E-ISSN : 2988-1986
https://ejournal.cahayailmubangsa.institute/index.php/kohesi

Kohesi:Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 10 No 6 Tahun 2025

STUDI PERENCANAAN PENENTUAN ANGGARAN BIAYA PROYEK (ABP) DAN PENJADWALAN PELAKSANAAN PROYEK PLTM PUSAKA-1

Planning and Scheduling Study of the Pusaka 1 Mini-Hydro Power Plant Project

Aline Tabina Ridayani[1], Pitojo Tri Juwono[2], Evi Nur Cahya[3]

Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jalan MT.Haryono No.167, Malang, 65145, Indonesia

Korespondensi Email : aline.tabina@gmail.com

ABSTRACT

Electricity demand in Indonesia continues to rise in line with population growth and increasing economic activities. One of the efforts to meet this demand is through the utilization of renewable energy, such as Mini Hydro Power Plants (PLTM). Pusaka Jaya Village in Cianjur Regency is an area with great potential for PLTM development. This study aims to plan the project cost budget (ABP) and the implementation schedule for the construction of PLTM Pusaka-1. The methods used include work volume calculations, unit price analysis (AHSP), and direct cost budgeting. Furthermore, project scheduling and duration optimization were conducted using two acceleration methods: fast track and crashing. Fast-tracking is applied by modifying the logical dependencies among activities along the critical path, while crashing is performed by extending daily work duration, for instance through the implementation of overtime. The results show that the crashing method is more optimal in improving time efficiency despite requiring additional direct costs, whereas the fast track method is more economical but limited in reducing duration. This study concludes that the crashing method provides the most optimal outcome based on the evaluation of project implementation time and resource allocation.

***Keywords**: Mini Hydro Power Plant, Project Budget Planning, Project Scheduling, Critical Path.*

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi. Salah satu upaya pemenuhannya adalah dengan pemanfaatan energi baru terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM). Desa Pusaka Jaya di Kabupaten Cianjur merupakan wilayah yang memiliki potensi besar untuk pembangunan PLTM. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan anggaran biaya proyek (ABP) dan penjadwalan pelaksanaan pembangunan PLTM Pusaka-1. Metode yang digunakan meliputi perhitungan volume pekerjaan, analisis

Article History
Received: November 2025
Reviewed:November 2025
Published: November 2025

Plagiarism Checker No 235
Prefix DOI : 10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

harga satuan pekerjaan (AHSP), dan perencanaan anggaran biaya langsung. Selanjutnya dilakukan penjadwalan dan optimasi durasi proyek dengan dua metode percepatan, yaitu *fast track* dan *crashing*. Metode *fast track* diterapkan melalui penyesuaian logika ketergantungan antar aktivitas pada lintasan kritis, sementara metode crashing dilakukan dengan meningkatkan durasi kerja harian, seperti melalui penambahan jam lembur.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *crashing* lebih optimal dalam mengefisiensikan waktu proyek meskipun memerlukan tambahan biaya langsung, sedangkan metode *fast track* lebih ekonomis namun terbatas dalam pengurangan durasi. Studi ini menyimpulkan bahwa metode *crashing* memberikan hasil paling optimal berdasarkan evaluasi waktu pelaksanaan dan alokasi sumber daya proyek.
Kata Kunci: PLTM, Anggaran Biaya Proyek, Penjadwalan Proyek, Lintasan Kritis.

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan energi listrik di era modern tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, karena hampir seluruh sektor mulai dari industri, transportasi, komunikasi, hingga rumah tangga bergantung pada ketersediaan pasokan listrik yang stabil [1]. Di Indonesia, konsumsi listrik terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi. Untuk mengatasi lonjakan kebutuhan energi, pemerintah mendorong optimalisasi pemanfaatan sumber energi baru terbarukan (EBT) yang bersifat ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan jangka panjang [2].

Salah satu bentuk EBT yang potensial dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM), terutama di wilayah dengan topografi pegunungan dan aliran Sungai deras. PLTM dinilai mampu mendukung upaya transisi energi, Indonesia menetapkan kontribusi EBT dalam bauran energi sebesar 23% pada tahun 2025, serta memberikan solusi energi bagi daerah-daerah yang belum terjangkau jaringan listrik utama [3].

