

PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PADA ANALISIS DAYA DUKUNG AIR UNTUK SKALA DOMESTIK MASYARAKAT DESA BATU LORENG KECAMATAN BONGOMEME KABUPATEN GORONTALO

Lefniyanti S.Y Maku¹, Sri Rahayu Ayuba², Ivan Taslim¹, Tisen¹, Ahmad Syamsurijal¹

¹Program Studi Geografi Fakultas Sains & Teknologi Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Gorontalo, 96551, Indonesia

²Program Studi Perencanaan Wilayah Fakultas Teknik & Sains Universitas Bina Taruna Gorontalo, Gorontalo, 96116, Indonesia

Email : ¹lefniyanti@gmail.com

Email Coresponding: ²sriahayuayuba@unbita.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Desa BatuLoreng, Kecamatan Bongomeme, Kabupaten Gorontalo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung air skala domestik di Desa BatuLoreng. Metode yang digunakan adalah Metode Perbandingan Penyediaan dan Kebutuhan Air (Permen LH No. 17 Tahun 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari empat dusun ditinjau dari daya tampung air yang mempunyai kategori aman, yaitu dusun bula tahun 2017 dengan daya tampung air sebesar 3,42, Dusun Dulopiya Barat dengan daya tampung air sebesar 2,21, dan Dusun Dulopiya Barat dengan daya tampung air sebesar 2,21. dusun bula 2018 dengan daya tampung air 2,64. Pada tahun 2016-2018 desa bilato, mempunyai daya dukung air yang terlalu (overshoot) yaitu <1.

Keywords: Daya Dukung Air, Ketersediaan Air, Kebutuhan Air

Abstract

The research was performed in BatuLoreng Village, Bongomeme District, and Gorontalo Regency. The objective of the research was to estimate the maximum capacity of domestic-scale water in the community of Batu Loreng. The Analysis of Water Supplies and Uses Methodology (Permen LH No. 17 of 2009) was utilized. According to the study's findings, one of the four hamlets, the 2017 BulaBula hamlet in a water storage capacity of 3.42, the Dulopiya the Dulopiya Barat the village with a capacity for carrying of 2.21, and the BulaBula 2018 hamlet with a water carrying the capacity of 2.64, is in the safe category.

Keywords: Water Carrying Capacity, Water Availability, Water Needs

A. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih semakin berkurang seiring dengan perkembangan pertumbuhan penduduk yang semakin padat menyebabkan rendahnya kemampuan tanah untuk menyerap air karena perubahan tata guna tanah yang tidak terkendali sebagai dampak kepadatan penduduk (Bambang, Fatimawali, and Kojong 2014). Penggunaan air yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia tidak hanya dalam jumlah banyak tetapi juga dalam kondisi bersih. Kebutuhan air semakin meningkat, sementara banyak desa yang masih kekurangan air, atau daerah sulit air salah satunya desa batu loreng. Dalam penggunaan air masih banyak manusia yang kurang hati-hati dalam pemakaian dan pemanfaatannya sehingga diperlukan usaha untuk menjaga keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air melalui pengembangan pelestarian, perbaikan dan perlindungan (Ayuba 2016).

Dilihat secara spasial lokasinya tidak jauh dari garis khatulistiwa. Bila musim panas tiba, terjadi kemarau yang cukup lama. Pertengahan tahun 2019 sampai sekarang yakni bulan September, Provinsi Gorontalo mengalami kekeringan, sehingga mengakibatkan ketersediaan air tanah sebagai sumber kebutuhan hidup di beberapa tempat/ daerah menjadi berkurang. Pada Sub DAS ini debit yang dihasilkan adalah 60,66 m³/s yang merupakan debit rata-rata dari keseluruhan Sub DAS dalam DAS Limboto (Ayuba 2016). Keadaan ini jelas menggambarkan bahwa sumber air permukaan di Desa Batu Loreng berada dalam kondisi defisit sedangkan pertumbuhan penduduk terus mengalami peningkatan.

Menurut sumber media online dari situs berita liputan 6 (Arnold dan Ibrahim, 2019), 3 kabupaten di Provinsi Gorontalo yakni Kabupaten Boalemo, Bone Bolango, dan Kabupaten Gorontalo mengalami krisis air bersih. Salah satu daerah Kabupaten Gorontalo yang berdampak besar terhadap kekurangan air bersih akibat kekeringan adalah Desa Batu Loreng, Dimana untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, masyarakat desa tersebut sangat tergantung dari air sumur, sebab dari informasi yang diperoleh dari warga setempat, desa tersebut belum dialiri air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Gorontalo

Pada waktu musim kemarau panjang, warga mengalami kesulitan untuk mendapatkan air bersih, hal ini disebabkan sumur penduduk mengalami kekeringan. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya kuantitas air bersih dalam memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Air sumur digunakan pada saat musim kemarau juga kurang sehat untuk dikonsumsi warga. Ketersediaan air bersih yang sulit dijangkau dapat menyebabkan tingkat produktifitas masyarakat menjadi menurun.

Masalah dalam penelitian ini yaitu,

1. Desa Batu Loreng memiliki nilai debit 60,66m³/s yang merupakan debit rata-rata dari keseluruhan sub DAS dalam DAS Limboto.
2. Jenis penggunaan lahan pertanian kering dan perkebunan dapat menentukan kuantitas air hulu.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana daya dukung air pada skala domestik masyarakat Desa Batu Loreng?

Tujuan permasalahan dalam penelitian ini adalah Untuk mengetahui daya dukung air skala domestik pada masyarakat Desa Batu Loreng.

B. METODE PENELITIAN

Pengolahan dan Analisis data diproses kedalam SIG, di mana memadukan antara data spasial dan non spasial yang dihubungkan secara geografis (Wibowo, Kanedi, and Jumadi 2015). Analisis data spasial dilakukan menggunakan software ArcMap 10.5, sedangkan untuk data non spasial dianalisis dengan menggunakan Microsoft Excel. Pengolahan data non spasial dilakukan untuk menentukan ketersediaan air dan kebutuhan air.

1. Analisis Ketersediaan Air

Perhitungan dengan menggunakan metode koefisien limpasan yang di modifikasi dari metode rasional. Diperhitungkan dari Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 Dengan rumus:

Rumus:

$C = \Sigma (ci \times Ai) / \Sigma Ai$ 1

$R = \Sigma Ri / m$ 2

$SA = 10 \times C \times R \times A$ 3

Keterangan:

SA = ketersediaan air (m³/tahun)

C = koefisien limpasan tertimbang

Ci = Koefisien limpasan penggunaan lahan i (lihat Tabel 9)

Ai = luas penggunaan lahan i (ha) dari data BPS atau Daerah Dalam Angka, atau dari data Badan Pertanahan Nasional (BPN)

R = rata-rata aljabar curah hujan tahunan wilayah (mm/tahunan) dari data BPS atau BMG atau dinas terkait setempat.

