

PERHITUNGAN KAPASITAS WADUK NGANCAR BATUWARNO, WONOGIRI, JAWA TENGAH

Azura Ulfa, Slamet Suprayogi, Evi Mivtahul Khoirullah

Masuk: 24 11 2017 / Diterima: 30 12 2017 / Dipublikasi: 31 12 2017
© 2017 Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial UNDIKSHA dan IGI

Abstract Evaluation of reservoir capacity is needed to find out how big the effective volume change of Ngancar Reservoir from the beginning of measurement until 2016. The purpose of this research is measuring volume of Ngancar Reservoir using bathymetry method with echosounder and calculating the remaining relative age of Ngancar Reservoir. Measurement topography of Ngancar Reservoir is done by bathymetry method of aquatic systematic random sampling method through certain path using echosounder. Analysis of reservoir capacity is done by calculating the volumes of Ngancar Reservoir and calculating the residual life of the reservoir relative. Fluctuation analysis of volume change was done by calculating the effective volume of reservoirs 1946-2016 and graphs. The calculation of the volume of the Ngancar Reservoir from the topographic map produces an effective volume value of 2016 is 1269905 m³ and the effective puddle area is 1393416 m². An increase in sedimentation volume from 2011-2016 amounted to 296119.75 m³ with sedimentation rate was 59223.95 / year. With the assumption that the same landuse and sedimentation rate tend to be stable then the remaining age of Ngancar Reservoir is 21 years and 95 years old.

Key words: Reservoir, Volume, Sedimentation, Reservoir Capacity

Abstrak Evaluasi kapasitas waduk diperlukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan volume efektif Waduk Ngancar dari awal pengukuran hingga tahun 2016. Tujuan penelitian ini mengukur volume Waduk Ngancar menggunakan metode bathimetri dengan alat echosounder dan menghitung sisa umur relatif Waduk Ngancar. Pengukuran topografi Waduk Ngancar dilakukan dengan metode bathimetri metode akuatik sistematis random sampling melalui jalur tertentu menggunakan alat echosounder. Analisis kapasitas waduk dilakukan dengan perhitungan volum Waduk Ngancar dan perhitungan sisa umur relatif waduk. Analisis fluktuasi perubahan volume dilakukan dengan perhitungan volume efektif waduk tahun 1946-2016 dan grafik. Perhitungan volume Waduk Ngancar dari peta topografi menghasilkan nilai volume efektif tahun 2016 adalah 1269905 m³ dan luas genangan efektif adalah 1393416 m². Terjadi kenaikan volume sedimentasi dari tahun 2011-2016 sebesar 296119.75 m³ dengan laju sedimentasi adalah 59223.95/ tahun. Dengan asumsi penggunaan lahan yang sama dan laju sedimentasi cenderung stabil maka sisa umur Waduk Ngancar yaitu 21 tahun dan berumur relatif 95 tahun.

Kata kunci: Waduk, Volume, Sedimentasi, Kapasitas Waduk

1. Pendahuluan

Waduk Ngancar terletak di Desa Selopuro, Kecamatan Batuwarno, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa

Tengah. Waduk ini memberi manfaat irigasi untuk 637 ha pertanian di sekitar Kecamatan Batuwarno. Waduk Ngancar membendung Sungai Beling dan Sungai Teleng yang merupakan anak Sungai Jarak serta beberapa

anak sungai disekitarnya. Daerah tangkapan air (DTA) Waduk Ngancar yaitu Sub-DAS Temon memiliki luas 6,889 km², terletak di hulu DAS Bengawan Solo dan memiliki topografi yang secara umum berbukit hingga bergunung dengan ketinggian maksimum 626 mdpl dan elevasi waduk setinggi 218 mdpl.

Waduk Ngancar mengalami penurunan fungsi dan kinerjanya yang meliputi penurunan kapasitas serta efektifitas kinerjanya yang diakibatkan oleh penurunan debit inflow dari Sub-DAS Temon dan pendangkalan dasar waduk akibat tingginya sedimentasi yang masuk ke waduk. Sedimentasi yang besar terjadi di Waduk Ngancar menyebabkan pendangkalan pada waduk sehingga mengurangi kapasitas dan fungsi waduk, hal ini mengakibatkan operasi dan pemeliharaan waduk menjadi lebih sulit dan mahal. Berdasarkan hasil penelitian studi pengukuran waduk di WA Bengawan Solo tahun 2011, pada awal pengoperasian waduk, volume efektif waduk sebesar 2,05 juta m³ dan pada tahun 2011 mengalami sedimentasi sebesar 483.975 m³.

