

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN CIBEET

(Cost and Time Analysis of the Cibeet Dam Construction)

Firdatunisa¹, Ayu Herzanita¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

E-mail: Firdatunisa2306@gmail.com

Diterima 18 September 2025, Disetujui 27 November 2025

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Bendungan Cibeet di Kabupaten Bogor merupakan bagian dari Proyek Strategis Nasional yang bertujuan untuk mendukung ketahanan air, pengendalian banjir, serta suplai air baku. Adanya kebijakan efisiensi anggaran di tahun 2025 menuntut penyesuaian strategi pelaksanaan agar penyelesaian proyek tetap berjalan sesuai target. Penelitian ini menekankan pentingnya perencanaan proyek yang baik dalam menghadapi dinamika pelaksanaan di lapangan. Salah satu komponen utama proyek ini adalah pembangunan Main Dam yang terdiri dari dua tipe konstruksi, yaitu timbunan urugan di sisi kiri dan beton RCC di sisi kanan serta tengah bendungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis durasi dan biaya pelaksanaan pekerjaan Main Dam serta mengidentifikasi jalur kritis dalam proses pembangunannya. Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan studi kasus, didukung data sekunder berupa dokumen teknis proyek. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Project 2021* dengan pendekatan *Critical Path Method (CPM)*. Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan Main Dam membutuhkan waktu 892 hari dengan estimasi biaya sebesar Rp2,529 triliun. Jalur kritis proyek berada pada pekerjaan timbunan inti, pengecoran beton RCC, dan pembangunan saluran drainase sisi kiri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pekerjaan – pekerjaan tersebut memiliki sensitivitas tinggi terhadap keterlambatan dan harus mendapatkan perhatian khusus dalam pengelolaan waktu dan biaya.

Kata kunci: Bendungan Cibeet, Biaya dan Waktu, CPM

ABSTRACT

The Cibeet Dam Construction Project in Bogor Regency is part of the National Strategic Project aimed at supporting water security, flood control, and raw water supply. The budget efficiency policy in 2025 requires adjustments to the implementation strategy to ensure the project remains on track to meet its targets. This study emphasizes the importance of proper project planning in addressing on-site implementation dynamics. One of the main components of this project is the construction of the Main Dam, which consists of two types of construction: earthfill on the left side and RCC concrete on the right and central sides of the dam. This study aims to analyze the duration and cost of Main Dam construction and identify the critical path in its construction process. The method used is descriptive with a case study approach, supported by secondary data in the form of project technical documents. The analysis was conducted using Microsoft Project 2021 software with the Critical Path Method (CPM) approach. The analysis results indicate that the Main Dam construction requires 892 days with an estimated cost of Rp2.529 trillion. The critical path of the project is in the core embankment work, RCC concrete casting, and the construction of the left-side drainage channel. The research findings show that these works have high sensitivity to delays and require special attention in time and cost management.

Keywords: Cibeet Dam, Cost and Time, CPM

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur sumber daya air memegang peranan penting dalam mendukung ketahanan air, pengendalian banjir, penyediaan irigasi pertanian, pasokan air baku, serta pemanfaatan energi terbarukan. Salah satu proyek strategis yang tengah dilaksanakan pemerintah adalah Pembangunan Bendungan Cibeet di Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Proyek ini direncanakan untuk mengurangi potensi banjir di wilayah hilir Sungai Citarum, menyediakan irigasi bagi 1.037 hektar lahan pertanian, menghasilkan pasokan air baku sebesar 3,77 m³/detik, dan mendukung penyediaan energi hijau melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) berkapasitas 0,25 MW [1].

Pembangunan Bendungan Cibeet memiliki nilai investasi sebesar Rp5.209.288.996.025 dengan masa pelaksanaan selama 1.860 hari, dari tahun 2023 hingga 2028 [1]. Namun, dinamika politik nasional pada tahun 2025 membawa dampak signifikan terhadap kebijakan fiskal negara. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mengalami pemangkasan anggaran dari Rp110,95 triliun menjadi Rp29,57 triliun, atau berkurang 73,34% dari pagu awal. Kebijakan ini diarahkan untuk mendukung agenda prioritas nasional, seperti ketahanan pangan dan energi [2].

Sebagai salah satu Proyek Strategis Nasional (PSN), pembangunan Bendungan Cibeet tidak mengalami pemotongan nilai anggaran secara langsung, tetapi terdapat penyesuaian pada skema pembiayaan dan jadwal pelaksanaan proyek. Penyesuaian ini menjadi strategi penting untuk menjaga kesinambungan proyek tanpa mengorbankan kualitas maupun ruang lingkup pekerjaan. Hingga saat ini, pekerjaan yang telah terlaksana baru mencakup pembangunan akses jalan menuju puncak bendungan, sedangkan pekerjaan konstruksi utama belum dimulai. Situasi ini menjadikan pengelolaan waktu dan sumber daya sebagai aspek krusial dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi uraian pekerjaan dalam pembangunan Bendungan Cibeet, menganalisis perhitungan dan penyesuaian waktu pelaksanaan, serta mengkaji besaran biaya pembangunan proyek. Penelitian ini difokuskan pada dua indikator utama manajemen proyek, yaitu biaya dan waktu, dengan batasan hanya pada pekerjaan konstruksi bendungan utama (*Main Dam*). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan bagi strategi pengelolaan proyek di tengah perubahan kebijakan anggaran nasional.

Manajemen Proyek

Manajemen proyek terdiri dari dua kata yang berbeda namun membentuk suatu kesatuan pengertian yang utuh dan saling berkaitan. Secara umum, manajemen dapat dipahami sebagai seni dan proses yang melibatkan kerjasama antara individu, kelompok, dan sumber daya lainnya untuk mencapai tujuan organisasi. Hal ini juga mencakup interpretasi terhadap pelaksanaan fungsi – fungsi atau aktivitas berupa perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pengarahan (*directing*),

pengkoordinasian (*coordinating*), serta pengendalian (*controlling*) [3].

Manajemen Waktu Proyek

Manajemen waktu adalah bagian penting dari proses yang diperlukan untuk menjamin penyelesaian proyek tepat waktu. Dalam hal ini, perencanaan dan penjadwalan memberikan petunjuk yang jelas untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien [4].

