

SIMULASI KETERSEDIAAN AIR BENDUNGAN BATU BULAN DI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

FATIMAH FAUZIAH SALAMAH¹, FRANSISKA YUSTIANA²

1. Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional
2. Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional

Email: fatimahfs.ff@gmail.com

ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu lumbung beras nasional, bendungan Batu Bulan yang merupakan bendungan terbesar kedua di provinsi Nusa Tenggara Barat memegang peranan penting untuk keberlangsungan sistem pertanian. Bendungan Batu Bulan yang terletak di kabupaten Sumbawa ini mampu mengairi 5500 ha sawah. Dengan melakukan simulasi ketersediaan air pada bendungan batu bulan dapat memberikan gambaran mengenai debit air yang perlu disalurkan untuk kegiatan irigasi. Data yang dipakai untuk perhitungan simulasi ini adalah data teknis bendungan dan data debit di Bendungan Batu Bulan pada tahun 1994-2016, data debit diperlukan untuk menghitung debit keandalan 50%, dengan menggunakan metode Weibull. Debit andalan yang telah dihitung selanjutnya akan dipakai untuk melakukan simulasi ketersediaan air di waduk Batu Bulan. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa pada pengoperasian neraca air, terjadi limpasan di spillway pada awal bulan Januari, Februari, Maret, April, pertengahan Agustus, akhir November dan awal Desember. Sedangkan terjadinya kekurangan air ada di bulan Mei, Juni, Juli, September dan Oktober.

Kata kunci: debit andalan, kinerja waduk batu bulan, neraca air, simulasi pola operasi