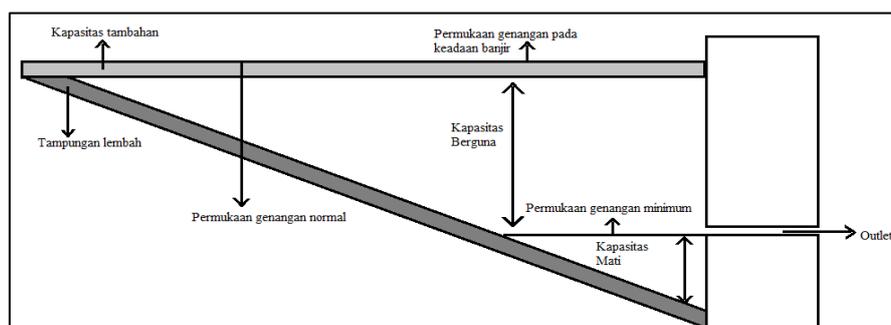
Berbagai masalah ini menjadi dasar dilakukannya penelitian di Waduk Ngancar. Pemeliharaan waduk khususnya dalam upaya pemeliharaan

sumberdaya air dilakukan dengan menganalisis aspek sedimentasi meliputi analisis (volume sedimen, laju sedimentasi), dan aspek kinerja waduk meliputi (analisis volume tampungan waduk, kapasitas waduk, dan data teknis Waduk Ngancar terbaru).

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur volume Waduk Ngancar menggunakan metode batimetri dengan alat echosounder.
2. Menghitung sisa umur relatif waduk.

Waduk (Reservoir) adalah wadah air yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bangunan sungai dalam hal ini bangunan bendungan dan berbentuk pelebaran alur/ badan/ palung sungai (Standard Nasional Indonesia). Waduk memiliki 2 kategori yaitu waduk penyimpanan yang secara umum berfungsi sebagai konservasi sumberdaya air dan waduk distribusi yang berfungsi untuk mengalirkan air (Nursa'ban, 2008). Karakteristik fisik dari waduk meliputi fungsi utama waduk sebagai penyimpan air dan karakteristik yang lebih penting adalah kapasitas waduk (Kinsley dan Franzini, 1979). Bagian tampungan waduk disajikan pada Gambar 1.

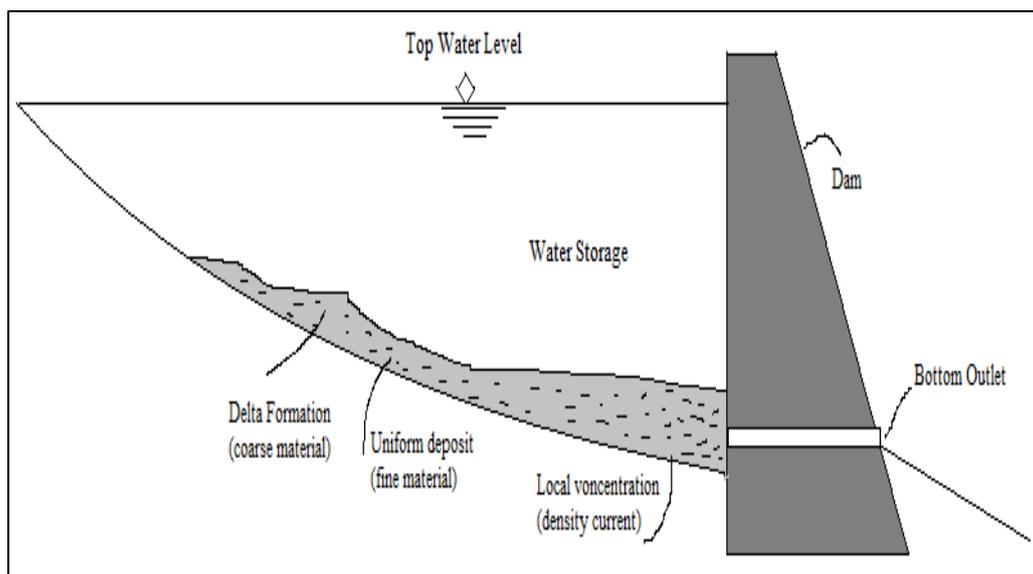


Gambar 1. Bagian-Bagian Tampungan Di Dalam Waduk (Kinsley dan Franzini, 1979)