Perencanaan waktu proyek meliputi beberapa tahap yaitu: [5]

1. Identifikasi Kegiatan: Menguraikan proyek menjadi kegiatan dan sub-tugas dengan *Work Breakdown Structure* (WBS).
2. Penyusunan Rencana Kerja: Menentukan urutan, keterkaitan, tanggung jawab, waktu, dan hasil tiap kegiatan.
3. Estimasi Durasi Kegiatan: Menghitung waktu tiap aktivitas dengan metode analogi, parametrik, pakar, atau tiga titik.
4. Penjadwalan Kegiatan: Menyusun jadwal aktivitas menggunakan metode CPM, PERT, atau Gantt Chart.
5. Alokasi Sumber Daya: Menentukan kebutuhan tenaga kerja, alat, dan material secara efisien agar tepat waktu dan minim pemborosan.

Produktivitas tenaga kerja merupakan ukuran jumlah pekerjaan yang dihasilkan individu maupun tim dalam periode tertentu. Pengukurannya biasanya menggunakan satuan Orang Jam (OJ) atau Orang Hari (OH). Namun, dalam proyek konstruksi, tidak semua pekerjaan dapat diselesaikan hanya dengan tenaga manusia sehingga diperlukan bantuan alat berat untuk mendukung pelaksanaannya [6]. Penghitungan produktivitas tenaga kerja dapat dilakukan sebagai berikut:

$$Q_t = T_k \times Q \dots\dots\dots(1)$$

$$Q_p = \frac{Q_t}{T_k \times P} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

Q_t = Produktivitas per hari (m³)

Q_p = Produktivitas pekerja (m³/jam)

Q = Besar kapasitas produktivitas alat yang menentukan tenaga kerja (m³/jam)

T_k = Jumlah jam kerja

P = Jumlah pekerja yang diperlukan (orang)

Durasi pekerjaan merupakan perkiraan waktu penyelesaian suatu aktivitas yang dapat dinyatakan dalam berbagai satuan, seperti menit, jam, hari, minggu, atau bulan. Lamanya durasi dipengaruhi oleh jenis dan jumlah pekerjaan, ketersediaan serta alokasi sumber daya, hingga sistem kerja (*shift*) yang digunakan. Faktor-faktor tersebut sangat menentukan dalam pelaksanaan aktivitas proyek konstruksi [6]. Untuk bisa mendapatkan total lamanya suatu pekerjaan harus diketahui terlebih dahulu jenis pekerjaan (mekanis atau manual) dan alat yang digunakan, dengan rumus:

$$\text{KAT} = \text{VO} \times \text{KOF} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{KPR} = \text{VO} \times \text{KOF} \dots\dots\dots(4)$$

$$D = \frac{\text{KAT}}{(\text{JL} \times \text{T})} \dots\dots\dots(5)$$

$$D = \frac{\text{KPR}}{(\text{JT} \times \text{T})} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

KAT = Kebutuhan alat

KPR = Kebutuhan pekerja

VO = Volume pekerjaan

KOF = Koefisien AHSP

D = Durasi

JL = Jumlah alat yang digunakan

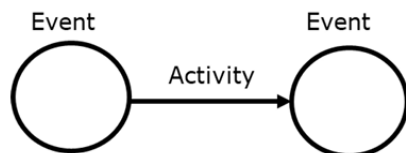
JT = Jumlah tenaga kerja

Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) adalah suatu cara untuk mengorganisir proyek ke dalam laporan yang tersusun secara hierarkis. WBS umumnya dipakai untuk membagi setiap tugas menjadi lebih rinci. WBS untuk proyek ini didasarkan pada dokumen proyek, termasuk kontrak, gambar, dan spesifikasi proyek, kemudian disesuaikan dengan urutan kegiatan yang ada [5].

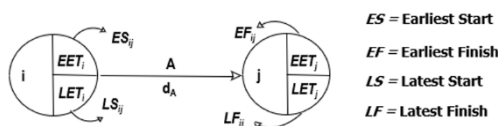
Critical Path Method (CPM)

Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*) merupakan sebuah diagram kerja yang menggunakan pendekatan *Activity on Arrow (AOA)*. Metode ini berfungsi untuk menentukan durasi penyelesaian proyek serta mengidentifikasi aktivitas – aktivitas yang harus diprioritaskan agar tidak menghambat waktu penyelesaian proyek. Aktivitas – aktivitas yang tidak boleh mengalami keterlambatan ini dikenal sebagai jalur kritis [3].



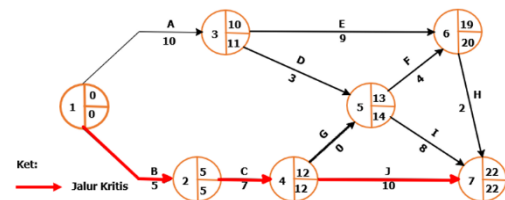
Gambar 1. Hubungan Event dan Activity

Event menunjukkan kapan mulai dan selesai suatu aktivitas, sedangkan *activity* menunjukkan aktivitas yang dilakukan dan durasi pelaksanaannya [3].



Gambar 2. Keterangan Waktu Activity

Dalam penjadwalan proyek dikenal *Earliest Event Time (EET)* sebagai waktu paling cepat dan *Latest Event Time (LET)* sebagai waktu paling lambat suatu kejadian. *Event* ini menunjukkan kapan aktivitas dimulai atau selesai, serta digunakan untuk menentukan *Earliest Start (ES)*, *Earliest Finish (EF)*, *Latest Start (LS)*, dan *Latest Finish (LF)* pada aktivitas proyek [3].



Gambar 3. CPM dan Jalur Kritis

Microsoft Project (Ms Project)

Menurut Asyhar (2021), *Microsoft Project* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memantau proyek. Kelebihanannya antara lain mampu menampilkan diagram batang penjadwalan secara sederhana, membentuk hubungan logika antar kegiatan, serta menghitung lintasan kritis secara otomatis. Pengelolaan jadwal proyek dengan *Ms Project* mencakup tiga tahap, yaitu perencanaan, pembaruan jadwal (*tracking*), dan evaluasi/pemantauan. Hubungan antar aktivitas ditentukan melalui konsep *Predecessor*, yaitu ketergantungan suatu kegiatan terhadap penyelesaian kegiatan sebelumnya [8].



Gambar 4. Hubungan Antar Kegiatan

Manajemen Biaya Proyek

Menurut Julia Matins (2024), manajemen biaya adalah proses yang mencakup estimasi, penganggaran, dan pengendalian biaya sejak fase perencanaan hingga proyek selesai. Selama pelaksanaannya, manajer secara berkesinambungan melakukan peninjauan, pemantauan, dan penyesuaian agar pengeluaran tetap sesuai dengan anggaran yang disetujui [3].