Wilayah Desa Pusaka Jaya di Kabupaten Cianjur, Wilayah Jawa Barat memiliki karakteristik geografis yang mendukung pengembangan potensi pengembangan PLTM. PT Medco Power Indonesia merespons hal ini dengan merencanakan Pembangunan PLTM Pusaka-1 guna memenuhi sebagian kebutuhan energi Masyarakat setempat. Namun, seperti proyek konstruksi pada umumnya, Pembangunan PLTM ini memiliki kompleksitas tinggi dan dibatasi oleh waktu pelaksanaan. Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan proyek yang matang, terutama dalam hal penjadwalan dan pengelolaan anggaran biaya proyek (ABP).

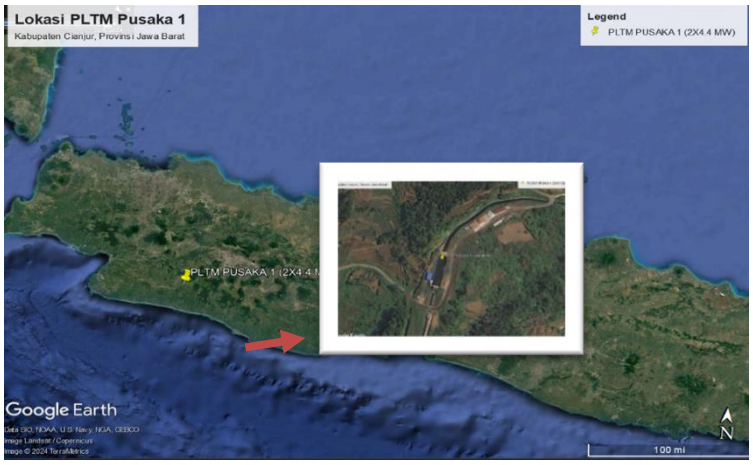
Permasalahan utama yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mengoptimalkan percepatan proyek melalui penerapan metode *fast track* dan *crashing* guna mengatasi ketergantungan antar aktivitas yang melibatkan berbagai faktor pendukung. Permasalahan ini menuntut adanya strategi pengaturan, pengendalian, serta penjadwalan yang terstruktur dan

tepat guna, dengan tetap menjaga mutu dan ketepatan waktu pelaksanaan proyek. Untuk menjawab persoalan mengenai kapan suatu aktivitas dapat dimulai atau diselesaikan, estimasi durasi yang dibutuhkan, serta mekanisme pengendalian pelaksanaan proyek, diperlukan pemanfaatan perangkat lunak sebagai alat bantu analisis, yang didukung oleh pengambilan keputusan dari pihak manajerial, sehingga setiap komponen dalam perencanaan dapat terlaksana secara optimal dan efisien [4].

2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi Studi

Pembangunan proyek PLTM Pusaka-1 terletak di Desa Pusaka Jaya, Kecamatan Tanggeung, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Sumber air yang dimanfaatkan oleh pembangkit listrik dimaksud berasal dari Sungai Cibuni. Di hilir DAS PLTM Pusaka-1 terdapat AWL Tanggeung denga luas DAS 296.69 km^2. Topografi lokasi proyek secara umum merupakan daerah berbukit dengan kondisi curam hingga landai ditutupi oleh satuan batu pasir tuff berlapis. Secara fisiografi, lokasi proyek termasuk dalam Jalur Pregunungan Selatan dengan puncak-puncak batuan vulkanik. Di sekitar lokasi terdapat beberapa gunung berapi yaitu Gn. Malang (1.795 m), Gn. Batu (1.816 m), Gn. Patuha (2.434 m), Gn. Powek (1.624 m) dan Gn. Karasak (1.538 m) membentuk daerah pegunungan. Peta lokasi PLTM Pusaka-1 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi PLTM Pusaka-1

2.2 Metode

2.2.1 Persamaan

Dalam studi ini, proses penjadwalan proyek dilakukan melalui penerapan dua strategi percepatan, yakni *fast track* dan *crashing*. Strategi *fast track* diterapkan dengan menyesuaikan urutan pelaksanaan kegiatan agar beberapa pekerjaan pada jalur kritis dapat dijalankan secara tumpang tindih, tanpa menunggu pekerjaan sebelumnya selesai. Di sisi lain, metode *crashing* dilakukan dengan menambahkan durasi kerja melalui lembur pada aktivitas-aktivitas yang tergolong kritis. Penggunaan kedua metode ini diharapkan mampu mempercepat penyelesaian proyek, menekan pemborosan biaya, serta tetap menjaga kualitas hasil pelaksanaan [5]. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghitung produktivitas pekerja dan alat berat sesuai dengan spesifikasi teknis masing-masing alat. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan produktivitas pekerja melalui Persamaan (1) dan Persamaan (2) sebagai berikut [6].