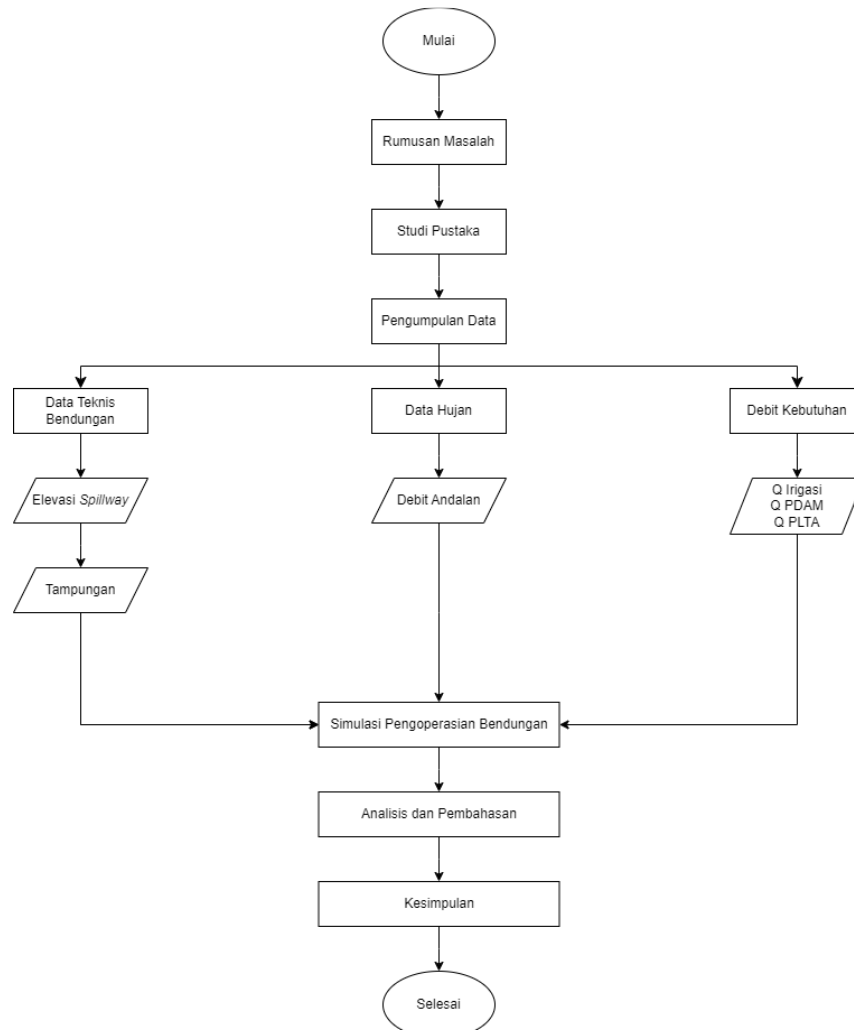
1. PENDAHULUAN

Menurut Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I, salah satu bendungan terbesar dan terpanjang di provinsi NTB adalah Bendungan Batu Bulan, dengan luas 932 Ha dan panjang puncak bendungan total 2.750 m. Bendungan Batu Bulan dibentuk dengan membendung lembah sungai Moyo, sungai Sebasang, sungai Rea dan sungai Lito. Bendungan Batu Bulan yang terletak di kabupaten Sumbawa ini mampu mengairi 5500 Ha sawah di kecamatan Moyo Hilir dan Moyo Utara, tetapi mengingat bahwa kabupaten Sumbawa sering mengalami kekeringan maka perlu adanya usaha untuk menghemat penggunaan air untuk keberlangsungan sistem pertanian. Dengan melakukan simulasi ketersediaan air pada Bendungan Batu Bulan, diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai berapa debit air yang perlu disalurkan dari bendungan untuk kegiatan irigasi. Menggunakan data debit di Bendungan Batu Bulan selama 10 tahun, dilakukan analisis ketersediaan air di daerah irigasi Batu Bulan. Berdasarkan keterangan tersebut maka ketersediaan air saat kondisi tahun normal dihitung berdasarkan debit andalan 50% (Q50).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian dibutuhkan kerangka kerja yang terorganisir secara sistematis dengan diagram alir (*flowchart*) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan Alir

2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian simulasi operasi ketersediaan air di Bendungan Batu Bulan ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I. Data yang didapatkan berupa:

1. Data teknis bendungan yang berupa data waduk, data bendungan, data bangunan pelimpah dan data bangunan *intake*.
2. Data debit di Waduk Batu Bulan dari tahun 1994-2016.

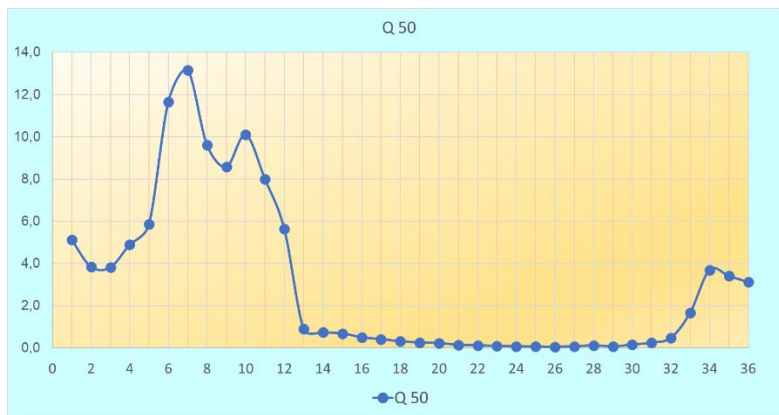
3. HASIL ANALISIS

3.2 Analisis Debit Andalan Q50

Debit air yang masuk dihitung untuk mendapatkan debit andalan yang hubungannya dengan periode kala ulang tertentu, yaitu untuk mendapatkan debit andalan 50%. Analisis debit andalan pada penelitian ini menggunakan metode ranking dengan mengurutkan data dari besar ke kecil menggunakan rumus *Weibull*. Perhitungan debit andalan dapat dilihat di SNI 6738:2015.

Tabel 1 Perhitungan Debit Andalan (m³/s)