Ri = curah hujan tahunan pada stasiun i

m = jumlah stasiun pengamatan curah hujan

A = luas wilayah (ha)

10 = faktor konversi dari mm.ha menjadi m³

Tabel 1. Koefisien Limpasan

No	Deskripsi Permukaan	Ci
1.	Kota, jalan aspal, atap genteng	0,7 – 0,9
2.	Kawasan industry	0,5 – 0,9
3.	Pemukiman multi unit, pertokoan	0,6 – 0,7
4.	Kompleks perumahan	0,4 – 0,6
5.	Villa	0,3 – 0,5
6.	Taman, pemakaman	0,1 – 0,3
7.	Pekarangan tanah berat:	
	a. >7%	0,25 – 0,35
	b. 2 – 7%	0,10 – 0,15
	c. <2%	0,13 – 0,17
8.	Pekarangan tanah ringan:	
	a. >7%	0,15 – 0,2
	b. 2 – 7%	0,10 – 0,15
	c. <2%	0,05 – 0,10
9.	Lahan berat	0,40
10.	Padang rumput	0,35
11.	Lahan budidaya pertanian	0,30
12.	Hutan produksi	0,16

2. Analisis Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$DA = N \times KHLA$ 4

Keterangan:

DA = Total kebutuhan air (m³/tahun)

N = Jumlah penduduk (orang)

KHLA = Kebutuhan air untuk hidup layak

= 1600 m³ air/kapita/tahun,

= 2 x 800 m³ air/kapita/tahun, dimana:

800 m³ air/kapita/tahun merupakan kebutuhan air untuk keperluan domestik dan untuk menghasilkan pangan.

Catatan: Kriteria WHO untuk kebutuhan air total sebesar 1000–2000 m³/orang/tahun

Kemudian dalam proses analisis data menggunakan unit wilayah terkecil dalam administrasi wilayah pemerintahan yakni desa. Hasil pengolahan dan analisis data divisualisasikan kedalam peta tematik. Yakni peta ketersediaan air dengan gradasi warna berbeda disertai tabel tabular. Melalui analisis spasial berbagai macam informasi terkait ketersediaan air ditampilkan secara informatif.

3. Analisis Daya Dukung Air

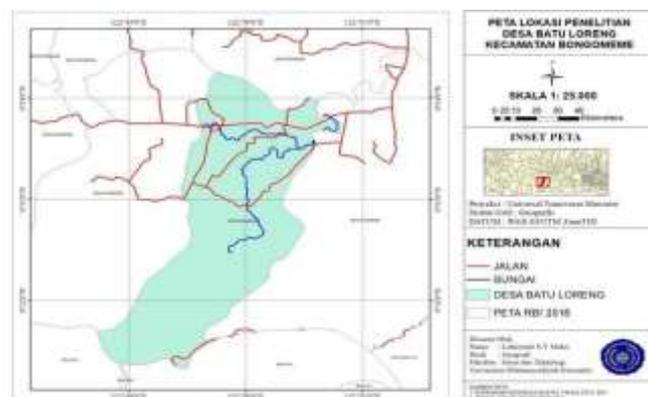
- 1) Status daya dukung air di peroleh dari pembagian antara ketersediaan air (Sa) dan kebutuhan air (Da). Bila $Sa > Da$, Daya dukung air dinyatakan surplus. Bila $< Da$, daya dukung air di nyatakan defisit atau terlampaui.
- 2) setelah diketahui besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air pada daerah penelitian. Perbandingan antara kondisi ketersediaan air dengan kebutuhan air pada wilayah penelitian menjadi dasar dalam penetapan status daya dukung lingkungan. Kriteria daya dukung dinyatakan dalam *surplus-defisit neraca air* dan *rasio supply/demand*. Penetapan status daya dukung air mempertimbangkan keberlanjutan sumber daya dengan membandingkan tingkat kebutuhan untuk konsumsi terhadap sumber daya air yang ada. Kriteria penetapan status daya dukung lingkungan yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Kriteria Penetapan Status Daya Dukung DDL-air

Kriteria	Status DDL-air
Rasio <i>supply / demand</i> >2	Daya dukung lingkungan aman (<i>sustain</i>)
Rasio <i>supply / demand</i> 1-2	Daya dukung lingkungan aman bersyarat (<i>conditional sustain</i>)
Rasio <i>supply / demand</i> <1	Daya dukung lingkungan telah terlampaui (<i>overshoot</i>)

(Prastowo, 2010)

Setelah penentuan nilai rasio dari kebutuhan dan ketersediaan air di 4 dusun, kemudian daya dukung air dapat spasialkan menghasilkan peta daya dukung air di Desa Batu Loreng



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1) Data Ketersediaan Air

Air hujan yang jatuh di permukaan terbagi menjadi dua bagian, pertama sebagai aliran limpasan (*overland flow*) dan kedua bagian air yang terinfiltrasi. Jumlah yang mengalir sebagai aliran limpasan dan yang terinfiltrasi tergantung dari banyak faktor. Makin besar bagian air hujan yang mengalir sebagai aliran limpasan maka bagian air yang terinfiltrasi akan menjadi semakin kecil, demikian juga sebaliknya. Aliran limpasan selanjutnya mengisi tampungan-cekungan (*depression storage*). Apabila tampungan ini telah terpenuhi, air akan menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) yang selanjutnya ke sungai atau laut. Air yang terinfiltrasi, bila keadaan formasi geologi memungkinkan, sebagian besar dapat mengalir lateral di lapisan tidak kenyang air (*unsaturated zone*) sebagai aliran antara (*subsurface flow/interflow*), sebagian yang lain akan mengalir vertikal (perkolasi/percolation) yang akan mencapai lapisan kenyang air (*saturated zone/aquifer*). Air dalam aquifer ini akan mengalir sebagai aliran air tanah (*groundwater flow/baseflow*), sungai atau tampungan dalam (*deep storage*). Sebagian besar air yang ada di permukaan bumi akan menguap kembali ke atmosfer. Untuk menentukan Ketersediaan air dengan menggunakan metode koefisien limpasan berdasarkan informasi penggunaan lahan serta data curah hujan tahunan. Sementara itu, kebutuhan air dihitung dari hasil konversi terhadap kebutuhan hidup layak. Ketersediaan air di Desa Batu Loreng yang diperoleh dari nilai rata-rata curah hujan dan koefisien limpasan tertimbang di setiap penggunaan lahan yang ada kemudian dapat dihitung berdasarkan rumus menghitung ketersediaan air oleh Permen LH No. 17 Tahun 2009 :

$$C = \frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i}$$

$$R = \frac{\sum R_i}{m}$$

$$S_A = 10 \times C \times R \times A$$

a. Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu data penting yang digunakan dalam menghitung ketersediaan air. Curah hujan sebagai sumber air utama dari DAS perlu dihitung nilai rata-ratanya dari beberapa stasiun hujan terdekat.