Biaya proyek terdiri dari biaya total, yang merupakan gabungan dari: [9]

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*): mencakup tenaga kerja (buruh, mandor, pekerja), bahan/material, peralatan, serta biaya terkait penggunaannya yang berhubungan langsung dengan aktivitas proyek.
2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*): mencakup biaya yang tidak berkaitan langsung dengan pekerjaan konstruksi, seperti pengawasan, bimbingan, serta pengeluaran umum di luar pembangunan.

Renacana Anggaran Biaya (RAB)

Menurut Ibrahim (2001), Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah estimasi biaya yang mencakup seluruh kebutuhan proyek, seperti material, tenaga kerja, peralatan, serta biaya lain yang terkait dengan pelaksanaan pekerjaan. RAB meliputi seluruh item pekerjaan yang harus diselesaikan kontraktor, termasuk kuantitas, kebutuhan material, alat, dan upah tenaga kerja. Sementara itu, menurut Frederika (2010), anggaran biaya dapat bervariasi antar wilayah karena perbedaan harga satuan material dan biaya tenaga kerja [10].

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan adalah perhitungan untuk menentukan biaya suatu jenis pekerjaan yang mencakup tenaga kerja, material, dan penggunaan alat. Perhitungannya dinyatakan dengan rumus: [11]

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Indeks Koefisien} \times \text{Harga Satuan Tenaga/Alat} \dots\dots\dots(7)$$

Kurva S

Kurva S merupakan sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm di atas pengamatan terhadap banyak proyek sejak Dari permulaan hingga penutupan proyek. Kurva S dapat menyampaikan perkembangan proyek berdasarkan Kegiatan, waktu, dan beban pekerjaan yang dimenangkan sebagai persentase total dari seluruh aktivitas proyek [6]. Berikut ringkasan tahapan penyusunan Kurva S:

1. Menentukan bobot tiap item pekerjaan.
2. Menghitung bobot berdasarkan perbandingan biaya item terhadap total biaya (100%).
3. Membagikan bobot pekerjaan sesuai durasi kegiatan.
4. Menjumlahkan bobot aktivitas tiap periode secara kumulatif.
5. Memplot data kumulatif pada grafik: sumbu Y (bobot kumulatif) dan sumbu X (waktu).
6. Menghubungkan titik-titik hingga membentuk Kurva S, yang berfungsi memantau kemajuan proyek secara visual.

Kontrak Proyek

Kontrak merupakan dokumen penting yang mengatur hak dan kewajiban antara pengguna dan penyedia jasa, dengan dasar hukum UU No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi [13].

Kontrak Berdasarkan Jangka Waktu Pelaksanaan sebagai berikut: [14]

1. Kontrak Tahun Jamak (*Multi Year*): Berlaku lebih dari satu tahun anggaran, memerlukan persetujuan Menteri Keuangan (APBN), Gubernur (APBD Provinsi), atau Bupati/Wali Kota (APBD Kabupaten/Kota).
2. Kontrak Tahun Tunggal (*Single Year*): Berlaku hanya untuk satu tahun fiskal.

Kontrak Berdasarkan Bentuk Pembayaran sebagai berikut: [14]

1. Kontrak *Lumsum*: Nilai harga tetap, tidak berubah; semua risiko ditanggung penyedia jasa.
2. Kontrak Harga Satuan: Harga per satuan kerja tetap, volume pekerjaan masih perkiraan; pembayaran berdasarkan volume aktual.
3. Kontrak Gabungan: Kombinasi lumsum dan harga satuan, untuk proyek dengan sebagian volume pasti dan sebagian estimatif.
4. Kontrak *Turn Key* (Terima Jadi): Penyedia menyelesaikan proyek hingga siap beroperasi sesuai kriteria kinerja dengan harga tetap.
5. Kontrak *Persentase*: Umumnya untuk jasa konsultasi; imbalan ditetapkan sebagai persentase dari nilai fisik pekerjaan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus, yang bertujuan untuk menggambarkan serta menganalisis kondisi nyata yang terjadi dalam proyek Pembangunan Bendungan Cibeet. Lokasi penelitian berada di Proyek Pembangunan Bendungan Cibeet, Kecamatan Cariu, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.

Jenis penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, di mana analisis data dilakukan secara numerik untuk memperoleh pemahaman yang objektif dan terukur. Data yang digunakan berasal dari dokumen proyek seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan, kurva-S, serta spesifikasi teknis guna mengevaluasi ketercapaian waktu dan efisiensi biaya dalam pekerjaan konstruksi. Data sekunder meliputi gambar kerja, spesifikasi teknis, kurva-S, dan *time schedule* yang relevan dengan pelaksanaan proyek.

Objek penelitian difokuskan pada pekerjaan utama bendungan, meliputi Bendungan Urugan Kiri, Bendungan RCC Kanan, dan Bendungan RCC Tengah. Data yang dianalisis mencakup jenis pekerjaan durasi pelaksanaan, data biaya proyek, dan jadwal pelaksanaan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan mengumpulkan dan menganalisis dokumen proyek, serta kajian literatur terhadap buku dan jurnal terkait manajemen proyek. Analisis data dilakukan dengan menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS), menghitung estimasi durasi dan biaya, serta memperbarui kurva-S menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk memproyeksikan jadwal dan biaya pembangunan setelah adanya penyesuaian anggaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data Kurva S, kegiatan proyek Bendungan Cibeet dirinci secara sistematis untuk mengidentifikasi pekerjaan utama. Hasilnya disusun dalam *Work Breakdown Structure* (WBS) sebagai panduan terstruktur yang membagi aktivitas ke dalam unit kerja lebih rinci dan terukur. Rincian WBS pekerjaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Work Breakdown Structure* (WBS)

No	Uraian Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	Bendungan Urugan Kiri	
1.1	Pekerjaan <i>Dewatering</i>	
1.1.1	<i>Dewatering Main Dam</i> (Kiri)	A
1.2	Pekerjaan Tanah	
1.2.1	Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon	B
1.2.2	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak 1 sampai dengan 2 km)	C
1.2.3	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak sampai 1 km)	D
1.2.4	Galian Tanah (diangkut ke <i>stock pile</i> area, jarak 1 sampai 2 km)	E
1.2.5	Galian Batu (diangkut ke <i>stock</i>	F

