OPTIMALISASI ALOKASI SUMBER DAYA MANUSIA DENGAN PENERAPAN METODE PRECEDENCE DIAGRAM METHOD PADA PROYEK REKONSTRUKSI JALAN

Muhammad Syarif Hidayatullah [1], Lila Ayu Ratna Winanda[2], Maranatha Wijayaningtyas[3]
[123)] Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : syarifrider13@gmail.com [1]

ABSTRACT

This study analyzes time acceleration and cost impacts on the Rajekwesi Kalipare–Donomulyo road reconstruction project using the Precedence Diagram Method (PDM) and human resource optimization based on workload balancing and worker productivity. Employing a quantitative descriptive methodology with BoQ and technical drawings data, analysis via Microsoft Project and Excel evaluated three acceleration alternatives: (1) added equipment/workers, (2) extended work hours, and (3) simultaneous execution of similar tasks at three points. Results show the original 69-day duration can be reduced to 55 days (Alt 1), 64 days (Alt 2), and 67 days (Alt 3), but with cost increases from Rp2,437,614,513.92 to Rp2,604,160,281.51 (+6.83%), Rp2,536,240,546.97 (+4.05%), and Rp2,714,391,506.94 (+11.35%) respectively. The acceleration reduces duration yet raises costs, necessitating balanced consideration of time efficiency and budget constraints when selecting alternatives.

Keywords : *Execution Duration, HR Optimization, PDM, Project Acceleration, Project Cost,*.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis percepatan waktu dan dampak biaya pada proyek rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare–Donomulyo Kabupaten Malang menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan optimasi sumber daya manusia berdasarkan workload balancing dan produktivitas. Dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dan data RAB serta gambar kerja, analisis menggunakan Microsoft Project dan Excel menguji tiga alternatif percepatan: (1) penambahan alat dan pekerja, (2) penambahan satu jam kerja, dan (3) pekerjaan sejenis bersamaan di tiga titik. Hasilnya, durasi awal 69 hari dapat dipersingkat menjadi 55 hari (alt.1), 64 hari (alt.2), dan 67 hari (alt.3), namun diiringi kenaikan biaya dari Rp2.437.614.513,92 menjadi Rp2.604.160.281,51 (naik 6,83%), Rp2.536.240.546,97 (naik 4,05%), dan Rp2.714.391.506,94 (naik 11,35%) secara berurutan, menunjukkan bahwa percepatan berimplikasi pada peningkatan biaya sehingga pemilihan alternatif harus mempertimbangkan keseimbangan efisiensi waktu dan beban anggaran.

Kata kunci : *Biaya Proyek, Durasi Pelaksanaan, Optimalisasi SDM, PDM, Percepatan Proyek*.

1. PENDAHULUAN

Manajemen proyek konstruksi di Indonesia semakin kompleks, menuntut perencanaan dan pengendalian efektif, terutama dalam mengelola sumber daya seperti SDM, material, dan waktu. Infrastruktur jalan memegang peran vital dalam mobilitas dan pertumbuhan ekonomi. Untuk memastikan kelancaran proyek, penjadwalan yang akurat sangat penting, dengan berbagai metode seperti Precedence Diagram Method (PDM) yang menawarkan fleksibilitas dalam menunjukkan hubungan logis antar aktivitas.

Optimalisasi sumber daya manusia merupakan tantangan krusial dalam proyek konstruksi, di mana ketersediaan tenaga kerja yang terbatas dan fluktuatif sering mengganggu penjadwalan. Pengelolaan tenaga kerja yang efisien melalui distribusi yang merata sangat penting untuk memastikan proyek selesai tepat waktu dan meminimalkan pemborosan.

Penelitian ini memfokuskan pada penerapan PDM dan optimalisasi SDM dalam Proyek Rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare - Donomulyo, Malang. Tujuannya adalah untuk menganalisis bagaimana kombinasi penjadwalan logis dan distribusi beban kerja yang seimbang dapat meminimalkan risiko keterlambatan dan inefisiensi, serta memberikan kontribusi praktis dan teoritis untuk perencanaan proyek infrastruktur di masa mendatang.

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu upaya strategis dalam meningkatkan konektivitas wilayah dan mempercepat pertumbuhan ekonomi daerah. Proyek Rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare – Donomulyo di Kabupaten Malang menjadi salah satu contoh proyek konstruksi yang menuntut perencanaan matang, pengelolaan sumber daya yang efisien, serta pengendalian waktu dan biaya secara ketat agar tujuan pembangunan tercapai sesuai target.

2. DASAR TEORI

Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi adalah suatu proses pengelolaan yang melibatkan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengawasan, dan pengendalian seluruh aspek proyek konstruksi untuk mencapai tujuan proyek secara efektif dan efisien. Tujuan utama dari manajemen ini adalah untuk memastikan proyek selesai tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Manajemen proyek konstruksi mencakup koordinasi berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, material, peralatan, dan metode kerja, serta berperan penting dalam mengantisipasi risiko, menyelesaikan konflik, dan mengendalikan perubahan yang terjadi selama pelaksanaan proyek. (Hafnidar A. Rani 2016)

Jenis-Jenis Proyek Konstruksi

Proyek kontruksi dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat dan tujuannya menjadi beberapa jenis yaitu (Ervianto 2002):

1. Proyek Konstruksi Bangunan.
   Proyek konstruksi bangunan bertujuan membangun struktur fisik untuk kebutuhan hunian, komersial, atau institusional. Proyek ini berfokus pada desain arsitektur yang estetis dan fungsional, dengan skala bervariasi dari rumah sederhana hingga gedung pencakar langit.
2. Proyek Konstruksi Infrastruktur.
   Proyek konstruksi infrastruktur berfokus pada pembangunan fasilitas publik yang mendukung mobilitas, ekonomi, dan kesejahteraan masyarakat. Tujuannya adalah menciptakan struktur yang tahan terhadap beban berat dan kondisi lingkungan ekstrem. Proyek ini berskala besar, berdurasi panjang, dan memerlukan anggaran tinggi yang sering didanai oleh pemerintah atau lembaga internasional.
3. Proyek Konstruksi Industri.
   Proyek konstruksi industri berfokus pada pembangunan fasilitas produksi, pengolahan, atau distribusi skala besar seperti pabrik dan pembangkit listrik. Tujuan utamanya adalah integrasi sistem kompleks (mekanis, elektrikal, proses industri) sambil menjamin keamanan operasional dan kepatuhan lingkungan.

Sumber Daya Dalam Proyek

Sumber daya dalam proyek mencakup segala sesuatu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek, baik yang bersifat fisik maupun nonfisik. Sumber daya tersebut meliputi sumber daya manusia, material, peralatan, uang, informasi, dan waktu. Sumber daya manusia merupakan komponen terpenting karena mereka yang menjalankan semua kegiatan proyek melalui keterampilan, pengetahuan, dan sikap kerja yang dimiliki. Efektivitas pengelolaan semua sumber daya ini sangat menentukan keberhasilan proyek, sehingga diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian yang tepat agar penggunaannya efisien, tidak boros, dan selaras dengan tujuan proyek. Supriadi Siagian (2023).

Perencanaan Proyek

Menurut Alfida Aziz (2022) dan tim penulis dalam buku "Manajemen Proyek (Tinjauan Teori dan Praktis)" perencanaan proyek adalah tahap awal dalam pelaksanaan manajemen proyek yang bertujuan untuk mempersiapkan semua tugas program, teknis, dan administratif agar dapat dilaksanakan secara aktual. Perencanaan ini meletakkan dasar tujuan dan sasaran untuk implementasi program teknis dan administrasi. Tujuan utama perencanaan adalah untuk memenuhi semua persyaratan dan spesifikasi proyek yang telah ditetapkan, termasuk anggaran, mutu, dan ketepatan waktu, serta menjaga faktor-faktor lain demi kelancaran proyek. Konsep perencanaan tahap pelaksanaan meliputi kajian gambaran besar dan perincian teknis proyek untuk evaluasi dan penyempurnaan, serta analisis detail mengenai kompleksitas pekerjaan, kebutuhan material, peralatan, dan tenaga kerja.

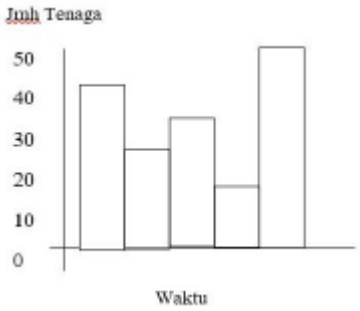
Optimalisasi Sumber Daya Manusia

Optimalisasi adalah tindakan menjadikan sesuatu lebih sempurna atau efektif untuk memaksimalkan keuntungan dan mencapai tujuan, demikian menurut KBBI. Dalam proyek konstruksi, optimalisasi sumber daya manusia (SDM) berarti menempatkan, mengatur, dan memanfaatkan tenaga kerja secara efisien agar proyek mencapai target mutu, waktu, dan biaya. Penting untuk mempertimbangkan kemampuan, pengalaman, dan kapasitas individu untuk mencapai produktivitas maksimal (Soeharto 1999). SDM adalah aset strategis yang mencakup potensi, kompetensi, kreativitas, dan motivasi, yang perlu dikembangkan melalui perencanaan, pelatihan, pengembangan, dan insentif yang tepat. Marbawi Adamy (2016) menambahkan bahwa pendekatan manusiawi, komunikasi efektif, dan kepemimpinan inspiratif juga krusial untuk membentuk tim yang solid dan berkomitmen pada keberhasilan proyek.

