

ANALISIS PERBANDINGAN FLUKTUASI PERUBAHAN VOLUME WADUK PENJALIN DENGAN METODE PEMERUMAN DAN PENGUKURAN ELEVASI MUKA AIR

Endang Purwati¹⁾, Andri Suprayogi²⁾, Hani'ah³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

²⁾ Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

³⁾ Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Waduk Penjalin terletak di wilayah Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, dibangun sekitar tahun 1930 – 1934. Waduk Penjalin hanya dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 29.000 Ha. Sumber airnya selain dari Kali Pemali juga berasal dari air hujan yang jatuh di Daerah Aliran Sungai (DAS) Waduk Penjalin dan yang jatuh langsung ke waduk. Curah hujan tahunan rata-rata di daerah ini berkisar antara 2.750 mm.

Pemeliharaan Waduk Penjalin belum dilaksanakan secara serius oleh pengelola. Sejak dibangun tahun 1934 hingga sekarang, baru dilakukan dua kali pemeruman untuk mengontrol perubahan Waduk Penjalin, sehingga perubahan secara periodik tidak bisa dideteksi. Dengan kata lain, apabila terjadi perubahan tidak bisa dilakukan tindak lanjut secara berkala. Volume efektif waduk pada awal mula beroperasi sebesar 9,5 juta. Setelah beroperasi selama 76 tahun diperkirakan volume Waduk Penjalin kurang dari 50%, terbukti dari volumenya sudah tidak dapat lagi mengairi irigasi seluas 29.000Ha.

Kata kunci : Waduk, Volume, Daerah Aliran Sungai

PENDAHULUAN

Waduk Penjalin terletak di wilayah Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, dibangun sekitar tahun 1930 – 1934. Waduk Penjalin hanya dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 29.000 Ha. Sumber airnya selain dari Kali Pemali juga berasal dari air hujan yang jatuh di Daerah Aliran Sungai (DAS) Waduk Penjalin dan yang jatuh langsung ke waduk. Curah hujan tahunan rata-rata di daerah ini berkisar antara 2.750 mm. Volume efektif waduk pada awal mula beroperasi sebesar 9,5 juta m³. Setelah beroperasi selama 76 tahun diperkirakan volume Waduk Penjalin kurang dari 50%, terbukti dari volumenya sudah tidak dapat lagi mengairi irigasi seluas 29.000Ha.

RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana fluktuasi perubahan elevasi muka air dan volume Waduk Penjalin tahun 2007-2010
2. Bagaimana perbandingan perhitungan volume Waduk Penjalin dengan metode pengukuran elevasi muka air tahun 2007-2010 dengan metode pemeruman tahun 2010
3. Bagaimana Perubahan Volume Waduk Penjalin tahun 1972 sampai tahun 2010

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari penelitian ini adalah :

1. Membandingkan hasil perhitungan pengukuran kedalaman menggunakan

EchoSunder , dan data elevasi harian permukaan air waduk.

2. Analisa fluktuasi perubahan volume Waduk Penjalin tahun 1972 hingga tahun 2010

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah metode perhitungan volume dengan menggunakan pengukuran elevasi muka air masih relevan digunakan pada Waduk Penjalin
2. Untuk mengetahui perubahan volume dari tahun 1972 hingga tahun 2010

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam sebuah penelitian diperlukan adanya metodologi penelitian sebagai acuan langkah dalam melakukan penelitian. Pada penelitian ini metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah
2. Studi Pustaka
3. Pengumpulan Data
4. Pengolahan Data
5. Analisis Data
6. Kesimpulan

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data Volume Hasil Pemeruman Tahun 1972
2. Data Pemeruman Tahun 2010
3. Data Elevasi Muka Air Tahun 2007 sampai 2010
4. Data Sebaran Titik Tinggi Waduk Tahun 2010

5. Tabel Luas dan Volume Waduk Penjalin
(Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Pemali Comal)

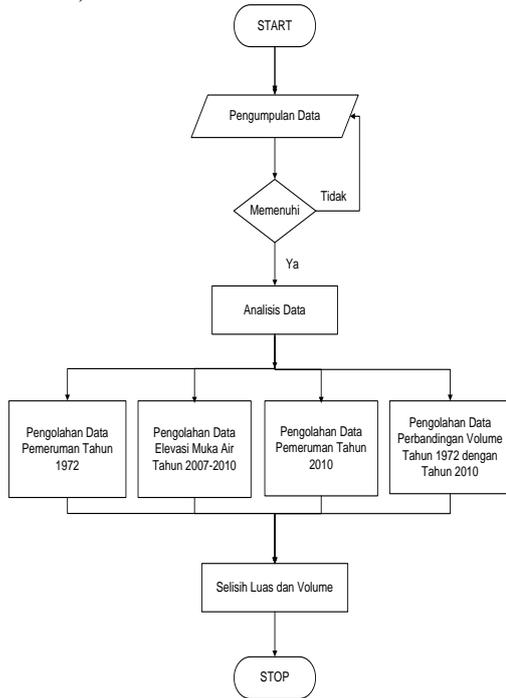


Diagram Alir Penelitian

DASAR TEORI

2.1 Kondisi Geografis Daerah Penelitian

Waduk Penjalin memiliki luas 1,25 km², terletak di tengah-tengah Desa Winduaji, 2,4 km arah selatan ibu kota Kecamatan Paguyangan. Dari ibu kota kecamatan ke arah selatan jurusan Purwokerto, kemudian sampai Desa Winduaji belok kanan ke lokasi waduk. Dari kota Paguyangan jaraknya 6 km, dari kota Bumiayu 12 km. Sedangkan dari Purwokerto 30 km. Di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Cilacap, di sebelah timur dengan Kabupaten Tegal, di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Kuningan.



