

KAJIAN DAN ANALISA TERHADAP KERUSAKAN BANGUNAN TANGGUL WADUK AKIBAT ENDAPAN PENGARUH SEDIMENTASI (STUDI KASUS WADUK DARMA)

Ace Rindo Burhanudin¹, Bakhtiar Abu Bakar²
^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

¹korespondensi : acerindo0@gmail.com

ABSTRAK

Suatu bendungan yang dibangun pada suatu wilayah akan menghasilkan beberapa keuntungan yang akan dinikmati oleh masyarakat di sekitarnya, antara lain: penyediaan air bersih, pengendalian banjir, penyediaan air irigasi, pariwisata, tenaga listrik dan sebagainya. Oleh karena itu pembangunan bendungan pada umumnya akan memacu pertumbuhan wilayah daerah sekitarnya, terutama bagian hilirnya. Dipihak lain, apabila suatu bendungan runtuh maka jutaan meter kubik air yang tersimpan di waduk akan mengalir melewati bagian bendungan yang runtuh tersebut menuju ke lembah bagian hilirnya. Bendungan adapat mengalami penurunan atau Pergeseran akibat beberapa faktor diantaranya beban yang bekerja pada struktur tidak terkendali serta tumpukan sedimentasi pada Waduk mengakibatkan debit dan volume pada waduk berkurang (dead storage) dimana endapan sedimentasi tersebut bekerja sebagai beban mati dan akan mendesak sekeliling dinding bendungan, pada umumnya jenis sedimentasi yang masuk dari sungai ke waduk adalah sedimentasi yang mempunyai butiran halus (suspended load) yang akhirnya akan mengendap yang dikenal sebagai tampungan mati (dead storage). Dengan kondisi volume aliran sedimentasi 3.500.000 m³ setiap tahun, maka tahun 2004 di prediksiakan meningkat menjadi 147.000.000 m³ dan sebagai tampungan mati waduk darma (dead storage) dimana volume tampungan hidup waduk darma (life storage) adalah 89.3425.774 m³ berdasarkan hasil analisa maka agar sesuai dengan umur rencana maka perlu di lakukan pengerukan sedimentasi seberat 2.741.786.24 ton dengan volume 40.570.458.73 m³ sehingga waduk diprediksikan berfungsi hingga 58 tahun ke depan.

Kata kunci : sedimentasi, dead storage, life storage, debit dan volume air, bendungan

ABSTRACT

A dam built in an area will produce several benefits that will be enjoyed by the surrounding community, including: the provision of clean water, flood control, irrigation water supply, tourism, electric power and so on. Therefore, the construction of dams in general will spur the growth of the surrounding area, especially the downstream part. On the other hand, if a dam collapses, millions of cubic meters of water stored in the reservoir will flow past the collapsed section of the dam into the downstream valley. Dams can experience a decline or shift due to several factors including the load acting on the structure is not controlled and the pile of sedimentation in the reservoir results in reduced discharge and volume in the reservoir (dead storage) where the sedimentation deposits work as a dead load and will push around the dam wall, in general. the type of sedimentation that enters from the river to the reservoir is sedimentation that has fine grains (suspended load) which will eventually settle which is known as dead storage. With the condition of the sedimentation flow volume of 3,500,000 m³ every year, then in 2004 it is predicted to increase to 147,000,000 m³ and as a dead reservoir for the darma reservoir (dead storage) where the volume of the life storage reservoir of darma (life storage) is 89,3425,774 m³ based on the results analysis, so that it is in accordance with the design age, it is necessary to carry out sedimentation dredging weighing 2,741,786.24 tons with a volume of 40,570,458.73 m³ so that the reservoir is predicted to function for the next 58 years.

Keywords: sedimentation, dead storage, life storage, water discharge and volume, dam

PENDAHULUAN

Suatu bendungan yang dibangun pada suatu wilayah akan menghasilkan beberapa keuntungan yang akan dinikmati oleh

masyarakat di sekitarnya, antara lain: penyediaan air bersih, pengendalian banjir, penyediaan air irigasi, pariwisata, tenaga listrik dan sebagainya. Oleh karena itu

pembangunan bendungan pada umumnya akan memacu pertumbuhan wilayah daerah sekitarnya, terutama bagian hilirnya. Dipihak lain, apabila suatu bendungan runtuh maka jutaan meter kubik air yang tersimpan di waduk akan mengalir melewati bagian bendungan yang runtuh tersebut menuju ke lembah bagian hilirnya. Biasanya debit banjir yang terjadi jauh lebih besar dari pada banjir-banjir yang berasal dari limpasan hujan (*runoff*).