   $Qt = Tk \times Q$ *Pers.* 1

   $Qp = \frac{Qt}{Tk \times P}$ *Pers.* 2

   Dimana,

   Qt = Produksi per hari (m^3)

   Qp = Produktivitas pekerja (m^3/jam)

   Q = Kapasitas produksi alat (m^3/jam)

   Tk = Jumlah jam kerja

   P = Jumlah pekerja yang dibutuhkan (orang)

2. Analisis terhadap kebutuhan sumber daya pada masing-masing pekerjaan dilakukan dengan menghitung jumlah tenaga kerja, material, serta alat berat yang diperlukan. Estimasi tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (3), Persamaan (4), dan Persamaan (5) sebagaimana disajikan berikut ini.

   $Jumlah\ sumber\ daya\ manusia = \frac{Volume}{Durasi \times Produktivitas}$ *Pers.* 3

   $Jumlah\ material = Volume \times Koefisien$ *Pers.* 4

   $Jumlah\ sumber\ daya\ alat = \frac{Volume}{Durasi \times Produktivitas \times Jam\ Kerja}$ *Pers.* 5

3. Mengkaji keterkaitan antar aktivitas yang membentuk urutan logis dalam pelaksanaan proyek.
4. Merancang jaringan kerja (network planning) sebagai dasar penjadwalan proyek PLTM Pusaka-1.
5. Melakukan *resource levelling* atau pemerataan sumber daya pada pekerjaan yang mengalami *over-allocated*.
6. Melakukan optimasi percepatan proyek dengan metode *fast track* dan *crashing* pada pekerjaan di lintasan kritis.
7. Melakukan evaluasi hasil dari kedua percepatan *fast track* dan *crashing* manakah yang lebih optimal untuk percepatan proyek PLTM Pusaka-1.
8. Hasil dari perbandingan metode *fast track* dan crashing dilihat dari yang paling optimal baik dari segi efisiensi biaya maupun efetivitas durasi dalam proyek.

3. Hasil dan Pembahasan

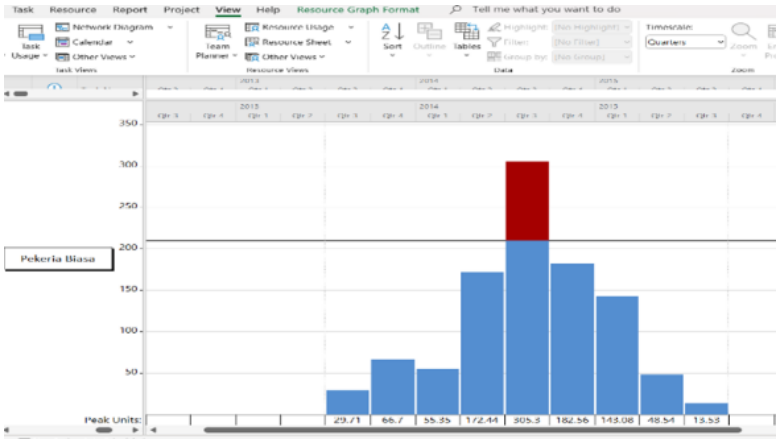
3.1 Logika Ketergantungan Kerja

Logika ketergantungan antar aktivitas menggambarkan keterkaitan dan urutan pelaksanaan pekerjaan dalam proyek, yang kemudian membentuk suatu jaringan kerja (*network diagram*) [7]. Pada proyek PLTM Pusaka-1, hubungan antar pekerjaan bervariasi, termasuk pekerjaan yang dimulai atau berakhir bersamaan dan saling tumpang tindih. Penelitian ini menganalisis hubungan *predecessor* dan durasi tiap pekerjaan sebagai dasar penyusunan jaringan kerja.

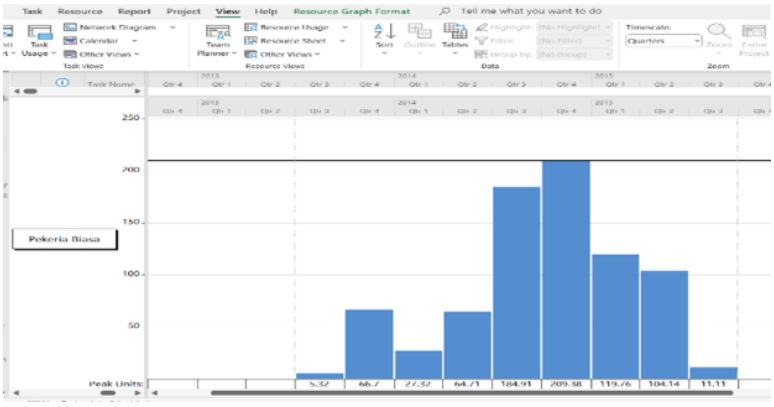
Hasilnya berupa *Gantt Chart* dan lintasan kritis konstruksi proyek. Aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis dimanfaatkan sebagai dasar dalam upaya optimasi percepatan proyek melalui penerapan metode *fast track* dan *crashing*.