Tahun	No	P (%)	Jan			Feb			Mar			Apr			Mei			Jun			Jul			Agt			Sep			Okt			Nov			Des			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III							
1994	1	4.167	10.520	9.240	8.810	9.250	10.660	30.970	19.760	21.890	21.710	24.630	22.560	16.850	25.30	25.70	14.10	17.30	0.990	0.940	0.850	0.530	0.380	0.350	0.270	0.230	0.170	0.180	0.730	0.590	0.630	2.240	3.020	5.080	6.560	6.650	7.310	7.620	
1995	2	8.333	8.960	8.800	8.810	8.800	10.700	25.470	18.560	17.430	19.440	19.720	14.140	11.620	2.000	1.910	1.410	1.170	0.940	0.850	0.610	0.480	0.350	0.310	0.250	0.200	0.160	0.140	0.190	0.570	0.640	1.440	2.710	3.900	5.940	5.980	6.010	5.860	
1996	3	12.500	7.050	6.930	7.810	7.650	9.460	25.410	18.090	16.900	15.500	18.650	13.670	11.060	1.960	1.810	1.400	0.900	0.820	0.790	0.600	0.410	0.350	0.270	0.200	0.180	0.130	0.130	0.160	0.480	0.610	1.020	2.230	2.850	4.410	5.670	6.550	5.700	
1997	4	16.667	6.780	6.770	7.060	7.600	8.830	23.580	17.560	15.560	15.460	15.380	12.840	10.220	1.640	1.560	1.160	0.870	0.700	0.750	0.490	0.390	0.290	0.250	0.200	0.150	0.130	0.100	0.120	0.460	0.570	1.560	2.100	3.380	4.380	6.490	6.080		
1998	5	20.833	6.080	6.090	6.090	6.850	8.730	19.060	17.050	15.500	13.620	14.270	11.000	9.870	1.510	1.270	0.990	0.780	0.660	0.870	0.410	0.330	0.240	0.210	0.170	0.120	0.120	0.100	0.110	0.390	0.520	0.540	1.110	1.670	3.110	4.160	6.110	5.420	
1999	6	25.000	6.340	5.550	5.980	6.830	7.990	18.400	15.710	14.600	12.470	12.970	10.750	9.440	1.470	1.210	0.980	0.770	0.640	0.510	0.400	0.320	0.230	0.210	0.160	0.120	0.110	0.100	0.110	0.390	0.510	0.560	1.070	1.280	1.130	4.240	5.800	5.170	
2000	7	29.167	6.450	5.660	5.880	6.650	7.420	16.580	15.510	13.660	11.340	12.480	10.260	9.270	1.450	1.180	0.880	0.740	0.620	0.500	0.400	0.320	0.220	0.200	0.160	0.120	0.100	0.080	0.100	0.330	0.410	0.280	0.520	1.190	2.750	4.080	5.110	4.600	
2001	8	33.333	6.250	5.500	5.910	5.990	7.820	16.180	15.230	13.300	11.260	12.200	8.650	8.990	1.390	1.060	0.860	0.740	0.590	0.470	0.380	0.310	0.220	0.190	0.150	0.110	0.100	0.080	0.080	0.240	0.350	0.270	0.510	1.030	2.540	3.980	4.590	4.560	
2002	9	37.500	5.580	4.830	4.920	5.640	6.300	15.310	15.120	12.270	11.020	12.100	8.450	7.150	1.110	0.940	0.840	0.610	0.580	0.420	0.380	0.300	0.200	0.160	0.130	0.090	0.080	0.080	0.080	0.080	0.140	0.260	0.470	0.960	2.360	3.920	4.180	3.950	
2003	10	41.667	5.670	4.640	4.680	5.660	6.250	15.070	12.650	12.150	10.330	11.030	8.560	6.660	1.080	0.880	0.750	0.570	0.540	0.410	0.290	0.260	0.170	0.140	0.110	0.090	0.080	0.080	0.080	0.160	0.100	0.110	0.240	0.790	2.220	3.810	3.860	3.250	
2004	11	45.833	5.120	4.370	4.440	5.010	6.010	12.340	13.420	10.420	8.990	10.340	8.010	5.270	0.980	0.770	0.730	0.520	0.440	0.330	0.270	0.260	0.150	0.130	0.110	0.080	0.070	0.070	0.080	0.130	0.080	0.160	0.260	0.480	1.680	3.700	3.410	3.120	