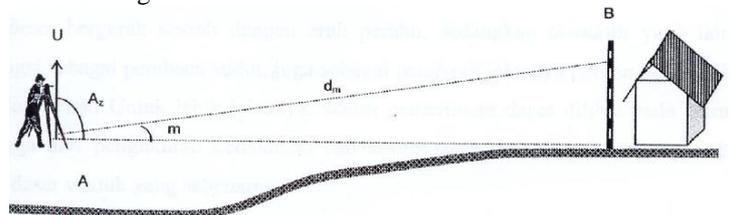
Gambar 2.1 Peta Kabupaten Brebes

Dari kajian merupakan daerah aliran sungai Waduk Penjalin yang secara geografis terletak pada :

- 07° 19' 01" - 07° 20' 47" LS (Lintang Selatan) dan
- 109° 01' 41" - 109° 03' 20" BT (Bujur Timur)

2.2 Perhitungan Situasi dan Cross Section

Data situasi dan *cross section* hasil pengukuran lapangan dihitung dengan metode *tachimetry*. Berdasarkan ilustrasi Gambar 2.8, alat berdiri pada titik A yang telah diketahui (X,Y,Z) maka titik B data dihitung.

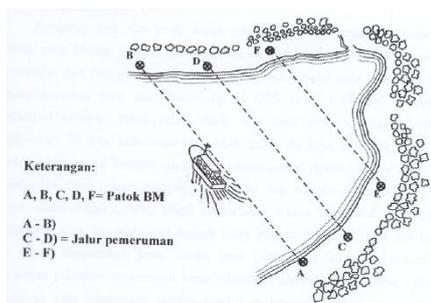


Gambar 2.8 Metode Tachimetri

2.3 Metode Pemeraman

Prinsip pengukuran kedalaman dengan alat *echo sounder* adalah mengukur kedalaman air waduk apada jalur pemeraman yang sudah ditentukan sebelumnya. Posisi koordinat titik – titik kedalaman yang sudah ditentukan, baik berdasarkan jarak atau waktu, dalam jalur pemeraman tersebut ditentukan dengan menggunakan dua buah alat

Theodolit, *To*, *Theodolit* yang pertama hanya berfungsi untuk membaca sudut dimana posisi *transducer* bergerak searah dengan arah perahu, sedangkan *theodolit* yang lain selain berfungsi sebagai pembaca sudut, juga sebagai pengarah jalannya perahu agar tidak terlalu berbelok-belok. Untuk lebih jelasnya, sketsa pemeruman dapat dilihat pada Gambar 2.9 sehingga dari pengukuran kedalaman dan koordinat posisi pengukuran dapat diketahui profil dasar waduk yang sebenarnya.



Gambar 2.9 Sketsa Posisi Patok BM Untuk Jalur Pemeruman

2.4 Luas dan Volume Waduk

$$V_{A1,A2} = \frac{h}{3} (A1 + A2 + \sqrt{A1 + A2})$$

dimana :

$V_{A1,A2}$ = Volume waduk diantara dua kontur , dalam m³

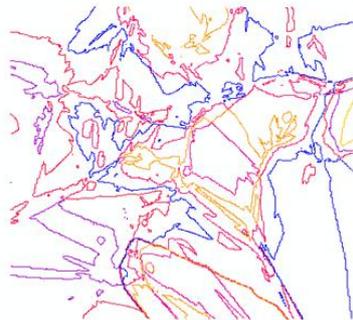
$A1$ = Luas permukaan waduk pada kontur sebelah atas, dalam m³

PENGOLAHAN DATA

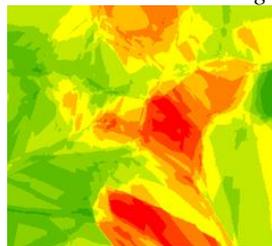
1. Pengolahan Data

a. Data Pemeruman 2010

- Input data
- Pembuatan *kriging* dan *TIN*



Pembuatan Kontur hasil *kriging*



Gambar TIN

$A2$ = Luas permukaan waduk pada kontur sebelah bawah, dalam m³

h = interval kontur, dalam meter

Untuk menghitung volume total waduk secara sederhana, dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{Tot} = \sum_{n=1}^i VA_n + A_{n+1} \dots \dots \dots$$