Batimetri adalah ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi waduk/danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau dataran dengan kontur-kontur yang disebut kontur kedalaman atau isobath, dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan. Proses penggambaran dasar perairan tersebut sejak pengukuran hingga pengolahan serta visualisasi disebut

dengan survey batimetri. Model batimetri (kontur kedalaman) diperoleh dengan menginterpolasikan titik-titik pengukuran kedalaman bergantung pada skala model yang ingin dibuat.

Kapasitas total waduk data direncanakan berdasar perhitungan volume tampungan air tanpa adanya sedimentasi (Subarkah, 1980). Seiring berjalannya waktu pengoperasian waduk, terjadi sedimentasi di areal genangan sehingga menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan. Deskripsi tentang berkurangnya kapasitas waduk ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Deskripsi Berkurangnya Kapasitas Waduk Akibat Sedimentasi (Mays et.al., 1992)

2. Metode

Penelitian ini menggunakan data primer yang meliputi data titik kedalaman berdasarkan hasil echosounding tahun 2016, data tekstur tanah berdasarkan hasil uji lab tanah, dan survey kondisi daerah kajian serta penggunaan lahan, dan citra satelit Landsat 8 tahun 2015 untuk identifikasi

kondisi geomorfologi. Data sekunder meliputi data volume Waduk Ngancar tahun 2008-2015.

Pengukuran bathimetri Waduk Ngancar dilakukan dengan alat echosounder dengan metode akustik sistematis random sampling melalui jalur tertentu. Hasilnya diperoleh data kedalaman waduk dari muka air waduk, jarak, dan titik koordinat.

Pengumpulan data citra satelit dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS, global mapper, dan google earth. Hasil citra di analisis menjadi peta satuan lahan. Data sekunder diperoleh dari berbagai instansi meliputi Perum Jasa Tirta I WS Bengawan Solo, BPSDA WS Bengawan Solo, dan BBWS Bengawan Solo.

Hasinya sounding diolah menggunakan Ms. Excel dan ArcGIS, diperoleh peta topografi waduk. Dilakukan perhitungan luas dan volume waduk menggunakan rumus (1), dihasilkan nilai pengurangan volume waduk dan lengkung kapasitas Waduk Ngancar tahun 2016.

$$V = \sum_n^{n+1} V_n - (n + 1)$$

$$= \frac{Dx(A_n + A_{n+1}) + \sqrt{A_n \times A_{n+1}}}{3}$$

Keterangan:

V = Volume
D = Jarak antara dua potongan melintang (m)
A_n = Luas potongan melintang A_n (m²)
A_{n+1} = Luas potongan melintang A_{n+1} (m²)
(Soewarno, 2015)

Umur relatif waduk dihitung dengan jangka waktu penuhnya kapasitas tampungan dengan sedimen setiap tahunnya. Sesuai asumsi sebelumnya, prediksi umur waduk didapat dengan penggunaan lahan sama. Perhitungan prediksi sisa umur waduk dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

Kapasitas dead storage
T_w =((2)
Volume sedimen tahunan

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Kapasitas Waduk Ngancar Hasil Echosounder