Perataan Sumber Daya

Menurut Dr. Ir. Putri Lynna A. Luthan(2017) dalam bukunya "Manajemen Konstruksi Dengan Aplikasi

Microsoft Project", perataan sumber daya adalah upaya untuk mengatasi fluktuasi penggunaan sumber daya yang tidak efisien dalam jadwal proyek. Seringkali, setelah menyusun jadwal, ditemukan bahwa kebutuhan tenaga kerja (atau sumber daya lain) sangat bergelombang; ada hari-hari di mana pekerja tidak memiliki tugas, sementara pada hari lain banyak pekerja dibutuhkan hanya untuk waktu singkat, menyebabkan grafik kebutuhan kerja naik-turun. Kondisi fluktuasi ini tidak menguntungkan, karena perusahaan harus menanggung kerugian dengan tetap membayar pekerja tanpa tugas atau memindahkan mereka ke proyek lain. Grafik sumber daya yang ideal adalah yang menunjukkan jumlah tenaga kerja (a) meningkat dari awal proyek, (b) rata, (c) banyak kemudian sedikit demi sedikit menurun, atau (d) naik kemudian turun (semula sedikit kemudian meningkat dan kembali sedikit sampai akhir proyek). Untuk mencapai grafik tenaga kerja yang baik, perlu dilakukan penyesuaian jadwal kegiatan. Penyesuaian ini sebaiknya hanya dilakukan pada kegiatan yang tidak berada di jalur kritis, dengan cara memundurkan atau memajukan sesuai dengan waktu tunda (float) yang tersedia. Waktu tunda ini menjadi penentu fleksibilitas bagi perencana dalam usaha meratakan penggunaan tenaga kerja.

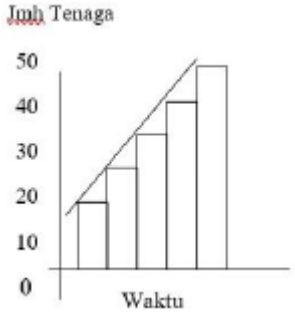


Gambar 1. Pola Distribusi Sumber Daya Berfluktuasi
Sumber: (Luthan and Syafriandi 2017)

Grafik tenaga kerja yang ideal menunjukkan pola penggunaan sumber daya yang dinamis: rendah di awal, memuncak di fase inti, dan menurun menjelang akhir proyek. Untuk mencapainya, penjadwalan ulang aktivitas dilakukan dengan hati-hati. Kegiatan pada jalur kritis harus dipertahankan jadwal awalnya, sementara penyesuaian hanya dilakukan pada kegiatan non-kritis dengan memanfaatkan waktu tunda (float) untuk memundurkan atau memajukan waktu pelaksanaan tanpa memengaruhi tenggat tugas berikutnya. Float ini penting dalam meratakan distribusi tenaga kerja, mengoptimalkan alokasi sumber daya tanpa mengorbankan waktu penyelesaian proyek.

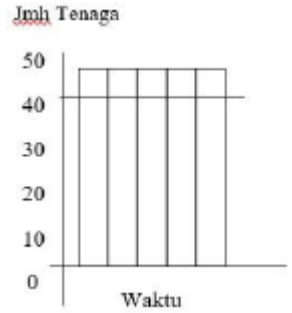
Berikut beberapa pola distribusi tenaga kerja ideal selama pelaksanaan proyek :

1. Pola kebutuhan sumber daya proyek umumnya dimulai dengan jumlah tenaga kerja yang sedikit dan meningkat secara bertahap seiring berjalannya waktu.



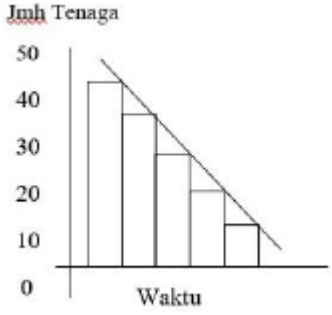
Gambar 2. Pola Distribusi Sumber Daya Ideal (Meningkat)
Sumber: (Luthan and Syafriandi 2017)

2. Pola kebutuhan sumber daya tetap menunjukkan jumlah tenaga kerja yang tidak berubah dari awal hingga akhir proyek.



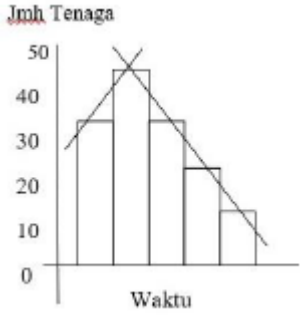
Gambar 3. Pola Distribusi Sumber Daya Ideal (Tetap)
Sumber: (Luthan and Syafriandi 2017)

3. Pola kebutuhan sumber daya ini menunjukkan jumlah tenaga kerja yang tinggi di awal proyek dan menurun secara bertahap seiring waktu.



Gambar 4. Pola Distribusi Sumber Daya Ideal (Menurun)
Sumber: (Luthan and Syafriandi 2017)

4. Pola ini menunjukkan jumlah tenaga kerja sedang di awal, meningkat di pertengahan proyek, lalu menurun bertahap hingga akhir.



Gambar 5. Pola Distribusi Sumber Daya Ideal (Meningkat Kemudian Menurun)
Sumber: (Luthan and Syafriandi 2017)

Penjadwalan Proyek

Menurut Ir. Irika Widiasanti, M.T. dan Lenggogeni, M.T. dalam buku "Manajemen Konstruksi"(2013), penjadwalan proyek dalam konteks proyek konstruksi diartikan sebagai perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan guna menyelesaikan suatu proyek. Penjadwalan ini mencakup penentuan urutan aktivitas serta kerangka waktu tertentu di mana setiap aktivitas harus dilaksanakan. Tujuannya adalah agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan dengan biaya yang ekonomis. Skala proyek yang besar meningkatkan kompleksitas penjadwalan akibat besarnya dana, sumber daya, keragaman aktivitas, dan durasi panjang. Untuk mengimplementasikan penjadwalan secara efektif, diperlukan metode teknis khusus serta keahlian scheduler yang didukung software komputer guna mencapai hasil optimal (Husen, 2010).

Alat Bantu Penjadwalan

Menurut A.F. Setiawan, Microsoft Project merupakan salah satu alat bantu penjadwalan proyek yang sangat efektif dalam perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian kegiatan proyek secara sistematis. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk menyusun daftar kegiatan, menetapkan hubungan antar aktivitas, mengatur durasi pekerjaan, serta mengalokasikan sumber daya seperti tenaga kerja dan biaya secara lebih akurat dan terintegrasi. Selain itu, Microsoft Project juga menyediakan visualisasi dalam bentuk Gantt Chart dan Network Diagram yang memudahkan dalam memantau perkembangan proyek dan mengidentifikasi jalur kritis yang menentukan durasi proyek secara keseluruhan. Dengan kemampuannya ini, Microsoft Project menjadi alat bantu yang esensial dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen proyek konstruksi (Setiawan, 2009).

Precedence Diagram Method (PDM)

Metode Precedence Diagram Method (PDM) adalah teknik penjadwalan proyek berbasis Activity-on-Node (AON), di mana setiap aktivitas digambarkan sebagai simpul dan hubungan antar aktivitas ditunjukkan dengan panah. Dibanding metode CPM klasik atau diagram panah, PDM lebih unggul karena mampu menampilkan empat jenis ketergantungan antar kegiatan (Finish to Start, Start to Start, Finish to Finish, dan Start to Finish), sehingga jadwal dapat disesuaikan lebih realistis dengan kondisi lapangan (Soeharto, 1999). Selain itu, PDM memudahkan perencanaan dan pengendalian proyek melalui representasi visual yang fleksibel, terutama dengan bantuan perangkat lunak seperti Microsoft Project (Husen, 2010), menjadikannya metode yang efektif untuk proyek konstruksi yang kompleks dan dinamis.

Komponen PDM

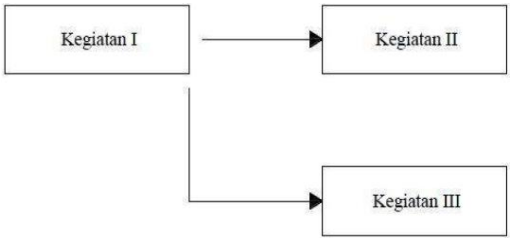
Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dengan node yang berbentuk kotak segi empat. Definisi dan peristiwa sama seperti CPM, hanya perlu ditekankan pada PDM kotak tersebut menandai sebagai kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut. Beberapa atribut yang dicantumkan diantaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan yakni Early Start (ES), Latest Start (LS), Early Finish (EF), Latest Finish (LF).



