

PERENCANAAN METODE PELAKSANAAN TANGKI AIR LIMBAH PADA *RESORT* BAMBU INDAH DI KAWASAN UBUD GIANYAR DENGAN METODE CPM

Pande Ni Putu Dea Widyanti¹, I Nyoman Sedana Triadi², I Gusti Lanang Parwita³

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

E-mail korespondensi: adeetiannn14@gmail.com

ABSTRACT

This research focuses on the planning of wastewater tank construction at Bambu Indah Resort, Ubud, Gianyar, using the Critical Path Method (CPM) for project scheduling. The study aims to analyze construction activities, identify the critical path, and calculate the total duration of the project. Data collection was conducted through direct observation, literature study, and field testing including waterproofing tests. The results show that the project requires 48 days for completion with critical activities identified in the preparation and soil backfilling stages. The application of CPM allows project managers to control time, resources, and minimize delays. Waterproofing testing also demonstrated an effectiveness rate of 99.1%, ensuring that the wastewater tank structure is safe against leakage. This research contributes to sustainable construction practices by supporting eco-resorts in maintaining environmental quality.

Keyword: Critical Path Method, wastewater tank, project management, Ubud, construction scheduling.

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada perencanaan pembangunan tangki air limbah di Resort Bambu Indah, Ubud, Gianyar dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) untuk penjadwalan proyek. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis aktivitas konstruksi, mengidentifikasi jalur kritis, dan menghitung durasi total proyek. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, studi literatur, serta uji lapangan termasuk uji waterproofing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proyek membutuhkan waktu 48 hari dengan aktivitas kritis pada pekerjaan persiapan dan urugan tanah. Penerapan metode CPM memungkinkan pengendalian waktu, sumber daya, serta meminimalisir risiko keterlambatan. Uji waterproofing menunjukkan tingkat efektivitas sebesar 99,1%, sehingga struktur tangki limbah aman dari kebocoran. Penelitian ini berkontribusi pada praktik konstruksi berkelanjutan dengan mendukung eco-resort dalam menjaga kualitas lingkungan.

Kata kunci: *Critical Path Method*, tangki limbah, manajemen proyek, Ubud, penjadwalan konstruksi.

Bali menawarkan berbagai aktivitas wisata modern, seperti olahraga air, spa, dan hiburan malam. Infrastruktur pariwisata yang lengkap, mulai dari hotel mewah hingga akomodasi ramah kantong, restoran internasional, dan pusat perbelanjaan, semakin memperkuat daya tarik pulau ini [1]. Karena banyaknya wisatawan yang berkunjung ke Bali, mengakibatkan pesatnya pembangunan di Bali. Banyak hotel maupun akomodasi lainnya yang dibangun yang dimana meningkatkan peluang untuk para penyedia jasa konstruksi. Namun seiring terkenalnya Bali dengan berbagai destinasi wisatanya kini Bali juga menghadapi beberapa masalah yang diakibatkan oleh sektor pariwisata tersebut.

Beberapa tahun belakangan mulai muncul masalah krisis yang dihadapi Bali diantaranya pengelolaan sampah dan limbah, kemacetan, hingga alih fungsi lahan. Dimana masalah tersebut harus diperhatikan lebih lanjut dan ditindak lanjuti secepatnya. Pembuatan tangki limbah untuk setiap destinasi maupun hotel sangatlah penting untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan [2]. Kawasan seperti Ubud menjadi pusat utama pariwisata berbasis alam dan budaya, yang memicu peningkatan pembangunan akomodasi, termasuk *resort* dan villa. Pertumbuhan ini, meskipun positif dari sisi ekonomi, turut memunculkan tantangan baru dalam hal pengelolaan lingkungan, khususnya terkait limbah domestik. Salah satu isu krusial yang dihadapi kawasan wisata di Bali adalah kurangnya sistem sanitasi yang memadai, terutama pengelolaan air limbah domestik dari fasilitas akomodasi. Pengelolaan limbah yang tidak terencana dengan baik dapat menyebabkan pencemaran air tanah, kerusakan ekosistem, hingga menurunnya kualitas lingkungan yang menjadi daya tarik utama wisata di Bali.

