

Critical Path Identification and Time Estimation in Construction: Application of PDM and PERT

Identifikasi Jalur Kritis dan Estimasi Waktu dalam Konstruksi: Penerapan PDM dan PERT

^{1*}Gufan Darma Dirawan, ²Firawati, ³Umara Hasmarani Risqiyah, ⁴Ulfaizahsyahrir Nurfadhila, ⁵Dwi Wahyuni Aprianty, ⁶Noor Fadhilla Ramadhani

Jurusan, Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

ARTICLE INFO

Article History

Received: September 29, 2024

Accepted: November 20, 2024

Published: November 24, 2024

Corresponding author:

Email: gufrandarma@unm.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.61220/sipakatau>

Copyright © 2024 The Authors



This is an open access article under the CC BY-SA license

ABSTRACT

This study discusses the importance of scheduling in construction projects, particularly the application of the Precedence Diagram Method (PDM) and the Program Evaluation and Review Technique (PERT) to enhance time efficiency and identify critical activities. Project scheduling is a key element that ensures the project progresses according to plan and is completed on time. PDM serves to illustrate the sequence and interrelationships between activities through node representation, allowing the identification of the critical path. Meanwhile, PERT uses a probabilistic approach with three time estimates to anticipate variations and uncertainties in activity durations. A case study of a health center construction project in Banteang Regency demonstrates that the application of PDM and PERT, compared to the S-curve method, can optimize resource allocation, minimize the risk of delays, and ensure scheduling efficiency. With the support of software like Microsoft Project, the implementation of these two methods is expected to improve project control and ensure timely completion.

Keywords: Project Scheduling, Microsoft Project, Critical path, Risk Management

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pentingnya penjadwalan dalam proyek konstruksi, khususnya penerapan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) untuk meningkatkan efisiensi waktu dan identifikasi kegiatan kritis. Penjadwalan proyek merupakan elemen kunci yang memastikan proyek berjalan sesuai rencana dan selesai tepat waktu. PDM berfungsi untuk menggambarkan urutan dan keterkaitan antar kegiatan melalui representasi node, sehingga memungkinkan identifikasi jalur kritis. Sementara itu, PERT menggunakan pendekatan probabilistik dengan tiga estimasi waktu untuk mengantisipasi variasi dan ketidakpastian dalam durasi kegiatan. Studi kasus pembangunan puskesmas di Kabupaten Banteang menunjukkan bahwa penerapan metode PDM dan PERT, dibandingkan dengan metode kurva-S, dapat mengoptimalkan alokasi sumber daya, meminimalisir risiko penundaan, dan memastikan efisiensi penjadwalan. Dengan dukungan software seperti Microsoft Project, penerapan kedua metode ini diharapkan dapat meningkatkan pengendalian proyek dan memastikan penyelesaian yang tepat waktu.

Kata Kunci: Penjadwalan Proyek, Microsoft Project, Jalur Kritis, Manajemen Risiko

1. PENDAHULUAN

Sebuah proyek dapat diartikan sebagai rangkaian kegiatan pembangunan infrastruktur yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas dan sarannya telah digariskan dengan jelas dalam perencanaannya (Kerzner, 2013). Pada proses pelaksanaan proyek konstruksi terdapat rangkaian kegiatan atau pekerjaan yang rumit dan saling berkaitan satu sama lain. Semakin besar suatu proyek, maka akan semakin kompleks mekanisme kerjanya, sehingga semakin banyak masalah yang dihadapi (Harrison & Lock, 2017). Mulai dari perencanaan sampai dengan pelaksanaan sehingga dibutuhkan penjadwalan, pengendalian dan kontrol proyek konstruksi yang baik.

Penjadwalan suatu proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja para pekerja, peralatan dan material

serta rencana durasi proyek dengan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat terperinci dan sangat detail. Hal ini bertujuan untuk membantu pelaksanaan proyek dalam melakukan evaluasi proyek (Soeharto, 1999)

Precedence Diagram Method (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk AON (*Activity On Node*) (Sutrisno et al., 2018). Di sini kegiatan dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto, 1999). Menurut (Soeharto, 1999) Program Evaluation And Review Technique (PERT) adalah memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (range), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi (Cook, 1966).

Penjadwalan sangat perlu untuk diperhatikan agar nantinya didapatkan jadwal yang logis. Banyak metode yang digunakan dalam penjadwalan dan selanjutnya metode tersebut juga dikombinasikan dengan menggunakan software (Microsoft Project) sehingga diharapkan dapat mempermudah dalam melakukan perencanaan penjadwalan maupun dalam pemantauan terhadap progres pelaksanaan proyek di lapangan.