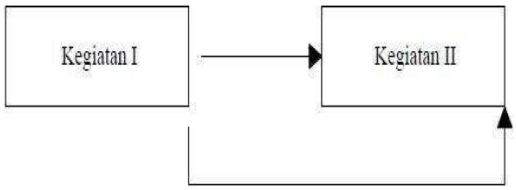
Gambar 6. Denah Pada Node PDM
Sumber: (Soeharto 1999)

Tanda Konstrain Dalam Jaringan Kerja

Pada PDM dicantumkan anak panah yang menghubungkan dua kegiatan. Terkadang dijumpai satu kegiatan yang memiliki hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan atau multikonstrain yaitu dua kegiatan dihubungkan oleh lebih dari satu konstrain..



Gambar 7. Suatu Kegiatan Terhubung Pada Banyak Kegiatan
Sumber: (Soeharto 1999)

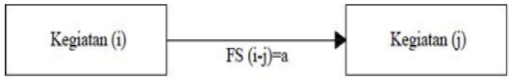


Gambar 8. Multikonstrain Antar Kegiatan
Sumber: (Soeharto 1999)

Hubungan Antar Kegiatan (Konstrain)

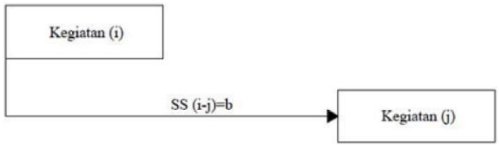
PDM tidak terbatas aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Setiap node memiliki dua ujung, yaitu awal atau mulai (S) dan ujung akhir atau selesai (F), maka ada empat macam hubungan overlapping atau konstrain yaitu selesai ke mulai (FS), mulai ke mulai (SS), selesai ke selesai (FF), dan mulai ke selasai (SF).Pada garis konstrain dicantumkan mengenai lead dan lag. Lead adalah jumlah waktu yang mendahului dari suatu periode kegiatan J sesudah kegiatan I sebelum selesai, pada hubungan FS dan FF. Lag adalah jumlah waktu tunggu dari suatu periode kegiatan J terhadap kegiatan I telah dimulai, Pada hubungan SS dan SF. Empat macam hubungan overlapping yaitu (Soeharto 1999):

1. Hubungan finish to start (FS)
   Hubungan ini memberikan penjelasan mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS (i-j) = a, yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai. A disebut juga lead time.



Gambar 9. Denah FS Pada Node PDM
Sumber: (Soeharto 1999)

2. Hubungan start to start (SS)
   Hubungan ini memberikan penjelasan mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terlebih dahulu. Dirumuskan SS (i-j) = b yang berarti kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan yang terdahulu (i) mulai. B disebut juga lag time.



Gambar 10. Denah SS Pada Node PDM
Sumber: (Soeharto 1999)

3. Hubungan finish to finish (FF)
   Hubungan ini memberikan penjelasan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu atau FF (i-j) = c yang berarti kegiatan (j) selesai setelah c yang terdahulu (i) selesai. c disebut juga sebagai lead time.



Gambar 11. Denah FF Pada Node PDM
Sumber: (Soeharto 1999)

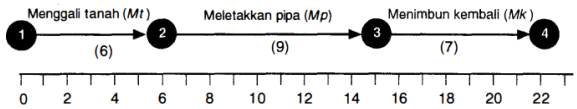
4. Hubungan start to finish (SF)
   Hubungan ini memeberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dengan SF (i-j) = d yang berarti kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. D disebut juga lag time.



Gambar 12. Denah SF Pada Node PDM
Sumber: (Soeharto 1999)

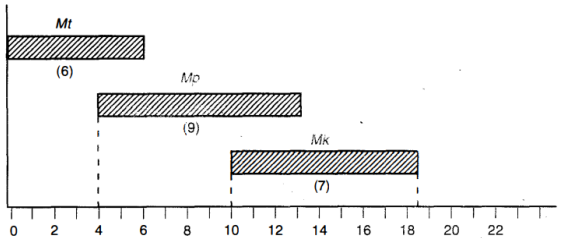
Menyusun Network Diagram PDM

PDM suatu Proyek terdiri dari tiga kegiatan lengkap dengan atribut dan parameter yang bersangkutan, yang semula disajikan dalam Activiry on Arrow (AOA)(Soeharto 1999).



Gambar 13. Kegiatan Dikerjakan Berututan
Sumber: (Soeharto 1999)

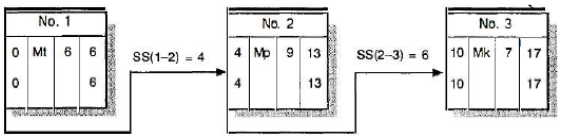
Kegiatan pada gambar diatas dikerjakan berutuan dan proyek selesai dalam waktu 22 hari. Sedangkan potensi penghematan waktu, dijelaskan dengan metode bagan balok (Bar Chart).



Gambar 14. Bar Chart Tumpang Tindih
Sumber: (Soeharto 1999)

Pada gambar di atas disajikan kegiatan dengan bagan balok yang dikerjakan tumpeng tindih sehingga menghasilkan waktu yang lebih singkat menjadi 18 hari . Hal ini sisebabkan adanya tumpeng tindih antara kegiatan Mt dengan Mp dan Mp dengan Mk, yaitu setelah Mt berjalan selama 4 hari maka kegiatan Mp

mulai (Soeharto 1999). Demikian halnya dengan Mk terhadap Mp, yaitu setelah Mp berjalan 6 hari mulailah kegiatan Mk. Jadi mulainya kegiatan yang satu tidak menunggu kegiatan yang lain selesai 100%.



Gambar 15. Activity On Node
Sumber: (Soeharto 1999)

Identifikasi Jalur Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat satu hari saja, sedang kegiatan-kegiatan lainnya tidak terlambat, maka proyek akan mengalami keterlambatan selama satu hari.

Jalur dan kegiatan kritis pada PDM mempunyai sifat seperti CPM, sehingga proses identifikasi dan perhitungannya sama dengan CPM. Ciri-ciri kegiatan kritis yaitu:

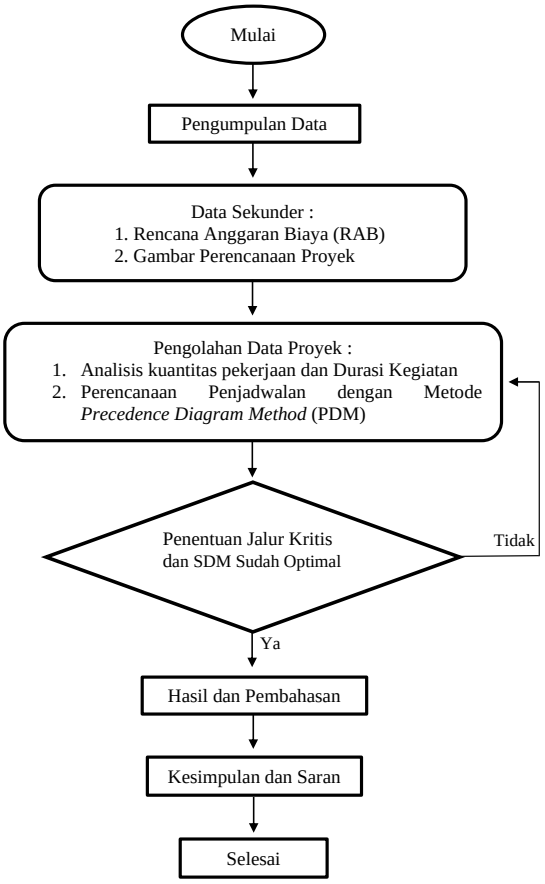
1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama (ES=LS).
2. Waktu selessai paling awal dan akhir harus sama (EF=LF).
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal (LF-ES=D).
4. Bila hanya sebagaian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Pengendalian Proyek

Penjadwalan proyek adalah elemen krusial hasil perencanaan yang memberikan informasi tentang jadwal rencana, kemajuan proyek, kinerja sumber daya (biaya, tenaga kerja, peralatan, material), durasi, dan progres waktu penyelesaian. Proses ini melibatkan penyusunan detail kegiatan dan hubungan antar-kegiatan untuk memfasilitasi evaluasi pelaksanaan. Menurut Husen (2010), penjadwalan merupakan pengalokasian waktu guna menyelesaikan pekerjaan secara optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya. Selama pengendalian proyek, penjadwalan terus dimonitor dan di-update untuk memastikan alokasi sumber daya dan durasi tetap realistis sesuai tujuan proyek.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menganalisis kondisi proyek rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare–Donomulyo. Data RAB dan gambar kerja dianalisis dengan Microsoft Project dan Excel serta menerapkan Precedence Diagram Method (PDM) untuk penjadwalan dan mengintegrasikan optimalisasi SDM melalui workload balancing dan produktivitas. Penelitian ini juga mengevaluasi tiga alternatif percepatan proyek untuk membandingkan dampak kuantitatifnya terhadap durasi dan biaya.