dimana V_{Tot} = volume total , dalam m^3

2.5 Kapasitas Tampungan Mati (*Dead Storage*)

Dari buku “Menyimak Bendungan di Indonesia (1910-2006)”, diketahui volume *dead storage* Waduk Penjalin pada elevasi +327 m sekitar 0,508 juta m³ dan pada elevasi +339,5 m volume waduk = 8,89 juta m³. Pada tahun 2010, setelah dilakukan pemeruman lagi, ternyata volume Waduk Penjalin pada elevasi +327 m tinggal 0,02 juta m³ dan pada elevasi +339,5 m tinggal 8,30 juta m³. Artinya, *dead storage* Waduk Penjalin sudah dipenuhi oleh sedimen dan saat ini Waduk Penjalin sudah menjadi waduk *runoff* setelah beroperasi selama 76 tahun. Waduk Penjalin saat ini hanya dioperasikan untuk cadangan atau suplesi ke Daerah Irigasi Notog yang terletak dibagian hilir apabila dibutuhkan. Oleh karena itu, sekalipun *dead storage* sudah dipenuhi oleh sedimen, elevasi muka air Waduk Penjalin selalu dipertahankan hampir penuh.

Penghitungan Volume

Tabel Data Luas dan Volume Waduk Penjalin Tahun 2010

Elevasi (m)	Luas (Ha)	Vol. Kumulatif (juta m ³)
326.5	1.4	0.004
327.0	4.6	0.02
327.5	9.1	0.06
328.0	14.9	0.12
328.5	19.1	0.21
329.0	26.0	0.32
329.5	31.4	0.46
330.0	36.8	0.64
330.5	41.1	0.83
331.0	45.6	1.05
331.5	49.8	1.29
332.0	54.7	1.55
332.5	58.6	1.83
333.0	62.9	2.14
333.5	68.8	2.47

334.0	73.7	2.82
334.5	78.6	3.2
335.0	83.7	3.61
335.5	88.5	4.04
336.0	93.2	4.5
336.5	98.1	4.98
337.0	103	5.48
337.5	107	6
338.0	111	6.55
338.5	115	7.11
339.0	119	7.7
339.5	123	8.3

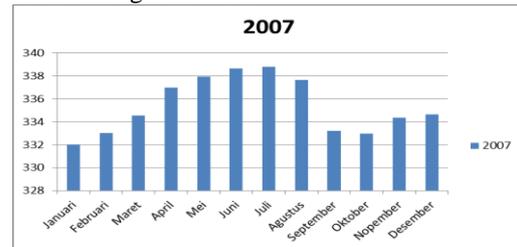
Nopember	2843375,000	916250,000	3692250,000	6887008,333
Desember	3851250,000	1818500,000	5381080,645	6682830,645
Rata-rata	4340395,833	4139562,903	5772054,099	7123371,587

c. Perbandingan volume tahun 1934 (perencanaan), 1972, dan 2010

HASIL DAN PEMBAHASAN

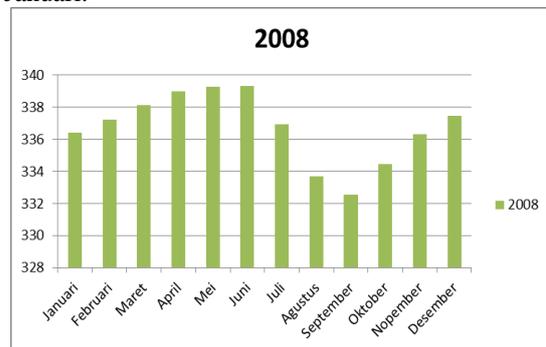
4.1.1 Elevasi Muka Air Rata-Rata Bulanan

Dari data lapangan pengukuran Elevasi Muka Air, diperoleh data rata-rata bulanan dan tahunan sebagai berikut :



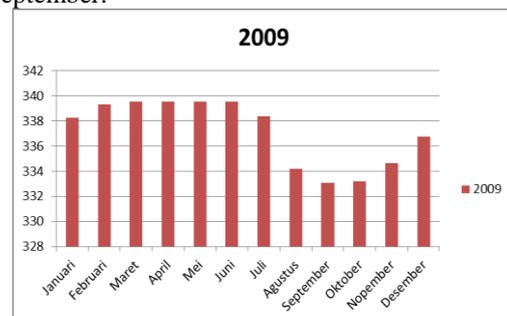
Gambar 4.1 Grafik Elevasi Muka Air Rata-Rata Tahun 2007

Dari grafik diatas dapat dilihat fluktuasi perubahan elevasi muka air Waduk Penjalin tahun 2007. Elevasi tertinggi terjadi pada bulan Juli, sedangkan elevasi terendah terjadi pada bulan Januari.



Gambar 4.2 Grafik Elevasi Muka Air Rata-Rata Tahun 2008

Dari grafik diatas dapat dilihat fluktuasi perubahan elevasi muka air Waduk Penjalin tahun 2008. Elevasi tertinggi terjadi pada bulan Juni, sedangkan elevasi terendah terjadi pada bulan September.