Salah satu akomodasi yang berada di kawasan ini adalah *Resort* Bambu Indah, yang mengusung konsep ramah lingkungan (*eco-resort*). Dengan meningkatnya aktivitas pariwisata dan jumlah pengunjung, *resort* ini menghadapi tantangan dalam pengelolaan limbah domestik. Sistem sanitasi yang tidak direncanakan dengan baik dapat menyebabkan pencemaran air tanah, menurunkan kualitas lingkungan, serta berdampak negatif terhadap citra pariwisata. Oleh karena itu, pembangunan tangki air limbah merupakan salah satu solusi penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan.

Pembangunan tangki air limbah bukan hanya berfokus pada perencanaan teknis seperti dimensi, struktur, dan material konstruksi, tetapi juga harus memperhatikan aspek metode pelaksanaan proyek. Dalam praktiknya, banyak proyek konstruksi yang menghadapi kendala keterlambatan akibat kurang optimalnya manajemen waktu. Keterlambatan ini berdampak langsung terhadap meningkatnya biaya, terganggunya operasional bangunan, serta risiko lingkungan yang semakin besar apabila sistem pengelolaan limbah tidak segera berfungsi.

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu pendekatan manajemen proyek yang dapat membantu dalam menyusun jadwal pelaksanaan secara efisien, terukur, dan terstruktur. Salah satu metode yang

umum digunakan dalam penjadwalan proyek adalah *Critical Path Method* (CPM). Metode CPM berfungsi untuk menentukan jalur kritis, yaitu rangkaian kegiatan yang menentukan durasi total suatu proyek. Kegiatan yang berada pada jalur kritis tidak boleh mengalami keterlambatan karena akan langsung memengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan. Sebaliknya, kegiatan non-kritis memiliki waktu longgar (*float*) yang dapat dimanfaatkan untuk pengaturan sumber daya [3].

Penerapan metode CPM pada pembangunan tangki limbah di Resort Bambu Indah memberikan manfaat signifikan, yaitu:

1. Membantu mengidentifikasi urutan kegiatan dari awal hingga akhir proyek.
2. Menentukan kegiatan yang harus diprioritaskan agar proyek selesai tepat waktu.
3. Menyediakan informasi terkait waktu longgar sehingga alokasi tenaga kerja dan material dapat lebih efisien.
4. Mengurangi risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menjadi pedoman dalam pelaksanaan proyek sanitasi yang ramah lingkungan serta mendukung pembangunan pariwisata berkelanjutan di Bali [3].

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Lokasi penelitian berada di *Resort* Bambu Indah, Sayan, Ubud. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, studi literatur, dokumentasi, serta uji rendam pada tangki limbah. Variabel bebas penelitian meliputi jenis kegiatan proyek, durasi aktivitas, serta hubungan ketergantungan antar kegiatan. Variabel terikat berupa jalur kritis dan durasi total proyek. Analisis data dilakukan dengan metode CPM melalui langkah identifikasi aktivitas, penyusunan network planning, perhitungan *forward pass* dan *backward pass*, serta penentuan jalur kritis. Selain itu dilakukan uji rendam untuk mengukur efektivitas *waterproofing* dengan parameter penurunan volume air, laju kebocoran, dan efektivitas lapisan *waterproofing*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek yang menjadi objek penelitian ini merupakan pembangunan fasilitas tangki air limbah (*wastewater treatment tank*) pada kawasan *Resort* Bambu Indah yang berlokasi di Desa Sayan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar, Bali. *Resort* ini mengusung konsep ekowisata yang memadukan kenyamanan penginapan dengan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem pengolahan limbah cair yang efisien, ramah lingkungan, dan terintegrasi secara baik dengan sistem utilitas *resort* menjadi sangat krusial. Proyek pembangunan tangki air limbah ini

memiliki peran strategis dalam upaya menjaga kualitas lingkungan sekitar resort, khususnya mengingat lokasi proyek yang berada di kawasan sensitif secara ekologi dan berada dalam zona resapan air serta dekat dengan aliran Sungai Ayung. Pembangunan infrastruktur pengolahan limbah ini diharapkan dapat meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan sekaligus memenuhi regulasi pemerintah daerah mengenai sistem sanitasi bangunan komersial.