2005	12	50.000	5.120	3.850	3.820	4.000	5.860	11.660	13.160	9.620	8.570	10.100	8.000	5.640	0.910	0.750	0.690	0.510	0.420	0.320	0.260	0.240	0.150	0.130	0.100	0.080	0.070	0.060	0.080	0.130	0.080	0.160	0.260	0.480	1.680	3.700	3.410	3.120	
2006	13	54.167	4.340	3.670	3.680	4.060	5.840	11.640	10.960	9.510	8.300	9.270	7.810	4.860	0.810	0.720	0.650	0.470	0.410	0.300	0.260	0.210	0.140	0.120	0.100	0.080	0.070	0.060	0.070	0.120	0.080	0.170	0.240	0.320	1.600	3.640	3.230	3.100	
2007	14	58.333	4.680	3.410	3.550	4.080	5.810	11.640	10.540	9.270	7.980	9.480	7.890	5.350	0.850	0.720	0.660	0.470	0.370	0.280	0.250	0.210	0.130	0.120	0.090	0.070	0.060	0.060	0.060	0.120	0.220	0.320	1.560	3.540	3.180	2.970			
2008	15	62.500	4.220	3.140	3.280	4.840	5.520	11.040	9.710	9.320	7.680	9.270	7.420	5.310	0.850	0.700	0.560	0.450	0.370	0.280	0.240	0.200	0.130	0.110	0.090	0.070	0.060	0.060	0.060	0.110	0.070	0.140	0.200	0.300	0.740	3.410	3.130	2.490	
2009	16	66.667	3.720	3.120	3.220	4.700	5.000	10.950	9.480	8.720	7.640	7.800	7.340	5.270	0.810	0.660	0.540	0.430	0.360	0.280	0.220	0.190	0.130	0.110	0.090	0.070	0.060	0.060	0.060	0.100	0.060	0.160	0.300	0.660	3.310	2.900	2.410		
2010	17	70.833	3.670	2.960	3.060	4.620	5.020	9.920	8.840	8.960	7.330	6.910	7.050	5.070	0.790	0.680	0.530	0.430	0.350	0.270	0.220	0.180	0.130	0.110	0.090	0.070	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.080	0.150	0.260	0.640	2.950	2.710	2.410
2011	18	75.000	3.520	2.780	2.800	4.500	4.830	9.130	7.960	8.200	7.120	6.840	6.810	5.030	0.780	0.680	0.510	0.430	0.350	0.270	0.220	0.180	0.130	0.110	0.090	0.070	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
2012	19	79.167	2.900	2.690	2.610	4.320	4.510	8.880	7.850	7.960	7.280	6.610	6.440	4.880	0.780	0.640	0.490	0.400	0.340	0.260	0.200	0.180	0.120	0.110	0.080	0.060	0.050	0.050	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
2013	20	83.333	2.420	2.610	2.670	3.960	4.120	8.630	7.510	7.880	6.290	5.550	5.820	4.760	0.760	0.660	0.490	0.400	0.310	0.250	0.200	0.170	0.120	0.100	0.080	0.060	0.050	0.040	0.040	0.060	0.050	0.040	0.050	0.040	0.050	0.040	0.050	0.040	
2014	21	87.500	2.370	2.220	2.160	3.960	4.050	7.910	7.430	7.760	5.920	5.190	5.190	4.510	0.680	0.610	0.440	0.390	0.290	0.210	0.160	0.140	0.090	0.080	0.070	0.050	0.050	0.050	0.040	0.040	0.050	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040		
2015	22	91.667	2.110	2.200	1.850	3.780	3.840	6.790	5.640	7.070	5.270	4.790	5.160	3.720	0.590	0.560	0.380	0.320	0.260	0.200	0.150	0.120	0.090	0.080	0.060	0.050	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040		
2016	23	95.833	1.800	1.780	1.250	3.400	2.980	6.190	5.610	6.210	4.490	4.750	3.680	2.940	0.560	0.430	0.340	0.240	0.190	0.150	0.120	0.090	0.080	0.060	0.050	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040			
Q50			5.320	3.850	3.820	4.000	4.860	11.660	13.160	9.620	8.570	10.100	8.000	5.640	0.910	0.750	0.690	0.510	0.420	0.320	0.260	0.240	0.150	0.130	0.100	0.080	0.070	0.060	0.080	0.130	0.080	0.160	0.260	0.480	1.680	3.700	3.410	3.120	



