



Alternatif Desain Spillway Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek

Hariyono Seputro Youngky Pratama¹, Mashudi Agung Wibowo²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Wisnuwardhana

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Wisnuwardhana

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Wisnuwardhana

iyonkbaru@gmail.com

Abstrak

Salah satu bangunan pelengkap dari Bendungan Tugu adalah Spillway. Desain Spillway ini perlu dilakukan pengkajian ulang atau dilakukan Review Desain karena kondisi tanah dasar. Terdapat tiga alternatif desain spillway, yaitu pcuraman, dental concrete, dan bored pile dia. 1,2 m. Dari ke-3 alternatif desain tersebut, harus dicari desain mana yang paling efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu pelaksanaan. Data yang dibutuhkan yaitu BOQ, harga dasar daerah setempat, harga satuan pekerjaan, Schedule, dan gambar rencana masing-masing alternatif desain. Perhitungan anggaran dilakukan dengan cara melakukan perhitungan volume, membuat analisa teknik, membuat harga satuan pekerjaan. selanjutnya melakukan perhitungan total anggaran biaya. Kemudian melakukan perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya desain pcuraman senilai Rp. 142.311.113.357,- dengan waktu pelaksanaan 8.003 hari. Biaya desain dental concrete Rp. 131.558.079.264,- dengan waktu pelaksanaan 2.096,5 hari. Biaya desain bored pile dia. 1,2 m senilai Rp. 115.552.297.790,- dengan waktu pelaksanaan 553 hari. Dari perhitungan yang telah dilakukan, desain yang paling efektif dan efisien terhadap biaya dan waktu, adalah desain bored pile dia. 1,2 m.

Kata kunci: *Spillway, Bored Pile, RAB, Schedule.*

1. Pendahuluan

Secara geografis lokasi rencana Bendungan Tugu terletak di Desa Nginggis Kecamatan Tugu, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur dan terletak di aliran Sungai Keser.

Pembangunan Bendungan Tugu bertujuan untuk meminimalisir banjir yang terjadi di Kecamatan Tugu Kabupaten Trenggalek, menahan air yang berlimpah pada musim penghujan, mendistribusikannya pada musim kemarau agar tidak terjadi kekeringan pada areal persawahan, serta menyediakan kebutuhan air baku untuk masyarakat Kabupaten Trenggalek.

Pada lokasi pembangunan Spillway Bendungan Tugu, tanah dasar atau kondisi tanah eksisting yang ada adalah jenis tanah endapan kollovial. Endapan kollovial merupakan hasil longoran yang sudah terjadi sebelumnya dan tersusun atas pasir, lanau, lempung, kerikil, dan bongkahan batuan. Endapan kollovial belum mengalami proses litifikasi atau konsolidasi, Sehingga memiliki sifat yang kurang baik. Berdasarkan klasifikasi Cripie (Tanaka 1985) endapan kollovial termasuk kedalam kelas D (Decomposite). Jenis tanah ini cenderung tidak stabil dan suatu bangunan konstruksi tidak direkomendasikan bertumpu pada satuan litologi atau tanah jenis ini ini.

Berdasarkan sifat dan karakteristik tanah tersebut diatas, maka dilakukanlah Review Desain terhadap pekerjaan Pembangunan Spillway Bendungan Tugu. Review Desain ini bertujuan untuk memperkuat pondasi bangunan spillway itu sendiri.

Terdapat beberapa output atau alternatif desain untuk penanganan bangunan spillway. Antara lain :

1. Melakukan pencuraman bangunan chute atau saluran peluncur spillway dengan cara melakukan penggalian pada sisi bangunan peluncur. Penggalian ini bertujuan untuk membuang tanah kollovial hingga menemukan batuan keras.
2. Membuat Dental Concrete. Konsep dental concrete adalah dengan melakukan penggalian tanah colluvial di beberapa bagian bangunan peluncur, dan mengganti tanah kollovial tersebut menggunakan beton.
3. Perkuatan tanah menggunakan Bored Pile dia. 1,2 m. pekerjaan bored pile ini dilakukan pada sisi bangunan peluncur. Tujuan dari pekerjaan ini adalah sebagai perkuatan tanah dasar.

Dari ke-3 alternatif desain tersebut diatas, akan dicari desain manakah yang lebih efektif dan efisien, baik dari segi biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan.

2. Tinjauan Pustaka

Bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air.

Salah satu bangunan pelengkap pada sebuah bendungan adalah Spillway. Bangunan spillway adalah salah satu bagian komponen suatu bendungan yang berfungsi untuk melindungi tubuh bendungan dari bahaya pelimpasan (overtopping) pada saat banjir.

2.1. Review Desain

Pradipta (2015) menyatakan bahwa review design dalam Bahasa Indonesia memiliki arti sebagai tinjauan desain. Umumnya hasil review design tersebut berujung pada tahap redesign. Langkah lanjutan ini perlu dilakukan dalam proyek dan sangat bermanfaat apabila dilaksanakan sebelum atau di awal pelaksanaan proyek. Namun perlu pula diperhatikan aspek- aspek atau faktor tertentu dalam melaksanakan review design tersebut untuk mencegah terjadinya dampak yang tidak diinginkan.