Tabel 3. Klasifikasi Curah Hujan

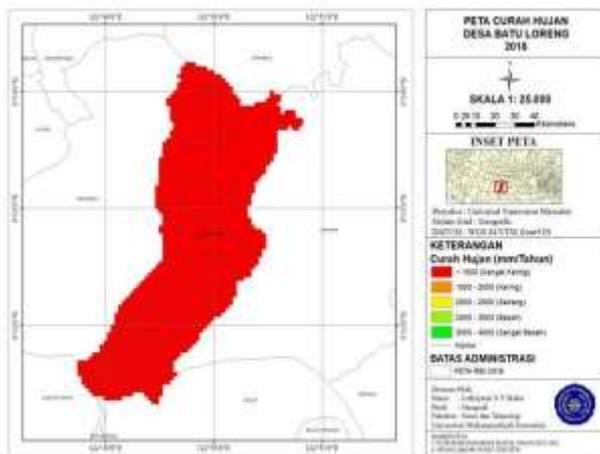
Parameter (mm/Tahun)	Klasifikasi
<1500	Sangat Kering
1500-2000	Kering
2000-2500	Sedang
2500-3000	Basah
3000-4000	Sangat Basah

Sumber : (Puslittanak, 2004)

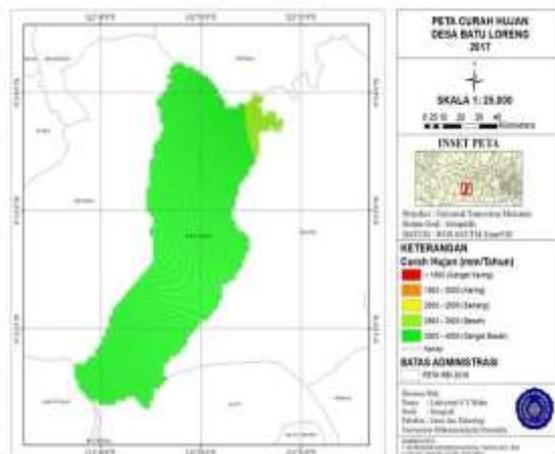
Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh, setiap tahun tidak konstan atau berubah. Hasil analisis data diperoleh bahwa, secara spasial dapat kita lihat pada gambar 3, untuk tahun 2016 masuk dalam kategori sangat kering. Ditandai simbol warna Merah dengan luas sama dengan wilayah Desa Batu Loreng. Hal ini sebagai akibat dampak kejadian iklim yang tidak biasanya, dimana ditahun tersebut terjadi peristiwa *El Nino* yang menyebabkan beberapa daerah di Indonesia mengalami kekeringan. Menurut Deputy Meteorologi BMKG

Yunus Subagyo Swarinoto, hasil monitoring perkembangan *EL Nino* sampai dengan awal Juni 2015 menunjukkan kondisi *EL Nino* moderat. Kondisi ini diperkirakan akan berlangsung sampai dengan November 2015 dan berpotensi untuk menguat (Nabila, Nugraha, and Sarminingsih 2017). Selain mempengaruhi kondisi curah hujan, kejadian *El-Nino* berpengaruh pula pada bergesernya musim, hal ini mengakibatkan terjadinya perubahan pola iklim tahunan seperti terlambatnya awal musim hujan maupun musim kemarau (Bramawanto, Prabawa, and Suhelmi 2022).

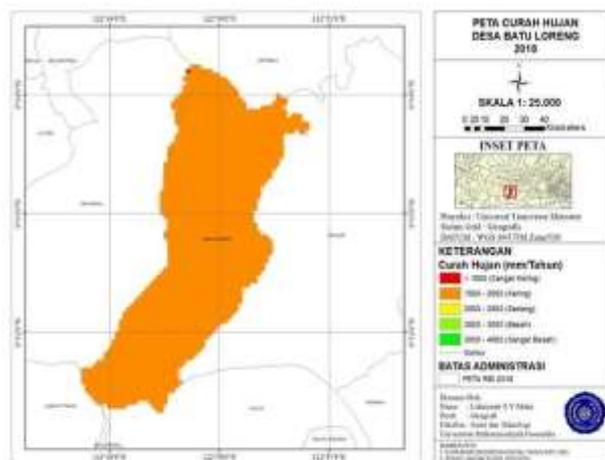
Kemudian tahun 2017 secara spasial dalam gambar 4, dapat kita lihat curah hujan di wilayah Desa Batu Loreng terbagi atas 2. Pertama, kategori Basah disimbol Hijau terang, luasnya sangat kecil. Berada di sebelah Utara berbatasan dengan Desa Tohupo dan Upomela. Sedangkan yang ke dua jangkauan wilayahnya sangat luas ditandai Hijau tua. Bagian Barat berbatasan dengan desa Molanihu, Timur: Desa Tohupo, Utara: Desa Upomela, serta Selatan: Lobuto Timur dan Luluo. Selanjutnya tahun 2018 Desa Batu Loreng masuk dalam kategori kering. Hal ini sebagai akibat hasil penjumlahan data dalam setiap tahun di stasiun hujan terdekat Disimbolkan warna Orange yang mencakup seluruh wilayah Desa.



Gambar 2. Peta Curah Hujan 2016



Gambar 3. Peta Curah Hujan 2017



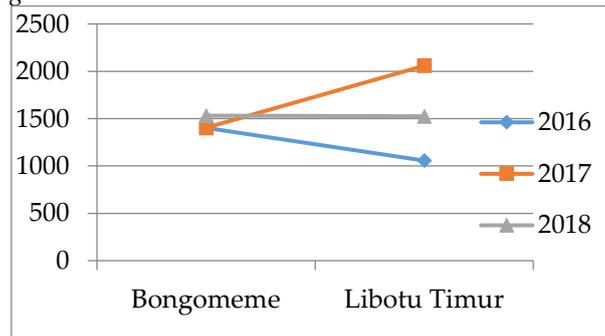
Gambar 5. Peta Curah Hujan 2018

Curah hujan merupakan salah satu untuk menghitung ketersediaan air. Perlu dihitung nilai rata-rata dari beberapa stasiun hujan terdekat. Adapun stasiun hujan yang terdekat dengan desa batu loreng terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Stasiun Curah Hujan

Nama	Kecamatan	X	Y	2016	2017	2018
Bongomeme	Datahu	122,873	0,604	1402,45	1403,6	1531,9
Libotu Timur	Biluhu	122,79	0,495	1057	2059	1525

Sumber : BMKG Bonebolango



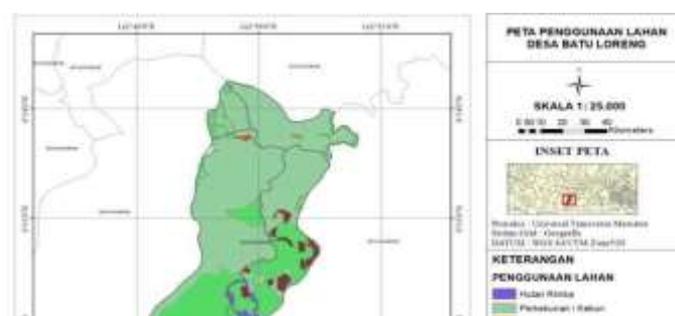
Gambar 6. Grafik Stasiun Curah Hujan

Pada perhitungan ketersediaan air curah hujan yang akan di gunakan adalah rata-rata curah hujan yang di dapat dengan menggunakan metode isohyet. Untuk menghitung sebaran curah hujan menggunakan metode *Ishoyet* diuji dengan menggunakan aplikasi berbasis sistem informasi geografis yang bisa di tampilkan dalam peta-peta sebaran curah hujan tahunan. Metode *Isohyet* merupakan garis lengkung yang memiliki nilai curah hujan yang sama. Metode *Isohyet* diperoleh dengan menginterpolasikan nilai-nilai curah hujan yang tercatat pada penakar hujan terdekat. Pengolaan data curah hujan yang dibuat dalam SIG bisa ditampilkan sebagai peta curah hujan tahunan.