3.2 Pemerataan Sumber Daya (*Resource Levelling*)

Perlu dilakukannya pemerataan sumber daya pada hubungan antar kegiatan dengan kebutuhan sumber daya yang tidak merata. Hal ini bertujuan tidak terjadi keborosan dalam kebutuhan sumber daya dan waktu kerja [8]. Penyesuaian penggunaan sumber daya manusia dan peralatan berat dilakukan secara terstruktur guna mencapai efisiensi kerja yang optimal. Proses optimasi jadwal proyek ini menggunakan cara *Resource Levelling*, yang berfungsi untuk mengatur jumlah alat dan pekerja agar tidak terjadi *over-allocated* [9]. Dapat ditemukan lama waktu yang diperlukan oleh setiap sumber daya pada kegiatan yang spesifik dan diketahui *over-allocated* pada sumber daya [10]. Terdapat dua tahap untuk meratakan sumber daya, yaitu dengan tahap *automatically* dan tahap manual. Tahap *automatically* menggunakan menu *resource levelling*, sedangkan tahap manual mengubah durasi dan hubungan ketergantungan pekerjaan. Berikut adalah beberapa grafik dari penggunaan sumber daya tenaga kerja dan alat berat sebelum dan sesudah dilakukan optimasi sumber daya *(Resource Levelling*) [11]. Grafik pekerja sebelum dan setelah terjadinya optimasi pemerataan sumber daya bisa dilihat pada



Gambar 2. Grafik Sumber Daya Pekerja Sebelum Pemerataan Sumber Daya

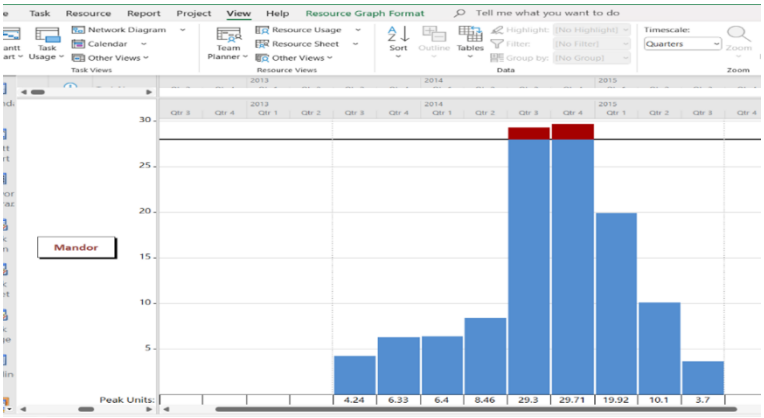


Gambar 3. Grafik Sumber Daya Pekerja Setelah Pemerataan Sumber Daya

Gambar 2 dan Gambar 3.

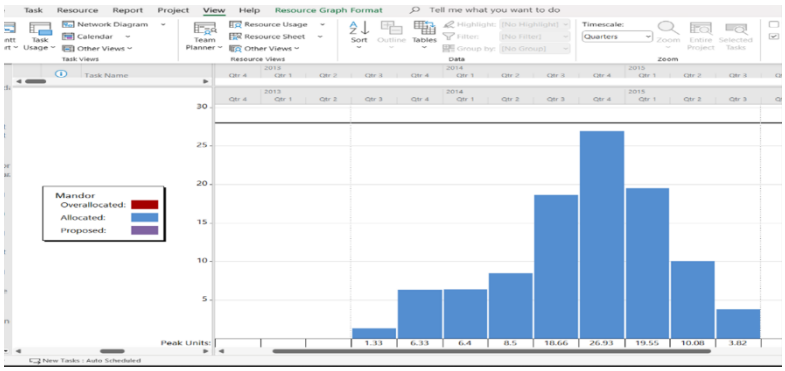
Berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa pada Gambar 2, alokasi pekerja biasa mengalami kelebihan beban kerja (*over-allocated*) pada rentang waktu bulan November hingga bulan Desember 2014. Kondisi ini menunjukkan adanya penumpukan pekerjaan yang tidak seimbang terhadap jumlah tenaga kerja yang tersedia. Setelah dilakukan proses *resource leveling*, distribusi pekerja biasa menjadi lebih proporsional dan tersebar merata sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.

