

REKAYASA NILAI PERENCANAAN PEMBANGUNAN WADUK DIPONEGORO KOTA SEMARANG

Value Engineering of Construction Design of Diponegoro Reservoir Semarang City

Binar Satriyo Dwika Lazuardi, Septianto Ganda Nugraha, Sriyana, Hari Budienny

ABSTRAK

Pembangunan Waduk Diponegoro berfungsi sebagai penyedia air baku kampus UNDIP, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLMTH), mengurangi debit banjir pada daerah hilir, dan meningkatkan kapasitas resapan air tanah sebagai usaha konservasi. Berdasarkan pengamatan, ada potensi Waduk Diponegoro dapat ditingkatkan kapasitas dan fungsinya dengan terlebih dahulu melakukan desain ulang terhadap perencanaan awal. Untuk mendesain ulang Waduk Diponegoro digunakan analisis rekayasa nilai. Hasil dari rekayasa nilai dibandingkan dengan desain awal agar dapat mengetahui desain waduk yang lebih baik, efektif dan efisien. Cara membandingkannya yaitu dengan penilaian menggunakan metode matriks evaluasi. Dari data desain awal didapatkan volume waduk 478,240 m³, Nilai proyek Rp. 59.132.727.000,00, daya PLMTH 11,610 kW, luas area genangan waduk 6,48 Ha, dan bentang bendungan 245 m. Hasil dari rekayasa nilai menghasilkan daya PLMTH sebesar 16,261 kW, area genangan waduk seluas 7,57 Ha, bentang bendungan dengan panjang 201 m, nilai proyek Rp. 60.601.594.000,00 dan volume waduk mencapai 505,721 m³. Dengan sedikit peningkatan biaya atau nilai proyek, yaitu sekitar 2,5 %, didapatkan fungsi dan kinerja waduk yang lebih baik, efektif dan efisien.

Kata Kunci : Waduk Diponegoro, Rekayasa Nilai.

1. Pendahuluan

Perencanaan Waduk Diponegoro Kota Semarang terletak di sungai Krengseng, desa Tembalang, kecamatan Tembalang, kota Semarang.

Karena waduk ini terletak di kawasan Kampus Universitas Diponegoro maka dapat berguna untuk keperluan sarana pendidikan dan pembelajaran langsung dilapangan, seperti untuk penelitian perikanan, lingkungan, elektrikal, laboratorium hidrolika dan lain – lain. Disamping itu Waduk Diponegoro Kota Semarang ini berfungsi sebagai penyedia air baku kampus UNDIP, pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), mengurangi debit banjir pada daerah hilir, meningkatkan kapasitas resapan air tanah sebagai usaha konservasi.

Berdasarkan laporan akhir “*Studi dan Detail Desain Waduk Diponegoro*” yang dilaksanakan oleh *PT. Jasapatria Gunatama*, diketahui panjang bentang mercu bendungan 245 meter, tinggi bendungan dari dasar sungai 22 meter, serta luas daerah genangan pada muka air normal sebesar 6,48 Ha dengan volume tampungan 478.240,40 m³.

Dengan melakukan pengamatan terhadap spesifikasi perencanaan dan peta topografi, diperkirakan Waduk Diponegoro dapat direncanakan dengan kinerja yang lebih optimal dan menambah manfaat yang dapat dihasilkan dari pembangunannya.

Dengan ini diperlukan adanya rekayasa nilai (*Value Engineering*) terhadap desain awal, yang berkaitan dengan as bendungan beserta detail lainnya, sehingga didapatkan alternatif desain waduk yang lebih baik, efisien dan optimal dalam segi biaya, kualitas serta fungsinya.

2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mendapatkan alternatif desain bendungan yang lebih optimal dan lebih menguntungkan, yaitu volume tampungan dan daya listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) yang lebih besar, namun dengan biaya yang efisien.
- b. Mendapatkan perbedaan biaya total proyek yang telah direncanakan sebelumnya dengan biaya total proyek yang sudah dilakukan analisis *Value Engineering*.

3. Ruang Lingkup

Ruang Lingkup yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi :

- a. Melakukan analisis hidrologi dengan data terbaru.
- b. Menganalisis *Value Engineering* pada struktur tubuh bendung yang meliputi letak, tinggi dan detail Waduk Diponegoro Kota Semarang.
- c. Melakukan *review* analisis struktur yang ada setelah direkayasa nilai.
- d. Membuat gambar kerja.
- e. Menganalisis harga satuan dan RAB.