Proyek ini direncanakan dibangun di atas lahan dengan kontur relatif datar, dengan luas area tangki 69,9 m², dan kapasitas tampung yang disesuaikan dengan kebutuhan resort. Tangki dirancang sebagai sistem tertutup dengan proses anaerobik untuk mendukung pengolahan awal limbah domestik sebelum disalurkan ke sistem STP (Sewage Treatment Plant) utama. Dari sisi manajemen proyek, pengendalian waktu menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Oleh karena itu, metode penjadwalan yang digunakan dalam perencanaan proyek adalah metode *Critical Path Method* (CPM), yaitu suatu metode jaringan kerja yang memungkinkan analisis jalur kritis serta identifikasi kegiatan-kegiatan yang paling berpengaruh terhadap durasi total proyek. Dengan demikian, perencanaan dan pengendalian pelaksanaan konstruksi tangki limbah ini diharapkan dapat dilakukan secara optimal, efisien, dan tepat waktu. Berdasarkan data proyek, pekerjaan ini direncanakan berlangsung selama 48 hari kalender, dimulai pada 27 Januari 2025 dan ditargetkan selesai pada 15 Maret 2025. Lingkup kegiatan proyek terdiri atas pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur (pekerjaan tanah, beton, bekisting, serta besi tulangan), dan pekerjaan finishing berupa perlindungan dinding dengan metode *waterproofing*.

Tangki dirancang dengan bentuk persegi panjang, menggunakan konstruksi beton bertulang dan pondasi bore pile untuk menyesuaikan dengan kondisi tanah yang tidak stabil. Struktur ini dibagi ke dalam tiga kompartemen utama untuk proses pemisahan dan penguraian limbah cair secara bertahap, sesuai dengan SNI 2398:2017 tentang sistem pengolahan air limbah domestik. Kegiatan pembangunan tangki limbah ini juga mencakup tahap pengujian fungsional dan struktural, seperti uji rendam sebelum dan sesudah aplikasi *waterproofing* untuk memastikan tidak terjadi kebocoran. Seluruh proses perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan mengacu pada prinsip kehati-hatian dan keberlanjutan, sesuai dengan visi *eco-resort* yang diusung oleh *Resort Bambu Indah*. Secara keseluruhan, proyek ini tidak hanya penting dari sisi teknis dan lingkungan, tetapi juga menjadi contoh implementasi praktik pembangunan berkelanjutan di sektor pariwisata berbasis konservasi lingkungan.

Sebelum limbah dibuang ke Sungai wajib melakukan pemeriksaan rutin baku mutu. Ada beberapa parameter yang harus dipenuhi (mengacu pada **Permen LH No.68 Tahun 2016**)

Tabel 1. Parameter Limbah

Parameter	Baku Mutu Maksimum
pH	6-9
BOD (mg/L)	≤ 30
COD (mg/L)	≤ 100
TSS (mg/L)	≤ 30
Total <i>Coliform</i>	≤ 3000 MPN/100 ml

Pembuatan system 3 ruang dan juga *wetland* pada tangki limbah berdasarkan aturan yang telah dikeluarkan, berikut aturan yang mendasari:

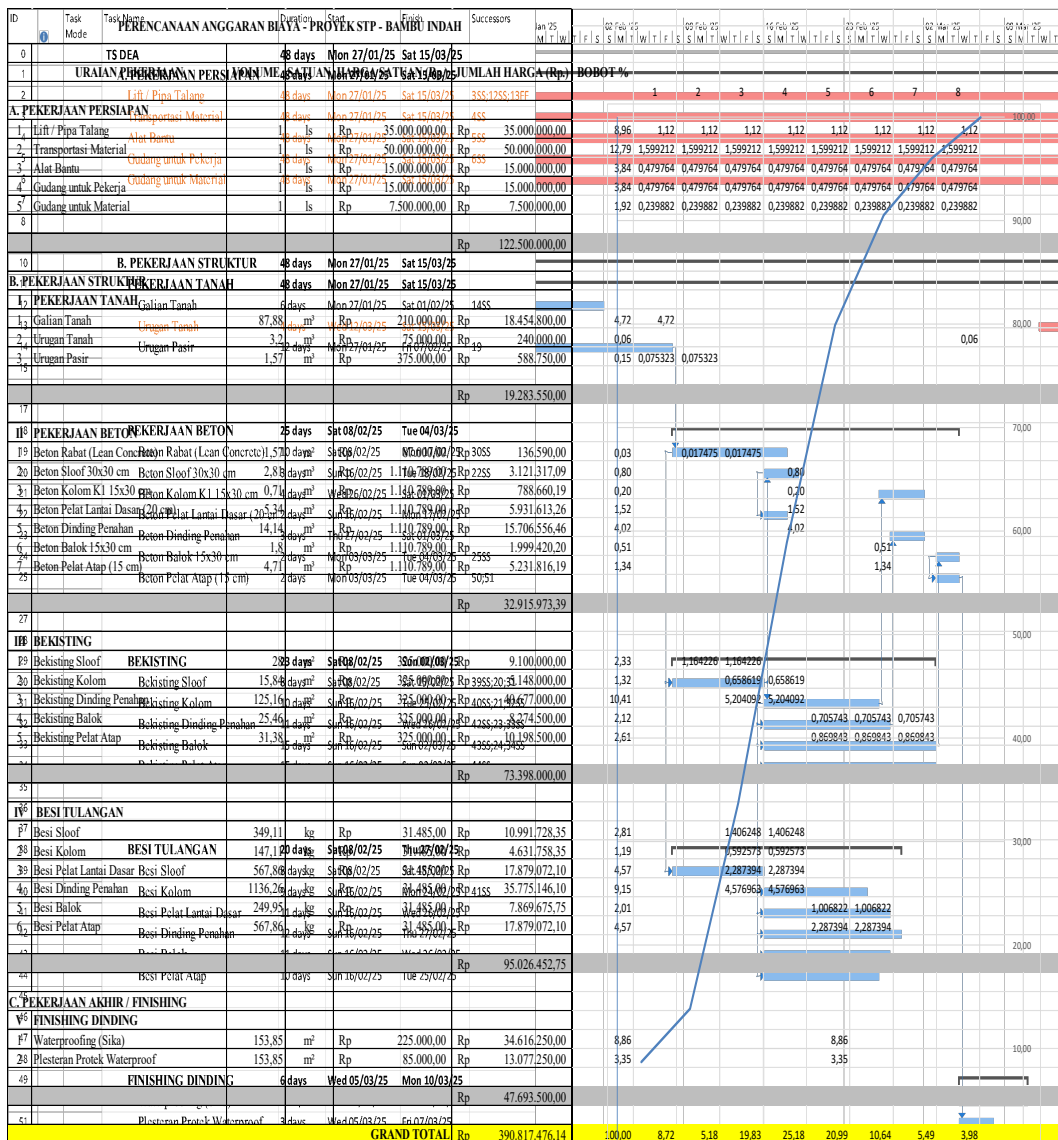
- 1. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.68/MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016** (tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik).
 - a) Digunakan untuk mengatur batas maksimal zat pencemar (BOD, COD, TSS, pH, dll) sebelum air limbah dibuang ke lingkungan (termasuk sungai).
 - b) Berlaku bagi hotel, resort, rumah tangga, apartemen, dan bangunan sejenis.
- 2. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 3 Tahun 2014** (tentang Sanitasi Total Berbasis Masyarakat)
 - a) Mewajibkan sistem pengolahan limbah yang tidak mencemari sumber air dan menjamin sanitasi aman.
 - b) Menekankan pentingnya pengurusan lumpur tinja secara berkala dan pembuangannya ke IPLT.
- 3. SNI 2398:2017** (tentang Persyaratan dan Konstruksi Tangki Septik)
 - a) Mengatur standar teknis pembangunan tangki septik, termasuk sistem tiga ruang.
 - b) Menyebut bahwa hasil akhir cairan hanya boleh dibuang jika memenuhi syarat kualitas dan ada pengolahan lanjutan.
- 4. UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup** (Pasal 20 dan 21 mewajibkan pelaku usaha (termasuk *resort*) memastikan tidak mencemari lingkungan melalui kegiatan operasionalnya).