Berdasarkan hasil pemetaan bathimetri dihasilkan peta topografi

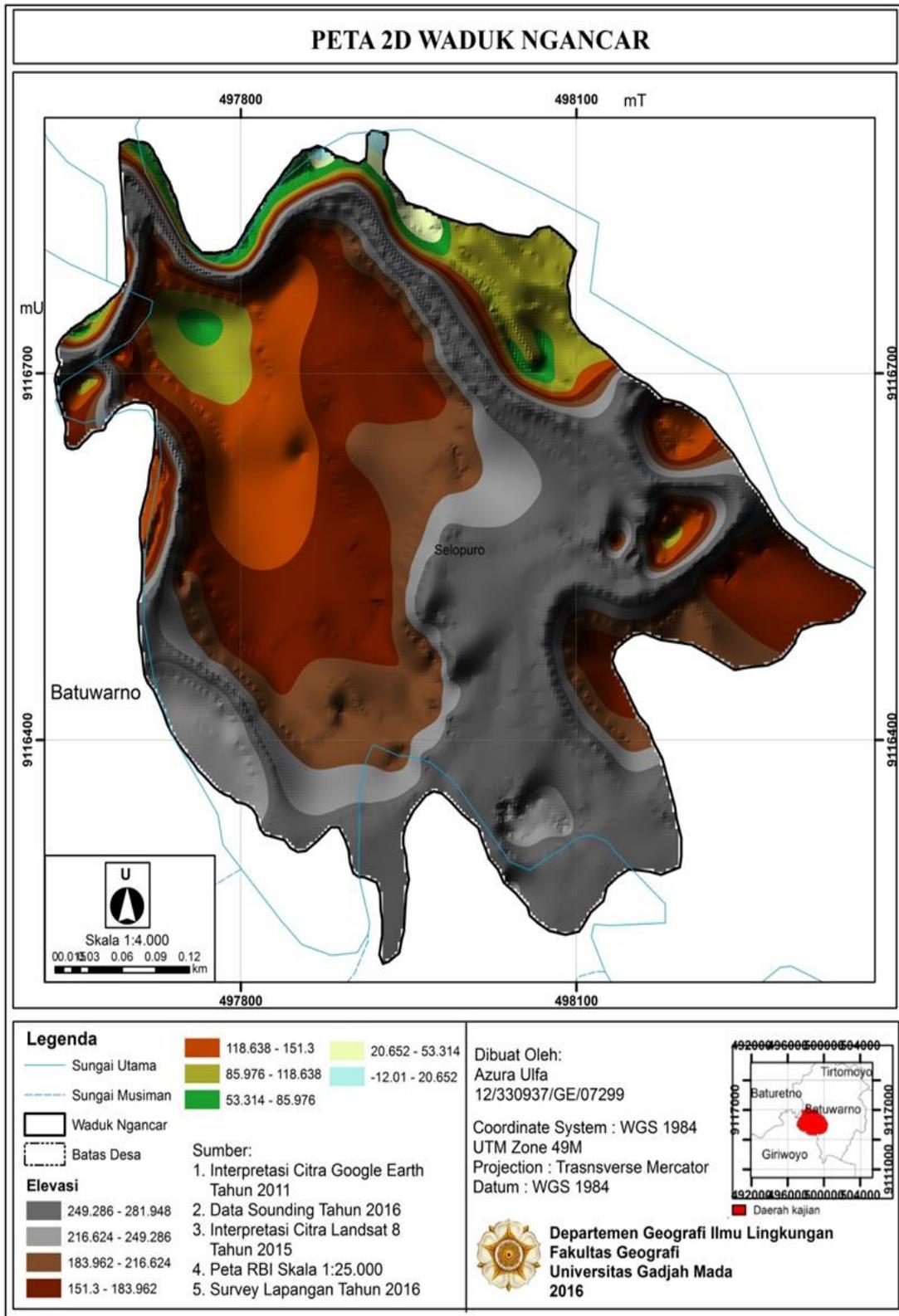
Waduk Ngancar tahun 2016, terjadi pengurangan luas genangan waduk yang ditunjukkan oleh peta topografi Waduk Ngancar pada Gambar 3. Penurunan luas genangan waduk disebabkan oleh bertambah tingginya volume Waduk Ngancar akibat sedimentasi. Saat musim kemarau, debit inflow yang masuk ke waduk sangat kecil dan mengakibatkan sedimen terendapkan di sekitar hulu waduk sehingga dapat dilihat daerah yang paling dangkal terdapat di hulu waduk bagian timur.

Saat musim hujan, debit *inflow* yang masuk ke waduk besar dan mengakibatkan air akan memiliki energi tinggi untuk mengangkut sedimen dengan jumlah yang banyak. Sedimen yang lebih halus akan mengendap di dasar waduk dan jika berlangsung lama mengakibatkan pendangkalan waduk. Peta 2D Waduk Ngancar disajikan pada Gambar 4.

