BAB 2
KAJIAN PUSTAKA

2. 1. Penelitian Terdahulu

Fatmawati Laily Endah dkk (2019), menyatakan menggunakan bantuan program dalam pengerjaannya yaitu Plaxis 2D Versi 8.2 dengan model material *Mohr Coulomb*. Dari hasil tersebut dapat dibuat suatu grafik, sehinggadapat diketahui *Safety factor* terhadap stabilitas bendung. Dengan bantuan program ini dapat menghitung kemampuan daya dukung tanah akibat gaya yang bekerja disekitar tanah. Dengan kesimpulan ; 1). Daya dukung tanah pada ketiga kondisi air adalah lebih besar daripada daya dukung ijin dimana pada kondisi air kosong adalah sebesar 5,04 t/m2 > daya dukung ijin 1,34t/m2, daya dukung tanah kondisi air normal adalah sebesar 3,15 dan air banjir. 2. Berdasarkan hasil analisa program *software Plaxis 2D V8.2*, angka keamanan pada kondisi air kosong adalah sebesar 3,9, pada kondisi air normal adalah sebesar 3,5 dan kondisi air banjir adalah sebesar 1,7 dimana syarat nilai angka keamanan adalah > 1,5 maka nilai angka keamanan ketiga kondisi air tersebut dinyatakan aman. 3. Besarnya perencanaan Embung Made, besarnya *displacement* pada kondisi air kosong adalah sebesar 0,009 m, pada kondisi air normal adalah sebesar 0,015 m, dan pada kondisi air banjir adalah sebesar 0,022m, maka sesuai dengan syarat penurunan < 0,04m, penurunan yang terjadi pada konstruksi Embung Made, adalah aman.

Setiyanto Raka, dkk (2014), melakukan penelitian yang membahas analisis stabilitas badan bendungan baik secara statis maupun dinamis dengan perhitungan manual dan perhitungan dengan bantuan software GeoStudio pada bendungan Gamang yang terletak pada Desa Beleka Kecamatan Praya Tengah Kabupaten Lombok Tengah, Lombok. Dari hasil analisis yang dilakukan secara manual dan cara GeoStudio didapat bahwa pada poin a dan poin b mendeskripsikan sudut pandang yang berbeda di tiap cara manual dan cara GeoStudio, meskipun begitu 2 point tersebut menyatakan hal yang sama yaitu tentang keamanan struktur bangunan terhadap stabilitas. Hasil perhitungan didapat bahwa safety factor atau angka keamanan dari tubuh embung dan bangunan pelimpah Embung Gamang dinyatakan aman baik sebelum gempa maupun sesudah gempa.

Penelitian oleh Wibowo Tedy pada 2014 tentang perencanaan bendungan tugu Kabupaten Trenggalek menggunakan metode Metode Analisis dan Perhitungan Hidrologi dengan kesimpulan; Untuk kebutuhan air baku dalam studi tugas akhir ini, pemenuhan air baku Desa Nglinggis, Desa Pucang Anak, Desa

Dermosari, Desa Winong dan Desa Tegaren karena lokasinya yang dapat dijangkau dengan pengaliran gravitasi, kelima desa tersebut saat ini juga masih kekurangan air. Besarnya kebutuhan air baku adalah 33,21 liter/detik dan direncanakan dapat memenuhi kebutuhan penduduk sampai tahun 2042. Dengan adanya Bendungan Tugu maka adanya kesempatan untuk mengembangkan bidang perikanan air tawar dan terbukanya lapangan pekerjaan yang baru di bidang pariwisata bagi masyarakat sekitarnya dengan luas area genangan waduk 0,25 km2.

Penelitian oleh Bria Melchior (2017), dengan judul Analisis Kriteria Untuk Perencanaan Program Pemeliharaan Embung Irigasi menghasilkan kesimpulan bahwa dalam merencanakan program pemeliharaan embung irigasi sangatlah penting memperhatikan berbagai macam factor, yaitu Struktur Embung, Fisik dan Lingkungan, Ekonomi/Finansial, Kebijakan Pemerintah dan Sosial Budaya.

Penelitian oleh Santoso Muhammad Bagus Hari (2017), dengan judul Studi Perencanaan Embung Banyuurip Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan metode antara lain analisis data topografi, analisis erosi dan sedimentasi, analisis tampungan banjir melalui flood routing pelimpah, analisis neraca air, perencanaan spillway, dan analisis stabilitas tubuh embung dan pelimpah. Menghasilkan kesimpulan ;

1. Tampungan mati Embung Banyuurip yakni setinggi 1.00 m, sehingga mempunyai volume 547.13 m3, terletak pada elevasi +219.00 m.
2. Volume tampungan efektif EmbungBanyuurip sebesar 17541.67 m dan terletak pada elevasi +223.50 m.
3. Muka air banjir terletak pada elevasi+223.97 m.
4. Dari hasil perhitungan stabilitas didapatkan bahwa desain Embung Banyuurip aman terhadap bahaya guling, geser, dan daya dukung tanah.
5. Data Teknis dimensi EmbungBanyuurip adalah sebagai berikut:
   - Tinggi embung = 6.00 m
   - Elevasi crest embung = +224.00
   - Lebar puncak embung = 1.00 m
   - Kemiringan hilir = 1 : 1
   - Kemiringan hulu = 1 : 0.5
   - Panjang embung = 46.08 m
   - El. puncak pelimpah = +223.95
   - Lebar pelimpah = 12.00 m

- Mercu pelimpah = Mercu bulat, R = 0.6 m
- *Type* peredam energi = USBR *type* III

6. Besarnya rencana anggaran biaya didasarkan pada harga satuan Kabupaten Tulungagung tahun 2016 dan perhitungan BoQ, sehingga didapatkan jumlah biaya adalah sebesar Rp 4,797,249,608.00 (Empat Milyar Tujuh Ratus Sembilan Puluh Tujuh Dua Ratus Empat Puluh Sembilan Enam Ratus Delapan Rupiah).