Review design dan langkah redesign bertujuan agar memberikan manfaat yang lebih baik bagi semua pihak termasuk kontraktor. Perlu dicermati bahwa redesign tersebut akan berarti adanya perubahan dari sisi desain.

2.2. Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya adalah rencana penggunaan biaya dari suatu proyek yang dihitung dan digunakan untuk acuan dalam pelaksanaan proyek. Rencana anggaran biaya dibuat oleh kontraktor penyedia barang dan jasa, yang perhitungan volume dan harga satuan pekerjaannya disesuaikan dengan proyek tersebut dan lokasi pekerjaan yang dilakukan. Dasar perhitungan harga satuan digunakan dasar pedoman daftar harga satuan bahan dan upah setempat.

Metode yang digunakan untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya pada proyek ini adalah Metode Bill of Quantity. Metode Bill of Quantity adalah metode yang paling teliti dalam

memperkirakan harga satuan pekerjaan, tetapi metode ini biasa dilakukan setelah perencanaan lengkap dengan perinciannya.

2.3. Produktifitas dan Durasi Waktu Pekerjaan

Untuk mengetahui berapa lama waktu pelaksanaan pekerjaan, terlebih dahulu harus diketahui produktifitas untuk masing-masing jenis pekerjaan.

Setelah diketahui produktifitas pekerjaan, selanjutnya data produktifitas tersebut bisa digunakan sebagai bahan untuk mencari durasi pekerjaan, dengan cara :

$$\text{Durasi} = \text{Volume} / \text{Produktifitas}$$

3. Metode Penelitian

3.1. Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat atau objek untuk diadakan suatu penelitian. Pada penulisan Skripsi ini, penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan *Spillway* Bendungan Tugu di Kab. Trenggalek (MYC).

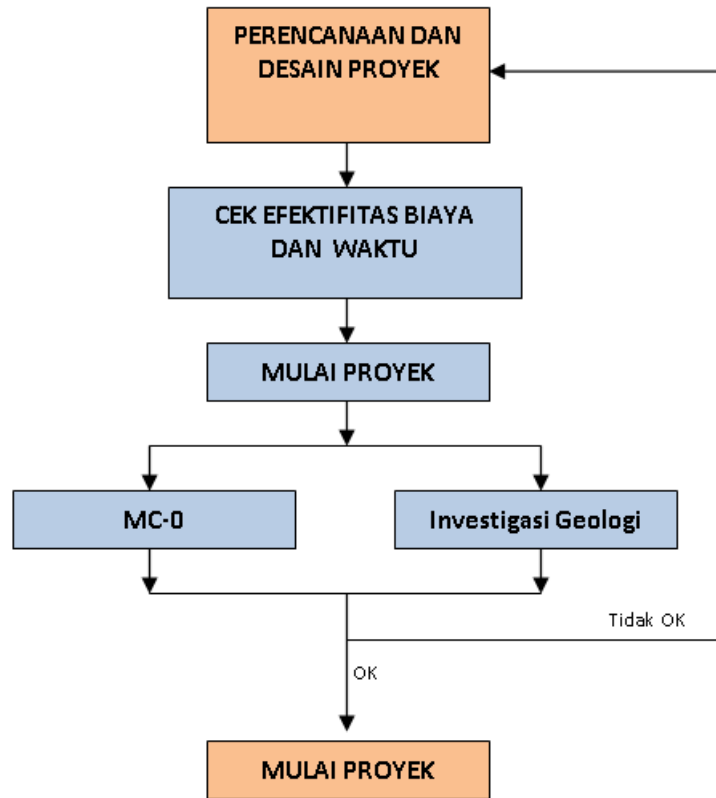
Sedangkan untuk waktu penelitian dilakukan mulai dari bulan Desember 2019 sampai dengan bulan Juni 2020.

3.2. Metode Penelitian

1. Melakukan studi literatur yang berkaitan dengan *review* desain proyek, serta pengaruhnya terhadap perubahan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan.
2. Melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan, antara lain :
 - a. *Bill of Quantity* (BOQ) awal atau kontrak.
 - b. Harga dasar daerah setempat, dalam hal ini adalah harga dasar Kabupaten Trenggalek – Jawa Timur, serta *survey* harga pasar.
 - c. Harga Satuan Pekerjaan Kontrak.
 - d. *Schedule* (Curva – S) Kontrak.
 - e. Gambar rencana *review* desain untuk masing-masing alternatif desain.