Gambar 16. Diagram Alir Penelitian

4. PEMBAHASAN

Pengolahan Data Durasi Eksisting

Menghitung Volume Pekerjaan

Perhitungan volume dilakukan untuk setiap item pekerjaan berdasarkan data pendukung seperti gambar kerja dan detail proyek. Contohnya, untuk pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) pada jalan selebar 4 meter dan panjang 50 meter (dari STA 3+800 hingga STA 3+850) dengan ketebalan 4 cm dan berat jenis 2,27 ton/m³.

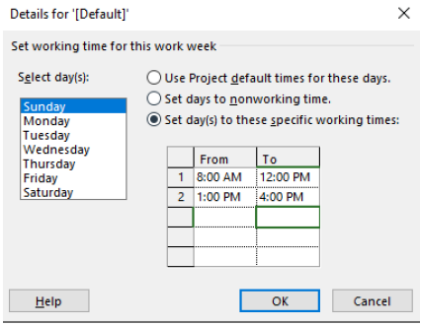
- Perhitungan Volume :
  Panjang x lebar x tebal x berat jenis
  50 x 4 x 0,04 x 2,27 = 18,16 ton

Dengan menggunakan cara perhitungan serupa, selanjutnya dilakukan perhitungan volume untuk pekerjaan yang lain.

Kalender Proyek

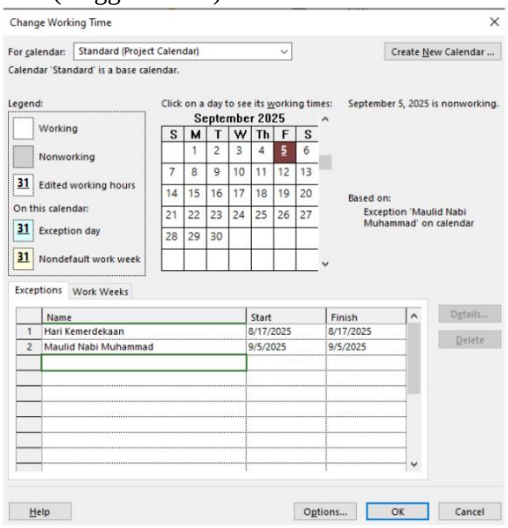
Penetapan kalender kerja merupakan langkah awal dalam penyusunan jadwal proyek. Pada Proyek Rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare–Donomulyo di Kecamatan Kalipare, digunakan kalender kerja 7 hari seminggu tanpa libur rutin, kecuali hari libur nasional.

Jam kerja ditetapkan 7 jam per hari, yakni pukul 08.00–12.00 WIB dan dilanjutkan pukul 13.00–16.00 WIB. Kalender ini dipilih untuk mencerminkan pelaksanaan proyek yang berkesinambungan agar durasi pekerjaan lebih mendekati kondisi lapangan.



Gambar 17. Jam Kerja Proyek
Sumber : Analisis Data

Melalui pengaturan Working Time pada Microsoft Project, ditetapkan sistem kerja selama 7 hari dalam seminggu dengan durasi kerja harian selama 7 jam. Hari libur hanya ditentukan pada tanggal 17 Agustus 2025 dan 9 September 2025, yang merupakan hari libur nasional (tanggal merah).



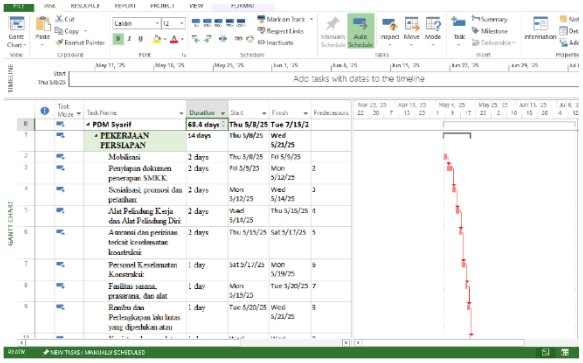
Gambar 18. Tampilan Waktu Kerja pada Ms Project
Sumber : Analisis Data

Menghitung Durasi Pekerjaan
Contoh perhitungan pada pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A menggunakan produktivitas alat berat:

1. Koefisien alat
   - Dump truck 6-8 m^3 = 0,35999
   - Motor grader > 100 Hp = 0,00262
   - Wheel loader 1-1,6 m^3 = 0,00704
   - Vibratory roller 5-8T = 0,00779
2. Asumsi jumlah alat
   - Dump truck 6-8 m^3 = 2 unit
   - Motor grader > 100 Hp = 1 unit
   - Wheel loader 1-1,6 m^3 = 1 unit
   - Vibratory roller 5-8T = 1 unit
3. Produktivitas alat
   - Dump truck 6-8 m^3
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 2 / 0,35999
     = 5,6 m^3 / jam
   - Motor grader > 100 Hp
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,00262
     = 381,2 m^3 / jam
   - Wheel loader 1-1,6 m^3
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,00704
     = 142 m^3 / jam
   - Vibratory roller 5-8T
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,00779
     = 128,4 m^3 / jam
4. Durasi Alat
   - Dump truck 6-8 m^3
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 5,51 / 5,6
     = 0,99 jam , dibulatkan menjadi 1 jam
   - Motor grader > 100 Hp
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 5,51 / 142
     = 0,039 jam , dibulatkan menjadi 1 jam
   - Vibratory roller 5-8T
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 5,51 / 128,4
     = 0,043 jam , dibulatkan menjadi 1 jam

Setelah menemukan durasi item pekerjaan dari alat berat di atas maka di ambil durasi yang paling besar yaitu dumptruck, jadi untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A di dapatkan durasi 1 jam pekerjaan.

Analisa Waktu Pekerjaan (Eksisting)
Setelah semua aktivitas beserta durasinya dimasukkan, Microsoft Project akan secara otomatis menghasilkan Gantt Chart, yaitu diagram berbentuk batang yang menunjukkan urutan pelaksanaan serta lama waktu dari setiap pekerjaan.



Gambar 18. Gantt Chart Ms Project
Sumber : Analisis Data

Berdasarkan RAB dan gambar kerja, jadwal awal Proyek Rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare –

Donomulyo di Kabupaten Malang direncanakan dari 8 Mei hingga 13 Juli 2025, dengan total durasi 66 hari kalender. Durasi ini mencakup semua tahapan dari persiapan hingga finishing, tersusun berdasarkan hubungan logis aktivitas dan optimalisasi sumber daya, serta akan menjadi dasar evaluasi efisiensi waktu dan biaya.

Pengolahan Data Waktu Pekerjaan Menggunakan Metode PDM

Perhitungan volume dilakukan untuk setiap item pekerjaan berdasarkan

Pada analisa PDM ini dilakukan perhitungan waktu dan biaya dengan 3 alternatif percepatan yaitu :

1. Menambah jumlah pekerja dan alat
2. Menambah waktu kerja (1 jam)
3. Melakukan pekerjaan secara bersamaan pada titik lokasi yang lain

Penyusunan jadwal dengan metode PDM dalam studi ini mempertimbangkan data perencanaan awal dan jadwal existing sebagai pembanding untuk mengevaluasi efisiensi proyek. Hasil penjadwalan PDM berfungsi sebagai alternatif sekaligus alat evaluasi guna mengidentifikasi peluang perbaikan dalam durasi dan efisiensi biaya proyek.

Analisa Waktu Percepatan Alternatif 1 (Penambahan Alat dan Pekerja)

Analisa Durasi Pekerjaan

Dalam analisa PDM dilakukan penyesuaian jumlah alat dan pekerja untuk menghasilkan durasi pekerjaan yang efisien. Contoh perhitungan durasi metode PDM pada pekerjaan galian batu menggunakan produktivitas alat berat:

1. Koefisien alat
   - Excavator 80-140 HP = 0,01012
   - Rock drill breaker = 0,06311
   - Dump truck 6-8 m^3 = 0,24068
2. Asumsi jumlah alat
   - Excavator 80-140 HP = 1 unit
     Eksisting = 1 unit
   - Rock drill breaker = 1 unit
     Eksisting = 1 unit
   - Dump truck 6-8 m^3 = 5 unit
     Eksisting = 2 unit
3. Produktivitas alat
   - Excavator 80-140 HP
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,01012
     = 98,8 m^3 / jam
   - Rock drill breaker
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,06311
     = 15,8 m^3 / jam
   - Dump truck 6-8 m^3
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 5 / 0,24068
     = 20,8 m^3 / jam
4. Durasi Alat
   - Excavator 80-140 HP
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 397,06 / 98,8
     = 4,02 jam , dibulatkan menjadi 5 jam
   - Rock drill breaker
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 397,06 / 15,8
     = 25,06 jam , dibulatkan menjadi 26 jam
   - Dump truck 6-8 m^3
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 397,06 / 20,8
     = 19,11 jam , dibulatkan menjadi 20 jam

Setelah menemukan durasi item pekerjaan dari alat berat di atas maka di ambil durasi yang paling besar yaitu rockdrill, jadi untuk pekerjaan galian batu di dapatkan durasi 26 jam pekerjaan

Penentuan Hubungan Antar Aktivitas PDM Alternatif 1

Penyusunan jadwal dengan metode PDM pada Proyek Rekonstruksi Jalan Rajekwesi Kalipare–Donomulyo memungkinkan hubungan antar aktivitas lebih fleksibel, tidak terbatas pada Finish to Start (FS), tetapi juga mencakup SS, FF, dan SF, serta penggunaan lag atau lead time.