Pembangunan puskesmas kota di Kabupaten Banteang, menerapkan penjadwalan proyek menggunakan metode kurva-S, dimana tidak dapat diketahui keterkaitan antar kegiatan-kegiatan kritis sehingga kegiatan-kegiatan yang menjadi prioritas dalam pelaksanaan dan tidak boleh terlambat dikerjakan dalam proyek tidak dapat terlihat serta tidak terdapat waktu yang efisien untuk dapat menyelesaikan proyek. Oleh sebab itu, dibutuhkan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation And Review Technique (PERT) agar diketahui keterkaitan antar kegiatan dan kegiatan yang diperlukan untuk menjadi perhatian (kegiatan kritis) dan mengetahui optimalisasi waktu penyelesaian seluruh kegiatan proyek.

2. METODE

2.1. Pihak-Pihak yang Terkait dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi

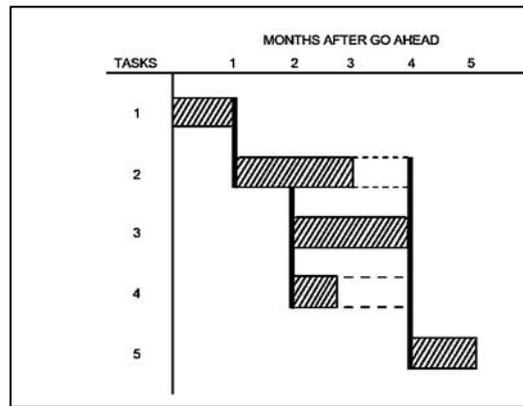
Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, terdapat berbagai pihak yang berperan penting dalam memastikan proyek berjalan sesuai rencana dan selesai dengan hasil yang optimal. Pihak-pihak tersebut meliputi:

- a. Pemilik (Owner): Pihak yang memberikan mandat untuk dilaksanakannya proyek dan bertanggung jawab atas kebutuhan serta tujuan yang diharapkan dari proyek tersebut.
- b. Perencana (Konsultan): Bertugas untuk membuat perencanaan teknis dan spesifikasi proyek berdasarkan kebutuhan pemilik. Konsultan bertanggung jawab atas desain dan perhitungan teknis lainnya.
- c. Pelaksana (Kontraktor): Pihak yang bertanggung jawab atas implementasi fisik dari proyek sesuai dengan perencanaan yang sudah disusun oleh konsultan.
- d. Pengawas (Supervisor): Mengawasi pelaksanaan proyek untuk memastikan bahwa kegiatan di lapangan berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan.
- e. Penyandang Dana: Pihak yang menyediakan sumber daya finansial untuk mendukung pelaksanaan proyek.
- f. Pemerintah: Terlibat dalam pengawasan regulasi, perizinan, serta memastikan proyek sesuai dengan kebijakan dan standar yang berlaku.
- g. Pemakai Bangunan: Pihak yang akan menggunakan hasil akhir dari proyek setelah selesai.
- h. Masyarakat: Komunitas di sekitar lokasi proyek yang mungkin terdampak selama proyek berlangsung, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pada Gambar 1, tugas 1 dan tugas 2 berhubungan karena garis tebal diantara keduanya. Tugas 3 dan tugas 4 dapat dimulai saat tugas 2 sudah sebagian selesai. Garis putus-putus menunjukkan slack. Lintasan kritis dapat diidentifikasi baik dengan meletakkan tanda bintang (*) di samping elemen kritis, dengan membuat lintasan kritis dalam tinta yang berbeda, atau dengan membuat lintasan kritis menjadi tipe huruf tebal. Menunjukkan hubungan atau konstrain pada jaringan Precedence Diagram Method (PDM) yang dapat dilihat pada Gambar 2. anak panah mewakili hubungan antara hubungan atau konstrain antar aktivitas.