3.3. Diagram Alir Penelitian

Secara keseluruhan, diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



3.4. Teknik Analisa Data

1. Membuat gambar kerja.
2. Melakukan Perhitungan volume pekerjaan untuk masing-masing alternatif desain.
3. Melakukan Analisa Teknik untuk Menghitung Koefisien Pekerjaan (perhitungan tidak dilakukan, menggunakan data dari Proyek Pembangunan *Spillway* Bendungan Tugu di Kab. Trenggalek)
4. Mencari Harga Dasar. Dalam ini menggunakan harga dasar Kab. Trenggalek (Harga dasar terlampir).
5. Membuat harga satuan pekerjaan item pekerjaan baru berdasarkan Analisa Teknik yang telah dilakukan serta harga dasar daerah setempat.
6. Melakukan perhitungan total anggaran biaya (RAB) pada masing-masing alternatif desain.
7. Melakukan perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan pada masing-masing alternatif desain.
8. Menyimpulkan desain mana yang lebih efektif terhadap biaya dan waktu pelaksanaan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perhitungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Alternatif Desain Pencuraman

Pada alternatif desain Pencuraman ini, saluran peluncur spillway yang semula bertumpu pada tanah eksisting berupa tanah kollovial, tanah eksisting tersebut akan dilakukan penggalian sampai dengan menemukan lapisan batuan keras. Karakteristik tanah di lokasi ini, mempunyai berbagai macam jenis lapisan tanah, mulai dari tanah kollovial, formasi batuan yang lapuk, hingga batuan yang keras. Mengingat hal tersebut, maka metode untuk melakukan penggalian pun ada beberapa macam :

1. Galian tanah biasa
2. Galian Batu Lapuk
3. Galian Batu Keras (dengan peledakan)

Dari perhitungan volume yang dilakukan, didapatlah volume pekerjaan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Volume Pekerjaan-Alternatif Desain Pencuraman

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOLUME
1	Galian Tanah	m3	1.907.934,06
2	Galian Batu Lapuk	m3	658.065,29
3	Penggalian Batu Keras (dengan peledakan)	m3	525.840,59

Terlihat dari perhitungan volume yang telah dilakukan, jenis tanah yang mendominasi dalam penggalian ini adalah tanah kollovial.

Setelah perhitungan volume pekerjaan dilakukan, maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Pada opsi desain pencuraman ini, didapatkan beberapa jenis atau item pekerjaan, antara lain :

Live and Applied Science, Volume 2

Tabel 4. 1 ASHP Pek. Galian Tanah

Jenis Pekerjaan : Galian Tanah					
Satuan / Unit : m3					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	0,121	15.000,00	1.812,00
	- Mandor	Jam	0,024	22.000,00	530,20
Sub Jumlah I					2.342,20
II	Bahan				-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
	- Excavator	jam	0,024	388.571,00	9.403,42
	- Dump Truck 25 T	jam	0,060	175.000,00	10.500,00
	- Buldozer 15 T	jam	0,004	323.571,00	1.132,50
Sub Jumlah III					21.035,92
Sub Jumlah I+II+III					23.378,12
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%	-		-
	- Keuntungan	%	10,000	23.378,12	2.337,81
Sub Jumlah IV					2.337,81
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					25.715,93
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					25.715,00

Tabel 4. 2 AHSP Pek. Galian Batu Lapuk

Jenis Pekerjaan : Galian Batu Lapuk					
Satuan / Unit : m3					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	0,010	15.000,00	156,00
	- Mandor	Jam	0,003	22.000,00	74,80
Sub Jumlah I					230,80
II	Bahan				-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
	- Buldozer with Ripper	jam	0,004	528.571,00	1.850,00
	- Excavator + Hydraulic Breaker	jam	0,036	585.714,00	21.261,42
	- Excavator	jam	0,047	388.571,00	18.068,55
	- Dump Truck 10 T	jam	0,099	120.000,00	11.868,00
	- Buldozer 15 T	jam	0,007	323.571,00	2.167,93
Sub Jumlah III					55.215,89
Sub Jumlah I+II+III					55.446,69
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%			-
	- Keuntungan	%	10,000	55.446,69	5.544,67
Sub Jumlah IV					5.544,67
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					60.991,36
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					60.991,00

Tabel 4. 3 AHSP Pek. Penggalian Batu Keras (dengan peledakan)

Jenis Pekerjaan		: Penggalian Batu Keras (dengan peledakan)			
Satuan / Unit		: m ³			
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	0,132	15.000,00	1.980,00
	- Mandor	Jam	0,066	22.000,00	1.452,00
Sub Jumlah I					3.432,00
II	Bahan				
	- Bahan Peledak dan drilling	Ls	1,000	62.000,00	62.000,00
Sub Jumlah II					62.000,00
III	Peralatan				
	- Buldozer 15 T	jam	0,008	323.571,00	2.523,85
	- Excavator	jam	0,032	388.571,00	12.317,70
	- Dump Truck 25 T	jam	0,066	175.000,00	11.550,00
Sub Jumlah III					26.391,55
Sub Jumlah I+II+III					91.823,55
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%	-		-
	- Keuntungan	%	10,000	91.823,55	9.182,36
Sub Jumlah IV					9.182,36
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					101.005,91
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					101.005,00

Setelah dilakukan perhitungan analisa teknik sehingga menghasilkan harga satuan pekerjaan, maka selanjutnya bisa dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Tabel 4. 5 RAB Alternatif Desain Pencuraman

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	HARGA SATUAN (Rp.)	VOLUME	TOTAL HARGA
1	Galian Tanah	m ³	25.715,00	1.907.934,06	49.062.524.462
2	Galian Batu Lapuk	m ³	60.991	658.065,29	40.136.060.102
3	Penggalian Batu Keras (dengan peledakan)	m ³	101.005	525.840,59	53.112.528.793
TOTAL					142.311.113.357

Pada alternatif desain Pencuraman ini, galian tanah yang diperlukan sangatlah besar, dengan total biaya pengerjaan senilai Rp. 142.311.113.357,-.