Tabel 1. Daftar Hubungan Antar Aktivitas Jadwal PDM

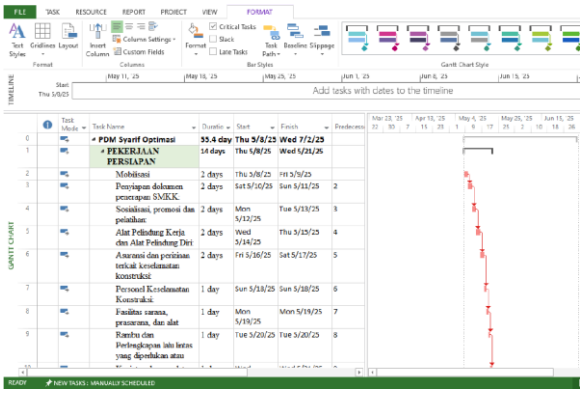
No	Pekerjaan	Durasi	Predecessor
I	**Pekerjaan Persiapan**		
1	Mobilisasi	2	-
2	Penyiapan dokumen penerapan SMKK:	2	1
3	Sosialisasi, promosi dan pelatihan:	2	2
4	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	2	3
5	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi:	2	4
6	Personel Keselamatan Konstruksi:	1	5
7	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan:	1	6
8	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas:	1	7
9	Kegiatan dan peralatan terkait Pengendalian Risiko	1	8
II	**Pekerjaan Drainase**		
10	Box Culvert Monolit 80x80x11 cm	2	13
III	**Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik**		
11	Galian Batu	7	25
12	Timbunan Pilihan dari sumber galian	3	10

13	Timbunan Pasir untuk perata	1	11
IV	**Pekerjaan Perkerasan Berbutir**		
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1	20
V	**Pekerjaan Perkerasan Aspal**		
15	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi	2	14
16	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	1	15
17	Laston Lapis Aus (AC-WC)	2	16
18	Laston Lapis Antara (AC-BC)	4	17
VI	**Pekerjaan Struktur**		
19	Beton struktur, fc'25 Mpa tanpa acuan	5	20SS
20	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa acuan	3	24FS+20%
21	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	8	22
22	Pasangan Batu	1	13
23	Pipa Avour PVC 2"	10	21
24	Acuan Beton untuk Struktur	12	21
VII	**Pekerjan Lain-Lain**		
24	Marka Jalan Bukan Termoplastik	1	18FS+3
25	Patok Pengarah	4	9

Sumber: Analisis Data

Input Data Ms Project Metode PDM Alternatif 1

Setelah menghitung durasi aktivitas dan menganalisa hubungan keterkaitan antar kegiatan, data tersebut dimasukkan kedalam Microsoft Project dan secara otomatis akan membentuk gantt chart atau diagram batang yang menggambarkan urutan dan durasi setiap pekerjaan.



Gambar 19. Gantt Chart Ms Project Metode PDM Alternatif 1
Sumber : Analisis Data

Tabel 2. Daftar Pekerjaan yang berada di Lintasan Kritis PDM Alternatif 1

No	Pekerjaan	Jalur Kritis
I	**Pekerjaan Persiapan**	
1	Mobilisasi	Ya
2	Penyiapan dokumen penerapan SMKK:	Ya
3	Sosialisasi, promosi dan pelatihan:	Ya
4	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	Ya
5	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi:	Ya
6	Personel Keselamatan Konstruksi:	Ya
7	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan:	Ya
8	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas:	Ya
9	Kegiatan dan peralatan terkait Pengendalian Risiko	Ya
II	**Pekerjaan Drainase**	
10	Box Culvert Monolit 80x80x11 cm	Ya
III	**Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik**	
11	Galian Batu	Ya
12	Timbunan Pilihan dari sumber galian	Ya
13	Timbunan Pasir untuk perata	Ya
IV	**Pekerjaan Perkerasan Berbutir**	
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Ya
V	**Pekerjaan Perkerasan Aspal**	
15	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi	Ya
16	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Ya
17	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ya
18	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ya
VI	**Pekerjaan Struktur**	
19	Beton struktur, fc'25 Mpa tanpa acuan	Ya
20	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa acuan	Ya
21	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Ya
22	Pasangan Batu	Ya
23	Pipa Avour PVC 2"	Ya
24	Acuan Beton untuk Struktur	Ya
VII	**Pekerjan Lain-Lain**	
24	Marka Jalan Bukan Termoplastik	Ya
25	Patok Pengarah	Ya

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan hasil penyusunan penjadwalan dengan metode precedence diagram method yang mengacu pada dan penjadwalan existing sebelumnya diketahui bahwa pelaksanaan proyek direncanakan dimulai pada tanggal 8 Mei 2025 dan selesai pada tanggal 30 Juni 2025. Dengan demikian, total durasi waktu pelaksanaan berdasarkan jadwal tersebut adalah selama 53 hari hari kerja. Durasi ini mencakup keseluruhan kegiatan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan hingga pekerjaan akhir, sebagaimana tercantum dalam urutan aktivitas pada jadwal proyek, sehingga terdapat selisih waktu 14 hari dari jadwal eksisting.

Analisa Waktu Percepatan Alternatif 2 (Penambahan)

Analisa Durasi Pekerjaan

Dalam analisa PDM ini dilakukan penyesuaian penambahan jam kerja untuk menghasilkan durasi pekerjaan yang efisien. Contoh perhitungan durasi metode PDM pada pekerjaan galian batu menggunakan produktivitas alat berat:

1. Koefisien alat
   - Excavator 80-140 HP = 0,01012
   - Rock drill breaker = 0,06311
   - Dump truck 6-8 m^3 = 0,24068
2. Asumsi jumlah alat
   - Excavator 80-140 HP = 1 unit
     Eksisting = 1 unit
   - Rock drill breaker = 1 unit
     Eksisting = 1 unit
   - Dump truck 6-8 m^3 = 2 unit
     Eksisting = 2 unit
3. Produktivitas alat
   - Excavator 80-140 HP
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,01012
     = 98,8 m^3 / jam
   - Rock drill breaker
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,06311
     = 15,8 m^3 / jam
   - Dump truck 6-8 m^3
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 2 / 0,24068
     = 8,3 m^3 / jam
4. Durasi Alat
   - Excavator 80-140 HP
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 397,06 / 98,8
     = 4,02 jam , dibulatkan menjadi 5 jam
   - Rock drill breaker
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 397,06 / 15,8
     = 25,06 jam , dibulatkan menjadi 26 jam
   - Dump truck 6-8 m^3
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 397,06 / 8,3
     = 47,78 jam , dibulatkan menjadi 48 jam

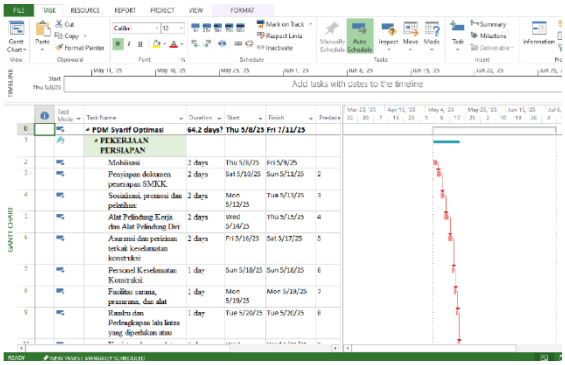
Setelah menemukan durasi item pekerjaan dari alat berat di atas maka di ambil durasi yang paling besar yaitu dumptruck, jadi untuk pekerjaan galian batu di dapatkan durasi 48 jam pekerjaan atau jika dibagi dengan 8 jam kerja (semula 7 jam kerja) maka menjadi 6 hari

Penentuan Hubungan Antar Aktivitas PDM Alternatif 2

Daftar hubungan antar aktivitas dilakukan sesuai dengan Tabel 1. karena tidak terdapat perubahan hubungan.

Input Data Ms Project Metode PDM Alternatif 2

Setelah menghitung durasi aktivitas dan menganalisa hubungan keterkaitan antar kegiatan, data tersebut dimasukkan kedalam Microsoft Project dan secara otomatis akan membentuk gantt chart atau diagram batang yang menggambarkan urutan dan durasi setiap pekerjaan.