Banjir akibat runtuhnya suatu bendungan mempunyai sifat yang berbeda dengan banjir biasa. Banjir ini terjadi dalam waktu yang relatif cepat dengan volume air yang sangat besar, hidrograf banjirnya sangat curam sehingga kecepatan penjaralan gelombang ini ke arah hilir juga jauh lebih cepat dari pada banjir biasa. Pada beberapa kasus, aliran yang terjadi adalah aliran superkritis. Oleh karena itu, daya rusaknya cukup besar dan waktu yang tersedia untuk peringatan dini juga sangat singkat sehingga menambah resiko terjadinya korban akibat bencana ini.

Kapasitas tampung Bendung/DAM bisa berkurang yang diakibatkan oleh adanya pengendapan sedimen di dasar bendung, sedangkan debit air tetap. Sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah daerah, Waduk Darma ditargetkan untuk mensuplai debit air minum sebesar 200 liter/detik dan mengairi secara langsung daerah irigasi seluas 3.216 ha. selain kondisi waduk yang menjadi dangkal akibat pengendapan sedimentasi.

Untuk itu di perlukan analisa dari pengaruh sedimentasi pada waduk darma agar dapat memperhitungkan seberapa besar pengaruh

sedimentasi terhadap kekuatan bangunan waduk darma dan dapat mengetahui seberapa besar volume sedimen yang terjadi pada bangunan waduk darma tersebut sehingga dapat mengetahui langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu bendungan yang dibangun pada suatu wilayah akan menghasilkan beberapa keuntungan yang akan dinikmati oleh masyarakat di sekitarnya, antara lain: penyediaan air bersih, pengendalian banjir, penyediaan air irigasi, pariwisata, tenaga listrik dan sebagainya. Oleh karena itu pembangunan bendungan pada umumnya akan memacu pertumbuhan wilayah daerah sekitarnya, terutama bagian hilirnya. Dipihak lain, apabila suatu bendungan runtuh maka jutaan meter kubik air yang tersimpan di waduk akan mengalir melewati bagian bendungan yang runtuh tersebut menuju ke lembah bagian hilirnya. Biasanya debit banjir yang terjadi jauh lebih besar dari pada banjir-banjir yang berasal dari limpasan hujan (*runoff*)

Waduk adalah fasilitas tampungan yang dibuat untuk menampung air selama debit tinggi dan mengeluarkannya pada saat dibutuhkan [1]. Hal ini berarti bahwa waduk mempunyai tugas membuat modifikasi dari distribusi air menurut alam yang tergantung dari hujan, menciptakan

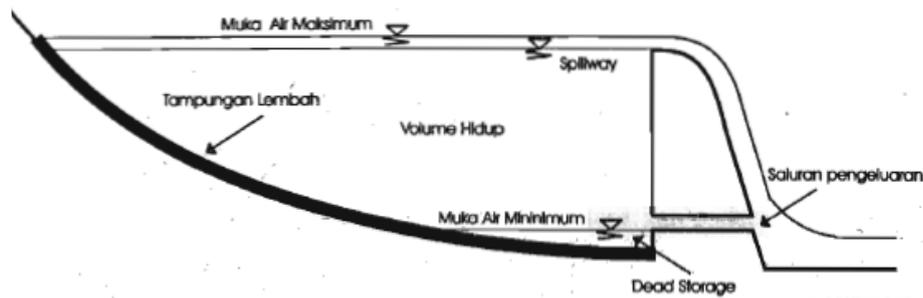
distribusi air buatan [2]. Keberadaan waduk juga sebagai penampungan air di suatu DAS yang akan dimanfaatkan untuk irigasi, industri, perkotaan, pembangkit listrik dan pelayaran. Pembangunan bendungan dan struktur keairan lainnya, yang ada di waduk mampu mengurangi beban sungai ketika terjadi banjir, sehingga kerusakan yang lebih parah bisa dihindari. Fungsi waduk secara prinsip ialah menampung air saat-saat debit tinggi untuk digunakan saat-saat debit sangat rendah [1]. Selain itu terdapat beberapa fungsi waduk yang lain, diantaranya:

- a. Untuk memenuhi kebutuhan air pengguna. Air yang di keluarkan dari waduk biasanya digunakan untuk industri, pemukiman dan irigasi [3].
- b. Sebagai pembagian tenaga listrik. Pada beberapa Negara, pembangkit listrik tenaga air sudah menjadi sumber tenaga air sudah menjadi sumber tenaga listrik utama untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari [4]. Untuk waduk-waduk besar dengan kapasitas tampungan yang besar bisa menghasilkan listrik yang besar.
- c. Sebagai tempat rekreasi. Waduk mempunyai potensi sebagai tempat rekreasi. Masyarakat biasanya

menggunakan waduk dan sungai sebagai tempat memancing, *boating*, berenang dan kegiatan rekreasi lainnya. Selain itu juga masyarakat dapat menikmati keindahan alam yang dimiliki oleh waduk.

- d. Sebagai wilayah perikanan dan pelestarian ikan. Budidaya ikan di tambak adalah contoh sektor perikanan yang dapat dilakukan di waduk, selain dapat melestarikan spesies ikan tertentu dari kepenuhan. namun banyaknya ikan yang di budidayakan juga dapat mengganggu kinerja oprasi waduk. Maka hendaknya budidaya ikan di batasi jumlah.
- e. Sebagai pengontrol banjir. Untuk mengurangi beban sungai yang begitu besar dalam menampung kuantitas air selama debit puncak. Keberadaan waduk akan membantu dan mengontrol dan meminimalisir kemungkinan kerusakan dan kerugian yang lebih parah dari hilir sungai.

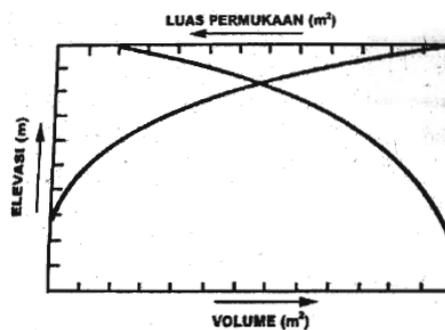
Bagian-bagian pokok karakteristik fisik suatu waduk yaitu volume hidup, mati, tinggi muka air minimum, tinggi mercu bangunan pelimpah dan tinggi muka air maksimum berdasar debit rencana [1]:



Gambar 1 : Zona tampungan Waduk

Untuk keperluan perencanaan maupun pengoperasian waduk, banyak informasi tentang karakteristik fisik yang diperlukan. Suatu informasi yang amat penting dalam hal ini adalah antara elevasi dan volume tampungan, serta luas permukaan genangan [5]. Berdasarkan

peta topografi dengan garis kontur cukup teliti, dapat dibuat kurva yang mendeskripsikan hubungan antara elevasi muka air, luar permukaan air dan volume tampungan. Elevasi yang di gunakan dapat didasarkan pada referensi muka air laut rerata.



Gambar 2 : karakteristik tampungan waduk

Kinerja operasi waduk dapat dilihat dari tingkat reliabilitas pelayanan. Bila reliabilitas tinggi maka waduk bekerja optimal, begitupun sebaliknya. ukuran nilai reliabilitas biasanya menggunakan persentase (%) pencapaian dari kondisi target pelayanan air, apabila seluruh periode operasi *target release*-nya sama dengan *actual release*-nya maka nilai reliabilitasnya 100% karena target pelayanan air dapat terpenuhi. Pada umumnya ukuran reliabilitas waduk di

batasi agar tidak kurang dari 95% (*reliability* \geq 95%).

METODE PENELITIAN

Metodologi Pemecahan Masalah

Penganalisaan mengacu pada SNI dan USBR yang kemudian untuk mengetahui reaksi pada bangunan Tanggul dilakukan dengan metoda analisis desain statis.

Teknik penulisan yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini adalah dengan cara menguraikan, menggambarkan dan melakukan penganalisaan atau dikenal dengan teknik deskriptif sehingga pembaca bisa

memahami dengan mudah.