Selanjutnya setelah total anggaran biaya ditentukan, akan dilakukan perhitungan produktifitas pekerjaan yang akan menjadi acuan dari perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 6 Produktifitas dan Durasi Alternatif Desain Pencuraman

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	PRODUKTIVITAS	VOLUME	DURASI (hari)
1	Galian Tanah	m ³ /hari	600,00	1.907.934,06	3.179,89
2	Galian Batu Lapuk	m ³ /hari	300,00	658.065,29	2.193,55
3	Galian Batu Keras dengan peledakan)	m ³ /hari	200,00	525.840,59	2.629,20
4	Beton K-175	m ³ /hari	240,00		
5	Tulangan Beton	ton/hari	2,00		
6	Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	32,27		
7	Pengeboran Batu untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	13,17		
8	Beton K-250 slump 18±2	m ³ /hari	240,00		

Untuk alternatif desain Pencuraman, dikarenakan lamanya waktu pelaksanaan, maka skala waktu dalam bar-chart akan dibuat dalam satuan tahun, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Bar-Chart Alternatif Desain Pencuraman

NO.	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (tahun)	Tahun Ke -																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Galian Tanah	8,71	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
2	Galian Batu Lapuk	6,01																						
3	Galian Batu Keras dengan peledakan)	7,20																						

pada alternatif desain pencuraman ini, waktu pelaksanaan yang dibutuhkan sesuai pada perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan, menjadi sangat lama. Total durasi pelaksanaan pekerjaan pada alternatif desain pencuraman adalah 8.003 hari.

4.2. Perhitungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Alternatif Desain Dental Concrete

Pada opsi desain ini, yang dimaksud dengan dental concrete adalah sebuah metode dimana mengisi suatu lubang yang ada dengan menggunakan beton. Proses pelaksanaan opsi desain ini, diawali dengan dilakukannya penggalian pada tanah eksisting. Sama seperti penggalian pada opsi desain pencuraman, dalam pekerjaan penggalian pada opsi dental concrete ini juga menggunakan beberapa jenis atau metode penggalian, mulai dari penggalian tanah biasa, penggalian batuan lapuk, hingga penggalian baru keras menggunakan peledakan. Berbeda dengan penggalian pencuraman, pada alternatif desain dental concrete kali ini penggalian yang dilakukan cenderung lebih sedikit. Setelah penggalian selesai dilakukan hingga menemukan lapisan batuan keras, proses selanjutnya yaitu mengisi lokasi hasil galian tadi menggunakan beton mutu K-175. Hal ini dilakukan supaya struktur saluran peluncur spillway bertumpu pada lapisan yang keras yaitu beton K-175, dengan tetap mempertahankan kemiringan saluran sesuai dengan desain awal atau desain kontrak.

Dari perhitungan volume yang dilakukan, didapatlah volume pekerjaan sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Volume Pekerjaan – Alternatif Desain Dental Concrete

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOLUME
1	Galian Tanah	m3	450.000,00
2	Galian Batu Lapuk	m3	270.243,05
3	Penggalian Batu Keras (dengan peledakan)	m3	17.058,81
4	Beton K-175	m3	86.495,44

Setelah perhitungan volume pekerjaan dilakukan, maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Pada opsi desain Dental Concrete ini, didapatkan beberapa jenis atau item pekerjaan, antara lain :

Live and Applied Science, Volume 2

Tabel 4. 9 ASHP Pek. Galian Tanah

Jenis Pekerjaan : Galian Tanah					
Satuan / Unit : m3					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	0,121	15.000,00	1.812,00
	- Mandor	Jam	0,024	22.000,00	530,20
Sub Jumlah I					2.342,20
II	Bahan				-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
	- Excavator	jam	0,024	388.571,00	9.403,42
	- Dump Truck 25 T	jam	0,060	175.000,00	10.500,00
	- Buldozer 15 T	jam	0,004	323.571,00	1.132,50
Sub Jumlah III					21.035,92
Sub Jumlah I+II+III					23.378,12
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%	-		-
	- Keuntungan	%	10,000	23.378,12	2.337,81
Sub Jumlah IV					2.337,81
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					25.715,93
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					25.715,00

Tabel 4. 10 AHSP Pek. Galian Batu Lapuk

Jenis Pekerjaan : Galian Batu Lapuk					
Satuan / Unit : m3					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	0,010	15.000,00	156,00
	- Mandor	Jam	0,003	22.000,00	74,80
Sub Jumlah I					230,80
II	Bahan				-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
	- Buldozer with Ripper	jam	0,004	528.571,00	1.850,00
	- Excavator + Hydraulic Breaker	jam	0,036	585.714,00	21.261,42
	- Excavator	jam	0,047	388.571,00	18.068,55
	- Dump Truck 10 T	jam	0,099	120.000,00	11.868,00
	- Buldozer 15 T	jam	0,007	323.571,00	2.167,93
Sub Jumlah III					55.215,89
Sub Jumlah I+II+III					55.446,69
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%			-
	- Keuntungan	%	10,000	55.446,69	5.544,67
Sub Jumlah IV					5.544,67
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					60.991,36
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					60.991,00