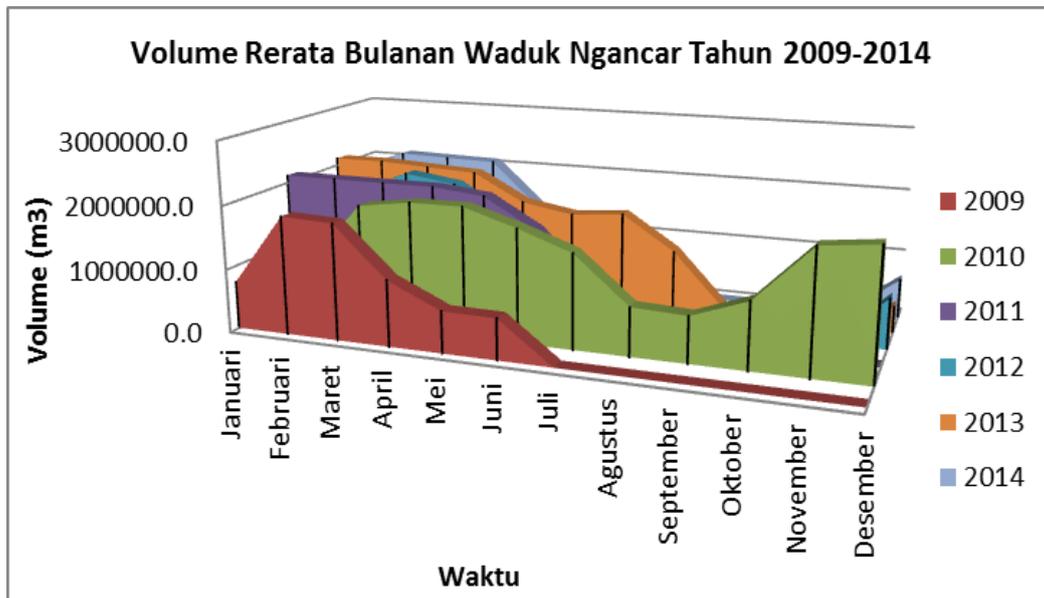
Berdasarkan hasil pengukuran volume waduk menggunakan data hidrologi, maka dihasilkan grafik perubahan volume Waduk Ngancar tahun 2008-2015 pada Gambar 5.

Dari hasil perhitungan volume waduk rata-rata bulanan dari tahun 2009 hingga 2014, diketahui volume paling kecil sepanjang bulan dalam satu tahun yaitu pada tahun 2009 dengan lama waktu kekosongan waktu selama 6 bulan yaitu bulan juli-desember. Sedangkan volume waduk paling besar terdapat pada tahun 2010, dimana terjadi 2 kali kenaikan volume dan saat terjadinya penurunan volume, waduk tetap dalam kondisi terisi air.

Pola diagram volume Waduk Ngancar menunjukkan adanya kesamaan kenaikan volume waduk, dimana waduk terisi pada saat awal tahun. Hal ini dipengaruhi oleh musim hujan dan curah hujan wilayah yang terjadi.



Gambar 4. Peta 2D Waduk Ngancar (Hasil Analisis, 2016)



Gambar 5. Volume Rerata Bulanan Waduk Ngancar Tahun 2009-2014
(Hasil Analisis, 2016)

3.2 Kinerja Waduk Ngancar

Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan kapasitas waduk adalah besarnya sedimen yang masuk dan mengendap di dasar waduk. Sedimen tersebut masuk ke dalam waduk, sebagian besar melalui alur sungai dan

hanya sebagian kecil yang berasal dari intake waduk. Berikut adalah tabel yang menjelaskan hasil perhitungan volume sedimen Waduk Ngancar berdasarkan hasil echosounding tahun 2016 pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Echosounding

	Elevasi Dasar	Spillway	Luas Genangan	Kapasitas Waduk	Volume Sedimentasi	Laju Sedimentasi
Tahun	m	m	m ²	m ³	m ³	m ³ /th
1946	236	248.7	349000	2050000		
2011	238	248.7	309126	1566024	483975.6	7445.78
2016	240	248.7	201751	1269905	296119.7	59223.95

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan pengukuran batimetri waduk, diketahui elevasi dasar waduk 2016 mengalami peningkatan yaitu dari 236 m menjadi 238 m. Pada tahun 2016 elevasi dasar waduk mengalami peningkatan menjadi 240 m. Elevasi dasar waduk pada tahun 2011 dan 2016 ditetapkan berdasarkan