No	Uraian Pekerjaan	Kode Kegiatan
	<i>pile</i> , jarak sampai dengan 1 km)	
1.2.6	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak 1 km sampai dengan 2 km)	G
1.3	Pekerjaan <i>Drilling</i> dan <i>Grouting</i>	
1.3.1	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman 0 - <= 10 m	H
1.3.2	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 10 - <= 20 m	I
1.3.3	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	J
1.3.4	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 30 m	K
1.3.5	<i>Lugeon Test</i> (7 tekanan)	L
1.3.6	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman 0 m - <= 10 m	M
1.3.7	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman > 10 m - <= 20 m	N
1.3.8	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	O
1.3.9	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 30 m	P
1.3.10	<i>Grouting Material dan Operation</i>	Q
1.3.11	<i>Water Pressure Test</i> (1 tekanan)	R
1.4	Tubuh Bendungan Urugan Kiri	
1.4.1	Timbunan Inti (material diambil dari <i>Stock pile</i> , jarak 1 sampai dengan 2 km)	S
1.4.2	Timbunan Inti (material diambil dari <i>borrow area</i> , jarak 3 km sampai dengan 4 km)	T
1.4.3	Timbunan <i>Filter Halus</i> (material dari <i>quarry</i> di daerah genangan)	U
1.4.4	Timbunan <i>Random Fill</i> (material dari <i>borrow area</i> jarak 3 sampai dengan 4 km)	V
1.4.5	Timbunan <i>Random Fill</i> (material dari <i>stock pile</i> jarak 1 sampai dengan 2 km)	W
1.4.6	Timbunan <i>Toedrain</i> (material diambil di <i>quarry</i> , jarak sampai dengan 30 km)	X
1.4.7	Penulangan dengan Besi Sirip	Y
1.4.8	<i>Anchor Bar</i> D25	Z
1.4.9	Bekisting Beton Biasa	AA
1.4.10	Pembuatan dan Pengecoran Beton fc' 9,8 Mpa (K-125)	AB

Penentuan durasi pekerjaan mempertimbangkan volume pekerjaan (BoQ), koefisien tiap item, serta metode pelaksanaan, baik manual maupun mekanis. Jika menggunakan alat berat, jenis dan jumlahnya juga harus diperhitungkan agar durasi dapat dihitung secara akurat. Berdasarkan data Kurva S proyek, rincian volume pekerjaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Volume Pekerjaan (BoQ)

No	Uraian Pekerjaan	Sat	Vol
1	Bendungan Urugan Kiri		
1.1	Pekerjaan <i>Dewatering</i>		
1.1.1	<i>Dewatering Main Dam</i> (Kiri)	Ls	1,00
1.2	Pekerjaan Tanah		
1.2.1	Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon	m ²	129.947,96
1.2.2	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal area</i> , jarak 1 sampai dengan 2 km)	m ³	150.600,38
1.2.3	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal area</i> , jarak sampai 1 km)	m ³	406.908,89
1.2.4	Galian Tanah (diangkut ke <i>stock pile area</i> , jarak 1 sampai 2 km)	m ³	215.143,41
1.2.5	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak sampai dengan 1 km)	m ³	351.400,90
1.2.6	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak 1 km sampai dengan 2 km)	m ³	174.389,52
1.3	Pekerjaan <i>Drilling</i> dan <i>Grouting</i>		
1.3.1	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman 0 - <= 10 m	m'	500,00
1.3.2	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 10 - <= 20 m	m'	450,00
1.3.3	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	m'	350,00
1.3.4	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check</i>	m'	150,00

No	Uraian Pekerjaan	Sat	Vol
	<i>Hole</i> , kedalaman > 30 m		
1.3.5	<i>Lugeon Test</i> (7 tekanan)	test	260,00
1.3.6	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman 0 m - <= 10 m	m'	22.100,00

Spesifikasi alat mengacu pada peralatan utama yang dipakai dalam kegiatan konstruksi utama Bendungan Cibeet. Rincian Jenis dan spesifikasi peralatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Alat

No	Jenis Alat	Kapasitas Alat
1	<i>Batching Plant</i>	70 m ³ /jam
2	<i>Bender Besi Beton</i>	10 ton
3	<i>Bentonite Mixing Plant</i>	30 m ³ /jam
4	<i>Bulldozer 15 Ton</i>	15 ton
5	<i>Bulldozer 21 Ton</i>	21 ton
6	<i>Classifiser</i>	50 ton/jam
7	<i>Concrete Pump</i>	100 m ³ /jam
8	<i>Concrete Vibrator</i>	3 m ³ /jam
9	<i>Crane Truck Hyd</i>	15 ton
10	<i>Crushing Plant</i>	50 ton
11	<i>Cutter Besi Beton</i>	0,3 ton
12	<i>Diesel Generator 250 kVA</i>	250 kVA
13	<i>Diesel Generator 100 kVA</i>	100 kVA
14	<i>Diesel Generator 30 kVA</i>	30 kVA
15	<i>Dump Truck 12 Ton</i>	12 ton
16	<i>Excavator 0,93 M³</i>	0,93 m ³
17	<i>Excavator Breaker</i>	0,70 m ³
18	<i>Flat Bed Truck</i>	3 ton
19	<i>Grabbing Rig</i>	20 m ³
20	<i>Grout Mixer</i>	500 m ³
21	<i>Grouting Pump</i>	15 ton
22	<i>Mobile Crane</i>	55 ton
23	<i>Motor Grader</i>	10,800 m ² /jam
24	Pipa Air 4" H-5 M	3 m'
25	Pipa Tremi	1 m'
26	Pompa Air	600 liter/menit
27	<i>Screen Plant</i>	40 ton
28	<i>Sheep Foot Roller</i>	13,5 ton
29	<i>Tamper</i>	121 ton
30	<i>Tamping Roller</i>	13,5 ton
31	<i>Truck Mixer</i>	5 m ³
32	<i>Vibro Roller</i>	7,05 ton
33	<i>Water Supply Pump</i>	1,200 liter/jam
34	<i>Water Tank</i>	4000 liter
35	<i>Wheel Loader</i>	1,5 m ³

Koefisien pekerjaan merupakan nilai yang menunjukkan jumlah tenaga kerja, bahan, maupun peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu

satuan volume pekerjaan konstruksi. Koefisien ini digunakan dalam penyusunan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sebagaimana diatur dalam Permen PUPR No. 1 Tahun 2022, dan menjadi dasar dalam perhitungan biaya konstruksi secara tepat. Rincian koefisien pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Koefisien Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Kapasitas Produksi Menentukan	Koef
1	Bendungan Urugan Kiri		
1.1	Pekerjaan <i>Dewatering</i>		
1.1.1	<i>Dewatering Main Dam</i> (Kiri)	Pipa Air 4" H-5 M	3.600,00
1.2	Pekerjaan Tanah		
1.2.1	Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon	<i>Excavator</i> 0,93 m ³	0,0115
1.2.2	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak 1 sampai dengan 2 km)	<i>Excavator</i> 0,93 m ³	0,0149
1.2.3	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak sampai 1 km)	<i>Excavator</i> 0,93 m ³	0,0149
1.2.4	Galian Tanah (diangkut ke <i>stock pile</i> area, jarak 1 sampai 2 km)	<i>Excavator</i> 0,93 m ³	0,0149
1.2.5	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak sampai dengan 1 km)	<i>Excavator</i> 0,93 m ³	0,0217
1.2.6	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak 1 km sampai dengan 2 km)	<i>Excavator</i> 0,93 m ³	0,0217
1.3	Pekerjaan <i>Drilling</i> dan <i>Grouting</i>		
1.3.1	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman 0 - <= 10 m	<i>Drilling Machine</i>	2,1000