Adapun Metodologi pemecahan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai

Data umum waduk darma

- Lokasi : Darma
- Nama sungai : Cisanggarung
- Luas aliran tidak langsung : 23.50 km²
- Isi air maksimum : 4.50 km²
- Isi air efektif : 40.000.000 m³
- Luas areal genangan : 36.000.000 m³
- Ketinggian permukaan air maksimum : 4 km²
- Tinggi jagaan DPAL : 713.00
- Ketinggian dasar waduk : 1.09 m
- Kapasitas limpasan maksimum : 694 .00 DPAL
- Ketinggian mercu limpasan : 713.00 DPAL
- Tipe konstruksi DAM : 36.09 m
- Kemiringan bangunan depan DAM (Up Stream) : 1:2,1:1,80,1:1, 60,1:1,60,1:1, 40,1:1,20,1:1
- Kemiringan bangunan belakang DAM (Down Stream): 1:1,80,1:1,60,1:1 1:1,40,1:1,20, 1:1
- Panjang DAM (Konstruksi Rockfill) : 227 m
- Lebar berm : 3 bh x 2 m
- Isi tubuh bendung / DAM : 165000 m³
- Lebar bawah maksimum DAM : 116.90 m
- Suplesi air untuk areal : 22.060 ha.
- Debit pengeluaran maksimum : 6500 m³/dt
- Diameter gorong-gorong : 1.75 m
- Panjang gorong-gorong : 177 m.
- Kedalaman air waduk : 19 m

Tabel 1 : Data Teknis Waduk Darma

Data Teknis Waduk Darma	Keterangan
1. Lokasi	Desa Darma
2. Nama Sungai	Cisanggarung
3. Luas Daerah Aliran Sungai (<i>catchment area</i>)	± 48 km ² /± 480 ha
4. Luas Waduk Darma (genangan air maksimum)	± 42,5 km ² /±425 ha
5. Area pertanian yang di airi	± 21.660 ha
6. Kapasitas tampung maksimum	± 40.000.000 m ³
7. Kapasitas Penyimpanan air efektif	± 36.000.000 m ³
8. Ketinggian dasar waduk	± 694 m dpal
9. Ketinggian permukaan air maksimum	± 713.0 m dpal
10. Volume tampung mati (<i>dead storage</i>)	± 3.500.000 m ³
11. Ketinggian dam	± 36,6 m
12. Panjang dam (<i>Rockfill Contruction</i>)	± 227 m
13. Lebar bawah maksimum dam	± 116,90 m
14. Panjang gorong-gorong	± 177 m
15. Kedalaman air waduk	± 19 m
Rencana Umur Waduk	> 100 tahun

Sumber: PSDA Waduk Darma

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data Debit Air

Pengolahan data debit air dilakukan dengan cara metoda statistik yaitu metoda gumbel, log-normal III dan log-person kemudian akan di lakukan perbandingan dari ketiga metoda tersebut dan akan diambil nilai maksimum sebagai input perhitungan, data tersebut diambil nilai maksimum dan rata-rata dari setiap bulan dalam setiap tahun nya dimulai dari tahun 1995 – 2004 sehingga tergolong pada pengolahan data dengan perioda ulang 10 tahunan

Pengolahan data Debit dan volume waduk darma

Debit adalah jumlah air yang masuk ke dalam waduk dalam satuan kubik per detik setiap harinya sehingga dari data yang di peroleh harus di konversikan ke dalam debit air (Q) dengan cara di bagikan dengan waktu dalam satuan detik setiap hari (24jam x 60 menit x 60 detik), sedangkan volume adalah merupakan jumlah debit air (Q) yang masuk kedalam waduk, pengolahan data tersebut di bagi menjadi dua katagori yaitu debit dan volume (∇) pada saat normal dan pada saat maksimum dimana keadaan normal diambil nilai rata-rata dari setiap bulan per tahunnya sedangkan keadaan maksimum atau banjir di ambil nilai maksimum dari setiap bulan per tahun, penjabaran dapat dilihat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 6.