Peta curah hujan ini menggambarkan nilai hujan rata-rata yang berbeda disetiap warnanya. Curah hujan rata-rata dalam bentuk *Isohyet* yaitu untuk tahun 2016 Biluhu dengan curah hujan 1057 mm dan Datahu curah hujan sebesar 1402,45 mm, ditahun 2017 Biluhu dengan curah hujan sebesar 1403.6 mm, Datahu sebesar 1720 mm, dan tahun 2018 Biluhu dengan curah hujan sebesar 1521 mm, Datahu sebesar 1531,9 mm. Data curah hujan ini kemudian akan digunakan dalam perhitungan ketersediaan air di Desa Batu Loreng.

b. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di Desa Batu Loreng di dominasi perkebunaan/kebun dengan luasan 462.228034 Ha. Kondisi penggunaan lahan di Desa Batu Loreng secara umum didominasi oleh perkebunan/kebun, selain perkebunan penggunaan lahan di desa batu loreng juga terdapat semak belukar/alang-alang, hutan rimba, tegalan/lading, air tawar/sungai, dan permukiman dan tempat kegiatan.



Penggunaan lahan lainnya dapat di lihat pada table 5

Tabel 5. Penggunaan Lahan

No	Penggunaan lahan	Luasan (Ha)/Ai	Persentase Area %
1	Hutan rimba	47.991296	5.62%
2	Perkebunan	462.228034	54.12%
3	Pemukiman	2.236988	0.26%
4	Semak Belukar	320.997343	37.58%
5	Tegalan	20.658295	2.42%
Total		854.111956	100

Sumber : Hasil analisis 2020

Penggunaan lahan sangat berdampak terhadap penurunan ketersediaan air dan akan mengakibatkan suatu wilayah meningkatnya fluktuasi musiman dengan gejala banjir dan kekeringan yang semakin ekstrim. Di setiap penggunaan lahan terdapat bobot/nilai yang dapat menyerap air hujan. Adapun jumlah koefisien yang di gunakan dalam penggunaan lahan yaitu sebagai berikut: Hutan rimba 0,05, Perkebunan/kebun 0,4 permukiman dan tempat kegiatan 0,6, semak belukar/ alang-alang 0,7 dan tegalan/lading 0,1. Nilai koefisien limpasan semakin mendekati 1, maka semakin sedikit air yang masuk ke dalam tanah. Adapun nilai koefisien limpasan tertimbang dalam penggunaan lahan dapat di lihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Nilai Koefisien Limpasan

No	Penggunaan lahan	Luasan Ha)/ Ai	Koefisien limpasan/Ci	CixAi	C
1	Hutan rimba	47.991297	0,05	2.3995648	0.249579
2	Perkebunan/kebun	462.228034	0,4	182.891674	
3	Pemukiman dan tempat kegiatan	2.236988	0,6	1.3421928	
4	Semak belukar	320.997343	0,07	31.8862789	
5	Tegalan/ lading	20.658295	0,1	2.0658296	
Jumlah		854.111956		245.3314187	

Sumber : Hasil Analisis 2020

Table 7. Jumlah Ketersediaan Air Tahun 2016

No	Dusun	Penggunaan lahan	Luasan	Koefisien tertimbang	Rata-rata CH	Ketersediaan air	Persentase (%)
1	Bula	Hutan rimba	39.233154	0.234723	1057	20.734,72	4.59%
		Perkebunan/kebun	249.126613		1057	1.053,307,32	29.17%

No	Dusun	Penggunaan lahan	Luasan	Koefisien tertimbang	Rata-rata CH	Ketersediaan air	Persentase (%)
		Permukiman dan tempat kegiatan	1.414045		1402,45	11.898,77	0.17%
		Semak belukar	209.100982		1057	154.713,82	24.48%
		Tegalan/lading	0.003348		1057	3.54	0.00%
	Jumlah		498.878142			1.240,658,16	58.41%
2	Bilato	Perkebunan	30.729659	0.341176	1057	129.925,00	3.60%
		Semak belukar	6.66591		1057	4.932,11	0.78%
	Jumlah		37.395569			134.857,10	4.38%
3	Dulopiya barat	Perkebunan	92.531857	0.378273	1402,45	391.224,69	10.83%
		Pemukiman dan tempat kegiatan	0.433479		1057	3.647,59	0.05%
		Semak	6.833486		1402,45	5.056,10	0.80%
	Jumlah		99.798822		1057	399,928.38	11.68%
4	Batu Loreng	Hutan rimba	8.753038	0.209331	1402,45	4.625,98	1.02%
		Perkebunan/kebun	90.053052		1057	380.744,30	10.54%
		Permukiman dan tempat kegiatan	0.389464		1057	3.277,21	0.05%
		Semak belukar	98.1098		1402,45	72.591,44	11.49%
		Tegalan/lading	20.654573		1057	21.831,88	2.42%
	Jumlah		217.959926		1057	483,070.83	25.52%
Total			854.111956			2,258,514.48	100.00%

Sumber : Hasil analisis 2020

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa jumlah ketersediaan air di Desa Batu Loreng tahun 2016 sebesar 2.258.514,48. Jumlah paling sedikit terdapat di Dusun Bilato dan Dulopiyo Barat, sedang paling banyak berada di Dusun Bula dan Batu Loreng, sebab terdapat hutan di ke 2 Dusun tersebut, yaitu dusun bula penggunaan lahan hutan rimba dengan total luasan wilayah sebesar 39.233154, dan Dusun Batu Loreng penggunaan lahan hutan rimba dengan total luasan wilayah sebesar 8.753038. Seperti kita ketahui salah satu fungsi hutan sangat berkontribusi dalam menjaga siklus air. Melalui akar pohon, air diserap kemudian dialirkan ke daun, menguap lalu dilepaskan ke lapisan atmosfer. Ketika pohon-pohon ditebang, daerah tersebut akan menjadi gersang dan tidak ada lagi yang membantu tanah menyerap lebih banyak air. Dengan hilangnya daya serap tanah, hal tersebut akan berimbas pada musim kemarau, di mana dalam tanah tidak ada lagi cadangan air yang seharusnya bisa digunakan pada saat musim kemarau. Hal ini disebabkan karena pohon yang bertindak sebagai tempat penyimpanan cadangan air tanah tidak ada lagi sehingga ini akan berdampak pada terjadinya kekeringan yang berkepanjangan dan juga akan menyebabkan terjadinya penurunan sumber daya air. Semakin sedikit pohon jumlah pohon yang ada di bumi, maka itu berarti kandungan air di udara yang nantinya akan dikembalikan ke tanah dalam bentuk hujan juga sedikit. Secara spasial ketersediaan air dapat dilihat pada Gambar 8.