Hal yang sama juga ditemukan pada kebutuhan mandor, di mana terlihat adanya kelebihan alokasi tenaga kerja mandor pada bulan November hingga bulan Desember 2014 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Sumber Daya Mandor Sebelum Pemerataan Sumber Daya

Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan penyesuaian penjadwalan pada aktivitas-aktivitas yang memerlukan mandor dalam jumlah besar, sehingga alokasinya menjadi lebih seimbang seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Sumber Daya Mandor Setelah Pemerataan Sumber Daya

3.3 Metode *Fast track* (Melakukan Pekerjaan Secara Parallel)

Salah satu strategi yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan durasi pelaksanaan proyek adalah metode *fast track*. Pendekatan ini bertumpu pada prinsip percepatan waktu dengan menjalankan sejumlah aktivitas secara bersamaan, terutama pada jalur kritis proyek. Tujuan utamanya adalah untuk mempersingkat waktu pelaksanaan dibandingkan pelaksanaan yang

dilakukan secara bertahap. Artinya, metode ini memungkinkan pekerjaan dilakukan secara tumpang tindih guna meningkatkan efisiensi waktu [12].

Dalam pengelolaan proyek, jalur kritis memiliki peran penting dalam menentukan keseluruhan waktu penyelesaian proyek. Keterlambatan pada aktivitas-aktivitas yang berada dalam lintasan ini berpotensi menyebabkan seluruh proyek mundur dari jadwal. Untuk menghindari hal tersebut, dibutuhkan strategi percepatan, salah satunya melalui penerapan metode *fast track*. Teknik ini bertujuan mempercepat penyelesaian proyek dengan menjalankan beberapa pekerjaan secara bersamaan. Meski demikian, pelaksanaannya harus mempertimbangkan hubungan antar kegiatan yang masuk akal dan dapat diterapkan, agar tidak menimbulkan konflik dalam pelaksanaan di lapangan [13]. Metode ini dinilai cukup efektif untuk digunakan dalam optimasi Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Pusaka-1.

3.4 Metode *Crashing* (Penambahan Jam lembur)

Crashing adalah salah satu metode percepatan yang diterapkan dalam proyek untuk mempersingkat waktu penyelesaian pekerjaan dari jadwal yang telah ditetapkan. Pendekatan ini dilakukan dengan menukar waktu dengan biaya, misalnya melalui penambahan tenaga kerja, alat, atau jam lembur. Meskipun berdampak pada meningkatnya pengeluaran, strategi ini efektif untuk mengurangi durasi pelaksanaan aktivitas tertentu dalam proyek. [14].

Dalam studi ini, percepatan atau optimasi pada Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Pusaka-1 dilakukan dengan menerapkan metode *crashing*. Pendekatan ini dilakukan melalui penambahan waktu lembur selama 2 jam dari jam kerja efektif (normal) pada aktivitas-aktivitas yang berada di lintasan kritis proyek. Penambahan jam lembur ini telah dirancang oleh penyedia jasa (kontraktor) dan difokuskan pada pekerjaan-pekerjaan yang mengalami keterlambatan serta termasuk dalam jalur kritis, dengan tujuan untuk mempercepat penyelesaian proyek secara keseluruhan. Mulanya penetapan waktu dan ketentuan mengenai pelaksanaan lembur dan kompensasinya tercantum dalam Pasal 3 Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Kep. 102/MEN/IV/2004, yang menetapkan bahwa durasi kerja lembur dibatasi hingga 3 jam per hari dan 14 jam dalam satu minggu [15]. Setelah itu, melakukan perhitungan efektivitas waktu dari masing-masing pekerjaan pada lintasan kritis seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Optimasi *Crashing*

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi		Crash (Hari)	Efektivitas %
		Sebelum	Sesudah		
F	**Pekerjaan Saluran**				
F.2	Galian tanah biasa (dengan alat)	250	225	25	10.10%
F.3	Galian tanah keras	250	243	7	2.90%
F.4	Urugan tanah	250	222	28	11.20%
F.5	Buangan tanah (di luar lokasi)	250	96	154	61.70%
F.6	Pasangan batu kali (1 PC : 4 pasir)	375	336	39	10.40%
I.	**Pekerjaan Gedung Sentral**				