Perhitungan Durasi Pekerjaan

Durasi pekerjaan merujuk kepada waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan konstruksi, yang umumnya dihitung dalam hari kerja. Lama waktu ini sangat krusial dalam penentuan jadwal proyek karena akan menentukan durasi pelaksanaan setiap item pekerjaan.

1. Bendungan Urugan Kiri
Pekerjaan Tanah

- Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon
 $VO = 129.947,96 \text{ m}^2$
 $KOF = 0,0115$
 $JL = 1 \text{ unit Excavator } 0,93 \text{ m}^3$
 $KAT = 129.947,96 \text{ m}^2 \times 0,0115$
 $= 1.491,752 \text{ m}^2$
 $D = \frac{1.491,752}{1 \times 7} = 214 \text{ hari}$
- Galian Tanah (diangkut ke *disposal* area, jarak 1 sampai dengan 2 km)
 $VO = 150.600,38 \text{ m}^3$
 $KOF = 0,0149$
 $JL = 2 \text{ unit Excavator } 0,93 \text{ m}^3$
 $KAT = 150.600,38 \text{ m}^3 \times 0,0149$
 $= 2.247,484 \text{ m}^3$
 $D = \frac{2.247,484}{2 \times 7} = 161 \text{ hari}$
- Galian Batu (diangkut ke *Stock pile*, jarak 1 km sampai dengan 2 km)
 $VO = 174.389,52 \text{ m}^3$
 $KOF = 0,0217$
 $JL = 2 \text{ unit Excavator } 0,93 \text{ m}^3$
 $KAT = 174.389,52 \text{ m}^3 \times 0,0217$
 $= 3.782,806 \text{ m}^3$
 $D = \frac{3.782,806}{2 \times 7} = 271 \text{ hari}$

Durasi pekerjaan dihitung dengan *Critical Path Method* (CPM) menggunakan pendekatan *Activity on Arrow* (AOA) untuk menentukan total waktu proyek dan aktivitas kritis yang tidak boleh terlambat. Analisis mencakup *early start*, *early finish*, *late start*, dan *late finish* guna melihat keterkaitan antar aktivitas. Hasil penjadwalan dengan *Microsoft Project 2021* ditampilkan dalam *Barchart* (urutan dan durasi kegiatan) serta *Network Planning* (hubungan aktivitas dan jalur kritis).

Untuk menyusun sebuah diagram *network*, diperlukan logika saling bergantung antara berbagai kegiatan sehingga diagram tersebut menjadi lebih terstruktur dan menggambarkan urutan kerja secara logis. Rincian hubungan logika ketergantungan peralatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hubungan Logika Ketergantungan

No	Uraian Pekerjaan	Prodeces-sor	Durasi (hari)
1	Bendungan Urugan Kiri		
A	<i>Dewatering Main Dam</i> (Kiri)	-	258
B	Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon	-	107
C	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak 1 sampai dengan 2 km)	<i>B start to start - 1 day</i>	161
D	Galian Tanah	<i>C start to</i>	217

No	Uraian Pekerjaan	Prodeces-sor	Durasi (hari)
	(diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak sampai 1 km)	<i>start + 50 day</i>	
E	Galian Tanah (diangkut ke <i>stock pile</i> area, jarak 1 sampai 2 km)	<i>D start to start</i>	230
F	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak sampai dengan 1 km)	<i>E start to start + 25 day</i>	218
G	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak 1 km sampai dengan 2 km)	<i>F start to start</i>	271
H	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman 0 - <= 10 m	<i>G Finish to start</i>	25
I	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 10 - <= 20 m	<i>H start to start + 1 day</i>	25
J	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	<i>I start to start + 1 day</i>	25
K	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 30 m	<i>J start to start + 1 day</i>	30
L	<i>Lugeon Test</i> (7 tekanan)	<i>H start to start</i>	34
M	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman 0 m - <= 10 m	<i>L start to start + 1 day</i>	58
N	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman > 10 m - <= 20 m	<i>M start to start + 1 day</i>	58
O	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	<i>N start to start + 1 day</i>	60
P	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 30 m	<i>O start to start + 1 day</i>	62
Q	<i>Grouting Material dan Operation</i>	<i>M start to start</i>	81
R	<i>Water Pressure Test</i> (1 tekanan)	<i>Q start to start + 1 day</i>	85
S	Timbunan Inti (material diambil dari <i>Stock pile</i> , jarak	<i>R Finish to start + 1 day</i>	177

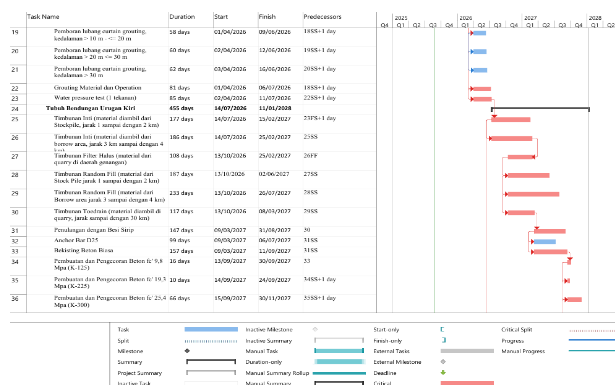
No	Uraian Pekerjaan	<i>Prodeces-sor</i>	Durasi (hari)
	1 sampai dengan 2 km)		
T	Timbunan Inti (material diambil dari <i>borrow</i> area, jarak 3 km sampai dengan 4 km)	<i>S start to start</i>	186

Berdasarkan hasil perhitungan, total durasi pekerjaan untuk seluruh bangunan bendungan adalah 892 hari. Pekerjaan utama yang meliputi bendungan urugan kiri, bendungan RCC kiri, dan bendungan RCC tengah direncanakan secara paralel untuk mengoptimalkan alokasi waktu pelaksanaan.