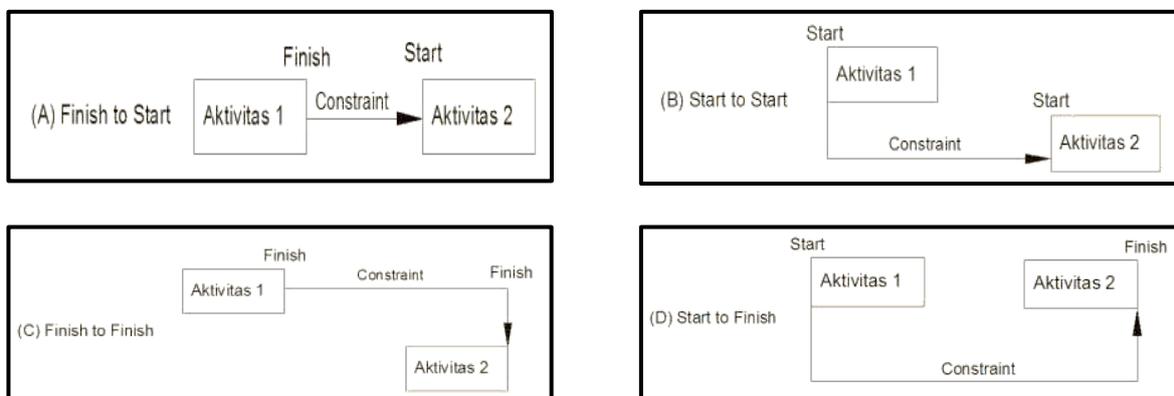
2.2. Precedence Diagram Method (PDM)

Terlepas dari kecanggihan sistem computer, printers dan plotters lebih suka menggambar garis lurus lurus dari pada lingkaran. Sebagian besar sistem perangkat lunak saat ini menggunakan Precedence Diagram Method (PDM) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 yang menunjukkan hubungan timbal balik pada diagram batang (Kerzner & Saladis, 2011).



Gambar 1. Jaringan PDM dengan Diagram Batang

Pada gambar 1, tugas 1 dan tugas 2 berhubungan karena garis tebal di antara keduanya. Tugas 3 dan tugas 4 dapat dimulai saat tugas 2 sudah sebagian selesai. Garis putus-putus menunjukkan slack. Lintasan kritis dapat diidentifikasi baik dengan meletakkan tanda bintang (*) di samping elemen kritis, dengan membuat lintasan kritis dalam tinta yang berbeda, atau dengan membuat lintasan kritis menjadi tipe huruf tebal. Menunjukkan hubungan atau konstrain pada jaringan Precedence Diagram Method (PDM) yang dapat dilihat pada Gambar 2. anak panah mewakili hubungan antara hubungan atau konstrain antar aktivitas.



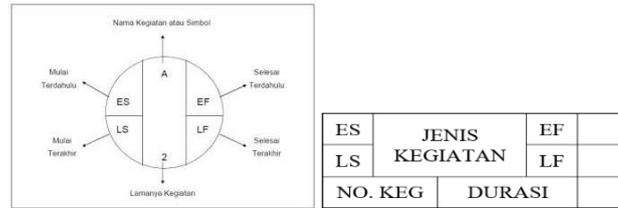
Gambar 2. Batang Konstrain PDM (Kerzner, 2009)

Gambar 2A mengilustrasikan konstrain finish-to-start. Dalam gambar ini, aktivitas 2 bisa dimulai apabila aktivitas 1 telah selesai. Gambar 2B mengilustrasikan konstrain start-to-strat. aktivitas 2 tidak dapat dimulai sebelum dimulainya aktivitas 1. Gambar 2C mengilustrasikan konstrain finish-to-finish. Pada gambar ini, aktivitas 2 tidak bisa selesai sampai aktivitas 1 selesai. Gambar 2D mengilustrasikan konstrain start-to-finish. Aktivitas 2 selesai apabila aktivitas 1 telah dimulai.

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dalam node tang berbentuk kotak segi empat. Definisi kegiatan dan peristiwa sama seperti pada CPM. Hanya perlu ditekankan di sini bahwa dalam PDM kota tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Adapun peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap node mempunyai ujung-ujung kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu awal dan akhir. Notasi-notasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. ES = waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*)
- b. EF = waktu paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Apabila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan berikutnya.
- c. LS = waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan. LF = waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*).
- d. SS = Hubungan antara mulainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu.
- e. FS = hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya suatu kegiatan terdahulu.
- f. FF = hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.