Selain itu, Cholifah Anis Mulyati (2014) dalam penelitian Studi Pengembangan Pemanfaatan Embung Kaliaji Sebagai Suplai Air Pdam Sleman dengan menggunakan metode Analisis yang dilakukan adalah pada ketersediaan air dengan menggunakan model Mock,kebutuhan air untuk irigasi dan simulasi operasi embung Kemiri dengan metode SOR (Standart Operating Rule). Menghasilkan diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Ketersediaan air lebih banyak mengalami periode surplus dengan rata-rata 81,39 lt/dt. Ketersediaan air tertinggi terjadi pada bulan Februari tengah bulan ke-2 dengan sebesar 142,72 lt/dt, sedangkan ketersediaan air terendah terjadi pada bulan Januari tengah bulan ke-1 sebesar 9,18 lt/dt; (2) Kebutuhan air untuk irigasi tertinggi terjadi pada bulan Juli setengah bulan ke-1 sebesar 11,65 lt/dt dengan jenis tanaman sayuran dan salak, sedangkan kebutuhan air terendah terjadi pada bulan Desember setengah bulan ke2 sebesar 0,2 lt/dt dengan jenis tanaman padi; (3) Secara teknis pengembangan pemanfaatan Embung Kaliaji untuk suplai air pada PDAM Sleman layak dikembangkan, dengan batasan pengambilan bulan Februari tengah bulan ke-2 sampai Desember sebesar 10 lt/dt dan bulan Januari sampai Februari setengah bulan ke-1 sebesar 1-5 lt/dt.

Hanggara Ikrar (2019), melakukan penelitian Analisa Kelayakan Teknis dan Ekonomi Embung Putukrejo Kabupaten Malang dengan kesimpulan ;

1. Embung dapat dikatakan layak pada aspek ekonomi dengan melihat hasil nilai B/C sebesar 1,1 dengan usia guna 20 tahun dan harga air sebesar Rp. 200,-/m.
2. Embung dikatakan layak secara teknis dengan melihat nilai angkankeamanan terhadap guling sebesar 5,7 dan angka keamanan terhadap geser sebesar 1,21.

Pujiastuti Indah Tri (2016), melakukan penelitian Studi Perencanaan Embung Tegaldlimo Kecamatan Tegaldlimo Kabupaten Banyuwangi dengan hasil akhir penelitian sebagai berikut berikut :

1. Volume efektif embung Tegaldlimo adalah 34.125,17 m3, dengan luas area layanan irigasi embung Tegaldlimo melalui simulasi keandalan 80% sebesar 15,5 ha, sedangkan untuk keandalan 50% dapat mengairi seluas 17,5 ha.

2. Data teknis mengenai dimensi embung Tegaldlimo adalah sebagai berikut:
   - Tinggi embung : 5,8 m
   - Elevasi puncak embung : +19,8
   - Elevasi dasar embung : +14,0
   - Lebar puncak embung : 3 m
   - Kemiringan hulu : 1 : 3
   - Kemiringan hilir : 1 : 2,5
   - Panjang embung : 103,09 m
   - Tinggi pelimpah : 4,5 m
   - Lebar pelimpah : 8 m
   - Elevasi puncak pelimpah : +18,5
3. Hasil analisis stabilitas menghasilkan nilai sebagai berikut:

   a) Keamanan terhadap rembesan dan piping
   - Kapasitas aliran filtrasi : 0,105 m
   - Kecepatan rembesan :6,41.10-8 m/det
   - Kecepatan kritis: 0,0102 m/dt (v<vc aman)
   - Gradien hyraulic (i) : 0,915
   - Gradien hyraulic (ic) : 2,495 (i < ic aman)

   b) Keamanan terhadap keruntuhan lerengatau sliding
   - Hulu (Kondisi Kosong) : Normal(1,804) Aman; Gempa (1,830) Aman
   - Hulu (Kondisi FWL) : Normal(1,917) Aman; Gempa (1,940) Aman
   - Hulu (Rapid Drawdown) : Normal(1,755) Aman; Gempa (1,808) Aman
   - Hilir (Kondisi Kosong) : Normal(2,326) Aman; Gempa (2,399) Aman
   - Hilir (Kondisi FWL) : Normal (2,466)Aman; Gempa (2,546) Aman

4. Hasil analisis ekonomi embung Tegaldlimo ditinjau dari parameter parameter kelayakan investasi dengan suku bunga 6,75% adalah sebagai berikut:
   - Keadaan Tanpa Biaya Pembebasan lahan menghasilkan BCR sebesar 1,82;NPV sebesar Rp. 1.150.699.677,- dan IRR sebesar 16,41%.
   - Keadaan Ada Biaya Pembebasan lahan menghasilkan BCR sebesar 1,06; NPV sebesar Rp. 278.099.677,- dan IRR sebesar 7,18%.

Simbolon Bernas, dkk (2018), melakukan penelitian studi Evaluasi Kapasitas Embung Hadudu Daerah Irigasi Hutabagasan Kabupaten Humbang Hasundutan dengan hasil kesimpulan diantaranya ; Analisa Data Curah Hujan didapat curah hujan maksimum rata-rata terlihat bahwa curah hujan maksimum

rata-rata terjadi di bulan November sebesar 200 mm dan terendah terjadi di bulan Juli sebesar 50 mm. Serta berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan 24 alternatif pola tanam didapat nilai NFR (Net Farm Ratio) yang terkecil yaitu sebesar 2,59 mm/hari, dimana alternatif yang digunakan adalah alternatif ke-19. Dengan awal Land Preparation pada periode Oktober I. Nilai Debit Andalan Sungai Sibundong dengan Metode Dr. F.J.Mock didapat nilai debit
maximum andalan 6,85 m3/det pada bulan Januari dan debit minimum andalan 0,96 m3/det pada bulan Juli. Berdasarkan hasil analisa dengan aplikasi autocad pada setiap section potongan embung hadudu, maka di dapat volume tampungan Embung Hadudu adalah 52.815,76 m^3. Berdasarkan hasil analisa
maka alternatif kebutuhan air tanam NFR dan DR pada irigasi Hadudu terjadi peningkatan pada bulan Oktober dan Nopember.

Anjasmoro Bimas, dkk (2015) melakukan penelitian dengan judul Analisis Prioritas Pembangunan Embung Metode *Cluster Analysis* AHP dan *Weighted Average* (Studi Kasus : Embung di Kabupaten Semarang). Dari hasil penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut ;

1. Varibel – variabel yang berpengaruh dalam pembangunan embung dengan menggunakan metode *cluster analysis* metode non hierarki adalah: 1) Vegetasi area genangan embung (7,652), 2) Volume material timbunan (7,744), 3) Luas daerah yang akan dibebaskan (4,167), 4) Volume tampungan efektif (4,203), 5) Lama operasi (6,921), 6) Harga air/m^3 (4,321), 7) Akses jalan masuk menuju *site* bendungan (3,125), 8) Status lahan di *site* dan genangan (12,031), 9) Biaya konstruksi embung (9,844), 10) Biaya OP (4,559), 11) Cakupan daerah irigasi (22,500) dan 12) Manfaat air baku (2,893).
2. Berdasarkan perhitungan dengan metode *cluster analysis*, AHP data kuesioner, data teknik dan *weighted average*, prioritas pembangunan embung jangka pendek adalah : 1) Embung Mluweh (0,165), 2) Embung Pakis (0,142), 3) Embung Lebak (0,134), 4) Embung Dadapayam (0,128), 5) Embung Gogodalem (0,119), 6) Embung Kandangan (0,114), 7) Embung Ngrawan (0,102) dan 8) Embung Jatikurung (0,096).