Gambar 20. Gantt Chart Ms Project Metode PDM Alternatif 2
Sumber : Analisis Data

Tabel 3. Daftar Pekerjaan yang berada di Lintasan Kritis PDM Alternatif 2

No	Pekerjaan	Jalur Kritis
I	**Pekerjaan Persiapan**	
1	Mobilisasi	Ya
2	Penyiapan dokumen penerapan SMKK:	Ya
3	Sosialisasi, promosi dan pelatihan:	Ya
4	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	Ya
5	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi:	Ya
6	Personel Keselamatan Konstruksi:	Ya
7	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan:	Ya
8	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas:	Ya
9	Kegiatan dan peralatan terkait Pengendalian Risiko	Ya
II	**Pekerjaan Drainase**	
10	Box Culvert Monolit 80x80x11 cm	Ya
III	**Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik**	
11	Galian Batu	Ya
12	Timbunan Pilihan dari sumber galian	Ya
13	Timbunan Pasir untuk perata	Ya
IV	**Pekerjaan Perkerasan Berbutir**	
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Ya
V	**Pekerjaan Perkerasan Aspal**	
15	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi	Ya
16	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Ya
17	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ya

18	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ya
VI	**Pekerjaan Struktur**	
19	Beton struktur, fc'25 Mpa tanpa acuan	Ya
20	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa acuan	Ya
21	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Ya
22	Pasangan Batu	Ya
23	Pipa Avour PVC 2"	Ya
24	Acuan Beton untuk Struktur	Ya
VII	**Pekerjan Lain-Lain**	
24	Marka Jalan Bukan Termoplastik	Ya
25	Patok Pengarah	Ya

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan hasil penyusunan penjadwalan dengan metode precedence diagram method yang mengacu pada dan penjadwalan existing sebelumnya diketahui bahwa pelaksanaan proyek direncanakan dimulai pada tanggal 8 Mei 2025 dan selesai pada tanggal 9 Juli 2025. Dengan demikian, total durasi waktu pelaksanaan berdasarkan jadwal tersebut adalah selama 62 hari hari kerja. Durasi ini mencakup keseluruhan kegiatan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan hingga pekerjaan akhir, sebagaimana tercantum dalam urutan aktivitas pada jadwal proyek, sehingga terdapat selisih waktu 5 hari dari jadwal eksisting.

Analisa Waktu Percepatan Alternatif 3 (Pelaksanaan Pekerjaan Pengaspalan Pada 3 Titik Secara Bersamaan)

Analisa Durasi Pekerjaan

Dalam analisa PDM ini dilakukan pembagian pelaksaan pekerjaan menjadi 3 titik sesuai dengan lokasi pekerjaan. Adapun pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan adalah pekerjaan pengaspalan dan pekerjaan marka jalan. Durasi pekerjaan aspal (lapis resap pengikat) pada tiap titik dijabarkan sebagai berikut:

Titik 1:

Volume = 1197,65 liter

1. Koefisien
   - Asphalt distributor = 0,0002
   - Compressor = 0,0047
2. Jumlah alat
   - Asphalt distributor = 1 unit
     Eksisting = 1 unit
   - Compressor = 1 unit
     Eksisting = 1 unit
3. Produktivitas alat
   - Asphalt distributor
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,0002
     = 5100 m^3 / jam
   - Compressor
     = jumlat alat / koefisien alat
     = 1 / 0,0047
     = 211,2 m^3 / jam
4. Durasi Alat
   - Asphalt distributor
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 1197,65 / 5100
     = 0,23 jam , dibulatkan menjadi 1 jam
   - Compressor
     = volume pekerjaan / produktivitas alat
     = 1197,65 / 211,1
     = 5,67 jam , dibulatkan menjadi 6 jam

Diketahui bahwa durasi terbesar pada pekerjaan lapis resap pengikat sebesar 6 jam dan jika dibagi 7 jam perhari maka durasi pekerjaannya adalah 1 hari (durasi eksisting sebelum dipecah adalah 2 hari).

Penentuan Hubungan Antar Aktivitas PDM Alternatif 3

Daftar hubungan antar aktivitas ditampilkan sebagai berikut :

Tabel 4. Daftar Hubungan Antar Aktivitas Jadwal PDM

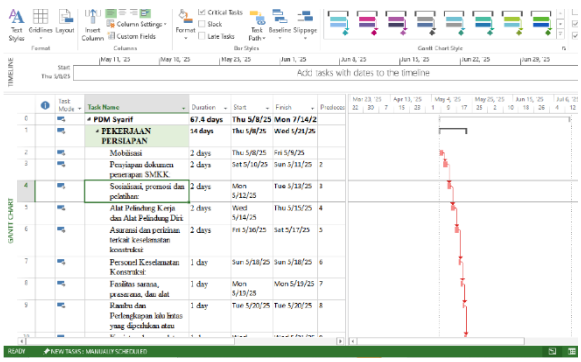
No	Pekerjaan	Durasi	Predecessor
I	**Pekerjaan Persiapan**		
1	Mobilisasi	2	-
2	Penyiapan dokumen penerapan SMKK:	2	1
3	Sosialisasi, promosi dan pelatihan:	2	2
4	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	2	3
5	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi:	2	4
6	Personel Keselamatan Konstruksi:	1	5
7	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan:	1	6
8	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas:	1	7
9	Kegiatan dan peralatan terkait Pengendalian Risiko	1	8
II	**Pekerjaan Drainase**		
10	Box Culvert Monolit 80x80x11 cm	2	13
11	Galian Batu	7	25
12	Timbunan Pilihan dari sumber galian	3	10
13	Timbunan Pasir untuk perata	1	11
III	**Pekerjaan Perkerasan Berbutir**		
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1	20
IV	**Pekerjaan Perkerasan Berbutir**		
15	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi (titik 1)	1	14

15a	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi (titik 2)	1	25
15b	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi (titik 3)	1	25
16	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (titik 1)	1	15
16a	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (titik 2)	1	15a
16b	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (titik 3)	1	15b
17	Laston Lapis Aus (AC-WC) (titik 1)	3	16
17a	Laston Lapis Aus (AC-WC) (titik 2)	1	16a
17b	Laston Lapis Aus (AC-WC) (titik 3)	1	16b
18	Laston Lapis Antara (AC-BC) (titik 1)	3	17
18a	Laston Lapis Antara (AC-BC) (titik 2)	1	17a
18b	Laston Lapis Antara (AC-BC) (titik 3)	1	17b
VI	**Pekerjaan Struktur**		
19	Beton struktur, fc'25 Mpa tanpa acuan	5	20SS
20	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa acuan	3	24FS+20%
21	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	8	22
22	Pasangan Batu	1	13
23	Pipa Avour PVC 2"	10	21
24	Acuan Beton untuk Struktur	12	21
VII	**Pekerjan Lain-Lain**		
24	Marka Jalan Bukan Termoplastik	1	18FS+3
25	Patok Pengarah	4	9

Sumber: Analisis Data

Input Data Ms Project Metode PDM Alternatif 3

Setelah menghitung durasi aktivitas dan menganalisa hubungan keterkaitan antar kegiatan, data tersebut dimasukkan kedalam Microsoft Project dan secara otomatis akan membentuk gantt chart atau diagram batang yang menggambarkan urutan dan durasi setiap pekerjaan.



Gambar 21. Gantt Chart Ms Project Metode PDM Alternatif 3
Sumber : Analisis Data

Tabel 5. Daftar Pekerjaan yang berada di Lintasan Kritis PDM Alternatif 3

No	Pekerjaan	Jalur Kritis
I	**Pekerjaan Persiapan**	
1	Mobilisasi	Ya
2	Penyiapan dokumen penerapan SMKK:	Ya
3	Sosialisasi, promosi dan pelatihan:	Ya
4	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri:	Ya
5	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi:	Ya
6	Personel Keselamatan Konstruksi:	Ya
7	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan:	Ya
8	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas:	Ya
9	Kegiatan dan peralatan terkait Pengendalian Risiko	Ya
II	**Pekerjaan Drainase**	
10	Box Culvert Monolit 80x80x11 cm	Ya
III	**Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik**	
11	Galian Batu	Ya
12	Timbunan Pilihan dari sumber galian	Tidak
13	Timbunan Pasir untuk perata	Ya
IV	**Pekerjaan Perkerasan Berbutir**	
14	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Ya
V	**Pekerjaan Perkerasan Aspal**	
15	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi (titik 1)	Ya
15a	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi (titik 2)	Tidak
15b	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/ Emulsi (titik 3)	Tidak
16	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (titik 1)	Ya
16a	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (titik 2)	Tidak
16b	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (titik 3)	Tidak
17	Laston Lapis Aus (AC-WC) (titik 1)	Ya
17a	Laston Lapis Aus (AC-WC) (titik 2)	Tidak
17b	Laston Lapis Aus (AC-WC) (titik 3)	Tidak
18	Laston Lapis Antara (AC-BC) (titik 1)	Ya
18a	Laston Lapis Antara (AC-BC) (titik 2)	Tidak
18b	Laston Lapis Antara (AC-BC) (titik 3)	Tidak

VI	**Pekerjaan Struktur**	
19	Beton struktur, fc'25 Mpa tanpa acuan	Tidak
20	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa acuan	Ya
21	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Ya
22	Pasangan Batu	Ya
23	Pipa Avour PVC 2"	Tidak
24	Acuan Beton untuk Struktur	Ya
VII	**Pekerjan Lain-Lain**	
24	Marka Jalan Bukan Termoplastik (Titik 1)	Ya
24a	Marka Jalan Bukan Termoplastik (Titik 2)	Tidak
24b	Marka Jalan Bukan Termoplastik (Titik 3)	Tidak
25	Patok Pengarah	Ya

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan hasil penyusunan penjadwalan dengan metode precedence diagram method yang mengacu pada dan penjadwalan existing sebelumnya diketahui bahwa pelaksanaan proyek direncanakan dimulai pada tanggal 8 Mei 2025 dan selesai pada tanggal 12 Juli 2025. Dengan demikian, total durasi waktu pelaksanaan berdasarkan jadwal tersebut adalah selama 65 hari hari kerja. Durasi ini mencakup keseluruhan kegiatan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan hingga pekerjaan akhir, sebagaimana tercantum dalam urutan aktivitas pada jadwal proyek, sehingga terdapat selisih waktu 2 hari dari jadwal eksisting.