4. Data – data Proyek

a. Data Umum Proyek (*PT. Jasapatria Gunatama, 2008*)

1. Nama Proyek : Proyek Pembangunan Waduk Diponegoro Semarang
2. Pemilik Proyek : Kementerian Pekerjaan Umum
3. Konsultan Perencana : PT. JASAPATRIA GUNATAMA
4. Lokasi Proyek : Desa Tembalang, Kecamatan Tembalang, Kabupaten Semarang
5. Nilai Proyek : Rp. 57.069.061.500,00

b. Data Teknis Perencanaan (*PT. Jasapatria Gunatama, 2008*)

- Data Teknis Sungai

- Nama Sungai : Kali Krengseng/Seketak
- Luas Daerah Tangkapan Air (DTA) : 917 Ha
- Panjang Sungai sampai lokasi waduk : 7,72 km
- Kemiringan rata-rata sungai : 0,0174

- Data Teknis Waduk

- Elevasi muka air normal : + 182,00 m
- Luas genangan pada muka air normal : 7,1338 Ha
- Volume genangan pada muka air normal : 478.240 m³
- Elevasi muka air banjir (PMF) : + 183,50 m
- Luas genangan pada muka air banjir : 8,6354 Ha
- Volume genangan pada muka air banjir : 624.952 m³
- Elevasi dead storage : +166,00 m
- Volume dead storage : 2.788 m³
- Elevasi Tubuh Bendungan : + 185,00 m
- Tinggi Tubuh Bendungan : 22,00 m

5. Tinjauan Pustaka

Rekayasa Nilai merupakan suatu penerapan sistematis dari sejumlah teknik untuk mengidentifikasi fungsi – fungsi suatu benda / jasa dengan memberi nilai terhadap masing – masing fungsi yang ada serta mengembangkan sejumlah alternatif yang memungkinkan tercapainya fungsi tersebut dengan biaya total minimum. (*Edward D. Heller, 1971*)

Tahapan Rekayasa Nilai

Ada lima tahapan yaitu :

1. Tahap Informasi

Pada tahap ini dikumpulkan semua informasi yang berhubungan dengan proyek yang akan direncanakan.

2. Tahap Kreatifitas

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghasilkan berbagai alternatif untuk memenuhi fungsi utama yang dilaksanakan dengan menggunakan teknik kreatifitas.

3. Tahap Analisa

Tujuan dari tahap ini adalah menganalisa alternatif – alternatif yang dihasilkan dari tahap kreatifitas. Pada tahap ini akan diteliti kelebihan dan kekurangan dari ide – ide untuk menghasilkan alternatif. Selama tahapan ini, jumlah ide yang dikembangkan dan diteliti akan berkurang.

4. Tahap Pengembangan

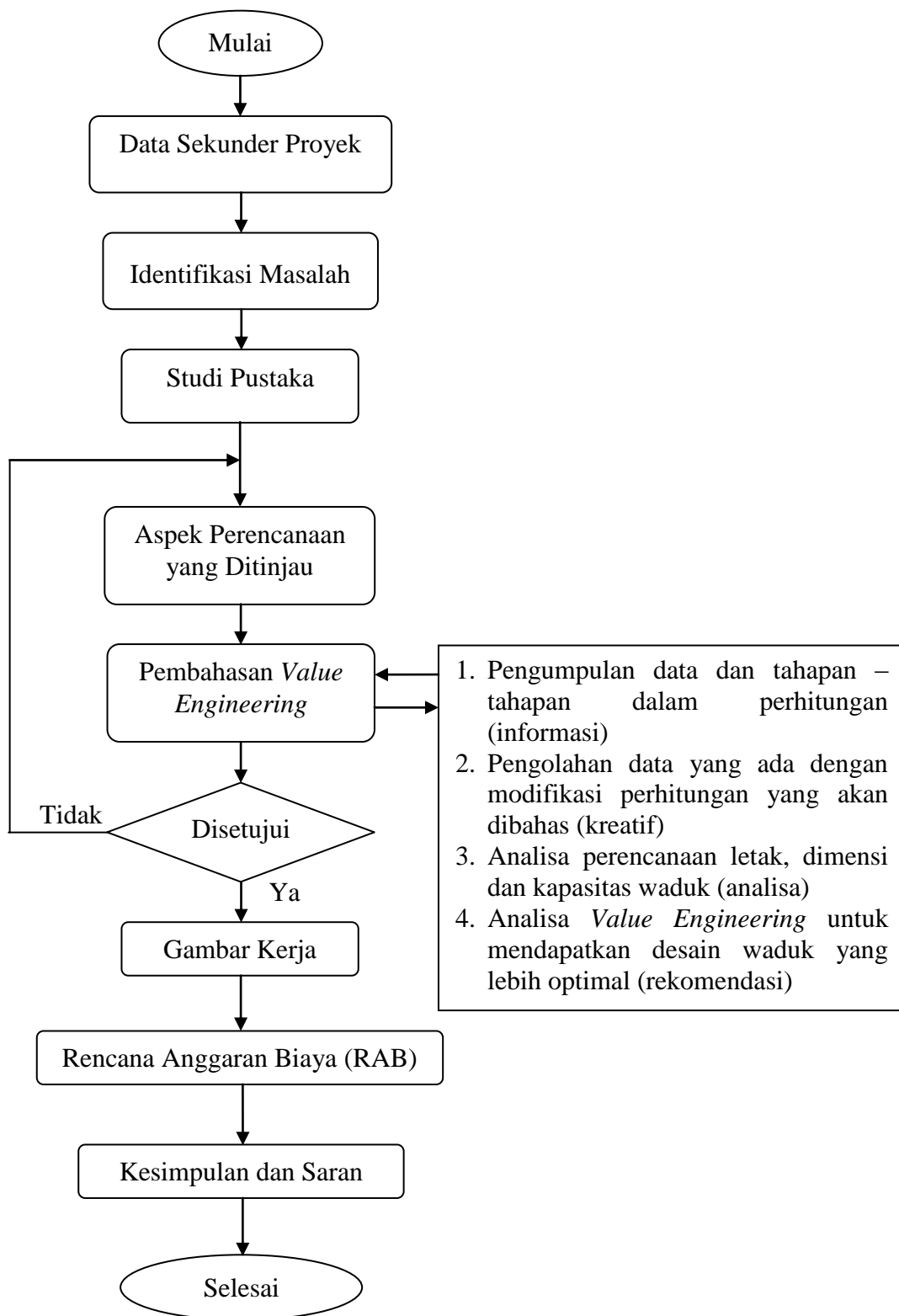
Tujuan dari tahap ini adalah untuk mempersiapkan rekomendasi akhir yang tertulis sebagai alternatif akhir yang terpilih untuk diimplementasikan, termasuk pertimbangan – pertimbangan faktor – faktor teknis dan ekonomis yang secara lengkap dikembangkan untuk dapat diimplementasikan.