Live and Applied Science, Volume 2

Tabel 4. 11 AHSP Pek. Penggalan Batu Keras (dengan peledakan)

Jenis Pekerjaan : Penggalan Batu Keras (dengan peledakan)					
Satuan / Unit : m ³					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	0,132	15.000,00	1.980,00
	- Mandor	Jam	0,066	22.000,00	1.452,00
Sub Jumlah I					3.432,00
II	Bahan				
	- Bahan Peledak dan drilling	Ls	1,000	62.000,00	62.000,00
Sub Jumlah II					62.000,00
III	Peralatan				
	- Buldozer 15 T	jam	0,008	323.571,00	2.523,85
	- Excavator	jam	0,032	388.571,00	12.317,70
	- Dump Truck 25 T	jam	0,066	175.000,00	11.550,00
Sub Jumlah III					26.391,55
Sub Jumlah I+II+III					91.823,55
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%	-		-
	- Keuntungan	%	10,000	91.823,55	9.182,36
Sub Jumlah IV					9.182,36
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					101.005,91
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					101.005,00

Tabel 4. 11 AHSP AHSP Pek. Beton K-175

Jenis Pekerjaan : Beton K-175					
Satuan / Unit : m ³					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Upah				
	- Pekerja	Jam	3,000	15.000,00	45.000,00
	- Tukang	Jam	1,000	16.000,00	16.000,00
	- Kepala Tukang	Jam	0,100	18.000,00	1.800,00
	- Mandor	Jam	0,010	22.000,00	220,00
Sub Jumlah I					63.020,00
II	Bahan				
	- Beton K-175	m ³	1,020	958.800,00	977.976,00
Sub Jumlah II					977.976,00
III	Peralatan				
	- Concrete Pump	jam	0,040	687.500,00	27.500,00
	- Concrete Vibrator	jam	0,040	31.250,00	1.250,00
Sub Jumlah III					28.750,00
Sub Jumlah I+II+III					1.069.746,00
IV	Lain- Lain				
	- Biaya Umum	%	-		-
	- Keuntungan	%	10,000	1.069.746,00	106.974,60
Sub Jumlah IV					106.974,60
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					1.176.720,60
Harga Satuan Pekerjaan (Dibulatkan)					1.176.720,00

Setelah dilakukan perhitungan analisa teknik sehingga menghasilkan harga satuan pekerjaan, maka selanjutnya bisa dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Tabel 4. 13 RAB Alternatif Desain Dental Concrete

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	HARGA SATUAN (Rp.)	VOLUME	TOTAL HARGA
1	Galian Tanah	m3	25.715,00	450.000,00	11.571.750.000
2	Galian Batu Lapuk	m3	60.991,00	270.243,05	16.482.393.863
3	Penggalian Batu Keras (dengan peledakan)	m3	101.005	17.058,81	1.723.025.104
4	Beton K-175	m3	1.176.720	86.495,44	101.780.910.297
TOTAL					131.558.079.264

Pada alternatif desain dental concrete ini, pekerjaan yang membutuhkan biaya yang besar adalah pada pekerjaan Beton K-175, dengan total biaya pengerjaan senilai Rp. 131.558.079.264,-.

Selanjutnya setelah total anggaran biaya ditentukan, akan dilakukan perhitungan produktifitas pekerjaan yang akan menjadi acuan dari perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 14 Produktifitas dan Durasi Alternatif Desain Dental Concrete

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	PRODUKTIVITAS	VOLUME	DURASI (hari)
1	Galian Tanah	m3/hari	600,00	450.000,00	750,00
2	Galian Batu Lapuk	m3/hari	300,00	270.243,05	900,81
3	Galian Batu Keras dengan peledakan)	m3/hari	200,00	17.058,81	85,29
4	Beton K-175	m3/hari	240,00	86.495,44	360,40
5	Tulangan Beton	ton/hari	2,00		
6	Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	32,27		
7	Pengeboran Batu untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	13,17		
8	Beton K-250 slump 18±2	m3/hari	240,00		

Pada alternatif desain dental concrete ini, waktu pelaksanaan pekerjaan relatif lebih cepat dibandingkan dengan alternatif desain pencuraman, dikarenakan pekerjaan galian yang dilakukan tidak sebanyak yang ada pada alternatif desain pencuraman. Akan tetapi total waktu pelaksanaan pekerjaan pada alternatif desain dental concrete ini masih relatif lama, sehingga skala waktu yang digunakan pada alternatif ini masih dalam skala waktu tahunan. Berikut adalah Bar Chart dari alternatif Desain dental concrete :

Tabel 4. 15 Bar-Chart Alternatif Desain Dental Concrete

NO.	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)	Tahun Ke -					
			1	2	3	4	5	6
1	Galian Tanah	2,05						
2	Galian Batu Lapuk	2,47						
3	Galian Batu Keras dengan peledakan)	0,23						
4	Beton K-175	0,99						

pada alternatif desain dental concrete ini, waktu pelaksanaan yang dibutuhkan sesuai pada perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan adalah 2.096,5 hari.