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi		Crash (Hari)	Efektivitas %
		Sebelum	Sesudah		
I.21	Pembesian	120	96	52	43.40%
I.22	Bekisting	60	8	52	86.90%

Dapat dilihat bahwa pekerjaan yang memiliki efektivitas paling besar dalam metode crashing adalah pekerjaan bekisting yaitu sebanyak 86,90%. Pada pekerjaan tersebut diketahui durasi awal selama 60 hari, kemudian setelah dilakukan penambahan jam lembur sebanyak 2 jam, maka pekerjaan bekisting dapat lebih cepat terselesaikan 52 hari.

4. Perbandingan Durasi dan Biaya

Setelah dilakukan evaluasi terhadap rencana kerja dan penjadwalan proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Pusaka-1, ditemukan bahwa terdapat peluang untuk melakukan optimasi guna meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan tanpa mengurangi mutu hasil pekerjaan. Oleh karena itu, dalam studi ini diterapkan dua metode optimasi percepatan proyek yang umum digunakan dalam manajemen konstruksi, yaitu metode *fast track* dan metode *crashing*. Kedua metode ini bertujuan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek, namun memiliki pendekatan yang berbeda baik dari segi teknis pelaksanaan maupun konsekuensi terhadap biaya proyek.

Metode *fast track* diterapkan dengan cara melakukan penyesuaian terhadap logika ketergantungan antar pekerjaan, khususnya pada kegiatan yang berada di lintasan kritis. Penyesuaian ini dilakukan dengan mengubah urutan ketergantungan menjadi lebih paralel, sehingga beberapa kegiatan yang sebelumnya dijadwalkan secara berurutan dapat dilaksanakan secara bersamaan. Penerapan metode ini tidak mempengaruhi jumlah atau jenis sumber daya yang digunakan, namun meningkatkan produktivitas secara signifikan karena efisiensi waktu pelaksanaan meningkat. Dampak dari penerapan metode *fast track* adalah terjadinya penurunan durasi proyek dibandingkan dengan rencana awal tanpa menambah biaya langsung, karena tidak ada tambahan sumber daya atau lembur yang digunakan.

Sementara itu, metode *crashing* dilakukan dengan menambahkan jam kerja lembur pada tenaga kerja yang terlibat dalam pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Penambahan jam lembur ini dilakukan sesuai dengan ketentuan peraturan ketenagakerjaan yang berlaku, yaitu maksimal dua jam per hari. Penambahan waktu kerja ini berimplikasi pada peningkatan produktivitas pekerja, sehingga waktu penyelesaian setiap item pekerjaan menjadi lebih cepat. konsekuensinya, total durasi proyek dapat dipersingkat secara signifikan dibandingkan durasi kontrak awal. Namun demikian, metode ini menyebabkan peningkatan pada biaya langsung proyek, terutama pada komponen upah tenaga kerja karena adanya perhitungan upah lembur yang tarifnya lebih tinggi dibandingkan upah reguler.

Secara umum, hasil dari penerapan kedua metode optimasi menunjukkan bahwa metode *fast track* lebih unggul dari segi efisiensi biaya karena tidak menyebabkan kenaikan anggaran, namun terbatas dalam penurunan durasi. Sebaliknya, metode *crashing* memberikan dampak percepatan yang lebih besar terhadap durasi proyek, namun dengan konsekuensi peningkatan biaya. Oleh karena itu, pemilihan metode optimasi yang paling tepat sangat bergantung pada prioritas utama proyek, apakah lebih menekankan pada efisiensi biaya atau percepatan waktu penyelesaian. Studi ini menyimpulkan bahwa dalam konteks proyek PLTM Pusaka-1, metode

crashing menjadi pilihan yang lebih optimal jika percepatan waktu menjadi tujuan utama pelaksanaan proyek, sedangkan metode *fast track* dapat dipilih apabila efisiensi biaya menjadi fokus utama. Untuk detail mengenai rencana anggaran biaya dan waktu penyelesaian proyek dapat dilihat lebih jelas pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Durasi Dan Biaya Pada Masing-Masing Alternatif Percepatan Proyek