Notasi – notasi ES, EF, LS, LF pada jaringan PDM dapat berbentuk lingkaran atau kotak seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Notasi ES, EF, LS, dan LF Pada Jaringan PDM (Soeharto, 1999)

Menurut (Soeharto, 1999) perhitungan yang terdapat pada jaringan PDM ada dua, yaitu perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*). Perhitungan dalam PDM adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Maju (*forward pass*)

karena ada empat hubungan logis ketergantungan, maka untuk mencari ES dan EF berlaku:

1. Hubungan kegiatan FF
 $ESB = EFA + FFAB$
 $EFB = ESB + DB$
2. Hubungan kegiatan FS
 $ESB = EFA + FSAB$
 $EFB = ESB + DB$
3. Hubungan kegiatan SS
 $ESB = EFA = SFAB$
 $EFB = ESB = DB$
4. Hubungan Kegiatan SF
 $ESB = EFA + SFAB$
 $EFB = ESB + DB$

Jika pada perhitungan maju ada lebih dari satu kegiatan predecessor yang hubungan ketergantungannya (konstrain) berlainan, maka diambil ES dan EF yang maksimum.

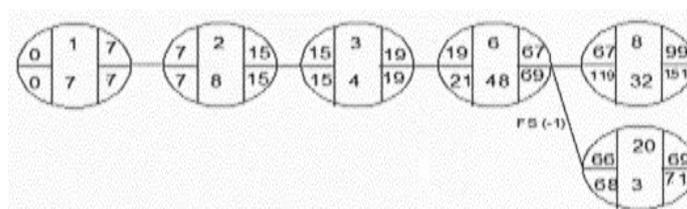
b. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Karena ada empat hubungan logis ketergantungan, maka untuk mencari LS dan LF berlaku :

1. Hubungan kegiatan FF
 $LFA = LSB - FFAB$
 $LSA = LFA - DA$
2. Hubungan kegiatan FS
 $LFA = LSB - FSAB$
 $LSA = LFA - DA$
3. Hubungan kegiatan SS
 $LFA = LSB - SSAB$
 $LSA = LFA - DA$
4. Hubungan kegiatan SF
 $LFA = LSA - SFAB$
 $LSA = LFA - DA$

Jika pada perhitungan ke belakang ada lebih dari satu kegiatan successor yang hubungan ketergantungannya (konstrain) berlainan, maka diambil LS dan LF yang minimum.

Cara perhitungan pada jaringan PDM sama dengan cara perhitungan pada jaringan CPM, yang membedakan adalah pada perhitungan maju dan mundur dalam jaringan PDM terdapat empat konstrain yang mempengaruhi. Mencari ES dan EF dalam perhitungan PDM pada tiap aktivitas dimulai dari node start dengan $ES = 0$. Jika terdapat lebih dari satu anak panah masuk, maka dipilih nilai EF yang terbesar. Contoh perhitungan maju pada jaringan pada jaringan PDM adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Perhitungan Maju pada Jaringan PDM (Kerzner, 2009)

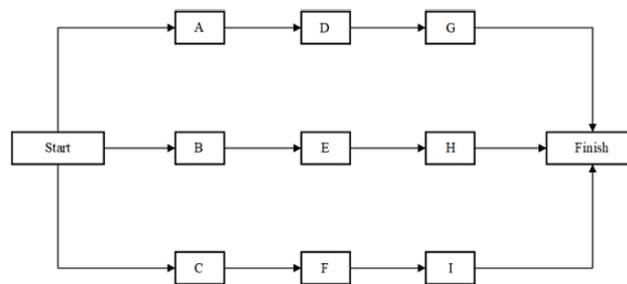
- a. Pada aktivitas 1, $ES = 0$, Durasi = 7. Maka nilai $RF = 0 + 7 = 7$. Begitu pun perhitungan pada aktivitas 2,3,6, dan 8.
- b. Pada aktivitas 20, terdapat hubungan konstrain FS (-1). Maka, untuk perhitungan nilai ES dan EF adalah:
 $ESB = EFA + FSAB$
 $EFB = WSB + DA$
 dimana A adalah aktivitas sebelumnya, dan B adalah aktivitas 20. $EF6 = 67$,
 $FS6-20 = -1$, Durasi = 3, maka :
 $ES20 = 67 - 1 = 66$
 $EF20 = 66 + 3 = 69$
- c. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah suatu lintasan yang memiliki lintasan terpanjang dengan waktu penyelesaian tercepat. Suatu kegiatan dikatakan kritis di dalam PDM jika,

- Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$)
- Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$)
- Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$)
- Total float = 0 ($LF - EF = 0$ atau $LS - ES = 0$).