Tabel 2 : Data Debit Banjir dan Normal Waduk Darma Tahun 1995 – 1996

Periode	Tahun							
	1995				1996			
	Rata-Rata		Max		Rata-Rata		Max	
	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)
Jan	15280967.74	176.86	17040000.00	197.22	38538387.10	446.05	39360000.00	455.56
Peb	21793928.57	252.24	25320000.00	293.06	38798275.86	449.05	39320000.00	455.09
Mar	29402258.06	340.30	33600000.00	388.89	38527096.77	445.92	39100000.00	452.55
Apr	37161333.33	430.11	38900000.00	450.23	38444666.67	444.96	38900000.00	450.23
Mei	38622580.65	447.02	38900000.00	450.23	37450967.74	433.46	38100000.00	440.97
Jun	38531666.67	445.97	38900000.00	450.23	35893333.33	415.43	37040000.00	428.70
Jul	38406129.03	444.52	38750000.00	448.50	30062258.06	347.94	34540000.00	399.77
Ags	36642580.65	424.10	38060000.00	440.51	22259612.90	257.63	25300000.00	292.82
Sept	32544333.33	376.67	35120000.00	406.48	14198000.00	164.33	18420000.00	213.19
Okt	29042903.23	336.14	30420000.00	352.08	10430967.74	120.73	11210000.00	129.75
Nov	30159000.00	349.06	35960000.00	416.20	10439354.84	120.83	11210000.00	129.75
Des	34703548.39	401.66	36380000.00	421.06	13037741.94	150.90	13960000.00	161.57
Rata-Rata	31857602.47	368.72	33945833.33	392.89	27340055.25	316.44	28871666.67	334.16
Tahunan	382291229.65	4424.67	407350000.00	4714.70	26322025.08	3797.23	346460000.00	4009.95

Tabel 3 : Data Debit Banjir dan Normal Waduk Darma Tahun 1997 – 1998

Periode	Tahun							
	1997				1998			
	Rata-Rata		Max		Rata-Rata		Max	
	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)
Jan	16059677.42	185.88	18120000.00	209.72	11904516.13	137.78	13180000.00	152.55
Peb	21366142.86	247.29	23480000.00	271.76	14870625.00	172.11	20320000.00	235.19
Mar	25911612.90	299.90	27830000.00	322.11	22425625.00	259.56	28340000.00	328.01
Apr	29342333.33	339.61	30850000.00	357.06	32109666.67	371.64	34760000.00	402.31
Mei	32115806.45	371.71	33160000.00	383.80	37389677.42	432.75	38800000.00	449.07
Jun	33130666.67	383.46	33520000.00	387.96	38413333.33	444.60	38700000.00	447.92
Jul	30081290.32	348.16	27710000.00	320.72	38395161.29	444.39	38850000.00	449.65
Ags	25157741.94	291.18	27620000.00	319.68	38027290.32	440.13	38340000.00	443.75
Sept	18712333.33	216.58	21970000.00	254.28	35195000.00	407.35	36770000.00	425.58
Okt	13747741.94	159.12	15740000.00	182.18	35135333.33	406.66	36710000.00	424.88
Nov	11690666.67	135.31	17770000.00	205.67	29320000.00	339.35	31620000.00	365.97
Des	10006451.61	115.82	11090000.00	128.36	35397096.77	409.69	38660000.00	447.45
Rata-Rata	22276872.12	257.83	240716666.67	278.61	30715277.11	355.50	32920833.33	381.03
Tahunan	267322465.44	3094.01	288860000.00	3343.29	368583325.27	4226.01	395050000.00	4572.34

Tabel 4 : Data Debit Banjir dan Normal Waduk Darma Tahun 1999 – 2000

Periode	Tahun							
	1999				2000			
	Rata-Rata		Max		Rata-Rata		Max	
	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)
Jan	37801935.48	437.52	39000000.00	451.39	23445483.87	271.36	25790000.00	298.50
Peb	35508214.29	410.97	36180000.00	418.75	29373793.10	339.97	31880000.00	369.98
Mar	35416774.19	409.92	36040000.00	417.13	34125161.29	394.97	36770000.00	425.58
Apr	36764333.33	425.51	37500000.00	434.03	38058666.67	440.49	38750000.00	448.50
Mei	38358709.68	443.97	38620000.00	446.99	38404516.13	444.50	38660000.00	447.45
Jun	36911333.33	427.21	38300000.00	443.29	37082666.80	429.20	38660000.00	447.45
Jul	34956451.61	404.59	35890000.00	415.39	36855483.87	426.57	37980000.00	439.58
Ags	29910000.00	346.18	33280000.00	385.19	32766774.19	379.25	35720000.00	413.43
Sept	20803666.67	240.78	25400000.00	293.98	21830666.67	252.67	26860000.00	310.88
Okt	13858064.52	160.39	16270000.00	188.31	13307096.77	154.02	15770000.00	182.52
Nov	15373666.67	177.94	17580000.00	203.47	15208333.33	176.02	16770000.00	194.10
Des	18925806.45	219.05	21060000.00	243.75	20189380.65	233.67	23210000.00	268.63
Rata-Rata	29549079.69	342.00	31260000.00	361.81	28387335.28	328.56	30568333.33	353.80
Tahunan	354588956.22	4104.04	375120000.00	4341.67	340648023.34	3942.69	366820000.00	4245.60