5. Tahap Presentasi

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menyajikan hasil yang telah dikembangkan secara lengkap dan direkomendasikan pada tahap pengembangan.

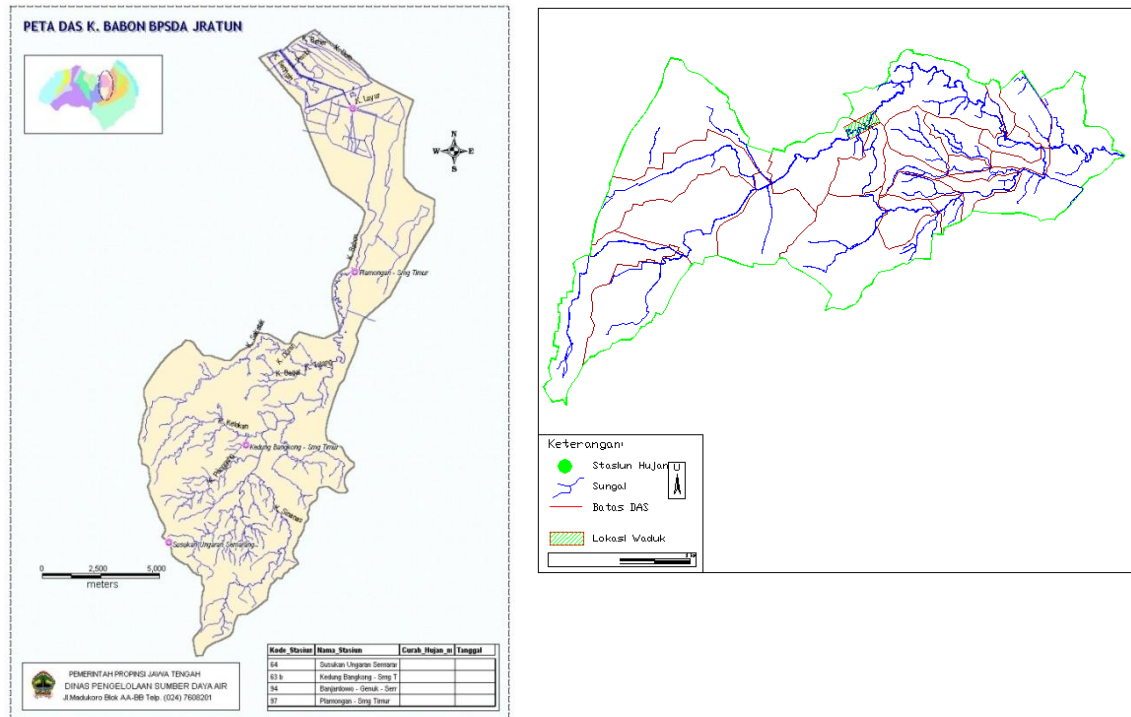
6. Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan alur penelitian sebagai berikut :



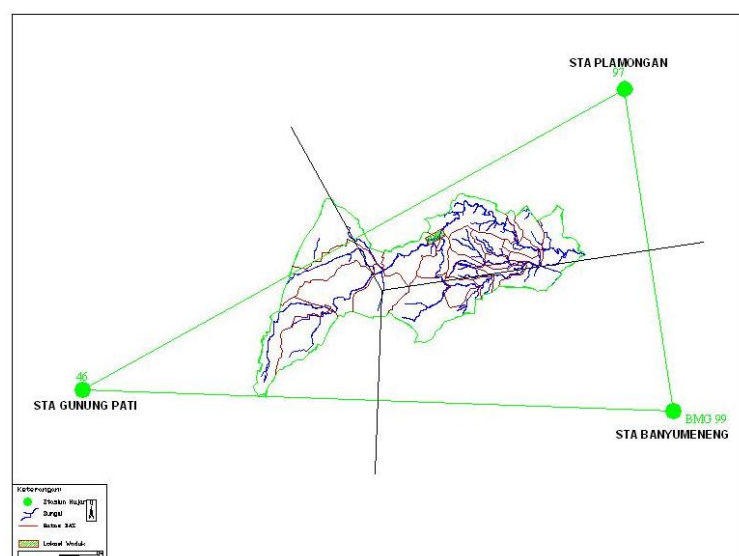
7. Analisis Hidrologi

Kali Krenseng terletak di daerah aliran sungai (DAS) Babon dengan luas keseluruhan 7512 Ha, sedangkan sub DAS Kali Krenseng sampai pada lokasi rencana Waduk Diponegoro memiliki luas daerah tangkapan air (DTA) sekitar 917 Ha.