Tabel 8. Jumlah Ketersediaan Air 2017

No	Dusun	Penggunaan lahan	Luasan	Koefisien tertimbang	Rata-rata CH	Ketersediaan air	Presentase %
1	Bula	Hutan rimba	39.233154	0.234733	2059	40.390,53	4.59%
		Perkebunan/Kebun	249.12661		2059	2.052.029,85	29.17%
		Permukiman dan tempat kegiatan	1.414045		1403,6	11.908,52	0.17%
		Semak belukar	209.10098		2059	301.372,55	24.48%
		Tegalan/ladang	0.003348		2059	6.89	0.00%
	Jumlah		498.87814			2.405.708,35	58.41%
2	Bilato	Perkebunan	30.729659	0.341199	2059	253.089,47	3.60%
		Semak belukar	6.66591		2059	9.603,10	0.78%
		Jumlah	37.395569			262.692,57	4.38%
3	Dulopiya barat	Perkebunan	92.531857	0.378279	2059	762.773,51	10.83%
		Permukiman dan tempat kegiatan	0.433479		1403,6	3.650,58	0.05%
		Semak	6.833486		2059	9.854,39	0.80%
		Jumlah	99.798822			776.278,48	11.68%
4	Batu Loreng	Hutan rimba	8.753038	0.209331	2059	9.011,25	1.02%
		Perkebunan/kebun	90.053052		2059	741.130,71	10.54%
		Permukiman dan tempat kegiatan	0.389464		1403,6	3.279,91	0.05%
		Semak belukar	98.1098		2059	141.405,65	11.49%
		Tegalan/ladang	20.654573		2059	42.527,77	2.42%
	Jumlah		217.95993			937.355,29	25.52%
	Total		854.11196			4.380.345,04	100.00%

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa jumlah ketersediaan air di Desa Batu Loreng tahun 2017 sebesar 4.380.345,04. Jumlah paling sedikit terdapat di Dusun Bilato dan Dulopiyo Barat,

sedang paling banyak berada di Dusun Bula dan Batu Loreng, sebab terdapat hutan di ke 2 Dusun tersebut, yaitu Dusun Bula penggunaan lahan hutan rimba dengan total luasan wilayah sebesar 39.233154, dan Dusun Batu Loreng penggunaan lahan hutan rimba dengan total luasan wilayah sebesar 8.753038. Seperti kita ketahui salah satu fungsi hutan yakni tempat persediaan atau sumber air juga sebagai paru-paru bumi. Air hujan yang jatuh ke daerah hutan ternyata memiliki daur tersendiri. Hujan yang jatuh ke hutan akan menyebar ke bebrapa titik dan arah yang berbeda-beda di seluruh area hutan. Alasan kenapa hutan disebut mampu menyimpan air ini dikarenakan sebagian besar air hujan akan tetap berada di tanah tempat ia jatuh dan kemudian akan terikat oleh akar-akar pohon. Aliran air hujan yang lain akan masuk ke dalam tumbuhan atau pohon-pohon di hutan dan akan melalui proses intersepsi dan transpirasi oleh tumbuhan. Secara spasial ketersediaan air dapat dilihat pada Gambar 9.

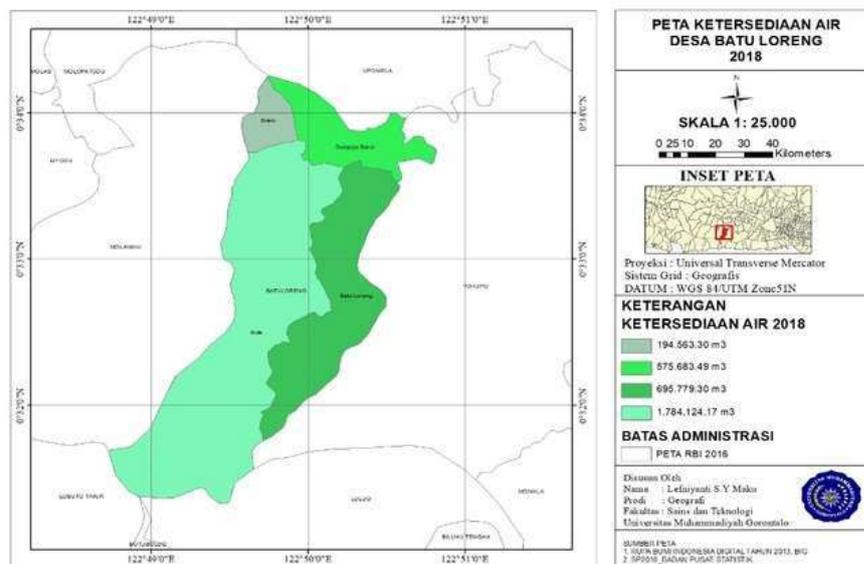
Table 9. Jumlah Ketersediaan Air 2018

No	Dusun	Penggunaan lahan	Luasan	Koefisien tertimbang	Rata-rata CH	Ketersediaan air	persentase (%)
1	Bula	Hutan rimba	39.233154	0.234733	1525	29.915,28	4.59%
		Perkebunan/kebun	249.126613		1525	1.517.820,77	29.17%
		Permukiman dan tempat kegiatan	1.414045		1465	12.9997,46	0.17%
		Semak belukar	209.100982		1525	223.385,96	24.48%
		Tegalan/ladang	0.003348		1525	5.11	0.00%
	Jumlah		498.878142			1.784.124,17	58.41%
2	Bilato	Perkebunan	30.729659	0.341199	1525	187.450,92	3.60%
		Semak belukar	6.66591		1525	7.112,39	0.78%
		Jumlah	37.395569			194.563,30	4.38%
3	Dulopiya barat	Perkebunan	92.531857	0.378279	1525	564.403,04	10.83%
		Pemukiman dan tempat kegiatan	0.433479		1465	3.810,28	0.05%
		Semak	6.833486		1525	7.296,18	0.80%
		Jumlah	99.798822			575.509,49	11.68%

No	Dusun	Penggunaan lahan	Luasan	Koefisien tertimbang	Rata-rata CH	Ketersediaan air	persentase (%)
4	Batu Loreng	Hutan rimba	8.753038	0.209331	1525	6.674,19	1.02%
		Perkebunan/kebun	90.053052		1525	54.294,96	10.54%
		Permukiman dan tempat kegiatan	0.389464		1465	3.423,39	0.05%
		Semak belukar	98.1098		1525	104.732,21	11.49%
		Tegalan/ladang	20.654573		1465	31.498,22	2.42%
Jumlah			217.959926			695.622,97	25.52%
Total			854.111956			3.250,150,27	100.00%

Sumber : Hasil Penelitian 2020

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa jumlah ketersediaan air di Desa Batu Loreng tahun 2018 sebesar 3.250,150,27. Jumlah paling sedikit terdapat di Dusun Bilato dan Dulopiyo Barat, sedang paling banyak berada di Dusun Bula dan Batu Loreng, sebab terdapat hutan di ke 2 dusun tersebut, yaitu dusun bula penggunaan lahan hutan rimba dengan total luasan wilayah sebesar 39.233154, dan Dusun Batu Loreng penggunaan lahan hutan rimba dengan total luasan wilayah sebesar 8.753038. Seperti kita ketahui salah satu fungsi hutan yakni tempat persediaan atau sumber air juga sebagai paru-paru bumi. Secara spasial ketersediaan air dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 10. Peta Ketersediaan Air 2018

Total ketersediaan air di Desa Batu Loreng tahun 2016 dengan luas 854.11 ha memiliki ketersediaan air sebesar 2.258.514,48, tahun 2017 luas 854.11 ha sebesar 4.380.345,04, dan tahun 2018 dengan luas 854.11 ha sebesar 3.250.125,27. Rata-rata ketersediaan air 3 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 10.