Gambar 4.3 Grafik Elevasi Muka Air Rata-Rata Tahun 2009

b. Data Elevasi Muka Air tahun 2007-2010

- Elevasi muka air rata-rata bulanan
- Elevasi muka air rata-rata tahunan
- Fluktuasi perubahan volume waduk dari tahun 2007 sampai 2010

2. Analisis Data

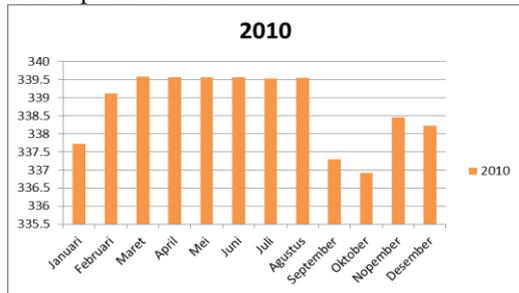
a. Fluktuasi perubahan elevasi dari tahun 2007-2010

	2007	2008	2009	2010
Januari	332.039	336.4284	338.2287	337.7223
Februari	333.0036	337.22	339.3371	339.1118
Maret	334.5561	338.118	339.5523	339.5781
April	336.9773	338.9693	339.5243	339.572
Mei	337.9397	339.2568	339.5171	339.5626
Juni	338.659	339.298	339.5297	339.5697
Juli	338.7832	336.9516	338.3597	339.5219
Agustus	337.6442	333.7077	334.2035	339.54
September	333.22	332.5637	333.0583	337.2863
Oktober	332.9777	334.4439	333.1919	336.92
Nopember	334.37	336.291	334.652	338.455
Desember	334.6503	337.4765	336.7287	338.2277

b. Fluktuasi perubahan volume dari tahun 2007-2010

	2007	2008	2009	2010
Januari	2210000,000	5132500,000	6822500,000	6193016,129
Februari	2508750,000	5755000,000	7542500,000	7443526,786
Maret	3751250,000	5747500,000	7166250,000	7831564,516
April	5306250,000	6932500,000	7790166,667	7827958,333
Mei	6443750,000	7567677,419	7782741,935	7820967,742
Juni	6931250,000	7602150,000	7791541,667	7829625,000
Juli	7175000,000	5558927,419	6768887,097	7784596,774
Agustus	5478750,000	987500,000	3358750,000	7800241,935
September	3060125,000	846250,000	2543666,667	5836308,333
Oktober	2525000,000	810000,000	2624314,516	5542814,516

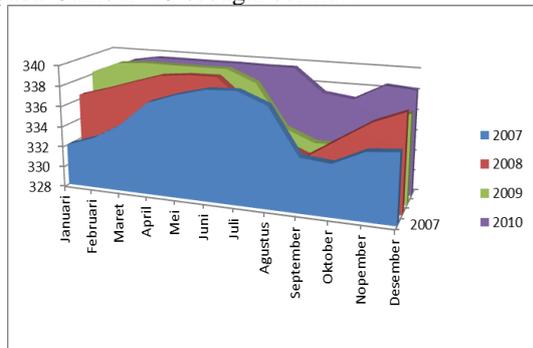
Untuk tahun 2009, elevasi muka air tertinggi terjadi hampir rata antara bulan Februari sampai Juni, sedangkan elevasi muka air terendah terjadi pada bulan September.



Gambar 4.4 Grafik Elevasi Muka Air Rata-Rata Tahun 2010

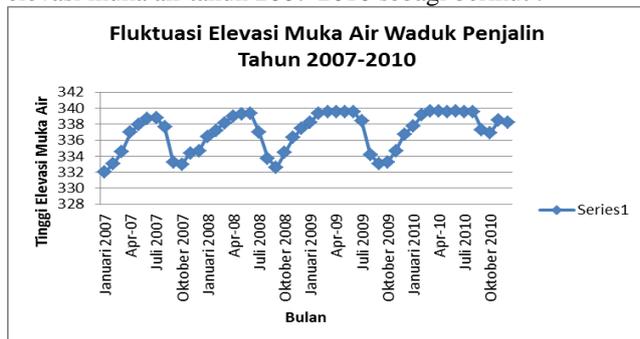
Pada tahun 2010, ketinggian elevasi muka air hampir rata pada bulan Maret hingga Agustus. Akan tetapi terjadi penurunan drastis pada bulan September dan Oktober.