Tabel 2. RAB

PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA - PROYEK STP - BAMBU INDAH						
	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)	
A. PEKERJAAN PERSIAPAN						
1	Lift / Pipa Talang	1	ls	Rp 35.000.000,00	Rp	35.000.000,00
2	Transportasi Material	1	ls	Rp 50.000.000,00	Rp	50.000.000,00
3	Alat Bantu	1	ls	Rp 15.000.000,00	Rp	15.000.000,00
4	Gudang untuk Pekerja	1	ls	Rp 15.000.000,00	Rp	15.000.000,00
5	Gudang untuk Material	1	ls	Rp 7.500.000,00	Rp	7.500.000,00
					Rp	122.500.000,00
B. PEKERJAAN STRUKTUR						
I PEKERJAAN TANAH						
1	Galian Tanah	87,88	m³	Rp 210.000,00	Rp	18.454.800,00
2	Urugan Tanah	3,2	m³	Rp 75.000,00	Rp	240.000,00
3	Urugan Pasir	1,57	m³	Rp 375.000,00	Rp	588.750,00
					Rp	19.283.550,00
II PEKERJAAN BETON						
1	Beton Rabat (Lean Concrete)	1,57	m²	Rp 87.000,00	Rp	136.590,00
2	Beton Sloof 30x30 cm	2,81	m³	Rp 1.110.789,00	Rp	3.121.317,09
3	Beton Kolom K1 15x30 cm	0,71	m³	Rp 1.110.789,00	Rp	788.660,19
4	Beton Pelat Lantai Dasar (20 cm)	5,34	m³	Rp 1.110.789,00	Rp	5.931.613,26
5	Beton Dinding Penahan	14,14	m³	Rp 1.110.789,00	Rp	15.706.556,46
6	Beton Balok 15x30 cm	1,8	m³	Rp 1.110.789,00	Rp	1.999.420,20
7	Beton Pelat Atap (15 cm)	4,71	m³	Rp 1.110.789,00	Rp	5.231.816,19
					Rp	32.915.973,39
III BEKISTING						
1	Bekisting Sloof	28	m²	Rp 325.000,00	Rp	9.100.000,00
2	Bekisting Kolom	15,84	m²	Rp 325.000,00	Rp	5.148.000,00
3	Bekisting Dinding Penahan	125,16	m²	Rp 325.000,00	Rp	40.677.000,00
4	Bekisting Balok	25,46	m²	Rp 325.000,00	Rp	8.274.500,00
5	Bekisting Pelat Atap	31,38	m²	Rp 325.000,00	Rp	10.198.500,00
					Rp	73.398.000,00
IV BESI TULANGAN						
1	Besi Sloof	349,11	kg	Rp 31.485,00	Rp	10.991.728,35
2	Besi Kolom	147,11	kg	Rp 31.485,00	Rp	4.631.758,35
3	Besi Pelat Lantai Dasar	567,86	kg	Rp 31.485,00	Rp	17.879.072,10
4	Besi Dinding Penahan	1136,26	kg	Rp 31.485,00	Rp	35.775.146,10
5	Besi Balok	249,95	kg	Rp 31.485,00	Rp	7.869.675,75
6	Besi Pelat Atap	567,86	kg	Rp 31.485,00	Rp	17.879.072,10
					Rp	95.026.452,75
C. PEKERJAAN AKHIR / FINISHING						
V FINISHING DINDING						
1	Waterproofing (Sika)	153,85	m²	Rp 225.000,00	Rp	34.616.250,00
2	Plesteran Protek Waterproof	153,85	m²	Rp 85.000,00	Rp	13.077.250,00
					Rp	47.693.500,00
GRAND TOTAL					Rp	390.817.476,14

Jadwal Pelaksanaan Proyek

Jadwal pelaksanaan diperoleh dari hasil perencanaan dengan perangkat lunak *microsoft project* dengan total durasi 48 hari kalender dan rab serta kurva s yang diperoleh dari proyek.