4.3. Perhitungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Alternatif Desain Bored Pile 1,2 m

Pondasi bored pile adalah jenis pondasi dalam dengan desain berbentuk tabung yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah keras. Pondasi Bored pile juga

sering disebut di lapangan sebagai pondasi bored pile. Pondasi ini digunakan jika level tanah dipermukaan atas tidak cukup untuk menahan beban bangunan secara keseluruhan, sehingga diperlukan daya dukung tambahan.

Fungsinya hampir sama dengan pondasi dalam lainnya layaknya pondasi tiang pancang. Perbedaannya hanya terletak pada cara pengerjaannya. Pengerjaan pondasi bored pile ini dimulai dengan pengeboran tanah dahulu hingga mencapai ke lapisan batuan. Setelah sampai ke lapisan batuan, dilakukan pengeboran batuan sampai kedalaman yang telah dipersyaratkan. Setelah pengeboran selesai dilakukan, selanjutnya adalah tahapan pemasangan tulangan besi yang dilanjutkan dengan pengecoran beton.

Dalam alternatif desain ke-3 ini, bored pile yang digunakan berdiameter 1,2 m. sedangkan untuk kedalamannya sendiri, harus mencapai batuan keras, dan masuk ke batuan keras sepanjang 1/3 tinggi tanah. Hal tersebut dikarenakan bored pile ini ditujukan untuk menahan gaya lateral (gaya geser) dan gaya axial (gaya tekan).

Dari perhitungan volume yang dilakukan, didapatlah volume pekerjaan sebagai berikut :

Tabel 4. 16 Volume Pekerjaan – Alternatif Desain Bored Pile Dia. 1,2 m

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOLUME
1	Tulangan Beton	ton	56,44
2	Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm	m	8.800,00
3	Pengeboran Batu untuk Bored Pile dia. 120 cm	m	2.616,00
4	Beton K-250 slump 18±2	m3	12.911,19
TOTAL			

Setelah perhitungan volume pekerjaan dilakukan, maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Pada opsi desain Bored Pile dia. 1,2 m ini, didapatkan beberapa jenis atau item pekerjaan, antara lain :

Tabel 4. 17 AHSP Pek. Tulangan Beton

JENIS PEKERJAAN : Tulangan Beton SATUAN PEMBAYARAN : ton					
NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	194,476	15.000,00	2.917.135,49
2.	Tukang	jam	93,333	16.000,00	1.493.332,80
3.	Mandor	jam	22,222	22.000,00	488.888,40
JUMLAH HARGA TENAGA					4.899.356,69
B.	<u>Bahan / Material</u>				
1.	Besi Beton	kg	1.030,000	13.200,00	13.596.000,00
2.	Kawat Beton	kg	10,300	15.000,00	154.500,00
JUMLAH HARGA BAHAN					13.750.500,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Bar Cutter	jam	3,144	50.000,00	157.200,00
2.	Bar Bending	jam	3,144	50.000,00	157.200,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					314.400,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				18.964.256,69
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				1.896.425,67
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				20.860.682,36
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (Dibulatkan)				20.860.682,00

Live and Applied Science, Volume 2

Tabel 4. 18 AHSP Pek. Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm

JENIS PEKERJAAN		: Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm			
SATUAN PEMBAYARAN		: M1			
NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	5,7831	15.000,00	86.746,99
2.	Tukang	jam	2,8916	16.000,00	46.265,06
3.	Mandor	jam	0,5783	22.000,00	12.722,89
JUMLAH HARGA TENAGA					145.734,94
B.	<u>BAHAN</u>				
	Bentonite	Kg	124,4071	7.500,00	933.053,02
JUMLAH HARGA BAHAN					933.053,02
C.	<u>PERALATAN</u>				
1	Bore Pile Machine d=1,2m	Jam	0,5783	5.852.000,00	3.384.289,16
2	Generator Set	Jam	0,5783	143.750,00	83.132,53
3	Excavator	jam	0,3451	475.000,00	163.911,06
4	Dump Truck 10 T	jam	0,8213	120.000,00	98.556,92
5	Auger set	Jam	0,5783	225.000,00	130.120,48
6	Crane 50 ton	Jam	0,5783	975.000,00	563.855,42
7	Drilling & Cleaning Bucket	Jam	0,5783	225.000,00	130.120,48
8	Welding Machine	Jam	0,5783	50.000,00	28.915,66
9	Pompa dia 3"	Jam	0,5783	125.000,00	72.289,16
10	Bentonite Pump	jam	0,5783	675.000,00	390.361,45
JUMLAH HARGA PERALATAN					5.045.552,31
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				6.124.340,27
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				612.434,03
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				6.736.774,30
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (DIBULATKAN)				6.736.774,00