Table 10. Rata-rata total ketersediaan air 3 tahun terakhir

No	Dusun	Tahun	Ketersediaan Air
1	Bula	2016	1.240.658,18
		2017	2.405.708,35

No	Dusun	Tahun	Ketersediaan Air
2	Bilato	2018	1.783.124,77
		Rata-rata	1.810.983,33
		2016	134.857,10
		2017	262.692,57
3	Dulopiya Barat	2018	194.563,30
		Rata-rata	197.370,99
		2016	399.928,38
		2017	776.278,48
4	Batu Loreng	2018	575.509,49
		Rata-rata	327.733,55
		2016	483.070,83
		2017	937.355,29
		2018	695.622,97
		Rata-rata	705.349,69

Sumber: Hasil Penelitian 2020

Rata-rata total ketersediaan air Dusun Bula dalam kurun 3 tahun terakhir yaitu 1.810.872,42 m³, Dusun Bilato dengan rata-rata total ketersediaan air selama 3 tahun terakhir yaitu 197.370,99 m³, Dusun Dulopiya Barat rata-rata total ketersediaan air selama 3 tahun terakhir yaitu 327.733,55 m³, dan Dusun Batu Loreng rata-rata total ketersediaan air selama 3 tahun terakhir yaitu 705.349,69 m³.

c. Data Kebutuhan Air

Jumlah penduduk yang ada di Desa Batu Loreng didapat dari kantor Desa Batu Loreng. Adapun nama-nama Dusun menggunakan Shp batas Dusun yang di overlay dengan batas Desa. Jumlah penduduk per Dusun dapat di lihat pada Gambar 10. Tabel 11 menjelaskan jumlah penduduk per Dusun yang ada di Desa Batu Loreng tahun 2016, 2017, 2018.

Table 11. Jumlah Penduduk 2016-2018

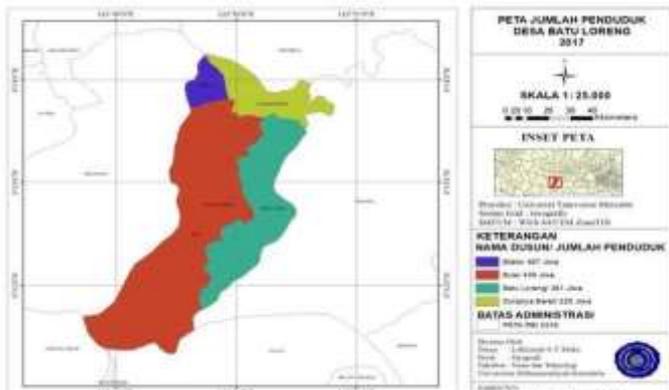
Desa	NAMA DUSUN	TAHUN		
		2016	2017	2018
Batu Loreng	Bula	440	439	422
	Bilato	528	483	506
	Dulopiya Barat	174	220	247
	Batu Loreng	380	381	384

Sumber: Kantor Desa Batu Loreng

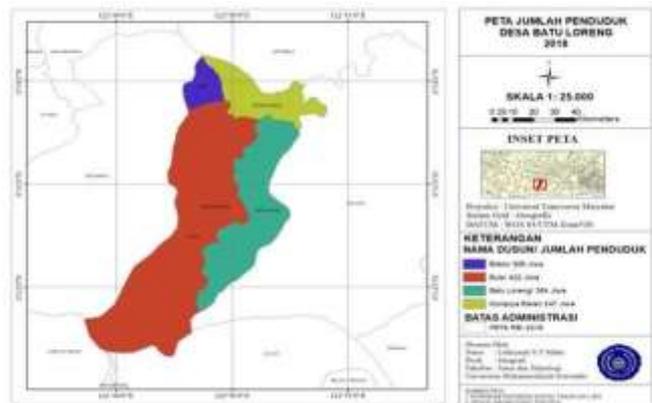
Jumlah penduduk ini digunakan untuk perhitungan kebutuhan air. Penduduk merupakan salah satu makhluk hidup yang sangat membutuhkan air. Maka dari itu jumlah penduduk menjadi salah satu parameter dari kebutuhan air.

Pada Gambar 10 dapat dilihat sebaran jumlah penduduk di desa Batu Loreng berdasarkan Dusun tahun 2016, Gambar 11 mengenai sebaran jumlah penduduk berdasarkan Dusun tahun 2017, dan Gambar 12 mengenai sebaran jumlah penduduk di Desa Batu Loreng berdasarkan per Dusun tahun 2018.





Gambar 12. Jumlah Penduduk 2017



Gambar 13. Jumlah Penduduk 2018

Perhitungan kebutuhan air untuk jumlah kebutuhan penduduk di hitung berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009. Rumus untuk menghitung jumlah kebutuhan air hidup layak untuk penduduk adalah:

$$DA = N \times KHL_A \quad 8$$

Dimana:

DA = Kebutuhan Air

N = Jumlah Penduduk

KHL_A = Kebutuhan air untuk hidup layak yaitu 1600 m³ air/kapita/tahun.

Total kebutuhan air Desa Batu Loreng per Dusun tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 12. Jumlah Kebutuhan Air 2016

No	Desa	Dusun	Penduduk	KLHA	Kebutuhan air m ³ air/tahun
1	Batu Loreng	Bula	440	1.600	704.000
		Bilato	528	1.600	844.800
		Dulopiya Barat	174	1.600	278.400
		Batu loreng	380	1.600	608,000
TOTAL			1527		2.435,200

Sumber: Hasil Penelitian 2020

Total kebutuhan air untuk penduduk tahun 2016 di desa Batu Loreng adalah 2.435,200. Total kebutuhan Air Desa Batu Loreng per Dusun tahun 2017 di lihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Jumlah Kebutuhan Air 2017

No	Desa	Dusun	Penduduk	KLHA	Kebutuhan air m ³ air/tahun
1	Batu Loreng	Bula	439	1.600	702.400
		Bilato	483	1.600	772.800
		Dulopiya Barat	220	1.600	352.000
		Batu loreng	381	1.600	609.600
TOTAL			1561		2.436,800

Sumber: Hasil Penelitian 2020

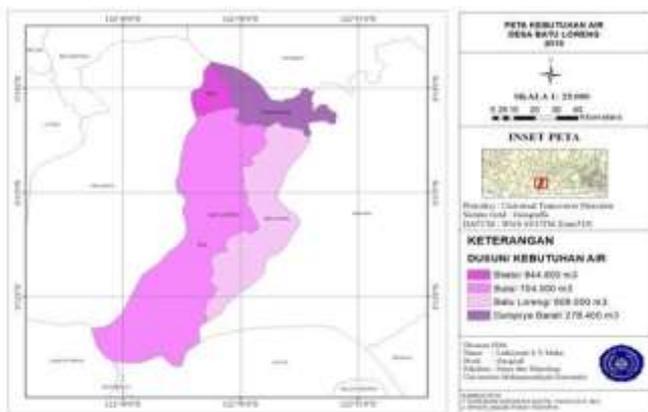
Total kebutuhan air untuk penduduk tahun 2017 di desa Batu Loreng adalah 2.436,800. Total kebutuhan air Desa Batu Loreng per Dusun tahun 2018 di lihat pada Tabel 14