Perbandingan fluktuasi antar tahun dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut :



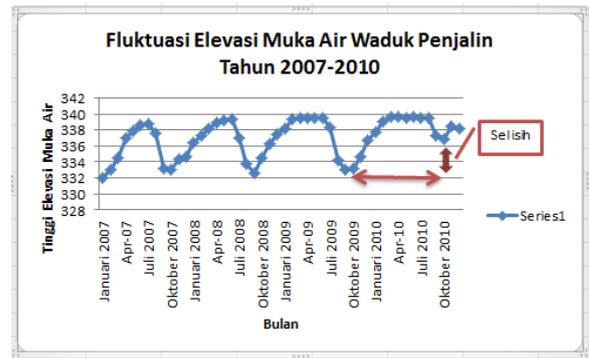
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Fluktuasi Elevasi Muka Air Waduk Penjalin Tahun 2007-2010

Untuk mengetahui variasi elevasi pada rentang tahun 2007-2010, maka dapat dilihat pada siklus elevasi muka air tahun 2007-2010 sebagai berikut :



Gambar 4.6 Fluktuasi Elevasi Muka Air Waduk Penjalin Tahun 2007-2010

Fluktuasi ketinggian elevasi muka air tahun 2007-2010 membentuk sebuah siklus yang teratur. Akan tetapi ada sebuah perubahan yang sangat signifikan yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut :



Gambar 4.7 Identifikasi Perubahan Fluktuasi Elevasi Muka Air Waduk Penjalin Tahun 2007-2010

Tabel 4.1 Data Rata-Rata Elevasi Muka Air Bulanan

	2007	2008	2009	2010
Januari	332.039	336.4284	338.2287	337.7223
Februari	333.0036	337.22	339.3371	339.1118
Maret	334.5561	338.118	339.5523	339.5781
April	336.9773	338.9693	339.5243	339.572
Mei	337.9397	339.2568	339.5171	339.5626
Juni	338.659	339.298	339.5297	339.5697
Juli	338.7832	336.9516	338.3597	339.5219
Agustus	337.6442	333.7077	334.2035	339.54
September	333.22	332.5637	333.0583	337.2863
Oktober	332.9777	334.4439	333.1919	336.92
Nopember	334.37	336.291	334.652	338.455
Desember	334.6503	337.4765	336.7287	338.2277

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat elevasi muka air rata-rata bulanan. Fluktuasi yang terjadi relatif seirama. Akan tetapi, apabila dilihat fluktuasi perubahan tahun 2009-2010 pada rentan bulan Agustus hingga Desember, terjadi kenaikan elevasi yang sangat drastis. Kenaikan tersebut berkisar 3-5 meter. Secara logika, hal ini hanya akan terjadi apabila ada factor kuat yang mempengaruhi. Namun, dalam hal ini tidak dapat dijelaskan secara akurat penyebab terjadinya. Hanya saja kemungkinan ada 3 faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan elevasi muka air yabf sangat drastis, yaitu :

1. Debit pemasukan air
Hal ini hanya terjadi apabila curah hujan sangat melimpah, karena *input* Waduk Penjalin hanya berasal dari hujan yang terjadi didaerah tersebut.
2. Endapan Sedimen
Endapan sedimen menjadi kemungkinan factor kedua yang menyebabkan naiknya elevasi muka air. Hal itu terjadi apabila endapan sedimen menutupi rambu ukur, sehingga

bacaan elevasi muka air pada rambu ukur, secara otomatis semakin naik pula.

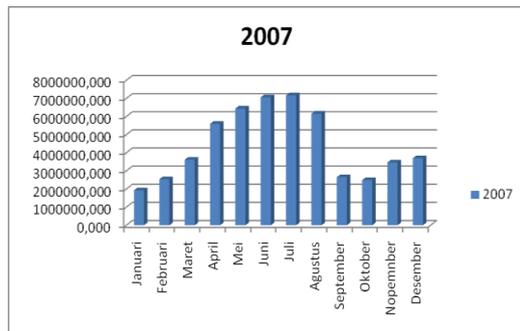
3. Posisi Rambu

Kemungkinan ketiga yang menjadi penyebab adalah posisi rambu ukur yang sudah tidak layak digunakan.

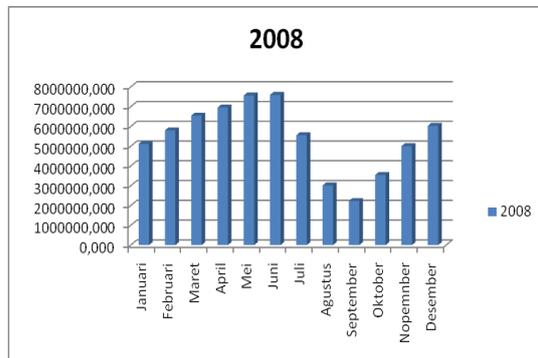
Dari tiga kemungkinan tersebut tidak dapat dipastikan kevalidannya, karena memang tidak ada data pendukung yang menguatkan. Namun pengaruhnya terhadap perubahan volume pasti ada.

