air.

Neraca Air Tanpa Memperhitungkan Kebutuhan Air Q_{95%}:

Jika ketersediaan air Q_{90%} tanpa dikurangi Q_{95%} dengan Kebutuhan air minum PDAM Duasudara Bitung.

$$\begin{aligned} \text{Neraca Air} &= (0,112 - 0,108) \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,004 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Neraca Air Dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q_{95%}:

Jika ketersediaan air Q_{90%} dikurangi Q_{95%} dengan Kebutuhan air minum PDAM Duasudara Bitung.

$$\begin{aligned} \text{Neraca Air} &= (0,112 - 0,213) \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= -0,101 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan air yang telah dianalisis, meliputi kebutuhan air minum dan kebutuhan pemeliharaan sungai.

• **Analisis Neraca Air**

Setelah diperoleh besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air, dapat dilihat neraca air dari DAS Tendeke. Dari hasil analisis neraca air didapat ketersediaan air Q_{90%} mampu memenuhi kebutuhan pengambilan air IPA-SPAM PDAM Pinokalan dan Tendeke, sedangkan jika perhitungan ditambah dengan kebutuhan pemeliharaan sungai atau Q_{95%} ketersediaan air tidak mencukupi sehingga terjadi defisit air.

PEMBAHASAN

• **Analisis Hidrologi**

Dengan data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, analisis debit regional dapat dilakukan. Tersedia data debit pencatatan 10 tahun, maka tidak diperlukan pemodelan debit simulasi.

• **Analisis Ketersediaan Air**

Setelah dianalisis debit Sungai Tendeke diperoleh hasil debit andalan sebagai berikut:

Q90%	0,111683	m ³ /det
Q95%	0,105153	m ³ /det

• **Analisis Kebutuhan Air**

PENUTUP

1. Dari hasil analisis ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Tendeke, diperoleh debit andalan sungai Q_{90%} dan Q_{95%}. Kebutuhan air yang dominan adalah kebutuhan pengambilan air IPA-SPAM PDAM Duasudara Bitung. Hasil analisis neraca air dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air Q_{90%} masih mencukupi untuk kebutuhan pengambilan air IPA-SPAM PDAM. Kebutuhan air Q_{95%} yang digunakan untuk pemeliharaan sungai, ketersediaan air tidak mencukupi sehingga terjadi defisit air.

2. Penulis menyarankan agar dibangun tampungan penyimpanan air sebagai antisipasi pemenuhan air minum saat terjadi defisit di Sungai Tendeke. Perlu dilakukan upaya pemeliharaan di lokasi bendung sehingga menjamin kelancaran aliran air.

DAFTAR PUSTAKA

Adare, D. R. C., Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. *Analisis Neraca Air Sungai Talawaan Di Titik Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol. 6 No. 3 Maret 2018 (153-155) ISSN: 2337-6732, Manado.

Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2019, *Data Debit Sungai Girian Tahun 2009 – 2018 dan Peta DAS Girian*, Manado.

Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Betta Offset, Yogyakarta.

Dengo, Dzul Firmansah., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2016. *Analisis Neraca Air Sungai Ranowangko*, Jurnal Sipil Tekno Vol. 14 No. 65 April 2016 ISSN: 0215-9617, Manado.

Mentang, Risky Schwars., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Neraca Air Sungai Paniki Dengan Titik Tinjau Di Jembatan Paniki*, Jurnal Sipil Statik Vol. 5 No. 3 Mei 2017 (123-132) ISSN: 2337-6732, Manado.

Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011, Tentang Sungai, Republik Indonesia. 2011.

Senaen, Marsel Yosua., Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma. 2019. *Analisis Neraca Air Sungai Molinow Di Titik Bendung Molinow Kabupaten Minahasa Selatan*, Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 8 Agustus 2019 (945-954) ISSN: 2337-6732, Manado.

SNI 6738:2015, 2015, *Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Sri Harto, 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sumarauw, J. S. F. 2014. *Bahan Ajar Debit Andalan*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Hal 1-11.

Supit, Cindy Jeane., Jeffry D. Mamoto. 2016. *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir Di Manado*, Jurnal TEKNO Vol. 14 No. 66 Desember 2016 ISSN: 0215-9617, Manado.

Halaman ini sengaja dikosongkan