Tabel 14. Jumlah Kebutuhan Air 2018

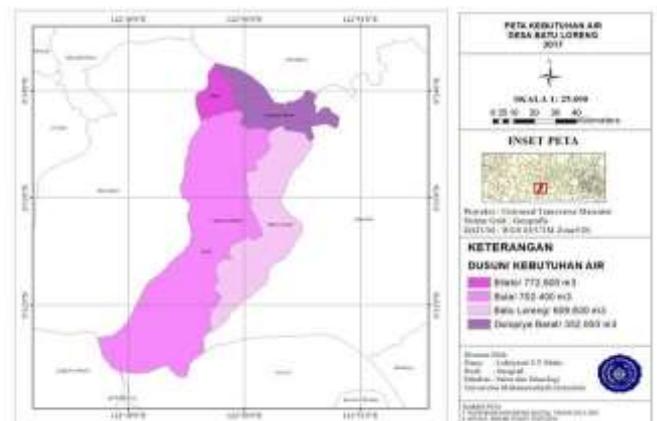
No	Desa	Dusun	Penduduk	KLHA	Kebutuhan air m ³ air/tahun
1	Batu Loreng	Bula	422	1.600	675.200
		Bilato	508	1.600	812.800
		Dulopiya Barat	247	1.600	395.200
		Batu loreng	384	1.600	614.400
TOTAL			1529		2.497,600

Sumber: Hasil Penelitian 2020

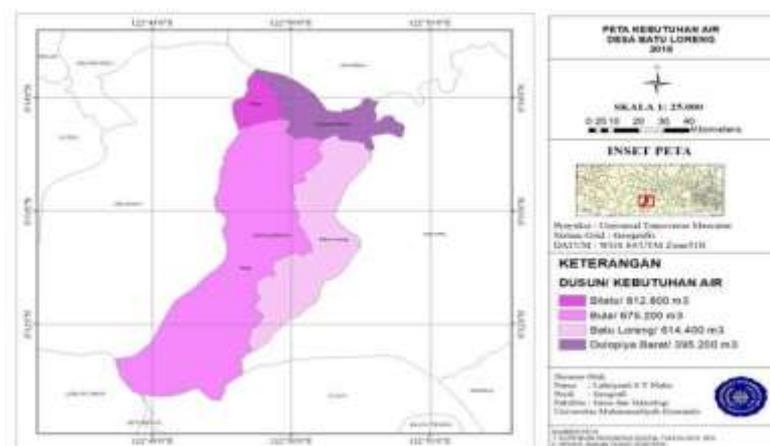
Total kebutuhan air untuk penduduk tahun 2018 di Desa Batu Loreng adalah 2.497,600.



Gambar 14. Peta Kebutuhan Air Tahun 2016



Gambar 15. Peta Kebutuhan Air Tahun 2017



Gambar 16. Peta Kebutuhan Air Tahun 2018

Total kebutuhan air untuk penduduk Desa Batu Loreng selama 3 tahun dapat di lihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Total Kebutuhan Air 2016-2018

No	Tahun	Dusun	Kebutuhan Air (m ³ /tahun)
1	2016	Bula	704.000
		Bilato	844.800
		Dulopiya Barat	278.400
		Batu Loreng	608.000
2	2017	Bula	702.400
		Bilato	772.800
		Dulopiya Barat	352.000
		Batu Loreng	609.600
3	2018	Bula	675.200
		Bilato	812.800
		Dulopiya Barat	395.200
		Batu Loreng	614.400

Sumber : Hasil analisis 2020

Dilihat pada tabel di atas bahwa kebutuhan air tahun 2016-2018 yang paling banyak yaitu di Dusun Bilato tahun 2016 sebanyak 844.800, Karena di Dusun tersebut jumlah penduduknya banyak yaitu 528 Jiwa, dan yang paling sedikit yaitu di dusun Dulopiya Barat tahun 2016 sebanyak 278.400, karena jumlah penduduknya sedikit.

b. Daya Dukung Air

Status daya dukung air dapat diperoleh dari perbandingan antara ketersediaan air (SA) dan kebutuhan air (DA). Bila $SA > DA$, daya dukung air dinyatakan surplus. Bila $SA < DA$, daya dukung air dinyatakan defisit atau terlampaui. Ketersediaan air dan kebutuhan air di Desa Batu Loreng sudah didapat nilai sebelumnya dan untuk mencari daya dukung air di desa batu loreng dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$DDA = \frac{Sa}{Da}$$

DDA = Daya dukung air

Sa = Ketersediaan air (Surplus)

Da = Kebutuhan air (demand)

Setelah diketahui besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air pada daerah penelitian. Perbandingan antara kondisi ketersediaan air dengan kebutuhan air pada wilayah penelitian menjadi dasar dalam penetapan status daya dukung lingkungan. Kriteria penetapan status DDL-Air yang digunakan berdasarkan (Admadhani, Haji, and Susanawati 2013), yaitu: Rasio supply/demand > 2 Daya dukung lingkungan aman (*sustain*)

1. Rasio supply/demand 1-2 Daya dukung lingkungan aman bersyarat (*conditional sustain*).
2. Rasio supply/demand < 1 Daya dukung lingkungan telah terlampaui (*overshoot*).

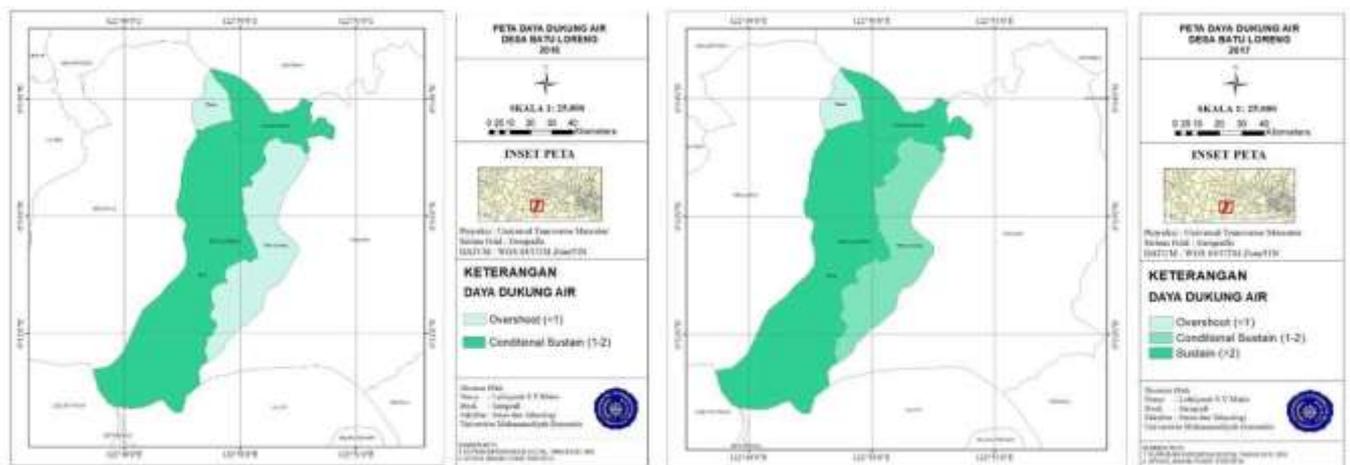
Data mengenai daya dukung air dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Daya Dukung Air 2016-2018