Tabel 2.1. Matrik Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
1.	Laily Endah Fatmawati, Ari Cahyo Utomo	ANALISIS STABILITAS BENDUNG EMBUNG MADE, DESA MADE, KECAMATAN KUDU, KABUPATEN JOMBANG	Metode analisa elemen hingga *(finite element method)*		Daya dukung tanah pada ketiga kondisi air adalah lebih besar daripada daya dukung ijin dimana pada kondisi air kosong adalah sebesar 5,04 t/m2 > daya dukung ijin 1,34 t/m2, daya dukung tanah kondisi air normal adalah sebesar 3,15
2.	Raka Setiyanto, Noegroho Djarwanti, A.P. Rahmadi	ANALISIS STRUKTUR BENDUNGAN (STUDI KASUS KONSTRUKSI EMBUNG GAMANG)	Penelitian ini bersifat teoritis, analisis dilakukan dengan cara manual dan dengan bantuan program komputer yaitu GeoStudio 2007.Metode yang digunakan berdasarkan acuan dari KP 02-Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama dan KP 06-Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan, serta Pd T-14-2004-A Analisis Stabilitas Bendungan Tipe Urugan Akibat Gempa	Analisis yang dilakukan adalah analisis rembesan di bawah pondasi embung dan stabilitas bangunan embung itu sendiri. Diasumsikan pada kondisi normal, banjir, dan kosong. Disertakan pula asumsi dengan gempa dan tanpa gempa	Pada kondisi terburuk yaitu pada saat banjir dan gempa untuk badan embung Gamang dan pelimpah dinyatakan aman dari kegagalan struktur baik dengan hitungan manual maupun dengan hitungan GeoStudio, dengan masing-masing nilai FK (Faktor Keamanan) 4.2071 dan 4.31 untuk hitungan manual, serta 3.26 dan 2.73 untuk hitungan GeoStudio. 2. Untuk analisis rembesan pada badan embung dan pelimpah pada saat kondisi banjir dan gempa baik hitungan manual dan hitungan Geostudio menyatakan tidak aman dari bahaya piping, dengan masingmasing nilai angka keamanan sebesar 0.6485 dan 1.31 dengan syarat angka Lane > 1.8 untuk hitungan manual, serta 2.29

					dan 0.94 dengan syarat angka keamanan > 4 untuk hitungan Geostudio.
3.	Tedy Wibowo, Rizki D Putro, Sri Sangkawati, Hari Nugroho	PERENCANAAN BENDUNGAN TUGU KABUPATEN TRENGGALEK	Metode Analisis dan Perhitungan Hidrologi		Untuk kebutuhan air baku dalam studi tugas akhir ini, pemenuhan air baku Desa Nglinggis, Desa Pucang Anak, Desa Dermosari, Desa Winong dan Desa Tegaren karena lokasinya yang dapat dijangkau dengan pengaliran gravitasi, kelima desa tersebut saat ini juga masih kekurangan air. Besarnya kebutuhan air baku adalah 33,21 liter/detik dan direncanakan dapat memenuhi kebutuhan penduduk sampai tahun 2042. Dengan adanya Bendungan Tugu maka adanya kesempatan untuk mengembangkan bidang perikanan air tawar dan terbukanya lapangan pekerjaan yang baru di bidang pariwisata bagi masyarakat sekitarnya dengan luas area genangan waduk 0,25 km2.
4	Melchior Bria, Sutirto, Anastasia H. Muda	ANALISIS KRITERIA UNTUK PERENCANAAN PROGRAM PEMELIHARAAN EMBUNG IRIGASI	Untuk menentukan kriteria, tahapan pertama adalah melalui telaahan pustaka yang relevan. Dari identifikasi awal terhadap kriteria ini, kemudian dilakukan wawancara		Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dalam merencanakan program pemeliharaan embung irigasi sangat lah penting memperhatikan berbagai macam factor, yaitu

			dengan expert, Semua analisis uji data menggunakan bantuan program SPSS for Windows versi 20.		Struktur Embung, Fisik dan Lingkungan, Ekonomi/Finansial, Kebijakan Pemerintah dan Sosial Budaya.
5	Muhammad Bagus Hari Santoso, Pitojo Tri Juwono, Anggara Wiyono Wit Saputra	STUDI PERENCANAAN EMBUNG BANYUURIP KECAMATAN KALIDAWIR KABUPATEN TULUNGAGUNG PROVINSI JAWA TIMUR	Metode yang dipakai antara lain analisis data topografi, analisis erosi dan sedimentasi, analisis tampungan banjir melalui flood routing pelimpah, analisis neraca air, perencanaan spillway, dan analisis stabilitas tubuh embung dan pelimpah.		Berdasarkan hasil analisis dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: - Tinggi embung = 6.00 m - Elevasi crest embung = +224.00 - Lebar puncak embung = 1.00 m - Kemiringan hilir = 1 : 1 - Kemiringan hulu = 1 : 0.5 - Panjang embung = 46.08 m - El. puncak pelimpah = +223.95 - Lebar pelimpah = 12.00 m - Mercu pelimpah = Mercu bulat, R = 0.6 m - Type peredam energi = USBR type III
6	Anis Mulyati Cholifah, Ratna Septi Hendrasari	STUDI PENGEMBANGAN PEMANFAATAN EMBUNG KALIAJI SEBAGAI SUPLAI AIR PDAM SLEMAN	Analisis dilakukan pada ketersediaan air dengan menggunakan model Mock,kebutuhan air untuk irigasi dan simulasi operasi embung Kemiri dengan metode SOR (Standart Operating Rule).		Secara teknis pengembangan pemanfaatan Embung Kaliaji untuk suplai air pada PDAM Sleman layak dikembangkan, dengan batasan pengambilan bulan Februari tengah bulan ke-2 sampai Desember sebesar 10 lt/dt dan bulan Januari sampai Februari setengah bulan ke-1 sebesar 1-5 lt/dt.
7	Ikrar Hanggara, Harvi Irvani	ANALISA	Tahapan pada penelitian ini meliputi		1. Embung dapat dikatakan layak pada aspek ekonomi dengan melihat hasil