Gambar 1 : Das Babon dan Sub Das Meteseh

Untuk dapat mengetahui data hujan dan melakukan analisis hidrologi pada lokasi pembangunan Waduk Diponegoro dilakukan dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen* dengan sub DAS Meteseh yaitu mengambil tiga titik stasiun curah hujan disekitarnya. Stasiun curah hujan tersebut antara lain stasiun curah hujan Gunungpati (46), stasiun curah hujan Plamongan (97), dan stasiun curah hujan Banyumeneng (99).



Gambar 2 : Pengaruh Stasiun Hujan

Tabel 1 : Luas Pengaruh Stasiun Hujan terhadap sub DAS Meteseh

No.	Nama Stasiun	Luas DAS	Koefisien Thiessen
1	Gunungpati	6,997	0,763
2	Plamongan	1,669	0,182
3	Banyumeneng	0,504	0,055
	Luas Total	9,17	1,000

Analisis hidrologi dilakukan untuk memperoleh data hidrologi yang menjadi dasar untuk melakukan perencanaan bangunan waduk. Data hidrologi yang diperlukan untuk perencanaan waduk adalah sebagai berikut.

a. Debit Banjir Rencana

Tabel 2 : Luas Rekapitulasi Banjir Rencana DAS Meteseh Berbagai Periode Ulang (hasil perhitungan)

t (jam)	Q ₂ (m ³ /detik)	Q ₅ (m ³ /detik)	Q ₁₀ (m ³ /detik)	Q ₂₅ (m ³ /detik)	Q ₅₀ (m ³ /detik)	Q ₁₀₀ (m ³ /detik)	Q _{PMF} (m ³ /detik)
0	3,114	3,114	3,114	3,114	3,114	3,114	3,114
1	15,580	24,187	30,277	36,842	44,524	50,911	51,285
2	17,986	29,500	37,646	46,428	56,704	65,249	65,749
3	17,384	29,670	38,364	47,734	58,701	67,818	68,352
4	17,634	27,805	36,374	45,611	56,421	65,409	65,935
5	15,062	25,204	33,352	42,134	52,412	60,957	61,457
6	12,677	22,461	30,072	38,275	47,876	55,858	56,325
7	10,570	19,846	26,897	34,497	43,390	50,785	51,218
8	8,754	17,471	23,983	31,003	39,218	46,048	46,448
9	7,211	15,369	21,386	27,871	35,460	41,771	42,140
10	6,013	13,535	19,105	25,109	32,136	37,978	38,320
11	5,166	11,947	17,121	22,697	29,223	34,649	34,967
12	4,566	10,577	15,400	20,599	26,683	31,742	32,038
13	4,142	9,393	13,909	18,775	24,471	29,206	29,484
14	3,841	8,370	12,614	17,189	22,542	26,993	27,254
15	3,629	7,483	11,488	15,804	20,856	25,057	25,302
16	3,478	6,710	10,503	14,592	19,377	23,356	23,589
17	3,372	6,033	9,639	13,525	18,074	21,856	22,077
18	3,297	5,437	8,876	12,582	16,920	20,527	20,738
19	3,243	4,910	8,199	11,744	15,893	19,342	19,544
20	3,206	4,441	7,595	10,995	14,974	18,282	18,476
21	3,179	4,053	7,054	10,323	14,148	17,328	17,515
22	3,160	3,779	6,566	9,716	13,401	16,466	16,645
23	3,147	3,585	6,124	9,165	12,723	15,682	15,855
24	3,137	3,447	5,722	8,663	12,105	14,966	15,134
Total	182,547	318,327	441,381	574,989	731,349	861,350	868,961
Max	17,986	29,670	38,364	47,734	58,701	67,818	68,352

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana dengan metoda Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I, debit banjir rencana yang digunakan perencanaan waduk adalah Q₁₀₀, yaitu sebesar 67,818 m³/detik.

b. Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu (Limantara, 2010).