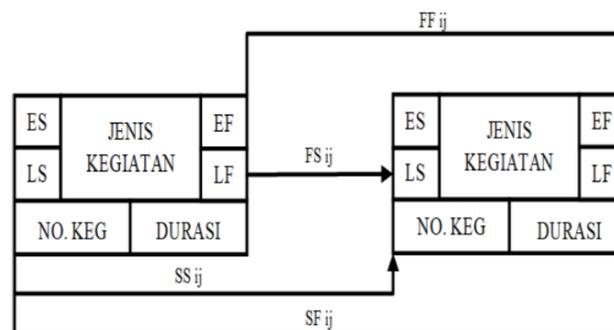
Dalam penggunaannya, PDM lebih mudah diselesaikan dengan bantuan program computer, seperti Harvard Total Project Manajer, Project Schedule Network, Primavera Project Planner, Microsoft Project, dan lain-lain.

Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka dapat ditambahkan kegiatan awal dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif/dummy, kegiatan ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Dummy Start dan Finish pada Metode PDM

Adapun untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan lintasan kritis dapat dilakukan perhitungan maju (*Forward Analysis*) dan perhitungan mundur (*Backward Analysis*), kegiatan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6. Konsep Penjadwalan Suatu Proyek (Ervianto, 2005)

Menganalisis data dan melakukan pembahasannya dilakukan setelah data-data primer dan sekunder telah didapatkan. Data yang sudah diperoleh lalu diolah untuk melakukan penyusunan penjadwalan waktu dengan menggunakan metode PDM dan PERT pada aplikasi *Ms. Project*. Dalam proses menganalisis data perlu diperhatikan sumber dan kejelasan data yang diperoleh agar hasil penelitian dapat mencapai hasil yang sesuai. Tahapan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan objek yang akan diteliti dan mulai melakukan identifikasi permasalahan pada penelitian ini objek yang digunakan adalah Proyek Pembangunan Puskesmas Kota di Kabupaten Bantaeng. Melakukan survei

- langsung di dalam pelaksanaan Proyek Pembangunan Puskesmas kota di Kabupaten Bantaeng untuk mendapatkan data dari proyek.
- b. Setelah data diperoleh, menganalisis data yang ada dengan metode PDM dan PERT pada aplikasi *Ms. Project*.
 - c. Menganalisis data PDM:
 - Menyusun urutan pekerjaan pada proyek
 - Menyusun hubungan pekerjaan yang saling ketergantungan
 - Menganalisis float nilai ES (*Early Start*), EF (*Early Finish*), LS (*Late Start*), LF (*Late Finish*), FF (*Free Float*), TF (*Total Float*).
 - Mengidentifikasi lintasan jalur kritis.
 - d. Menganalisis data PERT
 - Menyusun urutan pekerjaan pada proyek
 - Menyusun hubungan pekerjaan yang saling bergantung.
 - Menghitung durasi kegiatan pada produktivitas kerja
 - Menentukan tiga asumsi durasi aktivitas yaitu : *optimistis time*, *most likely time*, dan *pesimistis time*.
 - Menghitung rata-rata durasi dengan rumus :

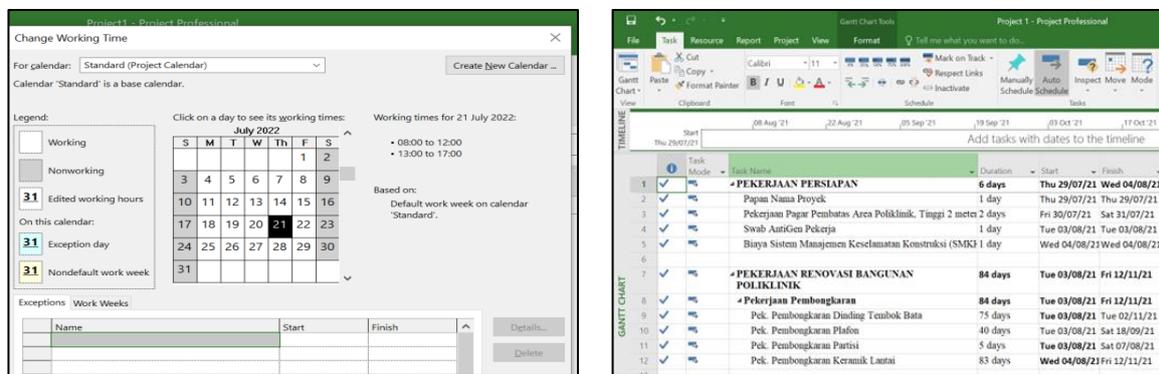
$$Te = \frac{(to + t \times m + tp)}{6} \dots\dots\dots (1)$$
 - Menghitung standar deviasi masing-masing kegiatan dengan rumus:

$$S = \frac{(tp - to)}{6} \dots\dots\dots (2)$$
 - Menghitung varians menggunakan rumus:

$$V = \left\{ \frac{tp-to}{6} \right\}^2 \dots\dots\dots (3)$$
 - Menentukan lintasan kritis dari diagram Network
 - Membuat kurva S dari durasi probabilitas.