Live and Applied Science, Volume 2

Tabel 4. 19 AHSP Pek. Pengeboran Batu Untuk Bored Pile dia. 120 cm

JENIS PEKERJAAN		: Pengeboran Batu Untuk Bore Pile dia. 120 cm			
SATUAN PEMBAYARAN		: M1			
NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	14,1678	15.000,00	212.516,73
2.	Tukang	jam	7,0839	16.000,00	113.342,26
3.	Mandor	jam	1,4168	22.000,00	31.169,12
JUMLAH HARGA TENAGA					357.028,11
B.	<u>BAHAN</u>				
JUMLAH HARGA BAHAN					0,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1	Bore Pile Machine d=1,2m	Jam	1,4168	5.852.000,00	8.290.986,17
2	Generator Set	Jam	1,4168	143.750,00	203.661,87
3	Excavator	jam	0,1844	475.000,00	87.589,97
4	Dump Truck 10 T	jam	0,5227	120.000,00	62.721,78
5	Auger set	Jam	1,4168	225.000,00	318.775,10
6	Crane 50 ton	Jam	1,4168	975.000,00	1.381.358,77
7	Drilling & Cleaning Bucket	Jam	1,4168	225.000,00	318.775,10
8	Welding Machine	Jam	1,4168	50.000,00	70.838,91
9	Pompa dia 3"	Jam	1,4168	125.000,00	177.097,28
10	Bentonite Pump	jam	1,4168	675.000,00	956.325,30
JUMLAH HARGA PERALATAN					11.868.130,24
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				12.225.158,36
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				1.222.515,84
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				13.447.674,19
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (DIBULATKAN)				13.447.674,00

Tabel 4. 20 AHSP Pek. Beton K-250 Untuk Bored Pile dia. 120 cm

JENIS PEKERJAAN		: Beton K-250 untuk Bored Pile dia. 120 cm			
SATUAN PEMBAYARAN		: M3			
NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	6,953	15.000,00	104.289,16
2.	Tukang	jam	1,391	16.000,00	22.248,35
3.	Kepala Tukang	jam	0,348	18.000,00	6.257,35
4.	Mandor	jam	0,348	22.000,00	7.647,87
JUMLAH HARGA TENAGA					140.442,73
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Semen	Kg	390,000	1.950,00	760.500,00
2.	Pasir	m3	0,741	375.000,00	278.035,71
3.	Agregat kasar	m3	0,632	487.500,00	308.100,00
4.	Air	Lt	222,000	33,75	7.492,50
JUMLAH HARGA BAHAN					1.354.128,21
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Pipa Tremi	jam	0,042	198.000,00	8.250,00
2.	Crane 25 Ton	jam	0,077	525.000,00	40.251,17
3.	Truck Mixer	jam	0,348	450.000,00	156.433,73
4.	Batching Plan	jam	0,040	525.600,00	21.024,00
5.	Concrete Pump	jam	0,348	687.500,00	238.995,98
JUMLAH HARGA PERALATAN					464.954,89
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				1.959.525,83
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				195.952,58
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				2.155.478,42
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (DIBULATKAN)				2.155.478,00

Setelah dilakukan perhitungan analisa teknik sehingga menghasilkan harga satuan pekerjaan, maka selanjutnya bisa dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Tabel 4. 21 RAB Alternatif Desain Bored Pile dia. 1,2 m

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	HARGA SATUAN (Rp.)	VOLUME	TOTAL HARGA
1	Tulangan Beton	ton	20.630.445	56,44	1.164.382.316
2	Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm	m	6.195.180	8.800,00	54.517.584.000
3	Pengeboran Batu untuk Bored Pile dia. 120 cm	m	12.899.856	2.616,00	33.746.023.296
4	Beton K-250 slump 18±2	m3	2.023.385	12.911,19	26.124.308.178
TOTAL					115.552.297.790

Pada alternatif desain menggunakan Bored Pile dia. 1,2 cm ini, memerlukan total biaya pengerjaan senilai Rp. 115.552.297.790,-.

Selanjutnya setelah total anggaran biaya ditentukan, akan dilakukan perhitungan produktifitas pekerjaan yang akan menjadi acuan dari perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 22 Produktifitas dan Durasi Alternatif Bored Pile dia 1,2 m

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	PRODUKTIVITAS	VOLUME	DURASI (hari)
1	Galian Tanah	m3/hari	298,13		
2	Galian Batu Lapuk	m3/hari	175,00		
3	Galian Batu Keras dengan peledakan)	m3/hari	100,00		
4	Beton K-175	m3/hari	240,00		
5	Tulangan Beton	ton/hari	2,00	56,44	28,22
6	Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	32,27	8.800,00	272,73
7	Pengeboran Batu untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	13,17	2.616,00	198,64
8	Beton K-250 slump 18±2	m3/hari	240,00	12.911,19	53,80

Pada alternatif desain bored pile dia. 1,2 m ini, waktu pelaksanaan pekerjaan yang dibutuhkan paling cepat dibandingkan dengan alternatif desain pencuraman dan dental concrete. Skala Waktu yang digunakan Pada Bar Chart alternatif desain bored pile ini adalah bulanan. Berikut adalah Bar Chart dari alternatif Desain Bored Pile dia. 1,2 m :

Tabel 4. 23 Bar-Chart Alternatif Desain Bored Pile dia 1,2 m

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	DURASI (Bulan)	Bulan Ke-																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	Tulangan Beton	ton/hari	0,94																			
6	Pengeboran Tanah Untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	9,09																			
7	Pengeboran Batu untuk Bored Pile dia. 120 cm	m/hari	6,62																			
8	Beton K-250 slump 18±2	m3/hari	1,79																			

pada alternatif desain bored pile dia 1,2 ini, waktu pelaksanaan yang dibutuhkan sesuai pada perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan adalah 553 hari.