Tabel 3 : Debit Andalan (m³/detik)

Probab.	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
6.67%	1,233	2,197	2,121	1,582	0,996	0,566	0,396	0,285	1,030	1,463	2,415	2,285
13.33%	1,170	1,935	1,278	1,030	0,939	0,500	0,222	0,183	0,451	0,848	0,837	1,161
20.00%	1,160	1,697	0,969	1,000	0,861	0,481	0,193	0,156	0,322	0,837	0,801	1,142
26.67%	1,130	1,413	0,932	0,961	0,760	0,446	0,189	0,100	0,259	0,798	0,752	1,130
33.33%	1,084	1,117	0,931	0,956	0,611	0,407	0,189	0,069	0,253	0,680	0,741	1,111
40.00%	0,841	1,102	0,899	0,935	0,602	0,402	0,135	0,057	0,190	0,564	0,691	1,088
46.67%	0,634	1,092	0,881	0,809	0,550	0,357	0,125	0,048	0,184	0,334	0,501	0,658
53.33%	0,593	1,024	0,873	0,793	0,467	0,133	0,062	0,045	0,123	0,269	0,418	0,656
60.00%	0,583	0,989	0,834	0,781	0,420	0,106	0,059	0,044	0,102	0,265	0,385	0,646
66.67%	0,508	0,906	0,818	0,746	0,334	0,101	0,058	0,042	0,042	0,030	0,322	0,505
73.33%	0,495	0,893	0,757	0,725	0,311	0,087	0,057	0,041	0,034	0,024	0,265	0,456
80.00%	0,465	0,710	0,727	0,519	0,272	0,083	0,052	0,038	0,032	0,022	0,023	0,316
86.67%	0,385	0,625	0,721	0,483	0,252	0,076	0,050	0,037	0,028	0,020	0,018	0,219
93.33%	0,292	0,395	0,713	0,397	0,173	0,073	0,050	0,036	0,027	0,019	0,015	0,129
100.00%	0,175	0,224	0,649	0,326	0,076	0,070	0,046	0,034	0,025	0,018	0,015	0,010

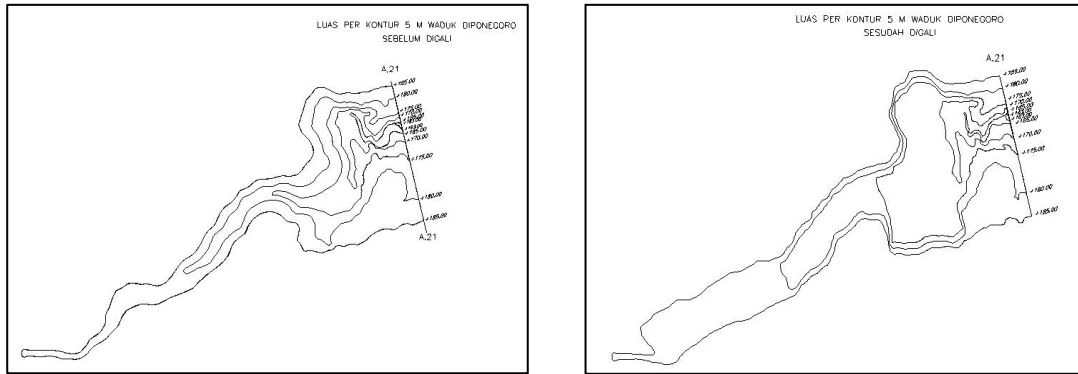
Rerata	0,716	1,088	0,940	0,803	0,508	0,259	0,125	0,081	0,207	0,413	0,547	0,768
Q₈₀%	0,465	0,710	0,727	0,519	0,272	0,083	0,052	0,038	0,032	0,022	0,023	0,316

8. Analisis Rekayasa Nilai

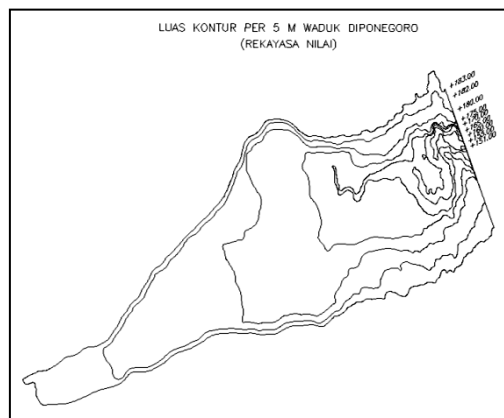
Langkah – langkah yang dilakukan adalah dengan merekayasa beberapa elemen waduk, antara lain sebagai berikut :

1. Memindahkan letak as bendungan rencana dengan sedemikian rupa sehingga mendapatkan volume genangan yang lebih besar, bentang mercu bendungan yang lebih kecil dan *head* untuk PLTMH lebih besar untuk menghasilkan daya listrik yang lebih besar.
2. Melakukan perhitungan untuk merencanakan kembali struktur bendungan serta instalasi PLTMH agar dapat diketahui kualitas dan keuntungan yang didapat setelah adanya rekayasa nilai.

Untuk mendapatkan kinerja waduk yang lebih optimal dan memenuhi persyaratan teknis, diperlukan adanya perubahan desain yang meliputi letak dan tinggi tubuh bendungan. Asumsi alternatif perubahan letak as bendungan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3 : Rencana Awal Letak As Bendungan dan Daerah Genangan



Gambar 4 : Asumsi Perubahan Letak As Bendungan dan Daerah Genangan

Dengan adanya perubahan pada letak as bendungan, maka akan terjadi perubahan pada kapasitas volume tampungan, tinggi struktur tubuh bendungan, desain bangunan pelimpah (*spillway*) dan instalasi PLTMH.