Gambar 2. Grafik Air Masuk Waduk Pada Q50

3.3 Analisis Debit Pelepasan Waduk

Debit yang keluar dari waduk untuk melayani berbagai kebutuhan berdasarkan prioritas disebut dengan debit pelepasan (*output*). Untuk menghitung debit pelepasan dapat dihitung dengan mengurangi debit *inflow* dikurangi debit andalan. Karena debit andalan merupakan debit minimum yang harus selalu tersedia setiap bulan di waduk. Data yang dipakai dalam analisis ini menggunakan data kebutuhan air tanaman dengan pola tanam Padi-Padi-Palawija dengan awal tanam bulan Januari, data didapatkan dari "Laporan Hidrologi Penyiapan dan Penetapan Izin Operasi Bendungan di Pulau Sumbawa Tahap II" yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Satuan Kerja Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara.

Tabel 2. Tabel Kebutuhan Irigasi Bendungan Batu Bulan

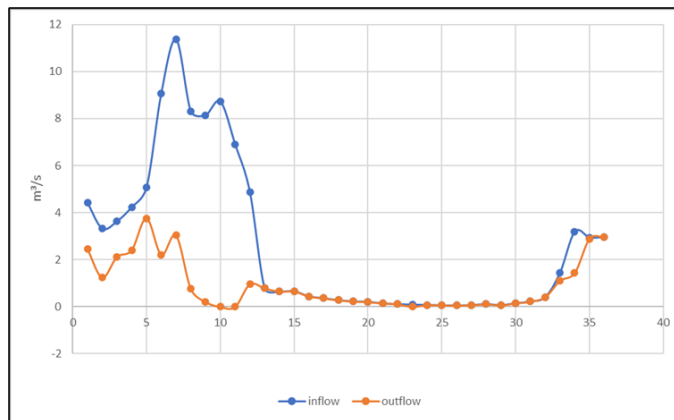
Bulan	Kebutuhan irigasi (lt/det/ha)
Jan	0,510
	0,260
	0,400
Feb	0,500
	0,780
	0,510
Mar	0,630
	0,160
	0,040
Apr	0
	0
	0,200
Mei	0,480
	0,760
	0,520
Jun	0,210
	0,260
	0,420
Jul	0,320
	0,320
	0,380
Ags	0,200
	0
	0,080
Sep	0,220
	0,320
	0,400
Okt	0,580
	0,630
	0,650
Nop	0,650
	0,540
	0,230
Des	0,300
	0,600
	1,180

3.4 Simulasi Operasi Neraca Air Bendungan Batu Bulan

Perhitungan neraca air untuk mengetahui keseimbangan air di Waduk Batu Bulan perlu dilakukan dengan simulasi, jika volume air melebihi kapasitas tampungan maksimum, air akan melimpah dari *spillway*, jika volume air akan lebih kecil dari minimum operasi, maka pemenuhan kebutuhan dikurangi sampai batas tampungan air akhir adalah volume minimum operasi waduk. Simulasi akan membandingkan debit andalan dengan debit kebutuhan air di Bendungan Batu Bulan. Diketahui menurut data teknis bendungan, volume tampungan efektif sebelum *spillway* melimpas sebesar 49,90 juta m³.