Tabel 5 : Data Debit Banjir dan Normal Waduk Darma Tahun 2001 - 2002

Periode	Tahun							
	2001				2002			
	Rata-Rata		Max		Rata-Rata		Max	
	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)
Jan	26139032.26	302.54	28770000.00	332.99	14883225.81	172.26	34420000.00	398.38
Peb	30368928.57	351.49	31580000.00	365.51	22953214.29	265.66	38880000.00	450.00
Mar	36076774.19	417.56	39000000.00	451.39	2834967.42	328.12	38880000.00	449.07
Apr	38679000.00	447.67	39280000.00	454.63	31457000.00	364.09	39320000.00	455.09
Mei	38560322.58	446.30	38900000.00	450.23	34086333.33	394.52	38570000.00	446.41
Jun	38504666.67	445.66	38850000.00	449.65	31519333.33	364.81	38100000.00	440.97
Jul	37825161.29	437.79	38500000.00	445.60	25145806.45	291.04	35520000.00	411.11
Ags	33580322.58	388.66	30580000.00	353.94	17738387.10	205.31	30180000.00	349.31
Sept	26521000.00	306.96	30580000.00	353.94	14864838.71	172.05	26950000.00	311.92
Okt	19512903.23	225.84	21540000.00	249.31	8870322.58	102.67	15650000.00	181.13
Nov	21357333.33	247.19	24360000.00	281.94	9306000.00	107.71	10510000.00	121.64
Des	25971935.48	300.60	277770000.00	321.41	11947741.94	131.34	13260000.00	153.47
Rata-Rata	31091448.35	359.85	324575833.33	375.88	20876823.41	241.63	30013333.33	347.38
Tahunan	373097380.18	4318.26	38971000.00	4510.53	250521880.95	2899.56	360160000.00	4168.52

Tabel 6 : Data Debit Banjir dan Normal Waduk Darma Tahun 2003 - 2004

Periode	Tahun							
	2003				2004			
	Rata-Rata		Max		Rata-Rata		Max	
	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)	V (m ³)	Q (m ³ /detik)
Jan	14883225.81	172.26	17910000.00	207.29	17774576.13	205.72	22820000.00	264.12
Peb	22953214.29	265.66	25730000.00	297.80	26808068.97	310.28	29920000.00	346.30
Mar	28349677.42	328.12	30300000.00	350.69	33568064.52	388.52	36260000.00	419.68
Apr	31457000.00	364.09	32960000.00	381.48	37753333.33	436.96	38500000.00	445.60
Mei	34086333.33	394.52	34820000.00	403.01	37955483.87	439.30	38820000.00	449.31
Jun	31519333.33	364.81	34300000.00	396.99	37352673.33	432.32	38180000.00	441.90
Jul	25145806.45	291.04	28300000.00	327.55	31806903.23	368.14	33920000.00	392.59
Ags	17738387.10	205.31	21340000.00	246.99	26368064.52	305.19	29320000.00	339.35
Sept	14864838.71	172.05	17460000.00	202.08	19740600.00	228.48	22910000.00	265.16
Okt	8870322.58	102.67	9900000.00	114.58	15188709.68	175.80	17420000.00	201.62
Nov	9306000.00	107.71	9900000.00	114.58	13551333.33	156.84	14520000.00	168.06
Des	11347741.94	131.34	12840000.00	148.61	16283870.97	188.47	18390000.00	212.85
Rata-Rata	20816823.41	241.63	22980000.00	265.97	26179301.82	303.00	28415000.00	328.88
Tahunan	250521880.95	2899.56	275760000.00	3191.67	314151621.87	3636.01	340980000	3946.53