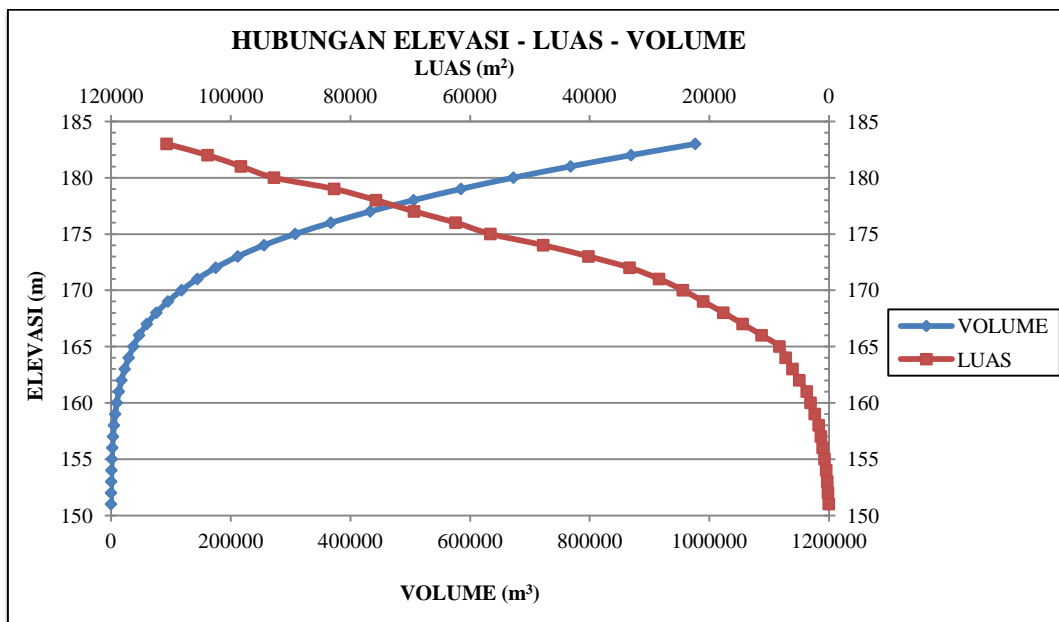
a. Kapasitas Waduk

Hubungan antara elevasi, luas dan volume waduk Diponegoro setelah adanya perubahan letak as bendungan adalah sebagai berikut :

Tabel 3 : Hubungan Elevasi, Luas dan Volume Daerah Genangan

Elevasi	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)
151	23.465	0.01
152	172.323	86.459
153	284.684	312.625
154	458.153	680.620
155	747.758	1277.694
156	1054.135	2174.267
157	1344.054	3370.431
158	1719.921	4898.561
159	2377.129	6938.244
160	3083.798	9661.055
161	3713.449	13054.807

Elevasi	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)
162	4960.723	17376.869
163	6098.670	22896.781
164	7242.923	29559.384
165	8283.942	37316.994
166	11266.607	47054.125
167	14433.700	59871.631
168	17656.614	75889.745
169	21029.168	95208.088
170	24418.583	117910.870
171	28402.271	144296.224
172	33333.124	175131.050
173	40199.799	211843.959
174	47765.118	255772.096
175	56590.774	307887.730
176	62403.327	367361.105
177	69354.795	433209.582
178	75715.067	505721.264
179	82711.824	584908.947
180	92766.094	672599.860
181	98278.738	768109.018
182	103856.273	869163.696
183	110706.731	976426.967



Gambar 5 : Grafik Hubungan Elevasi, Luas dan Volume Daerah Genangan

Kebutuhan air baku kampus Undip dan PLTMH direncanakan sebesar 80 liter/detik/hari. Dengan elevasi pelimpah (MAN) +178 m dan elevasi pengambilan +157 m mampu memenuhi kebutuhan air (dengan nilai kegagalan 6,7 % dari 15 tahun data debit hasil perhitungan).

b. Bendungan

Struktur tubuh bendungan ditentukan berdasarkan kapasitas volume genangan yang terpilih yaitu 505,721.26 m³. Berdasarkan perhitungan struktur, didapatkan data – data sebagai berikut.

- Elevasi Muka Air Normal (MAN) = +178,00 mdpl
- Elevasi Muka Air Banjir (MAB) = +180,468 mdpl
- Elevasi Puncak Bendungan = +183,00 mdpl
- Tinggi Bendungan = 32 m
- Kemiringan Lereng Hulu = 1 : 2,50
- Kemiringan Hilir = 1 : 2,25
- Panjang Puncak Bendungan = 200,5 m
- Lebar Puncak Bendungan = 8,50 m

9. Evaluasi Rekayasa Nilai

Berikut ini adalah perbandingan data spesifikasi teknik antara perencanaan awal dengan hasil desain ulang Waduk Diponegoro.