Tabel 3. Simulasi Neraca Air Pengoperasian Bendungan Batu Bulan dengan Q50

P (%)	BULAN	HARI	Inflow		Outflow		Outflow Simulasi		As	S Awal	S Akhir NA	Limpasan	S Akhir
			m ³ /s	Juta m ³	m ³ /s	Juta m ³	m ³ /s	Juta m ³	Juta m ³	Juta m ³	Juta m ³	Juta m ³	Juta m ³
50	JAN	10	5,120	4,424	2,844	2,457			1,967	49,900	51,867	0	51,867
		10	3,850	3,326	1,450	1,253			2,074	51,867	53,940	0	53,940
		11	3,820	3,631	2,230	2,120			1,511	53,940	55,451	0,409	55,451
	FEB	10	4,900	4,234	2,788	2,409			1,825	55,451	57,276	2,234	57,276
		10	5,860	5,063	4,349	3,758			1,305	57,276	58,581	3,539	58,581
		9	11,660	9,067	2,844	2,211			6,856	58,581	65,437	10,395	65,437
	MAR	10	13,160	11,370	3,513	3,035			8,335	65,437	73,772	18,730	55,042
		10	9,620	8,312	0,892	0,771			7,541	55,042	62,583	7,541	55,042
		11	8,570	8,145	0,223	0,212			7,933	55,042	62,975	7,933	55,042
	APR	10	10,100	8,726	0	0			8,726	55,042	63,768	8,726	55,042
		10	8,000	6,912	0	0			6,912	55,042	61,954	6,912	55,042
		10	5,640	4,873	1,115	0,964			3,909	55,042	58,951	3,909	55,042
	MEI	10	0,910	0,786	2,676	2,312	0,910	0,786	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,750	0,648	4,238	3,661	0,750	0,648	0	55,042	55,042	0	55,042
		11	0,690	0,656	2,900	2,756	0,690	0,656	0	55,042	55,042	0	55,042
	JUN	10	0,510	0,441	1,171	1,012	0,510	0,441	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,420	0,363	1,450	1,253	0,420	0,363	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,320	0,276	2,342	2,023	0,320	0,276	0	55,042	55,042	0	55,042
	JUL	10	0,260	0,225	1,784	1,542	0,260	0,225	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,240	0,207	1,784	1,542	0,240	0,207	0	55,042	55,042	0	55,042
		11	0,150	0,143	2,119	2,014	0,150	0,143	0	55,042	55,042	0	55,042
	AGS	10	0,130	0,112	1,115	0,964	0,130	0,112	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,100	0,086	0	0			0,086	55,042	55,128	0,086	55,042
		11	0,080	0,076	0,446	0,424	0,080	0,076	0	55,042	55,042	0	55,042
	SEP	10	0,070	0,060	1,227	1,060	0,070	0,060	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,060	0,052	1,784	1,542	0,060	0,052	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,080	0,069	2,230	1,927	0,080	0,069	0	55,042	55,042	0	55,042
	OKT	10	0,130	0,112	3,234	2,794	0,130	0,112	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,080	0,069	3,513	3,035	0,080	0,069	0	55,042	55,042	0	55,042
		11	0,160	0,152	3,624	3,445	0,160	0,152	0	55,042	55,042	0	55,042
	NOV	10	0,260	0,225	3,624	3,131	0,260	0,225	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	0,480	0,415	3,011	2,602	0,480	0,415	0	55,042	55,042	0	55,042
		10	1,680	1,452	1,282	1,108			0,343	55,042	55,385	0,343	55,042
	DES	10	3,700	3,197	1,673	1,445			1,752	55,042	56,793	1,752	55,042
		10	3,410	2,946	3,346	2,891			0,056	55,042	55,097	0,056	55,042
		11	3,120	2,965	6,580	6,253	3,120	2,965	0	55,042	55,042	0	55,042



Gambar 3. Grafik Hubungan Inflow dan Outflow Bendungan Batu Bulan dengan Q50

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada kondisi keandalan 50% (Q50), didapatkan bahwa pada pengoperasian neraca air, terjadi limpasan di *spillway* pada awal bulan Januari, Februari, Maret, April, pertengahan Agustus, akhir November dan awal Desember. Sedangkan terjadinya kekurangan air ada di bulan Mei, Juni, Juli, September dan Oktober.

DAFTAR RUJUKAN

- BWS Nusa Tenggara I Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2021). *Dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan & Upaya Pemantauan Lingkungan (UKL-UPL)* (Sumbawa Besar: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, and Satuan Kerja Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara. (2019). *Laporan Hidrologi Penyiapan Dan Penetapan Izin Operasi Bendungan Di Pulau Sumbawa Tahap II (Sumi; Batu Bulan; Olat Rawa; Gapit; Dan Laju)* (Kementriam Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) (Sumbawa Besar: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)
- Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah. (2004), October 1. Pengoperasian Waduk Tunggal. Diakses 17 Mei, 2023.
- Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 tentang Bendungan
- Peraturan Pemerintah No. 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air
- SNI 6738:2015 Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Kurva Durasi Debit
- Sry Sulistyawati, E., Budiando, M. Bagus., & Hartana. (n.d.). Simulasi Tampunguan Waduk Bendungan Batu Bulan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Bendungan Batu Bulan.