		KELAYAKAN TEKNIS DAN EKONOMI EMBUNG PUTUKREJO KABUPATEN MALANG	kelayakan pada aspek ekonomi, teknis dan erosi/sedimentasi embung		nilai B/C sebesar 1,1 dengan usia guna 20 tahun dan harga air sebesar Rp. 200,-/m3. 2. Embung dikatakan layak secara teknis dengan melihat nilai angka keamanan terhadap guling sebesar 5,7 dan angka keamanan terhadap geser sebesar 1,21.
8	Indah Tri Pujiastuti, Runi Asmaranto, Andre Primantyo Hendrawan	STUDI PERENCANAAN EMBUNG TEGALDLIMO KECAMATAN TEGALDLIMO KABUPATEN BANYUWANGI	Analisis hidrologi Analisa Ketersediaan Air Sungai Analisa Erosi dan Sedimentasi Analisa Neraca Air Perencanaan Tubuh embung Stabilitas Embung Analisa Ekonomi		Kesimpulan dari hasil analisa adalah sebagai berikut : 1. Volume efektif embung : 34.125,17 m3, dengan luas area layanan keandalan 80% sebesar 15,5 ha, sedangkan untuk keandalan 50% seluas 17,5 ha. 2. Kelayakan investasi dengan suku bunga 6,75% adalah sebagai berikut: • Tanpa Biaya Pembebasan BCR sebesar 1,82;NPV sebesar Rp. 1.150.699.677,- dan IRR sebesar 16,41%. • Ada Biaya Pembebasan lahan menghasilkan BCR sebesar 1,06; NPV sebesar Rp. 278.099.677,- dan IRR sebesar 7,18%.
9	Bernas Simbolon, Edy Hermanto, Kamaluddin Lubis	EVALUASI KAPASITAS EMBUNG HADUDU DAERAH IRIGASI HUTABAGASAN	1.Menganalisa curah hujan 2.Pengamatan kedalaman embung 3.Pengamatan sumber air embung berasal		Berdasarkan hasil analisa maka alternatif kebutuhan air tanam NFR dan DR pada irigasi Hadudu terjadi peningkatan pada bulan Oktober dan Nopember

		KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN	4.Aliran sungai Sibundong dan air hujan. 5.Menghitung volume tampungan embung. 6.Menganalisa kebutuhan air irigasi, 7.Menghitung debit andalan,		
10	Bima Anjasmoro, Suharyanto, Sri Sangkawati	ANALISIS PRIORITAS PEMBANGUNAN EMBUNG METODE *CLUSTER ANALYSIS*, AHP DAN *WEIGHTED AVERAGE* (STUDI KASUS : EMBUNG DI KABUPATEN SEMARANG)	Menggunakan metode *cluster analysis*		Varibel – variabel yang berpengaruh dalam pembangunan embung dengan menggunakan metode *cluster analysis* metode non hierarki adalah: 1) Vegetasi area genangan embung (7,652), 2) Volume material timbunan (7,744), 3) Luas daerah yang akan dibebaskan (4,167), 4) Volume tampungan efektif (4,203), 5) Lama operasi (6,921), 6) Harga air/m^3 (4,321), 7) Akses jalan masuk menuju *site* bendungan (3,125), 8) Status lahan di *site* dan genangan (12,031), 9) Biaya konstruksi embung (9,844), 10) Biaya OP (4,559), 11) Cakupan daerah irigasi (22,500) dan 12) Manfaat air baku (2,893).

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2020)

2. 2. Dasar Teori

2.2.1. *Value Engineering (*Rekayasa Nilai)

Definisi Rekayasa Nilai dari *Society of American Value Engineers* diartikan sebagai berikut : Rekayasa Nilai adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengaplikasikan suatu produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis) Dengan kata lain, Rekayasa Nilai bermaksud memberikan suatu yang optimal bagi sejumlah uang yang dikeluarkan, dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa Nilai akan membantu membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan tidak diperlukan, dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan (dan meninggalkan yang tidak perlu) dengan biaya terendah.

Pengertian kunci dari definisi di atas adalah sebagai berikut :

a. Usaha yang teroganisasi
   Rekayasa Nilai menggunakan pendekatan tim yang terorganisir. Tim ini terdiri dari mereka yang mewakili disiplin ilmu yang diperlukan untuk memformulasikan persoalan secara tuntas dan mampu membuahkan suatu usulan penggunaan biaya yang paling efektif.
b. Biaya terendah dengan kinerja yang sama
   Ini adalah tujuan utama dari Rekayasa Nilai, karena bila prosesnya dilakukan dengan tidak benar, misalkan mengurangi harga yang berdampak pada turunnya kualitas dan reabilitas, maka hal demikian bukan maksud dan tujuan Rekayasa Nilai. Harus dimengerti sungguh-sungguh bahwa yang diusahakan diturunkan hanyalah harga dari produk dan bukan mutu atau kinerja yang bersangkutan.
c. Melakukan analisis
   Untuk mencapai fungsi yang diinginkan Rekayasa Nilai melakukan usaha-usaha yang sistematis dametodogis guna mengidentifikasi fungsi yang dapat memenuhi keinginan. Ini berupa langkah-langkah yang berurutan dalam menganalisis persoalan dengan cara kreatif dan berdasarkan efektifitas biaya, namun tetap berpegang pada terpenuhinya fungsi produk atau sistem.
d. Karakteristik yang penting
   Dalam rangka memenuhi fungsi pokok produk, perlu diperhatikan pula karakteristik yang penting, seperti reliabilitas dan masalah- masalah pemeliharaan produk. (Mandagi, 2010)

2.2.1.1. Prinsip Dasar Rekayasa Nilai

Tujuan utama menciptakan suatu produk pada dasarnya adalah agar produk yang dibuat dapat terjual dengan cepat, dengan keuntungan yang maksimal dan dapat memberikan kepuasan kepada konsumen. Dengan demikian para perancang produk (desain produk) seharusnya tidak menciptakan fungsi-fungsi produk maupun penggunaan bahan produksi yang berlebihan pada akhirnya tidak berguna dan harganyapun tinggi. Jadi gagasan harus dikembang- kan dengan bertitik tolak dari :

1. Penghematan biaya
   Yaitu menggunakan biaya seminimal mungkin tanpa mengurangi fungsi dan kualitas dari suatu produk.
2. Waktu
   Yaitu memanfaatkan waktu dengan sebaik mungkin, ini dimaksudkan menggunakan waktu yang minimal dengan mendapatkan hasil yang maksimal
3. Bahan
   Yaitu menggunakan bahan yang benar-benar memenuhi fungsi maupun kualitas. (Dhanardono, 2008)

2.2.1.2. Rencana Kerja Rekayasa Nilai *(Value Engineering Job Plan)*

Rencana kerja *(Job plan)* adalah pendekatan sistematik dari Rekayasa Nilai. Rencana kerja ini merupakan rencana yang terarah untuk melaksanakan Rekayasa Nilai termasuk implementasi hasil Rekayasa Nilai tersebut. Rencana kerja juga menjadi penentu kunci keberhasilan dari studi Rekayasa Nilai.