Tabel 6. Rekapitulasi Durasi Tiap Alternatif Percepatan

No	Alternatif Percepatan	Durasi (Hari)	Selisih Durasi Terhadap Eksisting
-	Eksisting	66	0
1	Penambahan Alat dan Pekerja	53	13
2	Penambahan Jam Kerja	62	4
3	Pengerjaan Pengaspalan Dibagi 3 Titik Secara Bersamaan	65	1

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa durasi dengan waktu tercepat yaitu dengan cara penambahan alat dan pekerja yang menghasilkan selisih waktu 14 hari dibanding durasi awal.

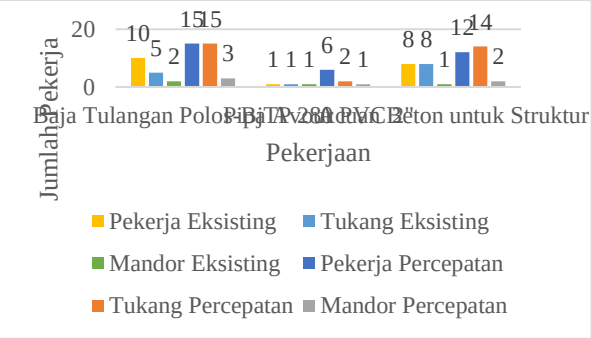
Penyesuaian Koefisien dan Biaya Percepatan

Penyesuaian Koefisien dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Alat dan Pekerja

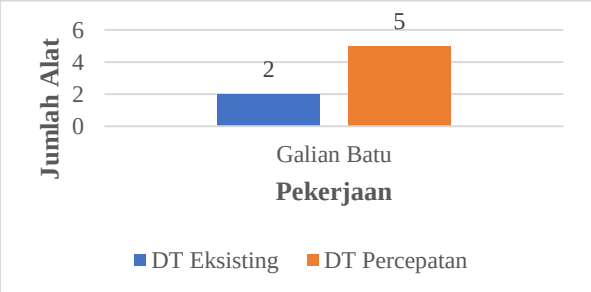
Nilai koefisien untuk alat excavator sebesar 0,0101, rock drill breaker sebesar 0,063 dan untuk dump truck sebesar 0,2407. Dikarenakan terdapat penyesuaian jumlah alat maka perlu dilakukan perhitungan ulang untuk nilai koefisien tersebut. Perhitungan nilai koefisien seperti di bawah (dilakukan penambahan alat untuk dump truck dari yang semula 2 unit menjadi 5 unit):

- Produktivitas harian
  - Jam kerja efektif = 7 jam (Tk)
  - Produktivitas = Dump truck (Q1)
  - Produksi/hari = Q1 × Tk
    = 8,3 × 7
    = 58,17 m^3
- Koefisien alat
  - Jumlah alat (A) = Dump truck 5 unit
  - Koefisien alat = (Tk × A) ÷ Q1
    = (7 × 5) ÷ 58,17
    = 0,6017 jam

Setelah dilakukan penyesuaian ulang didapatkan nilai koefisien untuk jumlah alat dump truck dari semula 0,2407 menjadi 0,6017, Berdasarkan hasil perhitungan AHSP untuk pekerjaan galian batu setelah dilakukan percepatan dengan penambahan alat kerja yaitu dump truck (semula 2 unit menjadi 5 unit), diketahui biaya pekerjaan tersebut menjadi Rp529.833,00 dari semula Rp235.946,10 atau meningkat sebesar 124,6%. Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya percepatan untuk seluruh pekerjaan.



Gambar 21. Penyesuaian Jumlah Pekerja pada PDM Alternatif 1
Sumber : Analisis Data



Gambar 22. Penyesuaian Jumlah Alat pada PDM Alternatif 1
Sumber : Analisis Data

Tabel 7. Rekapitulasi AHSP Eksisting dan AHSP Percepatan Alternatif 1

No	Pekerjaan	Biaya Eksisting	Biaya Percepatan	Persentase
1	Galian Batu	Rp 235,946.10	Rp 529,833.00	124,6%
2	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Rp 14,025.86	Rp 15,474.61	10,3%
3	Pipa Avour PVC 2"	Rp 72,702.32	Rp 140,332.63	93,0%
4	Acuan Beton untuk Struktur	Rp 412,895.70	Rp 507,860.16	23,0%

Sumber: Analisis Data

Penyesuaian Koefisien dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja

Nilai koefisien untuk pekerja dan mandor masing-masing sebesar 0,0202 dan 0,0101. Dikarenakan terdapat penyesuaian jam kerja maka perlu dilakukan perhitungan ulang untuk nilai koefisien pekerja tersebut. Perhitungan nilai koefisien seperti di bawah:

- Produktivitas
  - Pekerja = 49,42
  - Mandor = 98,84
- Produktivitas harian
  - Pekerja = 49,42 × jam kerja awal (7jam)
    = 345,94
  - Mandor = 98,84 × jam kerja awal (7jam)
    = 691,89
- Jumlah pekerja
  - Jumlah pekerja = 1 orang
  - Jumlah mandor = 1 orang
- Koefisien pekerja
  - Pekerja = jam kerja percepatan × jumlah pekerja / produktivitas/hari
    = 8 jam × 1 orang / 345,94
    = 0,0231
  - Mandor = jam kerja percepatan × jumlah pekerja / produktivitas/hari
    = 8 jam × 1 orang / 691,89
    = 0,01156

Setelah dilakukan penyesuaian ulang didapatkan nilai koefisien untuk pekerja, dan mandor dari semula 0,0202 dan 0,010 menjadi 0,0231 dan 0,0115. Selain itu dilakukan perhitungan serupa untuk koefisien alat.

Berdasarkan hasil perhitungan AHSP untuk pekerjaan galian batu setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja dari semula 7 jam menjadi 8 jam menghasilkan biaya pekerjaan sebesar Rp2480.084,33 dari semula Rp2.446.298,41 atau meningkat sebesar 1,4%. Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya percepatan untuk seluruh pekerjaan

Tabel 8. Rekapitulasi AHSP Eksisting dan AHSP Percepatan Alternatif 2

No	Pekerjaan	Biaya Eksisting	Biaya Percepatan	Persentase
1	Box Culvert Monolit 80x80x11 cm	Rp 2,446,298.41	Rp 2,480,084.33	1.38%
2	Galian Batu	Rp 235,946.10	Rp 269,652.68	14.29%
3	Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp 232,572.34	Rp 252,757.02	8.68%
4	Timbunan Pasir untuk perata	Rp 321,441.05	Rp 329,002.66	2.35%
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp 916,262.38	Rp 959,808.00	4.75%
6	Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/ Emulsi	Rp 36,560.13	Rp 36,822.35	0.72%
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Rp 33,517.64	Rp 33,593.25	0.23%
8	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp 1,700,360.75	Rp 1,770,479.42	4.12%
9	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp 1,767,164.03	Rp 1,828,765.20	3.49%
10	Beton struktur, fc'25 Mpa tanpa acuan	Rp 1,684,188.31	Rp 1,753,004.70	4.09%
11	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa acuan	Rp 1,581,665.72	Rp 1,649,346.95	4.28%
12	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Rp 14,025.86	Rp 14,206.50	1.29%
13	Pasangan Batu	Rp 1,043,391.05	Rp 1,063,002.79	1.88%
14	Pipa Avour PVC 2"	Rp 72,702.32	Rp 75,160.94	3.38%
15	Acuan Beton untuk Struktur	Rp 412,895.70	Rp 433,078.20	4.89%
16	Marka Jalan Bukan Termoplastik	Rp 106,616.76	Rp 107,103.76	0.46%
17	Patok Pengarah	Rp 295,529.60	Rp 315,020.00	6.60%

Sumber: Analisis Data

Penyesuaian Koefisien dan Biaya Percepatan dengan Pelaksanaan Pekerjaan Pengaspalan Pada 3 Titik Bersamaan

Pada percepatan pekerjaan alternatif 3, dilakukan melalui pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan di