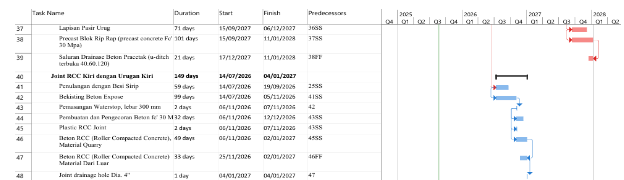
Melalui analisis penjadwalan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project* 2021, diperoleh jalur kritis yang terdiri dari 47 aktivitas. Jalur kritis ini menunjukkan rangkaian kegiatan yang tidak dapat mengalami keterlambatan tanpa memengaruhi total durasi proyek, sehingga aktivitas-aktivitas tersebut harus mendapat prioritas dalam pengendalian waktu.



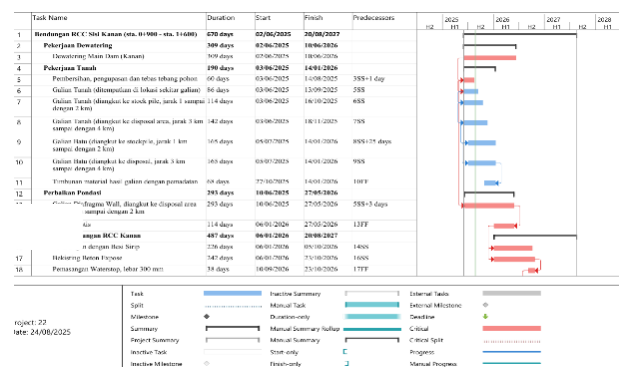
Gambar 5.1 *Bartchart Schedule* Bendungan Urugan Kiri



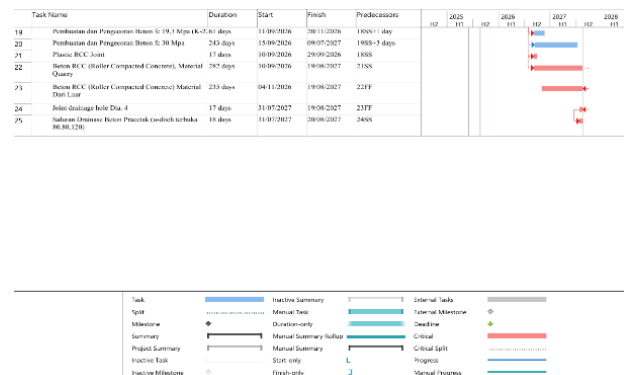
Gambar 5.2 *Bartchart Schedule* Bendungan Urugan Kiri



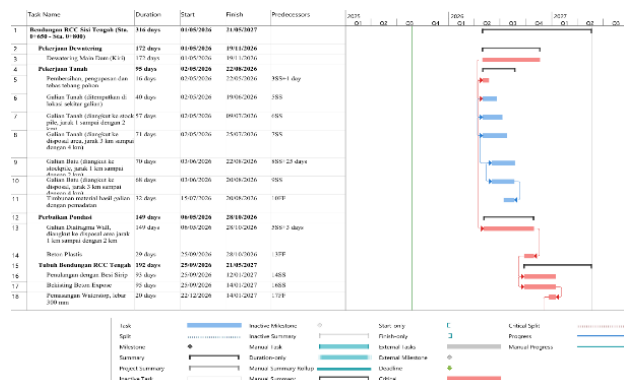
Gambar 5.3 *Bartchart Schedule* Bendungan Urugan Kiri



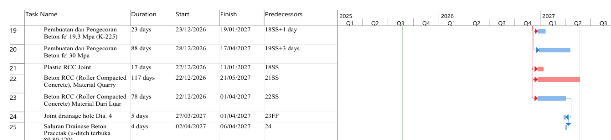
Gambar 6.1 *Bartchart Schedule* Bendungan RCC Kiri



Gambar 6.2 *Bartchart Schedule* Bendungan RCC Kiri



Gambar 7.1 *Bartchart Schedule* Bendungan RCC Tengah



Gambar 7.2 Bartchart Schedule Bendungan RCC Tengah

Dalam penyusunan Biaya diperlukan data tarif sewa peralatan sebagai dasar perhitungan agar anggaran biaya yang dihasilkan lebih akurat, terukur, dan sesuai dengan kondisi lapangan. Perhitungan ini dilakukan melalui penentuan Harga Satuan Dasar (HSD) alat yang mengacu pada Permen PUPR No. 1 Tahun 2022 sebagai pedoman resmi dan untuk tarif tenaga kerja mengacu pada Peraturan Bupati Bogor Nomor 29 Tahun 2024.

Harga Satuan Pekerjaan adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit volume pekerjaan, yang dihitung berdasarkan kebutuhan tenaga kerja, bahan, dan peralatan Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sesuai Permen PUPR No.1 Tahun 2022. Rincian Harga pekerjaan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Harga Satuan Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Sat	Harga Satuan (Rp)
1	Bendungan Urugan Kiri		
1.1	Pekerjaan <i>Dewatering</i>		
1.1.1	<i>Dewatering Main Dam</i> (Kiri)	Ls	1.284.972.510,00
1.2	Pekerjaan Tanah		
1.2.1	Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon	m ²	96.819,38
1.2.2	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak 1 sampai dengan 2 km)	m ³	61.020,16
1.2.3	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak sampai 1 km)	m ³	57.328,38
1.2.4	Galian Tanah (diangkut ke <i>stock pile</i> area, jarak 1 sampai 2 km)	m ³	59.105,23
1.2.5	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak sampai	m ³	138.516,45

No	Uraian Pekerjaan	Sat	Harga Satuan (Rp)
1.2.6	dengan 1 km) Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak 1 km sampai dengan 2 km)	m ³	142.208,22
1.3	Pekerjaan <i>Drilling</i> dan <i>Grouting</i>		
1.3.1	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman 0 - <= 10 m	m'	1.057.129,01
1.3.2	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 10 - <= 20 m	m'	1.074.887,57
1.3.3	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	m'	1.150.137,70
1.3.4	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 30 m	m'	1.273.895,15
1.3.5	<i>Lugeon Test</i> (7 tekanan)	test	511.055,85
1.3.6	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman 0 m - <= 10 m	m'	373.132,55
1.3.7	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman > 10 m - <= 20 m	m'	407.773,85
1.3.8	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 20 - <= 30 m	m'	709.835,26
1.3.9	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman > 30 m	m'	801.485,53