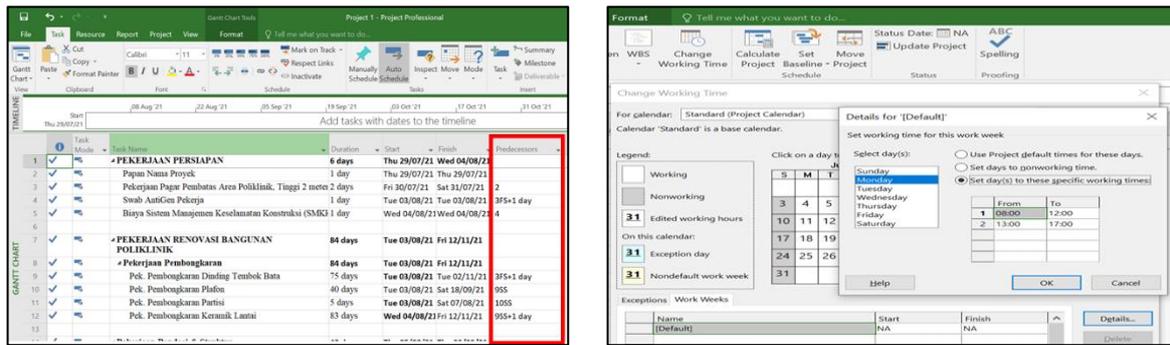
Setelah melakukan Langkah-langkah diatas selanjutnya akan dilakukan Langkah-langkah pengerjaan penjadwalan seperti berikut ini:

- a. Melakukan perhitungan bobot setiap pekerjaan
- b. Melakukan perhitungan produktivitas masing-masing pekerjaan.
- c. Melakukan perhitungan durasi masing-masing pekerjaan.
- d. Langkah selanjutnya membuka aplikasi *Microsoft Project 2016* seperti berikut ini:
 1. Menjalankan program *Microsoft Project 2016*
Klik tombol *start > Program > Microsoft Office > Microsoft Office Project*
 2. Menentukan tanggal mulai proyek.
Mengaktifkan menu *Project > Project Information*. Pada kotak dialog *Project Information* dipilih *Schedule From > Project Start Date* dan masukkan tanggal dimulainya proyek.



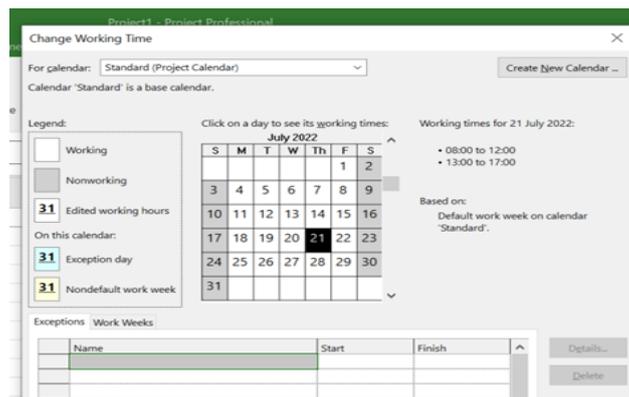
Gambar 7. Penentuan Tanggal Proyek dan Task Name dan Work Duration

3. Memasukkan jenis-jenis pekerjaan ke dalam kolom *Task Name*.
4. Menambahkan durasi setiap pekerjaan
5. Membuat constraint yang merupakan tipe batasan penyelesaian suatu pekerjaan.
6. Memasukkan hubungan keterkaitan antar pekerjaan atau Predecessor.



Gambar 8. Predecessor dan Jadwal Kerja

7. Mengatur penanggalan dan jadwal kerja (Mengatur waktu setiap pekerjaan default.)
8. Membuat hari libur khusus.



Gambar 9. Hari Libur

9. Mengisikan daftar sumber daya pada *resource sheet*.
10. Menugaskan sumber daya manusia, material dan peralatan
11. Selanjutnya jadwal proyek yang telah disusun tersebut telah siap untuk dilaksanakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam manajemen proyek konstruksi, penjadwalan yang efektif adalah salah satu elemen kunci untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana dan selesai tepat waktu. Pendekatan Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) merupakan dua metode yang umum digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, memperkirakan waktu penyelesaian proyek, dan meningkatkan efisiensi penjadwalan.