Melalui pendekatan rencana kerja Rekayasa Nilai inilah seluruh tahapan dalam penerapan Rekayasa Nilai dilakukan, mulai dari melakukan identifikasi item kerja dari keseluruhan proyek, menemukan item kerja dengan potensi dengan biaya yang tidak diperlukan, hingga mencari alternatif- alternatif baru secara kreatif untuk menampilkan fungsi yang sama diinginkan seperti desain sebelumnya. Rencana kerja ini juga membantu dalam menentukan bagian- bagian yang mempunyai biaya yang tinggi dibandingkan dengan fasilitas-fasilitas yang serupa.

a. Tahap Informasi
   Tahap informasi merupakan tahap awal dalam rencana kerja Rekayasa Nilai yang bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan item-item pekerjaan yang akan dianalisis, untuk memperoleh item kerja yang akan dilakukan Rekayasa Nilai dengan cara mendefinisikan fungsi item dalam proyek.

b. Tahap Kreatif

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan ide-ide alternatif sebanyak-banyaknya untuk dapat memenuhi fungsi dasar dari item kerja tersebut. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan ide serta berfikir secara kreatif oleh seluruh anggota tim Rekayasa Nilai. Berfikir kreatif adalah suatu hal yang penting pada tahap ini karena dengan hal itu idea tau gagasan akan berkembang. Pada tahap ini tidak dilakukan analisa terhadap ide-ide yang dikeluarkan oleh setiap anggota tim sehingga semua ide akan ditampung untuk memenuhi fungsi dasar tanpa melihat pertimbangan lebih dahulu.

c. Tahap Analisa

Tujuan dari tahap analisa ini adalah untuk melakukan evaluasi, pembenahan dan analisa biaya terdapat ide yang dihasilkan dan untuk mendata alternatif yang layak serta potensi untuk menghasilkan penghematan.

d. Tahap Rekomendasi

Tahap ini adalah tahap terakhir dalam rencana kerja Rekayasa Nilai yang tujuannya yaitu menawarkan atau memberikan laporan mengenai seluruh tahap sebelumnya dalam rencana Rekayasa Nilai kepada pihak manajemen atau pemberi tugas untuk dapat diputuskan apakah desain yang dipilih mampu dan baik untuk dilakukan. (Saptono, 2012)

2.2.1.3.Tujuan Rekayasa Nilai

Menurut Soeharto 1995, Tujuan rekayasa nilai adalah membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan tidak diperlukan dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan (dan meninggalkan yang tidak perlu) dengan biaya terendah tetapi kinerjanya tetap sama atau bahkan lebih baik. Diharapkan dari penerapan teknik nilai tersebut diperoleh penghematan diantaranya :

1. Penghematan biaya,
2. Penghematan waktu,
3. Penghematan bahan, Dengan memperhatikan aspek kualitas dari produk jadi.

2.2.1.4.Pengertian Nilai (*Value*)

Menurut Ali Basyah Siregar dkk,1987. Pengertian nilai dapat dibedakan atas :

a. Nilai bagi pemakai produk (konsumen) dan

b. Nilai bagi pembuat produk (produsen)

Nilai bagi konsumen merupakan ukuran sampai sejauh mana pemakai bersedia mengorbankan sesuatu untuk memiliki suatu produk. Sedangkan nilai bagi produsen menunjukkan pengorbanan produsen dalam menawarkan suatu produk kepada konsumennya. Pengertian nilai masih dapat dibedakan lagi menjadi :

a. Nilai kegunaan : menyatakan tingkat kegunaan dan pelayanan yang dapat diberikan oleh suatu produk.
b. Nilai prestise : nilai yang mengaitkan suatu produk dengan image yang menyebabkan daya tarik untuk memilikinya.
c. Nilai tukar : merupakan ukuran pengorbanan finansial yang diberikan konsumen untuk dapat memiliki suatu produk.
d. Nilai biaya : merupakan hasil penjumlahan dari biaya – biaya seperti bahan, tenaga, biaya tak langsung, dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat produk tersebut.

2.2.1.5.Biaya

Menurut Ali Basyah Siregar dkk,1987 Biaya *(cost)* adalah jumlah semua usaha dan pengeluaran yang dilakukandalam mengembangkan, memproduksi dan mengaplikasikan produk. Produsen selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, ketahanan, dan pemeliharaan karena akan berpengaruh pada biaya bagi pemakai. Biaya adalah sesuatu yang harus diberikan atau didahulukan (diberikan pada awal) untuk mendapatkan barang dan atau jasa. Biaya adalah sesuatu yang harus dibayarkan oleh pembeli dan biasanya berupa sejumlah uang Biaya terbesar (yang sering mengandung biaya tak perlu) antara lain biaya :

a. Material, secara singkat adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli material seperti berupa kayu, besi, baja, batu, pasir dan sebagainya, serta instrumen atau bagian-bagian lain yang siap dipakai.
b. Tenaga kerja, adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi. Biaya tenaga kerja diperhitungkan terhadap waktu kerja.
c. *Overhead,* terdiri dari macam-macam elemen, seperti pembebanan bagi.operasi perusahaan misalnya pemasaran, kompensasi pimpinan, sewa kantor, termasuk pajak, asuransi, administrasi.

2.2.1.6.Fungsi

Menurut Crum (1971), Fungsi adalah apa saja yang dapat diberikan atau dilakukan oleh suatu produk yang dapat digunakan untuk bekerja. Fungsi tak perlu adalah apa saja yang diberikan dan tidak mempunyai nilai kegunaan, nilai tambah, nilai tukar atau nilai estetika.

Hubungan antara nilai, biaya dan fungsi dapat dijabarkan dengan rumus Berikut:

Bagi produsen:

NILAI = FUNGSI/BIAYA

Bagi konsumen:

NILAI = MANFAAT/BIAYA

Dari rumus tersebut di atas, maka nilai dapat ditingkatkan dengan cara berikut:

1. Meningkatkan fungsi atau manfaat tanpa menambah biaya.
2. Mengurangi biaya dengan mempertahankan fungsi atau manfaat.
3. Kombinasi dari keduanya.

Hubungan antara nilai, kualitas dan kehandalan. Pengurangan biaya asli tidak boleh mengakibatkan terjadinya penurunan tingkat mutu dan kehandalan produk. Mutu dan kehandalan yang terlalu tinggi di luar kebutuhan konsumen sama dengan pemborosan biaya produksi dan penggunaan material yang berlebihan. Tetapi biaya terendah bukan berarti nilai terbaik, karena pada suatu keadaan, biaya terendah akan menunjukkan nilai yang terburuk.