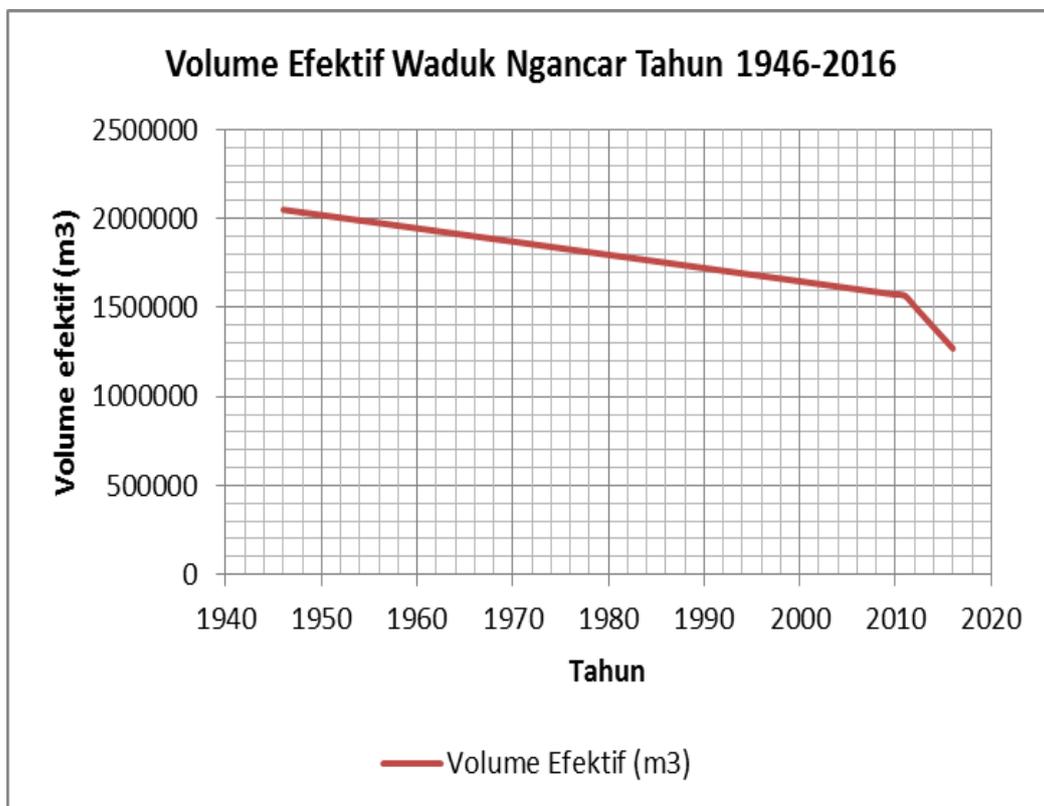
ketinggian terendah dari hasil pengukuran menggunakan echosounder. Sedangkan muka air normal waduk adalah 248.7 m.

Luas genangan Waduk mengalami penurunan yaitu sebesar 349000 m² tahun 1946, menjadi 309126 m² pada tahun 2011, dan 201751 m² pada

tahun 2016. Penurunan luas genangan waduk diikuti oleh penurunan kapasitas Waduk Ngancar. Apabila tahun 1946 kapasitas waduk belum terisi oleh sedimen, kapasitas waduk sebesar 2050000 m³. Tahun 2011, kapasitas waduk menjadi 1566024 m³ sehingga selama kurun waktu 65 tahun yaitu dari tahun 1946-2011 sedimen menumpuk pada Waduk Ngancar sebesar 483975.6 m³. Hasil pengukuran echosounding pada tahun 2016 menunjukkan volume Waduk Ngancar mengalami penurunan sebesar 1269905 m³. Sehingga dalam kurun waktu 5 tahun yaitu 2011-2016, terjadi penumpukan sedimen pada waduk sebesar 296119.7 m³.