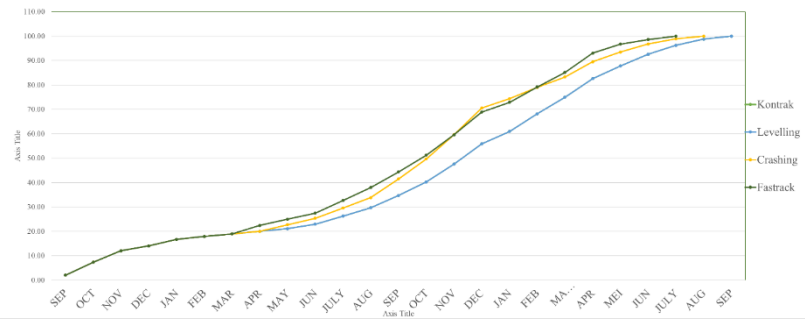
No	Alternatif	Rencana Anggaran Biaya (Tanpa PPN 10%)		Efisiensi Biaya (%)	Durasi (Hari)	EfektivitasDurasi (%)
1	Kontrak	Rp	92,562,558,973.00	-	757	-
2	*Resource Levelling*	Rp	91,547,406,656.00	1.10%	757	0.0%
3	*Crashing*	Rp	89,565,622,448.00	3.24%	718	5.2%
4	*Fast track*	Rp	91,147,406,656.00	1.53%	707	6.6%

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap dua alternatif optimasi, yaitu metode *fas ttrack* dan *crashing*, diperoleh bahwa metode *fast track* menghasilkan total biaya proyek sebesar Rp91.147.406.656,00 dengan efisiensi biaya sebesar 1,53%. Sementara itu, metode *crashing* yang dilakukan melalui penambahan waktu lembur selama 2 jam menghasilkan total biaya sebesar Rp89.565.622.448,00 dengan efisiensi biaya mencapai 3,24%. Perbandingan ini menunjukkan bahwa dari sisi efisiensi biaya, metode *crashing* lebih unggul dibandingkan dengan *fast track*. Namun, apabila dilihat dari sisi durasi proyek, metode *fast track* mampu menyelesaikan proyek dalam waktu 707 hari, atau lebih cepat 57 hari dari durasi kontrak, dengan efektivitas waktu sebesar 6,6%. Di sisi lain, metode *crashing* menyelesaikan proyek dalam waktu 718 hari, atau 39 hari lebih cepat dari waktu kontrak, dengan efektivitas durasi sebesar 5,2%. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode *fast track* memiliki keunggulan dari segi efektivitas dalam hal percepatan waktu pelaksanaan, sedangkan metode *crashing* lebih unggul dari segi efisiensi biaya.

4.1 Perbandingan Kurva S

Dalam melakukan penyusunan suatu kurva-s yang baik, proses ini diawali dengan penyiapan data yang diperoleh dari total biaya proyek serta rincian dari biaya pada tiap item pekerjaan. Setelah memperoleh data biaya dari keseluruhan pekerjaan maka dapat dilakukan perhitungan dari bobot tiap pekerjaan terhadap total biaya akhir dari proyek. Selanjutnya hal yang dilakukan adalah dengan pendistribusian bobot pada tiap minggu pekerjaan sesuai dengan durasi proyek. Lalu hal yang dilakukan setelah itu adalah dengan pendistribusian, selanjutnya dilakukan penjumlahan bobot kegiatan secara kumulatif setiap satuan waktu. Kemudian melakukan *plotting* dari data kumulatif tersebut sehingga menjadi grafik kurva-s [16].

Dampak dari optimasi percepatan proyek menggunakan metode *fast track* dan *crashing* dapat dianalisis melalui perubahan pada Kurva S, karena penyesuaian biaya akan memengaruhi bobot kumulatif. Grafik perbandingan Kurva S dari kedua metode percepatan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Kurva S Proyek PLTM Pusaka-1