Perhitungan Biaya Pekerjaan

Untuk perhitungan biaya pekerjaan, umumnya menggunakan rumus dasar berikut:

Biaya Pekerjaan = Volume × Harga Satuan

1. Bendungan Urugan Kiri
 - Pekerjaan Tanah
 - Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon
 - Biaya Pekerjaan = 129.947,96 m² × Rp 96.819,38 = Rp 12.581.480.513,29
 - Galian Tanah (diangkut ke *disposal* area, jarak 1 sampai dengan 2 km)
 - Biaya Pekerjaan = 150.600,38 m³ × Rp 61.020,16 = Rp 9.189.658.814,73
 - Galian Batu (diangkut ke *Stock pile*, jarak 1 km sampai dengan 2 km)

$$\begin{aligned}\text{Biaya Pekerja} &= 174.389,52 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 142.208,22 \\ &= \text{Rp } 24.799.624.557,04\end{aligned}$$

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan hasil perhitungan antara volume pekerjaan dengan harga satuan yang berlaku, sehingga menghasilkan estimasi biaya keseluruhan proyek. Berdasarkan hasil analisis perhitungan RAB pada Proyek Pembangunan Bendungan Cibeet, diperoleh bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan bendungan urugan kiri, bendungan RCC kiri, dan bendungan RCC tengah adalah sebesar Rp 2.528.980.130.312,59. Nilai ini mencerminkan keseluruhan kebutuhan biaya konstruksi utama bendungan yang menjadi fokus penelitian.

Sehingga, untuk pekerjaan pembangunan Bendungan Cibeet diperoleh hasil analisis bahwa total durasi pelaksanaan adalah 892 hari yang direncanakan secara paralel, dengan total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 2.528.980.130.312,59. Pekerjaan tersebut mencakup pembangunan pada bendungan urugan (sisi kiri) serta bendungan RCC (Roller Compacted Concrete) pada sisi kanan dan tengah, yang masing-masing memiliki metode konstruksi berbeda namun saling terintegrasi dalam satu kesatuan proyek. Rincian waktu dan biaya pekerjaan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Waktu dan Biaya Pekerjaan Bendungan Cibeet

No	Uraian Pekerjaan	Hari	Biaya (Rp)
1	Bendungan Urugan Kiri	828	925.148.708.701,713
2	Bendungan RCC Kanan	670	1.212.617.522.624,860
3	Bendungan RCC Tengah	316	366.002.260.966,857

Pembahasan

Pekerjaan yang dianalisis dalam penelitian ini berfokus pada pembangunan bendungan utama (Main Dam) Bendungan Cibeet, yang terdiri dari bendungan urugan di sisi kiri serta bendungan RCC di sisi kanan dan tengah. Perbandingan waktu dan biaya pekerjaan ditampilkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 7. Perbandingan Biaya Proyek dan Analisis

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Analisis (Rp)	Perbandingan
1	Bendungan Urugan Kiri	895.956.150.836,640	925.148.708.701,713	3%
2	Bendungan RCC Kanan	1.046.359.704.721,200	1.212.617.522.624,860	16%
3	Bendungan RCC Tengah	323.957.451.917,079	366.002.260.966,857	13%

Tabel 8. Perbandingan Waktu Proyek dan Analisis

No	Uraian Pekerjaan	Waktu Proyek	Waktu Analisis	Perbandingan
----	------------------	--------------	----------------	--------------

		(Hari)	(Hari)	ngan
1	Bendungan Urugan Kiri	1.100	892	81,09 %
2	Bendungan RCC Kanan	1.150	670	58,26 %
3	Bendungan RCC Tengah	450	316	70,22 %

Perbedaan antara hasil perhitungan dengan data kurva S proyek disebabkan oleh beberapa faktor penting yang umumnya terjadi dalam dunia konstruksi. Beberapa yang menjelaskan perbedaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kondisi lapangan yang tidak selalu ideal
2. Adanya cadangan waktu (*buffer*)
3. Perbedaan koefisien alat dan produktivitas

Estimasi biaya disusun berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sesuai Permen PUPR No. 1 Tahun 2022 dengan asumsi kondisi ideal (tanpa mempertimbangkan kendala lapangan seperti cuaca atau dinamika pelaksanaan). Perhitungan bersifat teoretis, sedangkan Kurva S merefleksikan kondisi aktual di lapangan setelah mempertimbangkan risiko dan efisiensi kerja. Oleh karena itu, perbedaan durasi dan biaya antara estimasi dan realisasi merupakan hal yang wajar dalam evaluasi proyek konstruksi.

Setelah perhitungan durasi dan biaya disusun, data dimasukkan ke dalam *Microsoft Project 2021* untuk mendapatkan jadwal pelaksanaan. Hasil pemodelan tersebut menunjukkan bahwa jalur kritis berada pada pekerjaan yaitu 47 jalur kritis. Rincian pekerjaan jalur kritis disajikan pada Tabel 13.

Tabel 9. Jalur Kritis Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan
	Bendungan Urugan Kiri
1	Pembersihan, Pengupasan, dan Tebas Tebang Pohon
2	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak 1 sampai dengan 2 km)
3	Galian Tanah (diangkut ke <i>disposal</i> area, jarak sampai 1 km)
4	Galian Tanah (diangkut ke <i>stock pile</i> area, jarak 1 sampai 2 km)
5	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak sampai dengan 1 km)
6	Galian Batu (diangkut ke <i>stock pile</i> , jarak 1 km sampai dengan 2 km)
7	Pemboran Inti untuk <i>Pilot & Check Hole</i> , kedalaman 0 - <= 10 m
8	<i>Lugeon Test</i> (7 tekanan)
9	Pemboran Lubang <i>Curtain Grouting</i> , kedalaman 0 m - <= 10 m
10	<i>Grouting Material dan Operation</i>
11	<i>Water Pressure Test</i> (1 tekanan)
12	Timbunan Inti (material diambil dari <i>Stock pile</i> , jarak 1 sampai dengan 2 km)
13	Timbunan Inti (material diambil dari <i>borrow</i> area, jarak 3 km sampai dengan 4 km)