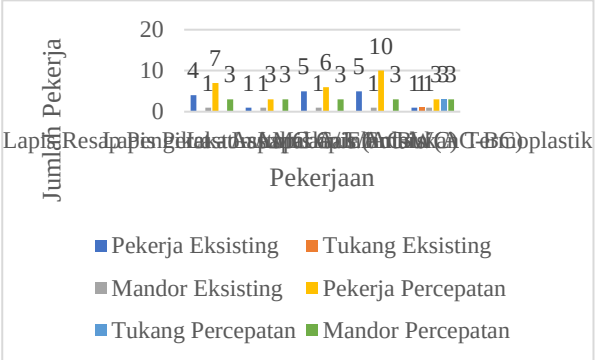
tiga titik lokasi sesuai layout rencana perbaikan jalan. Pada percepatan ini, titik lokasi pertama mencakup seluruh pekerjaan infrastruktur jalan dan bangunan pelengkap, yaitu mulai patok pengarah hingga pekerjaan aspal. Sementara itu, pada titik lokasi kedua dan ketiga, pekerjaan yang dilaksanakan hanya terbatas pada lima jenis pekerjaan utama terkait lapisan aspal, yaitu:

- Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/Emulsi
- Lapis Perekat – Aspal Cair/Emulsi
- Laston Lapis Aus (AC-WC)
- Laston Lapis Antara (AC-BC)
- Marka Jalan Bukan Termoplastik

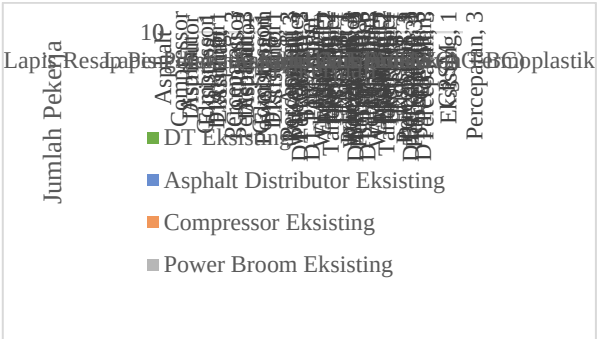
Nilai koefisien untuk alat excavator sebesar 0,0101, rock drill breaker sebesar 0,063 dan untuk dump truck sebesar 0,2407. Dikarenakan terdapat penyesuaian jumlah alat maka perlu dilakukan perhitungan ulang untuk nilai koefisien tersebut. Perhitungan nilai koefisien seperti di bawah (dilakukan penambahan alat untuk dump truck dari yang semula 2 unit menjadi 5 unit):

- Produktivitas harian
  - Jam kerja efektif = 7 jam (Tk)
  - Produktivitas = Pekerja (Q1)
  - Produksi/hari = Q1 × Tk
    = 211,1 × 7
    = 1477,85 m^3
- Koefisien pekerja
  - Jumlah pekerja (P) = 7 orang (dari semua 4 orang)
  - Koefisien alat = (Tk × P) ÷ Q1
    = (7 × 7) ÷ 1477,85
    = 0,232 jam

Setelah dilakukan penyesuaian ulang didapatkan nilai koefisien untuk jumlah pekerja dari semula 0,0189 menjadi 0,232



Gambar 23. Penyesuaian Jumlah Pekerja pada PDM Alternatif 3
Sumber : Analisis Data



Gambar 24. Penyesuaian Jumlah Alat pada PDM Alternatif 3
Sumber : Analisis Data

Tabel 9. Rekapitulasi AHSP Eksisting dan AHSP Percepatan Alternatif 3

No	Pekerjaan	Biaya Eksisting	Biaya Percepatan	Persentase Kenaikan
1	Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/ Emulsi	Rp 36,560.13	Rp 47,351.08	29.52%
2	Lapis Perekat – Aspal Cair/Emulsi	Rp 33,517.64	Rp 34,576.22	3.16%
3	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp 1,700,360.75	Rp 1,990,758.10	17.08%
4	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp 1,767,164.03	Rp 2,102,564.16	18.98%
5	Marka Jalan Bukan Termoplastik	Rp 106,616.76	Rp 113,425.25	6.39%

Sumber: Analisis Data

Perbandingan Biaya Proyek Setelah dan Sebelum PDM

Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa setiap alternatif percepatan proyek akan meningkatkan biaya dibandingkan dengan biaya eksisting tanpa percepatan yang mencapai Rp 2.437.614.513,92. Alternatif 1, yaitu penambahan alat dan pekerja, menghasilkan biaya setelah percepatan sebesar Rp 2.604.160.281,51. Ini berarti ada kenaikan biaya sebesar Rp 166.545.767,59, atau sekitar 6,83% dari biaya awal. Sementara itu, Alternatif 2 yang melibatkan penambahan jam kerja, menunjukkan biaya setelah percepatan sebesar Rp 2.536.240.546,97. Kenaikan biayanya relatif lebih rendah, yaitu Rp 98.626.033,05 atau sekitar 4,05% dari biaya awal. Adapun Alternatif 3, dengan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan di tiga titik berbeda, menghasilkan biaya setelah percepatan sebesar Rp 2.714.391.506,94. Ini merupakan kenaikan biaya terbesar, mencapai Rp 276.776.993,02 atau sekitar 11,35% dari biaya awal. Dengan demikian, jika tujuan utamanya adalah meminimalkan biaya tambahan untuk

percepatan, Alternatif 2 (penambahan jam kerja) adalah pilihan yang paling efisien.

- **PENUTUP**

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan sesuai dengan rumusan masalah, terdapat tiga kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penjadwalan proyek diketahui bahwa durasi proyek awal adalah 66 hari, durasi proyek menggunakan metode PDM dengan penambahan alat dan pekerja adalah 53 hari, durasi proyek menggunakan metode PDM dengan penambahan jam kerja adalah 62 hari, dan durasi proyek menggunakan metode PDM dengan pelaksanaan pengaspalan dibagi 3 titik secara bersamaan adalah 65 hari.
2. Berdasarkan analisis AHSP pada 3 alternatif percepatan, diketahui bahwa pada alternatif 1, biaya kenaikan tertinggi terdapat pada pekerjaan galian batu yang meningkat hingga 124,6% dari harga Rp 235.946,1 / m3 menjadi Rp 529.833,00 /m3, pada alternatif 2 biaya kenaikan tertinggi terdapat pada pekerjaan galian batu yang meningkat hingga 14,29% dari harga Rp 235.946,1 / m3 menjadi Rp 269.652,68 /m3, pada alternatif 3 biaya kenaikan tertinggi terdapat pada pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair / emulsi yang meningkat hingga 29,52% dari harga Rp 36.560,13 / liter menjadi Rp 47.351,08 /liter.
3. Total biaya proyek sebelum dilakukan PDM adalah Rp 2.437.614.513,92. Setelah dilakukan analisa percepatan biaya dengan PDM alternatif 1 (penambahan alat dan pekerja) diperoleh biaya sebesar Rp 2.604.160.281,51 atau terdapat selisih biaya sebesar Rp. 166.545.767,59 atau sebesar 6,83% dari biaya awal. Biaya PDM alternatif 2 (penambahan jam kerja) sebesar Rp. 2.536.240.546,97 atau terdapat selisih biaya sebesar Rp. 98.626.033,05 atau sebesar 4,05% dari biaya awal. Biaya PDM alternatif 3 sebesar 2.714.391.506,94 atau terdapat selisih biaya sebesar Rp 276.776.993,02 atau sebesar 11,35% dari biaya awal.

Saran

Dari hasil analisis dan kesimpulan studi ini maka ada beberapa saran dari penulis yaitu:

1. Berdasarkan hasil analisis tiga alternatif percepatan, disarankan agar pemilihan metode percepatan proyek mempertimbangkan keseimbangan antara durasi waktu dan efisiensi biaya. Alternatif percepatan yang memberikan peningkatan waktu tercepat belum tentu merupakan pilihan paling ekonomis, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap nilai manfaat (value for money) dari masing-masing alternatif.
2. Peningkatan biaya satuan pekerjaan akibat percepatan sebagian besar disebabkan oleh kebutuhan sumber daya tambahan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan sumber daya manusia, alat, dan material yang lebih terstruktur dan terintegrasi, terutama saat menerapkan percepatan secara simultan di beberapa titik pekerjaan.
3. Pelaksanaan percepatan proyek harus disertai dengan monitoring berkala terhadap progres pekerjaan dan efektivitas biaya. Dengan demikian, penyimpangan terhadap rencana anggaran dan waktu bisa segera dikoreksi dan tidak menimbulkan beban biaya tambahan yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

Adamy, Marbawi. 2016. Manajemen Sumberdaya Manusia. Lhokseumawe.

Ervianto, Wulfram I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi.

Husen, Abrar. 2010. Manajemen Proyek. Serpong

Luthan, Putri Lynna A., and Syafriandi. 2017. Manajemen Konstruksi Dengan Aplikasi Microsoft Project. Medan

Setiawan, A.F. 2009 Cara Belajar Ms Project

Aziz, Alfida. 2022 Manajamen Proyek

Widiasanti, Irika;Lenggogeni 2013 Manajemen Konstruksi

Siagian, Supriadi. (2023) Manajemen Sumber Daya Manusia

Rani, Hafnidar A. 2016. Manajemen Proyek Konstruksi. Banda Aceh.

Soeharto, Iman. 1999. "Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)."