Laju sedimentasi tahun 1946-2011 sebesar 7445.78 m³/th. Sementara perbandingan volume sedimen tahun 2011-2016, menunjukkan laju

sedimentasi sebesar 59223.95 m³/th. Laju sedimentasi yang tinggi pada Waduk Ngancar disebabkan oleh erosi yang cukup tinggi pada daerah pegunungan di bagian selatan waduk dan masuk ke waduk melalui lembah-lembah antar pegunungan dan sungai. Sedimen melayang akan berada di permukaan waduk lebih lama dan akhirnya akan mengendap di dasar, sedimen yang sangat halus di dasar waduk akan menuju ke bagian hilir waduk dan akan mengendap di daerah dead storage, sedimen dengan ukuran yang besar akan tinggal di daerah hulu dan menendap. Berdasarkan hasil perhitungan laju sedimentasi waduk, maka dapat dihitung penurunan volume efektif Waduk Ngancar dari awal pengoperasian hingga tahun 2016 seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Volume Efektif Waduk Ngancar Tahun 1946-2016

Sumber: Hasil Analisis, 2016

3.3 Prediksi Umur Waduk

Prediksi umur waduk dihitung dengan menghitung laju sedimentasi dalam mengisi kapasitas tampungan mati sehingga diketahui waktu yang dibutuhkan sedimen untuk mengisi kapasitas mati (dead storage). Seiring

bertambahnya umur waduk, maka kapasitas mati juga semakin berkurang sehingga akan mengganggu pelaksanaan operasional waduk. Berikut merupakan hasil perhitungan sisa umur Waduk Ngancar pada Tabel 2

volume 2016	1269904.65
volume 2011	1566024.40
volume sedimen	296119.75
laju sedimen/tahun	59223.949
sisa umur waduk	21.442417

Sumber: Hasil Olahan Data, 2016

Berdasarkan Tabel 2 prediksi umur Waduk Ngancar diketahui bahwa prediksi umur Waduk Ngancar tahun 2016 yaitu 21.44 tahun. Waduk Ngancar masih dapat berfungsi sampai tahun 2037 apabila tidak terjadi penambahan sedimen yang berlebihan di dalam waduk. Umur rancangan awal saat operasional pertama di tahun 1942 adalah 100 tahun yang seharusnya pada tahun 2016 umur Waduk Ngancar masih tersisa 26 tahun. Berdasarkan hasil prediksi umur layanan Waduk Ngancar terbaru, menunjukkan umur waduk mengalami percepatan selama 5 tahun.

4. Penutup

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Pengukuran batimetri tahun 2016 menghasilkan nilai volume Waduk Ngancar sebesar 1.269.904,65 m³ dengan ketinggian normal waduk sebesar 246 m, luas permukaan waduk pada ambang spillway

sebesar 796.957 m³, dan volume tampung waduk pada ambang spillway sebesar 690.494,90 m³.

2. Volume Waduk Ngancar dari tahun 1946, 2011, dan 2016 berturut-turut sebesar 2.050.000 m³, 1.566.024 m³, dan 1.269.905 m³ dengan perubahan luas genangan sebesar 1.982.420 m³ di tahun 1946, 1.814.101,4 m³ di tahun 2011, dan 1.393.416 m³ di tahun 2016. Penurunan volume dan luas genangan diasumsikan terjadi akibat pengendapan sedimen.
3. Hasil prediksi umur Waduk Ngancar terhitung dari tahun 2016 yaitu 21.44 tahun, dimanamengalami percepatan selama 5 tahun.

Saran dari hasil penelitian ini adalah

1. Perlu dilakukan teknik konservasi yang tepat untuk daerah DTA Waduk Ngancar agar laju sedimentasi yang masuk ke waduk berkurang. Upaya yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan

- pengolahan tanah yang baik dan disarankan.
2. Perlu dilakukannya pengaturan pemberian air untuk kebutuhan irigasi dan pemeliharaan waduk terhadap sedimentasi agar waduk dapat tetap memberikan manfaat irigasi ketika musim kemarau dan dapat menampung air pada musim hujan.
 3. Perlu dilakukan kegiatan pengukuran topografi waduk secara berkala untuk mengetahui perubahan waduk dari waktu ke waktu dan sebagai bahan untuk merencanakan pemeliharaan waduk.

Daftar Pustaka

- Kinsley, R. d. (1979). *Water Resources Engineering*. New York: McGraw-Hill.
- Mays, L. W. (1992). *Hydrosystem Engineering and Management*. New York: Mc Graw Hill.
- Nursa'ban, M. (2008). Evaluasi Sediment Yield di Daerah Aliran Sungai Cisanggarung Bagian Hulu dalam Memperkirakan Sisa Umur Waduk Darma. *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol 13 No 1, 47-64.
- Ripple. (1883). *Operasi Waduk*. Yogyakarta: Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma Bandung.