4.1.2 Volume Rata-Rata

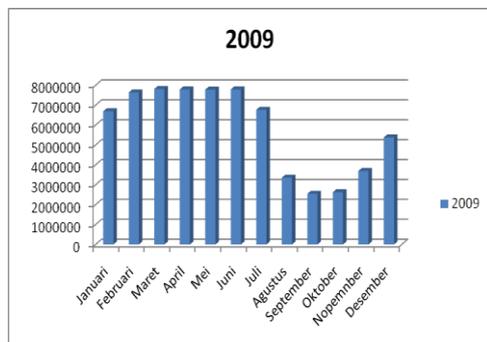
Dari data lapangan pengukuran Elevasi Muka Air yang dilakukan secara manual, didapat data rata-rata bulanan dan tahunan sebagai berikut :



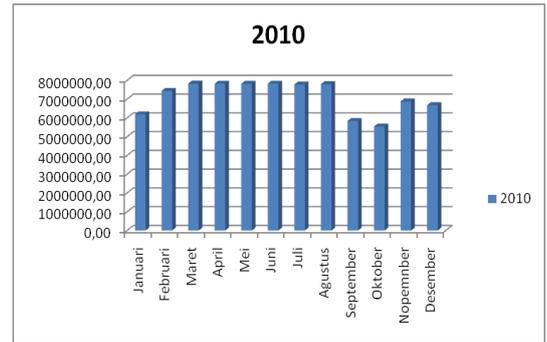
Gambar 4.8 Grafik Volume Rata-rata Waduk Penjalin Tahun 2007



Gambar 4.9 Grafik Volume Rata-rata Waduk Penjalin Tahun 2008



Gambar 4.10 Grafik Volume Rata-rata Waduk Penjalin Tahun 2009

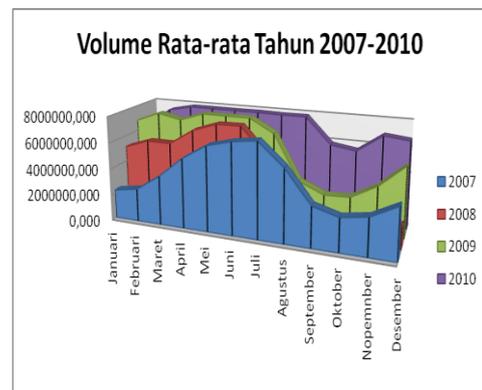


Gambar 4.11 Grafik Volume Rata-rata Waduk Penjalin Tahun 2010

Dari data rata-rata bulanan yang didapatkan, maka jika data 4 tahun, dari tahun 2007 hingga 2010 dirata-rata, maka akan mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Volume Rata-rata dari tahun 2007 sampai 2010

	2007	2008	2009	2010
Januari	2210000,000	5132500,000	6822500,000	6193016,129
Februari	2508750,000	5755000,000	7542500,000	7443526,786
Maret	3751250,000	5747500,000	7166250,000	7831564,516
April	5306250,000	6932500,000	7790166,667	7827958,333
Mei	6443750,000	7567677,419	7782741,935	7820967,742
Juni	6931250,000	7602150,000	7791541,667	7829625,000
Juli	7175000,000	5558927,419	6768887,097	7784596,774
Agustus	5478750,000	987500,000	3358750,000	7800241,935
September	3060125,000	846250,000	2543666,667	5836308,333
Oktober	2525000,000	810000,000	2624314,516	5542814,516
November	2843375,000	916250,000	3692250,000	6887008,333
Desember	3851250,000	1818500,000	5381080,645	6682830,645
Rata-rata	4340395,833	4139562,903	5772054,099	7123371,587



Gambar 4.12 Grafik Volume Rata-rata Waduk Penjalin Tahun 2007 sampai 2010

Dari data pada Tabel 4.2 dan gambar grafik rata-rata bulanan ataupun gabungan dari tahun 2007 hingga 2010, kita dapat menganalisa bahwa dari tahun ke tahun volume waduk penjalin

cenderung naik. Volume tertinggi terjadi pada bulan Juni 2010 sebesar 7829625,000 m³. Sedangkan volume terendah terjadi pada bulan Oktober 2008 sebesar 810000,000 m³.

4.2 Analisis Perbandingan Volume

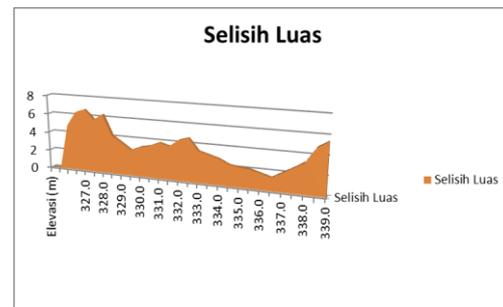
4.2.1 Pemeruman Tahun 2010 dengan Pengukuran Elevasi Muka Air

Tabel 4.3 Perbandingan Luas dan Volume antara Pemeruman dengan Data Dasar PSDA Pemali Comal