Tabel 4 : Perbandingan Spesifikasi Waduk Diponegoro

TINJAUAN	PERENCANAAN AWAL	ALTERNATIF USULAN
Bentang Bend.	245 m	201 m
Tinggi Bend.	22 m	32 m
Luas area genangan pada elevasi muka air normal	6,48 Ha	7,57 Ha
Volume Waduk	478.240 m ³	505.721 m ³
Daya PLTMH	11,610 kW	16,261 kW
Panjang Pipa Penstock	136 m	175 m
Volume Tubuh Bend.	155180,64 m ³	135596,04 m ³
Nilai Proyek	Rp 59.132.727.000,00	Rp 60.601.594.000,00

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari data – data di atas, dilakukan evaluasi rekayasa nilai untuk menentukan alternatif perencanaan yang terbaik untuk dilaksanakan. Evaluasi ini dilakukan dengan metode matriks evaluasi, yaitu dengan membandingkan penilaian kumulatif terhadap beberapa pertimbangan. Metode ini seharusnya dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada beberapa responden yang terdiri dari para ahli yang berkompeten dibidangnya, yang meliputi perhitungan bobot kriteria, pengujian konsistensi data, dan perhitungan bobot fungsi. Namun karena keterbatasan waktu dan sumberdaya, nilai – nilai tersebut diasumsikan sendiri oleh penulis sesuai dengan tujuan dibangunnya waduk. Alternatif perencanaan dengan nilai tertinggi dianggap sebagai alternatif terbaik.

Untuk dapat melakukan penilaian dengan metode matriks evaluasi, diperlukan adanya pemberian bobot terhadap masing – masing kategori penilaian. Berikut ini adalah besaran bobot penilaian dari setiap kategori beserta alasannya.

Tabel 5 : Pertimbangan Bobot Penilaian

No	Kategori	Bobot (%)	Alasan
1	Air Baku	15	Keandalan dalam pemenuhan kebutuhan air baku kampus UNDIP merupakan salah satu pertimbangan utama, karena dapat mengurangi penggunaan air tanah yang berlebihan di daerah Tembalang.
2	PLTMH	17	Semakin besar daya yang dihasilkan PLTMH, maka semakin besar penghematan energi listrik. Karena energi hasil PLTMH merupakan energi terbarukan.
3	Konservasi Air	16	Dengan adanya bangunan waduk, aliran air permukaan dapat ditampung dan diberi kesempatan untuk meresap ke dalam tanah. Hal ini sangat penting untuk menjaga volume air tanah agar dapat mencegah kerusakan lingkungan.
4	Sarana laboratorium lapangan, rekreasi dan kegiatan lainnya	15	Salah satu fungsi utama dibangunnya Waduk Diponegoro adalah sebagai sarana laboratorium lapangan dan kegiatan – kegiatan lain bagi para mahasiswa serta warga sekitar.
5	Nilai Proyek	17	Besarnya nilai proyek merupakan hal yang sangat penting untuk dapat mempertimbangkan dan menentukan desain yang dipilih, karena berkaitan dengan optimalisasi dan efisiensi suatu perencanaan proyek.
6	Pembebasan Lahan	8	Kemungkinan diperlukannya usaha pembebasan lahan harus dipertimbangkan, walaupun luas lahan yang perlu dibebaskan relatif kecil.
7	Resiko Banjir pada Wilayah Hilir	12	Semakin besar daya tampung waduk, maka semakin berkurang resiko banjir pada wilayah hilir. Namun fungsi tersebut pada waduk Diponegoro tidak terlalu signifikan.

Tabel 6 : Predikat Penilaian

No	Kategori	Alternatif	Predikat
1	Air Baku	Awal	3 (cukup) Ketersediaan volume waduk memiliki keandalan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air baku
		Usulan	4 (baik) Ketersediaan volume waduk dapat memenuhi kebutuhan air baku dengan baik, dan memiliki cadangan yang lebih besar sehingga pada musim kering dapat lebih terjamin ketersediaannya
2	PLTMH	Awal	4 (baik) Daya yang dihasilkan cukup dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan energi
		Usulan	5 (sangat baik) Dengan produksi daya yang lebih besar, maka manfaat yang dihasilkan dari instalasi PLTMH akan lebih optimal
3	Konservasi Air	Awal	4 (baik)

No	Kategori	Alternatif	Predikat
			Besarnya volume air yang ditampung waduk cukup baik untuk meresapkan air
		Usulan	5 (sangat baik) Volume dan luas area yang lebih besar, maka volume air yang dapat meresap ke dalam tanah lebih banyak
4	Sarana laboratorium lapangan, rekreasi dan kegiatan lainnya	Awal	4 (baik) Area genangan waduk dapat digunakan untuk mendukung kegiatan perkuliahan di UNDIP, selain itu dapat dipergunakan juga sebagai sarana rekreasi dan olahraga
		Usulan	5 (sangat baik) Dengan area genangan yang lebih luas, maka lebih banyak fungsi dan kegiatan yang dapat dilakukan dalam waktu yang bersamaan
5	Nilai Proyek	Awal	4 (baik) Dengan nilai proyek yang ada dapat dicapai beberapa fungsi waduk yang tidak hanya menyangkut pengembangan sumber daya air, namun juga dapat dipergunakan sebagai sarana pendukung perkuliahan dan wisata
		Usulan	3 (cukup) Nilai proyek yang dihasilkan lebih besar dari desain awal, namun pertambahannya tidak terlalu signifikan
6	Pembebasan Lahan	Awal	4 (baik) Untuk area rencana waduk tidak diperlukan pembebasan lahan. Pembebasan lahan hanya diperlukan jika pada lokasi akan dibangun jalan akses warga
		Usulan	3 (cukup) Ada beberapa lahan warga yang harus dibebaskan untuk dapat merealisasikan desain ini, namun jumlahnya tidak signifikan
7	Resiko Banjir pada Wilayah Hilir	Awal	3 (cukup) Volume air yang ditahan oleh waduk cukup dapat mengurangi banjir pada wilayah hilir
		Usulan	4 (baik) Semakin besar volume air yang dapat ditahan oleh waduk, semakin baik pula fungsi waduk untuk mencegah banjir pada wilayah hilir