Pertama, Precedence Diagram Method (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk dalam kategori Activity On Node (AON), di mana kegiatan atau aktivitas proyek diwakili oleh node berbentuk segi empat, dan hubungan antar kegiatan digambarkan dengan anak panah. Kelebihan utama dari PDM adalah kemampuannya untuk dengan jelas menggambarkan urutan kegiatan serta keterkaitan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Hubungan yang digambarkan memungkinkan tim proyek untuk mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*), yaitu rangkaian kegiatan yang tidak boleh terlambat karena akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Identifikasi kegiatan kritis ini penting untuk mengalokasikan sumber daya secara lebih efektif dan memastikan tidak ada penundaan pada kegiatan prioritas (Wiest, 1981).

Selain itu, Program Evaluation and Review Technique (PERT) memberikan pendekatan probabilistik untuk mengestimasi durasi kegiatan proyek (Cottrell, 1999; Huynh & Nguyen, 2020). Metode ini memperhitungkan bahwa waktu penyelesaian setiap kegiatan dipengaruhi oleh variasi dan ketidakpastian, sehingga PERT menggunakan tiga perkiraan waktu: waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis. Dengan pendekatan ini, manajer proyek dapat menghitung estimasi waktu yang lebih realistis, serta rentang waktu penyelesaian proyek yang lebih akurat dibandingkan dengan metode konvensional yang hanya menggunakan satu

angka estimasi. PERT juga membantu dalam mengantisipasi risiko penundaan dan merencanakan penyesuaian jadwal yang diperlukan (Cynthia, 2020).

Penerapan metode ini sangat relevan pada kasus pembangunan puskesmas di Kabupaten Banteang, di mana proyek awalnya menggunakan kurva-S untuk penjadwalan. Meskipun kurva-S memberikan gambaran keseluruhan tentang kemajuan proyek berdasarkan waktu dan biaya, metode ini tidak mengidentifikasi keterkaitan antar kegiatan dan kegiatan kritis. Akibatnya, proyek mungkin menghadapi masalah dalam mengidentifikasi aktivitas yang harus diprioritaskan dan menyelesaikan proyek secara tepat waktu. Dalam hal ini, kombinasi PDM dan PERT dapat memberikan keuntungan yang signifikan dengan memungkinkan manajer proyek untuk mengidentifikasi jalur kritis serta memberikan estimasi waktu yang lebih akurat untuk setiap kegiatan (Kreis et al., 2019; Wahyudiono et al., 2023).

Dengan menggunakan PDM, tim proyek dapat lebih mudah memantau kegiatan yang saling berkaitan, serta menentukan urutan kegiatan mana yang tidak boleh mengalami keterlambatan (Deepika et al., 2024). Sementara itu, PERT memungkinkan pemantauan risiko penundaan dengan lebih baik, karena adanya variasi dalam estimasi waktu penyelesaian (Mittal et al., 2015). Kombinasi kedua metode ini akan memastikan bahwa proyek dapat berjalan lebih efisien dan memungkinkan adanya optimasi waktu penyelesaian tanpa mengorbankan kualitas proyek. Software seperti Microsoft Project juga dapat digunakan untuk mengimplementasikan metode ini, yang akan mempermudah proses pemantauan serta mengintegrasikan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) memberikan keunggulan yang signifikan dalam penjadwalan proyek. PDM membantu mengidentifikasi jalur kritis, memprioritaskan aktivitas yang saling berkaitan, dan mengoptimalkan alokasi sumber daya untuk mencegah keterlambatan. Sementara itu, PERT menawarkan pendekatan probabilistik dalam memperkirakan waktu penyelesaian, mempertimbangkan variasi, dan ketidakpastian. Dengan menggabungkan kedua metode ini, manajer proyek dapat memantau risiko penundaan secara lebih baik dan meningkatkan efisiensi waktu penyelesaian proyek. Penerapan teknologi, seperti Microsoft Project, mempermudah implementasi metode ini, memastikan integrasi yang lebih baik dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek.