2.2.2. Embung

Embung adalah sebutan lain untuk bendungan kecil. Bendungan kecil adalah bendungan yang tidak memenuhi syarat-syarat sebagai bendungan besar. Menurut *International Commission on Large Dams* (*ICOLD)* definisi bendungan besar adalah :

1. Bendungan yang tingginya lebih dari 15 m, diukur dari bagian terbawah pondasi sampai ke puncak bendungan.
2. Bendungan yang tingginya antara 10-15 m dapat pula disebut bendungan besar apabila memenuhi salah satu atau lebih kriteria sebagai berikut :
   - Panjang puncak bendungan tidak kurang dari 500 m

- Kapasitas waduk yang terbentuk tidak kurang dari 1 juta m^3
- Debit banjir maksimal yang diperhitungkan tidak kurang dari 2000 m^3/detik
- Bendungan menghadapi kesulitan-kesulitan khusus pada pondasinya
- Bendungan didesain tidak seperti biasanya

Syarat-syarat diatas tidak mutlak mengikat, karena pada pelaksanaannya di lapangan ada bendungan-bendungan yang memenuhi syarat bendungan besar diberi nama embung dan sebaliknya.

Embung adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menampung kelebihan air pada saat debit tinggi dan melepaskannya pada saat dibutuhkan. Embung merupakan salah satu bagian dari proyek secara keseluruhan maka letaknya juga dipengaruhi oleh bangunan-bangunan lain seperti bangunan pelimpah, bangunan penyadap, bangunan pengeluaran, bangunan untuk pembelokan sungai dan lainlain (Soedibyo, 1993).

Tujuan membuat embung yaitu menyediakan air untuk pengairan tanaman di musim kemarau, meningkatkan produktivitas lahan, masa pola tanam dan pendapatan petani di lahan tadah hujan, mengaktifkan tenaga kerja petani pada musim kemarau sehingga mengurangi urbanisasi dari desa ke kota, mencegah/mengurangi luapan air di musim hujan dan menekan resiko banjir, dan memperbesar peresapan air ke dalam tanah.

Untuk menentukan lokasi dan denah embung harus memperhatikan beberapa faktor yaitu:

1. Tempat embung merupakan cekungan yang cukup untuk menampung air, terutama pada lokasi yang keadaan geotekniknya tidak lulus air, sehingga kehilangan airnya hanya sedikit.
2. Lokasinya terletak di daerah manfaat yang memerlukan air sehingga jaringan distribusinya tidak begitu panjang dan tidak banyak kehilangan energi.
3. Lokasi embung terletak di dekat jalan, sehingga jalan masuk (access road) tidak begitu panjang dan lebih mudah ditempuh. Sedangkan faktor yang menentukan di dalam pemilihan tipe embung adalah :
    a. Tujuan pembangunan proyek
    b. Keadaan klimatologi setempat
    c. Keadaan hidrologi setempat
    d. Keadaan di daerah genangan
    e. Keadaan geologi setempat

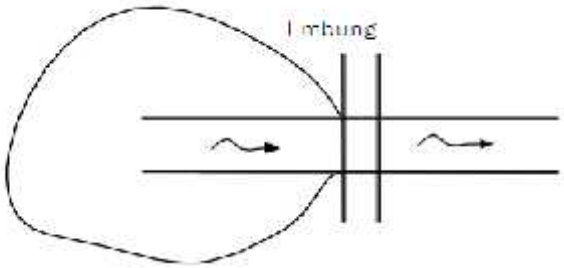
f. Tersedianya bahan bangunan
g. Hubungan dengan bangunan pelengkap
h. Keperluan untuk pengoperasian embung
i. Keadaan lingkungan setempat
j. Biaya proyek

2.2.2.1.Tipe Embung

Tipe embung dapat dikelompokkan menjadi empat keadaan yaitu (Soedibyo, 1993):

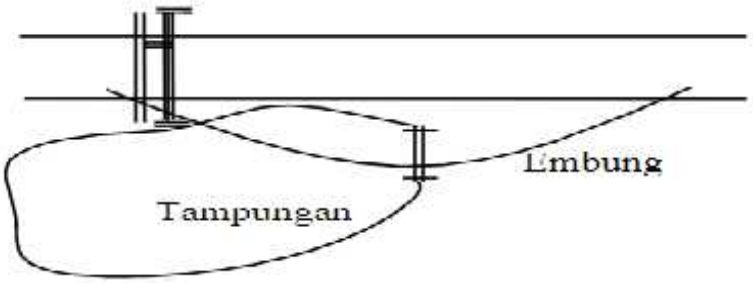
1. Tipe Embung Berdasar Tujuan Pembangunannya
    a) Embung dengan tujuan tunggal *(single purpose dams)*
    Adalah embung yang dibangun untuk memenuhi satu tujuan saja, misalnya untuk kebutuhan air baku atau irigasi (pengairan) atau perikanan darat atau tujuan lainnya tetapi hanya satu tujuan saja.
    b) Embung serbaguna *(multipurpose dams)*
    Adalah embung yang dibangun untuk memenuhi beberapa tujuan misalnya untuk irigasi (pengairan), air minum dan PLTA, pariwisata dan irigasi.
2. Tipe Embung Berdasar Penggunaannya
    a) Embung penampung air *(storage dams)*
    Adalah embung yang digunakan untuk menyimpan air pada masa surplus dan dipergunakan pada masa kekurangan. Termasuk dalam embung penampung air adalah untuk tujuan rekreasi, perikanan, pengendalian banjir dan lain-lain.
    b) Embung pembelok *(diversion dams)*
    Adalah embung yang digunakan untuk meninggikan muka air, biasanya untuk keperluan mengalirkan air ke dalam sistem aliran menuju ke tempat yang memerlukan.
    c) Embung penahan *(detention dams)*
    Adalah embung yang digunakan untuk memperlambat dan mengusahakan seoptimal mungkin efek aliran banjir yang mendadak. Air ditampung secara berkala atau sementara, dialirkan melalui pelepasan *(outlet).* Air ditahan selama mungkin dan dibiarkan meresap ke daerah sekitarnya.
3. Tipe Embung Berdasar Letaknya Terhadap Aliran Air
    a) Embung pada aliran air *(on stream)*

Adalah embung yang dibangun untuk menampung air, misalnya pada bangunan pelimpah *(spillway).*



Gambar 2.1. *Embung On Stream*
(Sumber: Soedibyo,1993)