No	Uraian Pekerjaan
14	Timbunan <i>Random Fill</i> (material dari <i>borrow area</i> jarak 3 sampai dengan 4 km)
15	Timbunan <i>Random Fill</i> (material dari <i>stock pile</i> jarak 1 sampai dengan 2 km)
16	Timbunan Toedrain (material diambil di <i>quarry</i> , jarak sampai dengan 30 km)
17	Penulangan dengan Besi Sirip
18	Bekisting Beton Biasa
19	Pembuatan dan Pengecoran Beton fc' 9,8 Mpa (K-125)
20	Pembuatan dan Pengecoran Beton fc' 19,3 Mpa (K-225)
21	Pembuatan dan Pengecoran Beton fc' 25,4 Mpa (K-300)
22	Lapisan Pasir Urug
23	<i>Precast</i> Blok Rip Rap (<i>Precast concrete</i> Fc' 30 Mpa)
24	Saluran <i>Drainase</i> Beton Pracetak (<i>u-ditch</i> terbuka 40.60.120)
25	Bendungan RCC Kanan <i>Dewatering Main Dam</i> (Kanan)
26	Pembersihan, pengupasan dan tebas tebang pohon
27	Galian <i>Diafragma Wall</i> , diangkut ke <i>disposal area</i> jarak 1 km sampai dengan 2 km
28	Beton Plastis
29	Penulangan dengan Besi Sirip
30	Bekisting Beton Biasa
31	Pemasangan <i>Waterstop</i> , lebar 300 mm
32	<i>Plastic</i> RCC Joint
33	Beton RCC (<i>Roller Compacted Concrete</i>), Material <i>Quarry</i>
34	Beton RCC (<i>Roller Compacted Concrete</i>) Material Dari Luar
35	<i>Joint Drainage Hole</i> Dia. 4
36	Saluran <i>Drainase</i> Beton Pracetak (<i>u-ditch</i> terbuka 80.80.120)
37	Bendungan RCC Tengah <i>Dewatering Main Dam</i> (Kanan)
38	Pembersihan, pengupasan dan tebas tebang pohon
39	Galian <i>Diafragma Wall</i> , diangkut ke <i>disposal area</i> jarak 1 km sampai dengan 2 km
40	Beton Plastis
41	Penulangan dengan Besi Sirip
42	Bekisting Beton Biasa
43	Pemasangan <i>Waterstop</i> , lebar 300 mm
44	<i>Plastic</i> RCC Joint
45	Beton RCC (<i>Roller Compacted Concrete</i>), Material <i>Quarry</i>
46	Beton RCC (<i>Roller Compacted Concrete</i>) Material Dari Luar
47	<i>Joint Drainage Hole</i> Dia. 4

KESIMPULAN

Berdasarkan studi kasus pada Proyek Pembangunan Bendungan Cibeet serta hasil analisis biaya dan waktu,

dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pada bendungan urugan meliputi dewatering, pekerjaan tanah, drilling & grouting, pembangunan tubuh bendungan, dan sambungan antara RCC dan urugan. Sementara itu, pekerjaan pada bendungan RCC mencakup dewatering, pekerjaan tanah, perbaikan pondasi, dan pembangunan tubuh bendungan RCC.

Hasil analisis penjadwalan menunjukkan total durasi proyek selama 892 hari dengan pembangunan bendungan urugan kiri, RCC kanan, dan RCC tengah dilakukan secara paralel. *Metode Critical Path Method* (CPM) menghasilkan jalur kritis 47 aktivitas yang menentukan durasi total proyek, di mana keterlambatan pada jalur ini akan memengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Analisis biaya menunjukkan total kebutuhan anggaran pekerjaan Main Dam sebesar Rp 2,529 triliun, dengan rincian biaya bendungan urugan kiri Rp 950,36 miliar, RCC kanan Rp 1,21 triliun, dan RCC tengah Rp 366,00 miliar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum, *Spesifikasi Teknis Pembangunan Bendungan Cibeet*. Bandung, Indonesia, 2023.
- [2] Theresia Agatha dan Dony Aprian, "Ada Efisiensi, Anggaran Kementerian PU Dipangkas RP 81,38 Triliun," 6 Feb. 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://voi.id/ekonomi/457810/ada-efisiensi-anggaran-kementerian-pu-dipangkas-rp81-38-triliun>. Diakses: 9 Mei 2025.
- [3] S. Melly dkk., *Manajemen Proyek*. Okt. 2024.
- [4] A. Hidayat dan C. Ramadhany, "Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Jembatan Gantung Lubuk Ulak Dengan Metode CPM," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 07, no. 02, hlm. 2021.
- [5] R. B. Tobing, A. Andiyan, A. Syamil, dan M. Munizu, *Manajemen Proyek: Teori & Penerapannya*. 2023.
- [6] R. Pramudya, U. Andawayanti, dan E. N. Cahya, "Studi Penjadwalan Pelaksanaan Konstruksi Main Dam Bendungan Cibeet Kabupaten Bogor," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 4, no. 1, hlm. 934–942, Jan. 2024, doi: 10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.079.
- [7] N. M. Astari dan A. M. Subagyo, "Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan Pert (Program Evaluation and Review Technique)," *Jurnal Konstruksia*, vol. 13, 2021.
- [8] D. Isnubroto, D. H. Parmasari, T. Hadi, T. Mulyono, dan A. S. Ariyanto, "Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM dan Program Bantu Microsoft Project," *Journal of Research and Technology Studies*, vol. 03, no. 1, 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.uniba.ac.id/index.php/jrts>.
- [9] F. Desembardi, M. N. Fajar, S. Widodo, Asriadi, dan L. T. Y. Saputri, "Perbandingan Metode Percepatan Pekerjaan Terhadap Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung," *Jurnal Teknik Sipil*, 2024.
- [10] F. H. Pramudia, Ruzardi, dan F. AM, "Optimasi Waktu dan Biaya dengan Kombinasi Metode Kerja Menggunakan Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Main Dam Proyek Pembangunan Bendungan Tapin,

- Kalsel," *Jurnal Teknik Sipil*, 2023.
- [11] K. A. Ratag, G. Y. Malingkas, dan J. Tjakra, "Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Antara Metode SNI Dengan Metode AHSP Pada Proyek Gedung Pendidikan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi," *Jurnal Sipil Unsrat*, 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/>.
- [12] P. Napitupulu dan Y. Lubis, "Perencanaan Durasi Waktu Pembangunan Rumah Type 70," *JTSIP*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [13] J. O. Simanjuntak, S. Simanjuntak, P. Lumbangaol, dan A. Agnes, "Analisis Kontrak Proyek Konstruksi di Indonesia," *Jurnal Visi Eksakta (JVIEKS)*, vol. 2, no. 2, hlm. 205–214, 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.uhn.ac.id/index.php/eksakta205>.
- [14] C. D. Saputra, "Upaya Hukum Pihak Kontraktor Atas Keterlambatan Pembayaran Kontraktor Pengadaan Barang/Jasa," *Jurnal Hukum*, 2020. [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnaltengkiang.ac.id>