Tabel 6 : Matriks Evaluasi

No	Kategori	Bobot (%)	Alternatif Desain				Keterangan Penilaian
			Awal		Usulan		
			Predikat	Nilai	Predikat	Nilai	
1	Fungsi Waduk						5 = Sangat Baik 4 = Baik 3 = Cukup 2 = Kurang 1 = Buruk
	a. Air Baku	15	3	45	4	60	
	b. PLTMH	16	4	64	5	80	
	c. Konservasi air	17	4	68	5	85	
d. Sarana laboratorium lapangan, rekreasi dan kegiatan lainnya	15	4	60	5	75		
2	Nilai Proyek	17	4	68	3	51	
3	Dampak Sosial						
	a. Pembebasan Lahan	8	4	32	3	24	
	b. Resiko Banjir pada Wilayah Hilir	12	3	36	4	48	
Jumlah		100		373		423	

Berdasarkan penilaian dengan metode matriks evaluasi, didapatkan nilai matriks total dari desain awal waduk sebesar 373. Sedangkan nilai matriks total dari alternatif desain usulan sebesar 423. Alternatif desain usulan memiliki nilai matriks total yang lebih besar, sehingga dapat dipilih sebagai alternatif desain yang lebih baik.

10. Kesimpulan

- a. Rekayasa Nilai dapat diaplikasikan pada setiap saat sepanjang waktu berlangsungnya proyek, dari awal perencanaan hingga tahap akhir pelaksanaan pembangunan proyek
- b. Berdasarkan analisis rekayasa nilai, yaitu dengan memindahkan letak as bendungan didapatkan beberapa optimalisasi kinerja waduk, yaitu :
 1. Volume tampungan waduk lebih besar (505.721 m³)
 2. Daya listrik PLTMH yang dapat dihasilkan lebih besar (16,261 kW)
 3. Luas daerah genangan waduk pada elevasi muka air normal lebih besar (7,57 Ha), sehingga dapat meningkatkan fungsi waduk sebagai laboratorium lapangan, rekreasi air, menambah nilai estetika kawasan kampus UNDIP dan area serbaguna lainnya.
- c. Dengan sedikit peningkatan biaya atau nilai proyek, yaitu sekitar 2,5 %, didapatkan fungsi dan kinerja waduk yang lebih optimal.

11. Saran

- a. Dalam setiap proyek konstruksi diperlukan adanya usaha rekayasa nilai, yaitu dengan melakukan analisa kembali pada proyek tersebut untuk dapat mengoptimalkan kapasitas dan fungsi bangunan, serta dapat diperoleh suatu penghematan biaya.
- b. Aplikasi rekayasa nilai terhadap suatu proyek hendaknya dilakukan oleh tim ahli atau *Value Engineering Specialist* yang sudah berpengalaman. Sehingga usaha penerapannya dapat dilaksanakan dengan baik, aman dan memberikan manfaat.
- c. Studi rekayasa nilai ini dapat dilanjutkan dengan penelitian yang lebih mendalam terhadap aspek penilaian perencanaan yang lebih rinci dengan melibatkan pendapat dari para ahli serta pihak – pihak yang berkompeten sesuai bidangnya.

- d. Waduk Diponegoro sebaiknya bersih dari limbah rumah tangga yang dihasilkan dari pemukiman di daerah Tembalang. Maka diperlukan adanya upaya pengendalian agar air yang ditampung waduk bebas dari limbah sehingga dapat dimanfaatkan sesuai tujuan.

12. Daftar Pustaka

- Montarcih Limantara. Lily. 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung : Lubuk Agung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Standar Perencanaan Bangunan Air*.
- Direktorat Pendayagunaan dan Pengamanan Sumber Daya Air. 1998. *Pedoman Pengalokasian Air*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Honing. 2003. *Konstruksi Bangunan Air*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Marta, J., Adidarma, W. 1997. *Mengenal Dasar–dasar Hidrologi*. Penerbit Nova, Bandung.
- Mosonyi, Emil. 1987. *Water Power Development Volume 1 Low-Head Power Plants*. Akademi Kiado. Budapest
- Soedibyo. 2003. *Teknik Bendungan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. 2002. *Bendungan Type Urugan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit Idea Dharma, Bandung.
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Beta Offset, Yogyakarta.