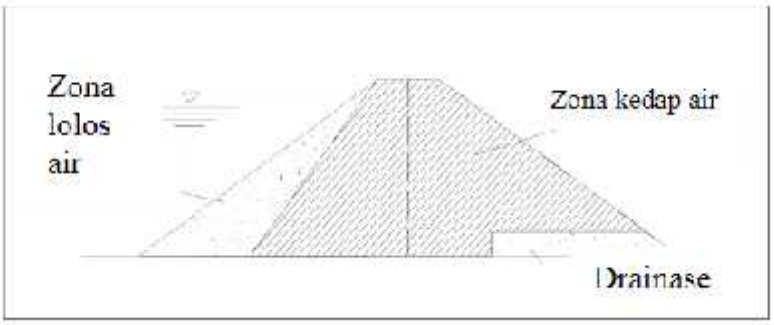
b) Embung di luar aliran air *(off stream)* Adalah embung yang umumnya tidak dilengkapi spillway, karena biasanya air dibendung terlebih dahulu di on stream-nya baru disuplesi ke tampungan. Kedua tipe ini biasanya dibangun berbatasan dan dibuat dari beton, pasangan batu atau pasangan bata.



Gambar 2.2. Embung Off Stream
(Sumber: Soedibyo,1993)

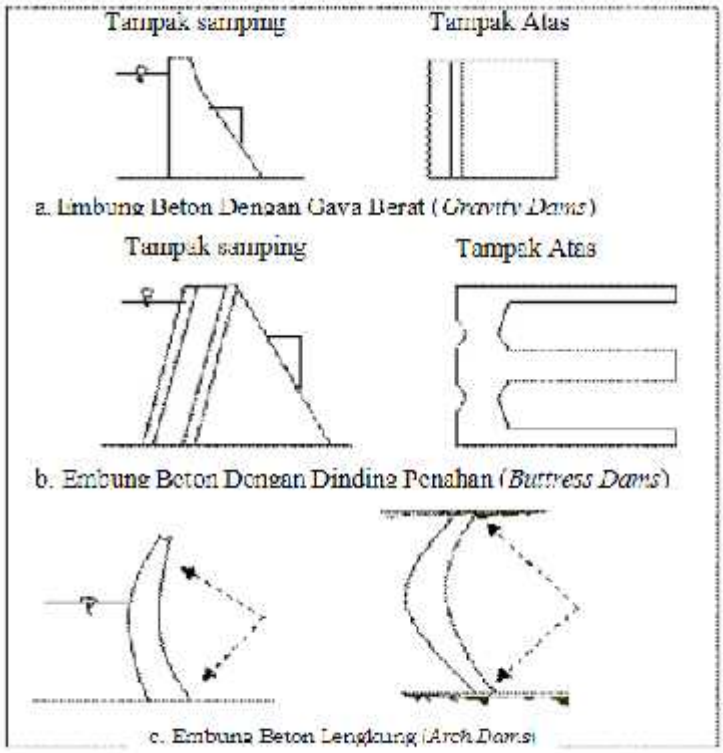
4. Tipe Embung Berdasar Material Pembentuknya
   a) Embung Urugan *(Fill Dams, Embankment Dams)*

Embung urugan adalah embung yang dibangun dari penggalian bahan *(material)* tanpa tambahan bahan lain bersifat campuran secara kimia jadi bahan pembentuk embung asli. Embung ini dibagi menjadi dua yaitu embung urugan serba sama *(homogeneous dams)* adalah embung apabila bahan yang membentuk tubuh embung tersebut terdiri dari tanah sejenis dan gradasinya (susunan ukuran butirannya) hampir seragam. Yang kedua adalah embung zonal adalah embung apabila timbunan terdiri dari batuan dengan gradasi (susunan ukuran butiran) yang berbeda-beda dalam urutan urutan pelapisan tertentu.



Gambar 2.3. Embung Urugan
(Sumber: Soedibyo,1993)

b) Embung Beton *(Concrete Dam)*
Embung beton adalah embung yang dibuat dari konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak. Kemiringan permukaan hulu dan hilir tidak sama pada umumnya bagian hilir lebih landai dan bagian hulu mendekati vertikal dan bentuknya lebih ramping. Embung ini masih dibagi lagi menjadi embung beton berdasar berat sendiri stabilitas tergantung pada massanya, embung beton dengan penyangga *(buttress dam)* permukaan hulu menerus dan dihilirnya pada jarak tertentu ditahan, embung beton berbentuk lengkung dan embung beton kombinasi.



Gambar 2.4. Tipe-tipe Embung Beton
(Sumber: Soedibyo,1993)

2.2.2.2. Pemilihan Lokasi

Untuk menentukan lokasi dan denah embung harus memperhatikan beberapa faktor yaitu (Soedibyo,1993) :

1. Tempat embung merupakan cekungan yang cukup untuk menampung air, terutama pada lokasi yang keadaan geotekniknya tidak lulus air, sehingga kehilangan airnya hanya sedikit.
2. Lokasinya terletak di daerah manfaat yang memerlukan air sehingga jaringan distribusinya tidak begitu panjang dan tidak banyak kehilangan energi.
3. Lokasi embung terletak di dekat jalan, sehingga jalan masuk *(access road)* tidak begitu panjang dan lebih mudah ditempuh.

2.2.2.3. Penilaian Kinerja Bangunan Embung

Penilaian kinerja dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi dari suatu bangunan dengan melakukan pengamatan dan penilaian terhadap aspek

komponen bangunan yang ditinjau. Pada bangunan embung terdapat 3 aspek yang sangat penting yaitu aspek fisik, aspek pemanfaataan, dan aspek operasi dan pemeliharaan, setiap aspek terdiri dari beberapa variabel (Sisda, 2017).

1. Aspek Fisik

Aspek fisik yang ditinjau terdiri dari 5 bagian yaitu Tanggul, pelimpah, kolam tampungan, pipa jaringan distribusi, bak layanan, setiap bagian terdiri dari beberapa variable, antara lain :

Variabel pada tanggul:

a) Daerah basah karena rembesan melalui tubuh embung atau fondasi yang menyebabkan terjadinya longsoran lokal karena tanah jenuh
b) Daerah basahan memanjang di tubuh embung dan menimbulkan rembesan
c) Retakan melintang di tubuh embung
d) Retakan memanjang di tubuh embung pada bagian puncak (bisa lurus/melengkung)
e) Retakan susut, retakan biasanya pendek, dangkal, sempit, banyak dan berarah tidak teratur
f) Erosi alur ditubuh embung
g) Tumbuhan tinggi di tubuh embung

Variabel pada Pelimpah:

a) Runtuhan di saluran pelimpah
b) Erosi alur di saluran pelimpah
c) Gerusan lokal di pelimpah
d) Tumbuhan tinggi di sepanjang pelimpah