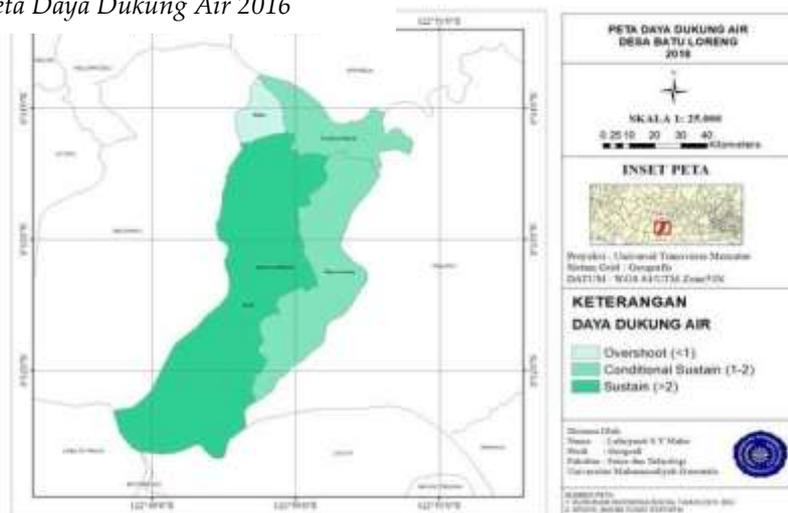
No	Tahun	Dusun	Ketersediaan	Kebutuhan	Daya Dukung Air	Status DDA
1	2016	Bula	1.240.658,16	704.000	1.76	<i>conditional sustain</i>
		Bilato	134.857,10	844.800	0.16	<i>overshoot</i>
		Dulopiya Barat	399.928,38	278.400	1.44	<i>conditional sustain</i>
		Batu Loreng	483.070,83	608.000	0,79	<i>Overshoot</i>
2	2017	Bula	2.405.708,35	702.400	3.42	<i>sustain</i>
		Bilato	262.692,57	772.800	0.34	<i>Overshoot</i>
		Dulopiya Barat	776.278,48	352.000	2.21	<i>sustain</i>
		Batu Loreng	937.355,29	609.600	1.54	<i>Conditional sustain</i>
3	2018	Bula	1.784.124,17	675.200	2.64	<i>Sustain</i>
		Bilato	194.563,30	812.800	0.24	<i>Overshoot</i>
		Dulopiya Barat	575.683,49	395.200	1.46	<i>conditional sustain</i>
		Batu Loreng	695.779,30	614.400	1.13	<i>conditional sustain</i>

Sumber: Hasil Penelitian 2020

Pada hasil perhitungan tabel 20 dapat dilihat bahwa dalam 3 tahun terakhir, dusun bula memiliki status daya dukung Aman (memiliki nilai antara >2), sedangkan dusun bilato 3 tahun terakhir memiliki status daya dukung overshoot (memiliki nilai <1)



Gambar 17. Peta Daya Dukung Air 2016



Gambar 18. Peta Daya Dukung Air 2017

Gambar 19. Peta Daya Dukung Air 2018

Daya dukung air di Desa Batu Loreng berdasarkan analisis ketersediaan air dari curah hujan dan penggunaan lahan. Analisis kebutuhan air dari jumlah penduduk Desa Batu Loreng. Daya dukung air terdapat 3 kelas yaitu (*overshoot*), aman bersyarat (*conditional sustain*) dan aman (*sustain*). Apabila nilai daya dukung air kurang dari 1 yaitu *overshoot*, nilai daya dukung air 1-2 yaitu *conditional sustain*, dan nilai daya dukung lebih dari dua yaitu *sustain* (surplus).

Desa Batu Loreng terbagi atas 4 Dusun yaitu Dusun Bula, Bilato, Dulopiya Barat dan Batu Loreng. Dari keempat Dusun ditinjau dari daya dukung air yang memiliki kategori aman (*sustain*) yaitu Dusun Bula 2017 dengan daya dukung air 3.42 dan Dusun Bula 2018 dengan daya dukung air 2,64. Pada tahun 2016-2018 Desa Bilato, memiliki daya dukung air yang terlampaui (*overshoot*) yaitu <1.

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air dari tahun ke tahun lebih dominan dengan *conditional sustain*, di mana nilai kebutuhan air dari tahun ke tahun meningkat, dan tidak diiringi dengan meningkatnya ketersediaan air. Dengan bertambahnya intensitas curah hujan akan meningkatkan jumlah ketersediaan air. Jumlah hujan yang turun di suatu wilayah tersebut merupakan potensi air yang bisa di manfaatkan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan air.

Semakin banyak jumlah penduduk yang menempati suatu wilayah maka semakin besar juga kebutuhan air akan di butuhkan. Dari keempat Dusun Desa Batu Loreng, Dusun Bilato tahun 2017 memiliki kebutuhan air yang lebih banyak dari pada Dusun lainnya.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 17 tahun 2009 Metode ini menunjukkan cara penghitungan daya dukung air disuatu wilayah, dengan mempertimbangkan ketersediaan dan kebutuhan akan sumber daya air bagi penduduk yang hidup diwilayah itu. Keadaan surplus menunjukkan bahwa ketersediaan air di suatu wilayah tercukupi, sedangkan keadaan deficit menunjukkan bahwa wilayah tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan akan air. Guna memenuhi kebutuhan air, fungsi lingkungan yang terkait dengan sistem tata air harus dilestarikan.

Dilakukan analisis spasial yaitu untuk melihat daerah-daerah yang memiliki warna berbeda dalam spasial. Dilihat dari dua warna yang berbeda daya dukung air dapat di analisis dalam tiga status yaitu terlampaui (*overshoot* <1), Aman bersyarat (*conditional sustain* 1-2) dan aman (*sustain* >2).

D. SIMPULAN

Desa Batu Loreng terbagi atas 4 Dusun yaitu Dusun Bula, Bilato, Dulopiya Barat dan Batu Loreng. Dari keempat Dusun ditinjau dari daya dukung air yang memiliki kategori aman (*sustain*) yaitu Dusun Bula 2017 dengan daya dukung air 3.42 dan Dusun Bula 2018 dengan daya dukung air 2,64. Pada tahun 2016-2018 Desa Bilato, memiliki daya dukung air yang terlampaui (*overshoot*) yaitu <1.

Rasio supply/demand > 2 Daya dukung lingkungan aman (*sustain*). Rasio supply/demand 1-2 Daya dukung lingkungan aman bersyarat (*conditional sustain*). Rasio supply/demand < 1 Daya dukung lingkungan telah terlampaui (*overshoot*).

DAFTAR PUSTAKA

- Admadhani, Dianindya Novita, Alexander Tunggal Sutan Haji, and Liliya Dewi Susanawati. 2013. "Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Untuk Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Malang)." *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*.
- Ayuba, Sri Rahayu. 2016a. "Arahan Penggunaan Lahan Pada DAS Limboto Bolango Bone." In *Tesis*.
- — —. 2016b. "Tesis: Arahan Penggunaan Lahan Pada DAS Limboto Bolango Bone." In . Universitas Hasanudin Makassar.
- Bambang, Andrian G, Fatimawali, and Novel S Kojong. 2014. "Analisis Cemar Bakteri Coliform Dan Identifikasi Escherichia Coli Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado." *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT* 3 (3): 325–34.
- Bramawanto, Rikha, Fajar Yudi Prabawa, and Ifan Ridlo Suhelmi. 2022. "The Effect of Enso and IOD Climate Variability on Salt Production in Nusa Tenggara Islands." *Jurnal Segara* 18 (2): 85–94. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara>.
- Nabila, Yasy, Winardi Dwi Nugraha, and Anik Sarminingsih. 2017. "Analisis Penentuan Daya Dukung Lingkungan Di Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus)." *Jurnal Teknik Lingkungan* 6 (1): 1–10.
- Wibowo, Koko Mukti, Indra Kanedi, and Juju Jumadi. 2015. "Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website." *Jurnal Media Infotama* 11 (1): 51–60.