4.4. Perhitungan Hasil Perhitungan Biaya dan Waktu Pekerjaan

Dari perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang telah dilakukan, maka dibawah ini dibuat tabel rekapitulasi total anggaran biaya yang diperlukan untuk masing-masing alternatif desain sehingga memudahkan untuk melakukan pengecekan total anggaran biaya pada masing-masing alternatif desain.

Tabel 4. 24 Rekapitulasi RAB

Rekapitulasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Untuk Alternatif Desain Saluran Peluncur Spillway		
NO.	ALTERNATIF DESAIN	TOTAL HARGA (Rp.)
1	Pencuraman	142.311.113.357,00
2	Dental Concrete K-175	131.558.079.263,76
3	Bored Pile Dia. 120 cm	115.552.297.789,95

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan waktu pelaksanaan pekerjaan, mulai dari pengamatan real di lapangan terhadap produktifitas pekerjaan, dan juga dilakukan

pwerhitungan waktu pelaksanaan terhadap produktifitas yang telah diamati, maka berikut adalah hasil dari total waktu pelaksanaan pekerjaan dari masing-masing alternatif desain :

Tabel 4. 25 Rekapitulasi RAB

NO.	ALTERNATIF DESAIN	DURASI (hari)
1	Pencuraman	8.003,00
2	Dental Concrete	2.096,50
3	Bored Pile dia. 1,2 m	553,00

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa-analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Dampak alternatif desain Pencuraman terhadap Biaya dan waktu adalah, biaya yang timbul dari alternatif desain Pencuraman sebesar Rp. 142.311.113.357,-. Untuk waktu pelaksanaan pekerjaan yang dibutuhkan dalam pengerjaan alternatif desain Pencuraman yaitu 8.003 hari.
2. Dampak alternatif desain Dental Concrete terhadap Biaya dan waktu adalah, biaya yang timbul dari alternatif desain Dental Concrete sebesar Rp. 131.558.079.264,-. Untuk waktu pelaksanaan pekerjaan yang dibutuhkan dalam pengerjaan alternatif desain Dental Concrete yaitu 2.096,5 hari.
3. Dampak alternatif desain Bored Pile dia. 1,2 m terhadap Biaya dan waktu adalah, biaya yang timbul dari alternatif desain Bored Pile dia. 1,2 m sebesar Rp. 115.552.297.790,-. Untuk waktu pelaksanaan pekerjaan yang dibutuhkan dalam pengerjaan alternatif desain Bored Pile dia. 1,2 m yaitu 553 hari.
4. Dari ke-3 alternatif yang telah dilakukan Analisa terhadap biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan, dapat disimpulkan bahwa alternatif desain menggunakan Bored Pile dia. 120 cm yang paling efektif dan efisien secara biaya dan waktu pelaksanaan.

5.2. Saran

Berdasarkan analisis dan penyusunan skripsi yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa saran yang bisa disampaikan yaitu :

1. Diperlukan pengetahuan dan wawasan yang lebih banyak lagi tentang alternatif desain.
2. Diperlukan lebih banyak diskusi dengan pihak yang lebih berpengalaman.

Daftar Rujukan

- Departemen Pekerjaan Umum, 2012, Standarisasi Harga Satuan Perencanaan Pekerjaan konstruksi Propinsi DKI Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Dirjen Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, 1986, Kriteria Perencanaan 02: CV Galang Prima Persada
- Ibrahim, H. Bachtiar, 2001. Rencana Dan Estimate Real of Cost. Jakarta : Bumi Aksara.
- Sastraatmadja, Ir. a. Soedradjat, 1984. Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung : Nova
- Lantang, Fharel Novel. Dkk. 2014. Perencanaan Biaya Dengan menggunakan Perhitungan Biaya Nyata Pada Proyek Perumahan (Studi Kasus Perumahan Green Hill Residence), dalam jurnal : Sipil Statik Vol. 2 No. 2, 73 – 80, ISSN 2337 – 6732.
- Mukomoko, I.J. (1982). DASAR PENYUSUNAN ANGGARAN BIAYA BANGUNAN. Jakarta: Kurnia Esa.
- PT Pembangunan Perumahan, T. (2003). BUKU REFERENSI UNTUK KONTRAKTOR BANGUNAN GEDUNG DAN SIPIL. JAKARTA: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Soedradjat, I.A. (1984). ANALISA (cara modern) ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN. Bandung: NOVA.
- Soeharto, I. (2001). MANAJEMEN PROYEK jilid 2. Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama.
- Rochmanhadi, 1987. Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat. Semarang: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Djoko Wilopo, 2009. Metode Konstruksi dan Alat Berat., Jakarta: PT. Pradnya Paramita.