Variabel pada Kolam Tampungan:

a) Endapan lumpur
b) Kotoran/ranting pohon lapuk pada kolam
c) Pagar disekeliling kolam
d) Papan duga
e) Pelampung
f) Ketersediaan air

Variabel pada Pipa Jaringan Distribusi:

a) Pipa Transmisi

b) Pipa Distribusi

Variabel pada Bak Layanan:

a) Bak air bersih / bak air keperluan manusia
b) Bak air keperluan ternak
c) Bak air keperluan kebun

2. Aspek Pemanfaatan, operasional dan pemeliharaan.

Variabel yang ditinjau pada Aspek pemanfaataan, operasi dan pemeliharaan (Dep. PU, Pedoman Perencanaan Embung Kecil), meliputi:
Variabel pada Aspek Pemanfaatan

a) Pembagian air
b) Rasa nyaman dengan adanya jaminan air embung
c) Peningkatan kualitas hidup/kesehatan

Variabel pada Aspek Operasi dan Pemeliharaan

a) Ketaatan melaksanakan Operasi dan Pemeliharaan
b) Ketersediaan sarana dan dana O dan P
c) Subsidi
d) Kegiatan pelatihan O dan P

2.2.2.4.Landasan Peraturan

Berdasarkan Pasal 3, Pasal 10, dan Pasal 13 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, Menteri Pekerjaan Umum selaku menteri yang diserahi urusan pengairan diberikan wewenang dan tanggung jawab untuk melakukan usaha penyelamatan tanah dan air serta mengatur dan melaksanakan pengelolaan air dan/atau sumber-sumber air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 09/PRT/M/2015 tentang penggunaan sumber daya air, penggunaan sumber daya air dan prasarananya dilakukan berdasarkan prinsip:

1. Penghematan penggunaan
2. Ketertiban dan keadilan
3. Ketepatan penggunaan
4. Keberlanjutan penggunaan, dan
5. Penggunaan yang saling menunjang antara air permukaan dan air tanah dengan memprioritaskan penggunaan air permukaan.

Pengawetan kelebihan air oleh pengelola sumber daya air diwujudkan dengan cara menyimpan air yang berlebihan pada saat hujan agar dapat dimanfaatkan pada waktu diperlukan dengan membuat penampung air hujan (PAH) baik di atap bangunan, di permukaan atau di dalam tanah, kolam, embung, maupun waduk.

2.2.2.5. Peraturan Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air

Berdasarkan Diktum Ketiga Instruksi Presiden Nomor 1 Tahun 2018 tentang Percepatan Penyediaan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa, Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat diintruksikan untuk menetapkan Pedoman Perencanaan, Spesifikasi Teknis dan Perhitungan Standar Harga Satuan untuk Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air lainnya. Pedoman tersebut diperlukan untuk percepatan pembangunan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya untuk memenuhi kebutuhan air baku pertanian guna meningkatkan produksi pertanian di desa.

Pembangunan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya ini dilaksanakan di desa dengan menggunakan dana desa yang bersumber dari Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN) dengan prioritas pada pembangunan desa yang melalui sistem padat karya. Alat berat dapat digunakan atau disewa apabila anggaran masih tersedia setelah upah pekerja ≥ 30% sudah terpenuhi.

Tahap konstruksi atau tahap pelaksanaan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya akan dilakukan setelah tahap perencanaannya selesai dilakukan. Pekerjaan-pekerjaan yang dilaksanakan dalam tahap konstruksi terdiri atas:

1. Pekerjaan persiapan yang meliputi:
    a. Mobilisasi dan demobilisasi tenaga kerja dan alat
    b. Pembangunan gudang, dan bedeng (bila diperlukan)
    c. Pembuatan papan nama proyek
    d. Pengukuran kembali *(uitzet)*
    e. Pembersihan lahan
    f. Penentuan lokasi pembuangan galian

2. Kegiatan konstruksi bangunan penampung air dan fasilitas-fasilitas

pendukungnya meliputi:

a. Pekerjaan galian
b. Pekerjaan timbunan
c. Pekerjaan pemadatan tanah
d. Pekerjaan bangunan pelengkap
e. Dokumentasi

2.2.2.6.Operasi dan Pemeliharaan

Secara umum aktivitas operasi dan pemeliharaan embung terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Pelaksanaan pengoperasian embung. Mengingat terbatasnya volume air yang ada pada tampungan, maka sebelum dioperasikan perlu dibuat rencana pengoperasian. Kegiatan ini dimulai dengan penentuan distribusi air untuk penduduk, berdasarkan perhitungan kebutuahan air.
2. Pelaksanaan *monitoring* dan inspeksi. Monitoring rutin perlu dilakukan guna mendapatkan data dengan baik dan akurat. Hal ini untuk penyusunan operasional embung dan inspeksi secara dini terhadap karakteristik dan keselamatan embung. Data–data yang perlu diambil meliputi: (a) data curah hujan pada areal embung, (b) data debit yang melimpas pada *spillway*, (c) data debit suplai air baku pada *valve house*, (d) data elevasi muka air pada bagian up stream tanggul, dan (e) data debit rembesan (seepage) pada bagian down stream tanggul. Disamping data–data tersebut, perlu dilakukan inspeksi terhadap kondisi secara keseluruhan dari bagunan embung.
3. Pemeliharaan dan perbaikan

   Dalam rangka untuk mempertahankan keberlangsungan fungsi dari bangunan embung, maka komponen–komponen dan kelengkapan dari bangunan embung perlu adanya pemeliharaan secara rutin. Kegiatan pemeliharaan rutin, meliputi:

   a. Pemeliharaan tanggul. Rumput–rumput yang ditanam pada tanggul perlu disiram pada musim kemarau dan pemotongan rumput untuk mengetahui kerusakan yang mungkin terjadi pada tanggul. Jenis kerusakan berupa retak, longsor, bocor dan sebagainya. Pada tanggul diharapkan untuk tidak ditanami tanaman keras, hal ini dapat mempengaruhi stabilitas tanggul.
   b. Pemeliharaan *storage*. Aliran air yang masuk pada kolam tampungan sering membawa sampah termasuk pohon–pohon, oleh karena itu

perlu dilakukan pembersihan.

c. Pemeliharaan saluran pelimpah *(spillway).* Sampah dan pohon–pohon yang terbawah oleh air limpasan perlu dibersihkan dan mencegah agar tanaman keras tidak tumbuh sepanjang saluran atau tepi saluran.
d. Pemeliharaan terhadap jaringan distribusi dan bangunan pelengkapnya penting dilakukan agar tidak terjadi kerusakan atau bocoran yang akan mengakibatkan pemborosan air dan juga distribusi air yang tidak merata.