Berikut beberapa saran untuk meningkatkan efektivitas manajemen proyek konstruksi melalui penerapan metode PDM dan PERT: a) Peningkatan Pelatihan dan Pemahaman Tim Proyek: Pastikan semua anggota tim proyek, terutama manajer proyek dan pengawas lapangan, terlatih dalam penggunaan PDM dan PERT. Ini akan meningkatkan akurasi penjadwalan dan efektivitas dalam mengidentifikasi jalur kritis serta mengelola risiko penundaan. b) Penggunaan Perangkat Lunak Penjadwalan: Manfaatkan perangkat lunak seperti Microsoft Project atau Primavera untuk mempermudah pembuatan diagram PDM dan perhitungan PERT. Alat ini dapat mengotomatisasi proses perhitungan dan visualisasi jaringan kegiatan, mengurangi kesalahan manual. c) Monitoring dan Evaluasi Berkala: Lakukan evaluasi secara berkala terhadap jalur kritis dan estimasi waktu yang telah dibuat menggunakan PERT. Kondisi di lapangan sering berubah, sehingga penting untuk meninjau dan menyesuaikan jadwal proyek sesuai perkembangan. d) Kolaborasi dan Komunikasi Efektif: Tingkatkan komunikasi antara tim proyek agar informasi mengenai perkembangan dan perubahan jadwal dapat disampaikan dengan cepat. Dengan demikian, tim dapat segera mengidentifikasi potensi risiko penundaan dan mengambil tindakan pencegahan. e) Penekanan pada Manajemen Risiko: Gunakan hasil estimasi dari PERT untuk mengantisipasi variasi waktu penyelesaian proyek. Alokasikan sumber daya tambahan atau buffer waktu untuk kegiatan yang memiliki tingkat ketidakpastian tinggi guna meminimalkan risiko keterlambatan proyek. f) Peningkatan Akurasi Estimasi Awal: Lakukan analisis mendalam pada setiap aktivitas proyek di awal untuk menghasilkan estimasi waktu yang lebih akurat, termasuk mempertimbangkan potensi hambatan dan solusi yang diperlukan.

REFERENSI

- Cook, D. L. (1966). Program evaluation and review technique: Applications in education (Issue 17). US Department of health, education, and welfare, Office of education.
- Cottrell, W. D. (1999). Simplified program evaluation and review technique (PERT). *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(1), 16–22.
- Cynthia, O. U. (2020). Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM): A Comparative Study. *International Journal of Industrial and Operations Research*, 3(004).
- Deepika, S., Gomathi, S., Maheswaran, S., Indhumathi, N., Murugesan, G., & Duraisamy, P. (2024). A Comparative Analysis for Optimal Project Completion Utilizing Critical Path Method and Precedence

- Diagram Method for Efficient Solar Power Plant Installation. In 2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT) (pp. 1-10). IEEE.
- Ervianto, W. I. (2005). *Construction Project Management*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Harrison, F., & Lock, D. (2017). *Advanced project management: a structured approach*. Routledge.
- Huynh, Q.-T., & Nguyen, N.-T. (2020). Probabilistic method for managing common risks in software project scheduling based on program evaluation review technique. *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, 11(3), 77–94.
- Kerzner, H. (2009). *Project Management: A Systems Approach to*.
- Kerzner, H. (2013). *Project management: Case studies*. John Wiley & Sons.
- Kerzner, H., & Saladis, F. P. (2011). *What executives need to know about project management*. John Wiley & Sons.
- Kreis, D., Gibson, B., Jasper, J., Dyke, C. V., Wallace, C., Catchings, R., & McCormack, S. (2019). Critical Path for Project Development (No. KTC-19-22/SPR17-547-1F). University of Kentucky Transportation Center.
- Mittal, R., Lam, V. T., Dukkipati, N., Blem, E., Wassel, H., Ghobadi, M., ... & Zats, D. (2015). TIMELY: RTT-based congestion control for the datacenter. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 45(4), 537-550.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Sutrisno, S., Ahmadi, A., & Suharyo, O. S. (2018). The optimization of multipurpose building development on project scheduling using precedence diagram method (PDM). *Journal Asro*, 9(1), 1–7.
- Wahyudiono, S., Andardi, F. R., Rusdianto, Y., & Awalludiensyah, R. (2023). Penerapan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) Pada Proyek Malang Creative Center (MCC) Berdasarkan Building Information Modelling (BIM). *Media Teknik Sipil*, 21(2), 66-76.
- Wiest, J. D. (1981). Precedence diagramming method: Some unusual characteristics and their implications for project managers. *Journal of Operations Management*, 1(3), 121–130.