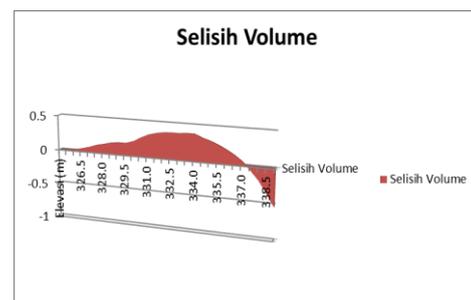
No	Hasil Pemeruman			Tabel Luas dan Volume PSDA Pemali Comal		Selisih Luas	Selisih Volume
	Elevasi (m)	Luas (Ha)	Vol. Kumulatif (juta m ³)	Luas (Ha)	Vol. Kumulatif (juta m ³)		
1	326.5	1.4	0.004	6.2	0.0125	4.8	0.0085
2	327.0	4.6	0.02	10.98	0.055	6.3	0.035
3	327.5	9.1	0.06	15.8	0.1232	6.7	0.0632
4	328.0	14.9	0.12	20.58	0.2211	5.7	0.1011
5	328.5	19.1	0.21	25.42	0.3344	6.3	0.1244
6	329.0	26.0	0.32	30.1	0.4725	4.1	0.1525
7	329.5	31.4	0.46	34.85	0.625	3.5	0.165
8	330.0	36.8	0.64	39.55	0.805	2.8	0.165
9	330.5	41.1	0.83	44.3	1.03	3.2	0.2
10	331.0	45.6	1.05	49	1.31	3.4	0.26
11	331.5	49.8	1.29	53.65	1.6	3.9	0.31
12	332.0	54.7	1.55	58.25	1.89	3.6	0.34
13	332.5	58.6	1.83	62.9	2.19	4.3	0.36
14	333.0	62.9	2.14	67.5	2.504	4.6	0.364
15	333.5	68.8	2.47	72.14	2.835	3.3	0.365
16	334.0	73.7	2.82	76.75	3.195	3.1	0.375
17	334.5	78.6	3.2	81.35	3.575	2.8	0.375
18	335.0	83.7	3.61	85.95	3.938	2.3	0.328
19	335.5	88.5	4.04	90.6	4.335	2.1	0.295
20	336.0	93.2	4.5	95.2	4.75	2.0	0.25
21	336.5	98.1	4.98	99.8	5.175	1.7	0.195
22	337.0	103	5.48	104.4	5.61	1.4	0.13
23	337.5	107	6	109	6.05	2.0	0.05
24	338.0	111	6.55	113.6	6.495	2.6	-0.055
25	338.5	115	7.11	118.25	6.93	3.3	-0.18
26	339.0	119	7.7	123.8	7.35	4.8	-0.35
27	339.5	123	8.3	128.46	7.77	5.5	-0.53

Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa luas dan volume pada hasil pemeruman tahun 2010 cenderung lebih kecil dibanding Tabel luas dan volume PSDA Pemali Comal. Hal ini dikarenakan Tabel PSDA Pemali Comal dibuat berdasarkan pemeruman tahun 1972. Dengan kondisi waduk yang berbeda antara tahun 1972 dan 2010, maka

cukup realistis apabila perbandingan tersebut menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan.



Gambar 4.13 Grafik Selisih Luas Waduk antara Pemeruman dengan Data Dasar PSDA Pemali Comal



Gambar 4.14 Grafik Selisih Volume Waduk antara Pemeruman dengan Data Dasar PSDA Pemali Comal

Dari analisa perbandingan antara pengukuran dengan metode pemeruman dan pengukuran elevasi muka air, dapat dilihat bahwa hasil pemeruman lebih kecil dari pada data dasar standar dari PSDA Pemali Comal yang biasanya dijadikan acuan oleh pengelola Waduk Penjalin dalam mencatat luas dan volume waduk setiap harinya.

Perbandingan yang cukup ekstrim terjadi pada dasar waduk. Seperti yang telah dibahas diatas, hal ini diindikasikan salah satunya terjadi sedimentasi yang cukup besar pada dasar waduk. Karena perubahan elevasi muka air sangat berpengaruh terhadap perubahan volume. Faktor lain yang memungkinkan terjadi adalah lokasi rambu ukur elevasi muka air yang berada dekat dengan menara waduk, yang merupakan saluran limpasan waduk. Hal ini menyebabkan lokasi ini merupakan sedimentasi tertinggi, karena banyak sedimen yang dibawa oleh limpasan air.

Selain itu, faktor lain yang menjadi penyebabnya adalah kondisi rambu ukur yang sebenarnya kurang layak untuk dijadikan alat ukur. Kondisi yang sudah tidak tegak serta kejelasan tulisan yang tertera menjadi peluang kesalahan pencatatan. Karena hasil volume rata-rata dari tahun 2007 hingga 2010 didapat dari data harian yang sangat mungkin terjadi kesalahan, maka sangat mungkin perbedaan tersebut terjadi akibat akumulasi kesalahan selama 4 tahun pencatatan.