Keterangan:

$$Q = \frac{\forall}{t} = \left(\frac{m^3}{\text{dtk}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Q : Debit air $\left(\frac{m^3}{\text{dtk}} \right)$

\forall : volume rata rata dan maksimum setiap hari dalam sebulan m^3

T : waktu sehari (detik) = (24 x 60 x 60)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pengkajian didapat suatu kesimpulan sebagai berikut, bahwa secara teknis bangunan waduk darma tidak memenuhi standar kealayaan yang di syaratkan dikarenakan adanya faktor teknis misalnya tingkat sedimentasi yang tinggi adapun hasil analisa dan pengkajiaan adalah sebagai berikut:

1. hasil pengolahan data dari tahun 1994-2004 didapat data akhir sebagai berikut:

- Debit air pada saat normal 415.654 m^3/dtk
- Debit air pada saat banjir 419.608 m^3/dtk
- Volume air pada saat normal 4967.357 m^3
- Volume air pada saat banjir 5226.561 m^3
- Volume total aliran Realisasi 12041.965 m^3
- Elevasi muka air banjir 18.012 m atau 712.012 DPAL
- Elevasi muka air normal 17.683 m atau 711.683 DPAL

2. Gaya-gaya yang bekerja pada tubuh bendung:

- Gaya yang bekerja pada saat kondisi air Normal
- Gaya yang bekerja pada saat kondisi air banjir

3. Besarnya endapan sedimentasi dimana gaya yang bekerja sebesar 4524540.93 ton. dengan momen sebesar 203966305.17 t.m
4. Kedalam sungai yang di tinjau dari hilir kurang lebih 7.65 km kedalam sungai pada saat banjir mencapai 5.83 m sedangkan pada saat air normal 5.79 m
5. Hasil pengolahan akhir sedimentasi pada tahun 2004 agar dapat berfungsi hingga 52 tahun ke depan sesuai denga umur rencana disarankan sedimentasi di lapangan harus sesuai dengan data sedimentasi sebagai berikut:

- berat dan volume sedimentasi di lapangan

Sedimentasi trap : 4524540.931 ton

Volume sedimetasi : 147000000 m^3

- Berat dan volume sedimentasi untuk rencana pengerukan

Sedimentasi trap : 2741786.24 ton

Volume sedimetasi : 40570458.73 m^3

- Berat dan volume sedimentasi sisa

Sedimentasi trap : 1782754.69

6. Volume sedimetasi : 11140546.68 m^3

Dari paparan kesimpulan diatas, dapat diambil suatu pengaruh yang menonjol terhadap Tanggul adalah:

- a. Faktor endapan sedimentasi yang tinggi akan menimbulkan konstruksi miring jika tidak segera di tanggulangi maka akan mengakibatkan bahaya teknis seperti banjir dan jebolnya Tanggul.

- b. Debit air (Q) akan mengalami penurunan secara drastis, jika endapan sedimentasi tidak segera dilakukan penanggulangan dengan pengerukan atau perawatan secara berkala

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudjarwadi, M. P. S., B. A. S., And V. Asriningtyas, *Pengembangan Sumber Daya Air*. 2008.
- [2] K. Natalia P.R, "Penyusunan Rule Curve Waduk Menggunakan Model Program Dinamik Deterministik," *J. Tek. Sipil Univ. Atma Jaya Yogyakarta*, Vol. 8, No. 3, Pp. 225–236, 2008.
- [3] A. Solichin, D. Wijayanto Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, And D. Sumberdaya Akuatik Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, "Valuasi Ekonomi Manfaat Langsung Dan Tidak Langsung Kawasan Waduk Malahayu, Kabupaten Brebes," *Manag. Aquat. Resour. J.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 119–126, Dec. 2016, Doi: 10.14710/Marj.V5i3.14398.
- [4] T. T. Gultom, "Pemenuhan Sumber Tenaga Listrik Di Indonesia," *J. Ilm. Res. Sains*, Vol. 3, No. 1, 2017.
- [5] A. Sulistiono, D. Rahmandani, And J. Triyono, "Simulasi Operasi Waduk Lamong Untuk Kepentingan Air Baku Dan Irigasi," *J. Irig.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 16–28, Apr. 2015, Doi: 10.31028/Ji.V9.I1.16-28.