Gambar 1. Kurva S

Analisis Jalur Kritis (Critical Path)

Analisis jalur kritis adalah metode dalam manajemen proyek untuk mengidentifikasi rangkaian kegiatan yang menentukan lama penyelesaian proyek. Jalur kritis diperoleh dari perhitungan CPM.

Langkah analisis jalur kritis:

1. Identifikasi aktivitas proyek beserta durasinya
2. Menyusun jaringan kerja (*network planning*)
3. Hitung *forward pass* untuk menentukan waktu mulai paling awal (ES) dan waktu paling akhir (EF)
4. Hitung *backward pass* untuk menentukan waktu mulai paling akhir (LS) dan waktu selesai paling akhir (LF)

5. Hitung total *float* (TF), jika $TF = 0$ maka, aktivitas berada di jalur kritis. Jika $TF = >0$ aktivitas memiliki kelonggaran
 6. Tentukan jalur kritis yaitu jalur dengan durasi total terpanjang tanpa kelonggaran.
- Berikut hasil perhitungan CPM dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah

Tabel 3. Hasil Perhitungan CPM

TABEL PERHITUNGAN CPM							
No	Aktivitas	durasi (hari)	ES	EF	LS	LF	Total <i>float</i> (hari)
1	Pekerjaan persiapan	48	0	48	0	48	0
2	galian tanah	6	0	6	42	48	42
3	urugan pasir	12	0	12	26	38	26
4	beton rabat	10	12	22	38	48	26
5	beton sloof	3	20	23	45	48	25
6	pelat lantai dasar	2	20	22	46	48	26
7	beton kolom	4	30	34	44	48	14
8	beton dinding penahan	3	31	34	45	48	14
9	beton balok	2	35	37	40	42	5
10	beton pelat atap	2	35	37	40	42	5
11	plesteran proteksi <i>waterproof</i>	3	37	40	45	48	8
12	<i>waterproofing</i> (sika)	6	37	43	42	48	5
13	urugan tanah	4	44	48	44	48	0

Menurut hasil perhitungan tabel diatas yang menunjukan jalur kritis adalah item pekerjaan persiapan (no 1), dan pekerjaan urugan tanah (no 13). Karena 2 item pekerjaan tersebut tidak memiliki kelonggaran waktu (*float*). Itu berarti jika pekerjaan persiapan, dan urugan tanah tidak selesai maka akan mengakibatkan pekerjaan setelah maupun sebelumnya terhambat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian perencanaan metode pelaksanaan tangki air limbah pada *Resort* Bambu Indah di kawasan Sayan, Ubud, serta dari analisis data lapangan, perhitungan CPM, uji rendam yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Cara penyusunan aktivitas menggunakan metode CPM adalah mengurutkan aktivitas satu persatu sesuai jadwal beserta durasinya. Setelah itu hitung pekerjaan mana yang mulai paling awal, mulai paling akhir, selesai paling awal, selesai paling akhir. Lanjut menghitung *float* (kelonggaran waktu) jika $float = 0$ itu menandakan aktivitas tersebut kritis dan harus selesai sebelum item pekerjaan yang lain dimulai. Jika $float = >0$ maka aktivitas tersebut memiliki kelonggaran waktu.

2. Dari perhitungan menggunakan metode CPM dapat diketahui bahwa kegiatan yang merupakan jalur kritis adalah pekerjaan persiapan dan urugan tanah. Sehingga aktivitas tersebut harus selesai tepat pada waktunya agar tidak tidak memperlambat pekerjaan yang lainnya.
3. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode CPM proyek tersebut mempunyai durasi 48 hari kalender. Dengan catatan pekerjaan yang masuk jalur kritis harus selesai tepat waktu agar tidak terjadi keterlambatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Teknik, "Program Studi Teknik Sipil Sarjana," no. April, pp. 1–82, 2022.
- [2] raka pramana Putra, "Tujuh Masalah Krusial di Bali." 2024.
- [3] pryastuti handhayani, "Penjelasan Lengkap Tentang Critical Path Method (CPM)." 22 september 2022.