Gambar 4.15 Kondisi Rambu Ukur



Gambar 4.16 Aliran Limpasan Air Waduk

4.2.2 Perbandingan Volume Tahun 1934, 1972, dan 2010

Dari Analisis volume waduk yang sudah dilakukan, maka bisa dilihat perubahan volume Waduk Penjalin sejak dibangun tahun 1934 hingga tahun 2010. Perubahan yang terjadi selama rentang waktu 76 tahun ini bisa dikatakan cukup ekstrim. Perubahan ini dibagi menjadi 2 termin waktu, yaitu periode tahun 1934 sampai 1972 dan periode tahun 1972 sampai 2010. Penyusutan volume tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Perubahan Volume Waduk Penjalin

No	Elevasi	Volume (juta m ³)			Penyusutan Volume Tahun 1934-1972	Penyusutan Volume Tahun 1972-2010
		Tahun 1934	Tahun 1972	Tahun 2010		
1	327	0.31	0.06	0.02	0.25	0.04
2	328	0.54	0.21	0.12	0.33	0.09
3	329	0.87	0.47	0.32	0.4	0.15
4	330	1.28	0.81	0.64	0.47	0.17
5	331	1.79	1.31	1.05	0.48	0.26
6	332	2.38	1.89	1.55	0.49	0.34
7	333	3.06	2.5	2.14	0.56	0.36
8	334	3.82	3.2	2.82	0.62	0.38
9	335	4.67	3.94	3.61	0.73	0.33
10	336	5.6	4.75	4.5	0.85	0.25
11	337	6.62	5.61	5.48	1.01	0.13
12	338	7.72	6.5	6.55	1.22	-0.05
13	339	8.5	7.35	7.7	1.15	-0.35
Rata-rata Penyusutan Volume					0.65846154	0.16153846

Dari tabel 4.4 dapat dilihat rata-rata penyusutan volume Waduk Penjalin pada periode

tahun 1934 hingga tahun 1972 sebesar 0.65846154 juta m³, sedangkan rata-rata penyusutan volume Waduk Penjalin periode tahun 1972 hingga tahun 2010 sebesar 0.16153846 juta m³. Tidak diketahui secara pasti kapan penyusutan tersebut terjadi, dikarenakan tidak ada pengukuran yang intens dan berkala untuk memantau perubahan secara intensif. Dalam penelitian ini, batasan permasalahan yang dibahas tidak sampai membahas penyebab penyusutan. Namun, salah satu kemungkinan penyebabnya adalah karena sedimentasi yang terjadi didasar waduk. Hanya saja jumlahnya tidak bisa dianalisis secara pasti, karena minimnya data pembandingan yang tersedia.

KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil pemeruman tahun 2010 volume Waduk Penjalin pada elevasi +327 m tinggal 0,02 juta m³ dan pada elevasi +339,5 m tinggal 8,30 juta m³. Artinya, *dead storage* Waduk Penjalin sudah dipenuhi oleh sedimen dan saat ini Waduk Penjalin sudah menjadi waduk *runoff* setelah beroperasi selama 76 tahun.
2. Analisis Elevasi Muka Air tahun 2007 hingga 2010
Dari analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dari tahun ke tahun volume waduk penjalin cenderung naik. Volume tertinggi terjadi pada bulan Juni 2010 sebesar 7829625,000 m³. Sedangkan volume terendah terjadi pada bulan Oktober 2008 sebesar 810000,000 m³. Akan tetapi dari analisis yang telah dilakukan, ketinggian elevasi muka air pada akhir tahun 2010 naik drastis antara 3-5 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sebenarnya volume tampungan Waduk Penjalin mengalami penyusutan.
3. Metode pengukuran volume Waduk Penjalin dengan dasar pengukuran Elevasi Muka Air kurang layak untuk dijadikan acuan, mengingat kondisi alat ukur yang kurang memadai dan faktor *human error* yang cukup berpeluang menjadi penyebab kesalahan. Selain itu, acuan yang digunakan sudah tidak sesuai dengan kondisi terbaru yang ada.
4. Perubahan volume Waduk Penjalin sejak tahun 1934 hingga tahun 2010 cukup signifikan. Terjadi penyusutan volume pada 2 termin waktu, yaitu periode tahun 1934-1972 dan periode tahun 1972-2010. Jumlah penyusutan rata-rata pada periode tahun 1934-1972 sebesar 0.658 juta m³. Sedangkan pada periode tahun 1972-2010 penyusutan rata-rata sebesar 0.161 juta m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Komponen SIG (Sistem Informasi Geografis)*.
<http://www.kungkang.com/2010/01/10/komponen-sig.html> (diunduh pada tanggal 22 Februari 2012)
- Cholid, S. 2009. *Sistem Informasi Geografis: Suatu Pengantar*. Bogor
- Mediawan, Y. 2010. *Pekerjaan Swakelola Kegiatan Echosounding Waduk Penjalin TA 2010*. Semarang : Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana
- Noordianto. 2009. *Berkenalan Dengan ArcGIS® Desktop*.
<http://gefis.wordpress.com/2009/01/19/berkenalan-dengan-arcgis@-desktop/> (diunduh pada tanggal 27 Januari 2012)
- Prahasta, E. 2011. *Tutorial ArcGIS Desktop untuk Bidang Geodesi & Geomatika*. Bandung : Penerbit Informatika
- Sosrodarsono, S., Takeda, K. 2002. *Bendungan Type Urugan*. Jakarta: PT. Padnya Paramita
- Sosrodarsono, S. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : PT. Padnya Paramita
- Syariman, P., Loebis, J. 2012. *Penurunan Kapasitas Tampung Waduk Juanda Akibat Endapan Sedimen*.
<http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/622963041.pdf> (diunduh pada tanggal 15 Juli 2012)