Berdasarkan Gambar 6, hasil analisis kurva S menunjukkan bahwa proyek berakhir pada bulan September, sebagaimana terlihat pada garis kontrak berwarna hijau muda yang sejajar dengan garis metode *levelling* berwarna biru, menandakan bahwa kedua metode tersebut memiliki durasi pelaksanaan yang sama. Metode *fast track*, yang ditandai dengan garis berwarna hijau tua, menunjukkan percepatan pelaksanaan proyek dengan penyelesaian yang tercapai pada bulan Juli. Sementara itu, metode *crashing* yang ditunjukkan oleh garis berwarna kuning mengindikasikan bahwa proyek selesai pada bulan Agustus. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode *fast track* lebih unggul dari segi efisiensi waktu, karena mampu mempercepat penyelesaian Proyek PLTM Pusaka-1 hingga dua bulan lebih awal dibandingkan durasi kontrak awal.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa optimasi Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Pusaka-1, diperoleh bahwa sumber daya proyek terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu sumber daya manusia dan alat berat. Optimasi dilakukan dengan dua metode, untuk metode *fast track* didapatkan efisiensi biaya akhir sebesar 1.53% dan efektivitas durasi sebesar 6.5%. Adapun pada metode *crashing* dengan penambahan jam lembur selama 2 jam per hari, diperoleh efisiensi biaya sebesar 3,24% dan efektivitas durasi proyek mencapai 5,2%. Jika dibandingkan dengan alternatif lainnya, metode *crashing* menunjukkan keunggulan dalam hal penghematan biaya. Namun, dari sisi percepatan waktu penyelesaian proyek, metode *fast track* terbukti lebih efektif dibandingkan *crashing*.

Daftar Pustaka

[1] A. M. Ghazali and M. Wahid, *Fikih energi terbarukan : pandangan dan respons Islam atas pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)*. 2017.

[2] M. Teguh Pamudji, A. W. Kencono, and S. Mujiyanto, *Pemodelan dan Prakiraan Penyediaan dan Pemanfaatan Migas, Batu Bara, EBT & Listrik*. 2015. [Online]. Available: https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-pemodelan-dan-prakiraan-penyediaan-dan-pemanfaatan-migas-batubara-ebt-listrik.pdf

[3] A. Y. Wibowo, “Strategi pengembangan energi baru terbarukan dalam rangka ketahanan energi,” pp. 1–87, 2023.

[4] J. Dharyatriputri, "Jurnal Talenta Sipil Studi Manajemen Konstruksi Bangunan Spillway dan Intake pada," vol. 7, no. 2, pp. 649–657, 2024, doi: 10.33087/talentasipil.v7i2.573.

[5] ER Simanungkalit, "STUDI MANAJEMEN PROYEK PEMBANGUNAN MAIN DAM PADA BENDUNGAN BULANGO ULU DENGAN METODE FAST TRACK DAN CRASHING.," *Syntax*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.

[6] A. Husen, *Ir. Abrar Husen, MT*. 2009.

[7] J. D. Hutagaol, M. A. Wibowo, and T. D.S., "PERBANDINGAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM), PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM), DAN LINE OF BALANCE (LOB) TERHADAP PROYEK REPETITIF," pp. 17–23, 2023.

[8] Bappebti, "Laporan Kinerja 2023 Bappebti," pp. 1–92, 2024.

[9] A. R. Yahya, "Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Dengan Metode Resource Levelling (Analysis Of Labor Requirements Using The Resource Levelling Method) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gereja Katolik Santa Maria Penolong Abadi, Samarinda, Kalimantan Timur)," 2022, [Online]. Available: htthttps://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/38546?show=full

[10] Danu Damarjati, "Analisis Penggunaan Sumber Daya Manusia Dengan Metode Resource Levelling Studi Kasus Proyek Pembangunan Kost Supargiono Gondokusuman, Yogyakarta," pp. 1–63, 2021, [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/36419

[11] Pratama, "Struktural Gedung 3 Lantai (Implementation the Concept of 4D Bim Planning Phase in Acceleration Time of Project on Three Floor Building Structural)," 2022.

[12] L. Aisiyah Sutciana and I. H. Togi Nainggolan, "Pembangunan Gedung Laboratorium Vokasi dan Industri Kreatif Vokasi Tahap I Universitas Brawijaya)," *e-journal Gelagar*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2020.

[13] B. F. Tombokan, G. Y. Malingkas, and P. A. K Pratasis, "Analisis Hubungan Pekerjaan Dan Lintasan Kritis Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Sam Ratulangi Tondano Menggunakan Metode Precedence Diagram Method," *J. Unsrat Tekno*, vol. 20, no. 82, pp. 1041–1050, 2022, [Online]. Available: https://ejournal.unsrat.ac.id/

[14] F. G. A. Ningrum, W. Hartono, and Sugiyarto, "Pengertian Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek," *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, pp. 583–591, 2017.

[15] Menakertrans, "Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP. 102/ MEN/ V1/ 2004," no. 102, 2004.

[16] Ariyanto Ismail Mobiliu, "Perencanaan Kurva S Dan Perhitungan Kembali Struktur Balok, Kolom Dan Metode Pelaksanaan Pada Bangunan Plaza Ratahan," *Tugas Akhir*, pp. 1–25, 2016.