



JOSEAM
JOURNAL OF SYSTEM
ENGINEERING AND MANAGEMENT

Penerapan Metode CPM-PERT Berbasis MS *Project* dan Analisis Kausalitas pada Proyek Pembangunan Poliklinik ABC

Ratna Ekawati^a, Ilham Bashirudin^b, Muhamad Abdul Muhyi^b, Antom Kurnia^b, Arief Bagus Panuntun^b, Anger Muliana^b

^a Prodi Magister Teknik Industri dan Manajemen, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang-Banten

^b Mahasiswa Pascasarjana, Prodi Magister Teknik Industri dan Manajemen, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang-Banten

INFORMASI

Informasi artikel:

Disubmit 26 Februari 2025

Direvisi 23 Mei 2025

Diterima 31 Mei 2025

Tersedia Online 20 Juni 2025

Kata Kunci:

Critical path method

Pareto dan Fishbone diagram

Program evaluation and review technique

ABSTRAK

Pembangunan poliklinik yang efisien dan tepat waktu merupakan tantangan utama dalam manajemen proyek konstruksi kesehatan. Penelitian ini mengkaji penerapan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), serta integrasi *fishbone diagram* untuk optimalisasi proyek pembangunan poliklinik. Tujuan utama adalah menganalisis efektivitas kombinasi CPM, PERT, dan diagram tulang ikan untuk meminimalkan keterlambatan, mengoptimalkan alokasi sumber daya, serta meningkatkan akurasi prediksi waktu penyelesaian proyek. Analisis CPM digunakan untuk menentukan jalur kritis, sementara PERT diterapkan untuk menghitung probabilitas penyelesaian proyek berdasarkan tiga estimasi waktu: optimis, pesimis, dan paling mungkin. Pareto dan *Fishbone* diagram dari 7 tools digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab *bottleneck* yang memengaruhi waktu dan sumber daya proyek. *Bottleneck* utama yang ditemukan mencakup faktor keterlambatan material, alokasi tenaga kerja, dan pengambilan keputusan yang lambat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi CPM, PERT, serta Pareto dan *fishbone* diagram mampu mengidentifikasi *bottleneck* potensial, memungkinkan realokasi sumber daya yang lebih efisien, dan meningkatkan akurasi perencanaan waktu. Pendekatan yang dilakukan efektif dalam meningkatkan keberhasilan proyek pembangunan poliklinik secara keseluruhan melalui identifikasi dan mitigasi akar penyebab keterlambatan.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).



1. Pendahuluan

Proyek pembangunan poliklinik memiliki peran strategis dalam meningkatkan akses pelayanan kesehatan masyarakat. Namun demikian, pelaksanaan proyek konstruksi seperti ini kerap menghadapi berbagai tantangan, terutama keterlambatan penyelesaian proyek, yang berdampak signifikan terhadap peningkatan biaya (*cost overrun*) dan penundaan manfaat pelayanan bagi masyarakat [1]. Masalah utama dalam proyek ini sering kali mencakup kurangnya perencanaan waktu yang tepat, koordinasi antar tim yang tidak optimal, keterlambatan pengiriman material, keterbatasan tenaga kerja terampil, serta faktor eksternal seperti cuaca dan perubahan desain secara tiba-tiba [2]. Ketidakefisienan dalam penjadwalan dan pengelolaan sumber daya ini menimbulkan risiko kegagalan dalam pencapaian target waktu dan mutu pembangunan.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan manajemen proyek yang sistematis dan efektif untuk memastikan kelancaran pelaksanaan proyek. Manajemen proyek sendiri adalah penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan

teknik untuk memenuhi kebutuhan proyek, yang mencakup perencanaan, pengelolaan sumber daya, serta pengendalian risiko [2].

Metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) merupakan dua alat analisis penting dalam perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi [3]. CPM digunakan untuk menentukan jalur kritis yang mencakup aktivitas-aktivitas esensial yang tidak boleh tertunda agar proyek selesai tepat waktu [4]. Sementara itu, PERT membantu memprediksi durasi proyek dengan mempertimbangkan ketidakpastian waktu melalui estimasi probabilistik tiga titik: optimis, pesimis, dan paling mungkin [4]. Dengan menggunakan CPM PERT, manajemen proyek dapat mengetahui kapan tiap-tiap aktivitas akan dimulai dan selesai, serta dapat merancang jadwal proyek yang realistis dan adaptif terhadap risiko [5].

Dalam konteks pembangunan poliklinik, penerapan metode ini tidak hanya membantu memastikan penyelesaian tepat waktu [6], tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya [7]. Selain itu, metode ini dapat digunakan untuk mengantisipasi potensi hambatan

*Penulis korespondensi

alamat e-mail: ratna.ti@untirta.ac.id

<http://dx.doi.org/10.6270/joseam.vxi.32227>

seperti perubahan desain, cuaca buruk, keterlambatan pengadaan material, dan konflik antar pekerja, yang sering kali menjadi penyebab keterlambatan [8].

Analisis lebih dalam akar penyebab keterlambatan proyek, digunakan pula alat bantu Diagram Fishbone (Diagram Tulang Ikan/Ishikawa). Diagram ini membantu mengidentifikasi secara sistematis faktor-faktor penyebab masalah dari berbagai aspek seperti manusia (tenaga kerja), metode, material, mesin/peralatan, lingkungan, dan manajemen [9]. Dengan menganalisis setiap kategori penyebab tersebut, manajemen proyek dapat melakukan perbaikan yang tepat sasaran dan mencegah terjadinya keterlambatan di masa mendatang [10].

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi manfaat penerapan CPM, PERT, dan *Fishbone* Diagram dalam optimalisasi durasi pembangunan poliklinik sebagai solusi atas tantangan manajemen proyek konstruksi modern.

2. Metode Penelitian

Data yang dikumpulkan oleh peneliti berjenis data kuantitatif yang terdiri dari tahapan kegiatan proyek pembangunan poliklinik disertai dengan durasi pelaksanaan. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis dengan menggunakan metode CPM dan PERT. Adapun tahapan implementasi metode CPM adalah sebagai berikut [8] [4] :

- Mengidentifikasi kegiatan.
- Menyusun urutan kegiatan beserta kegiatan prasyaratnya.
- Membuat diagram jaringan kerja.
- Menghitung perhitungan maju dengan menggunakan persamaan: $EFT = EST + \text{durasi kegiatan}$ dengan EFT = Earliest finish time, EST = Earliest start time.
- Menghitung perhitungan mundur dengan menggunakan persamaan: $LST = LFT - \text{durasi kegiatan}$ dengan LFT = Latest finish time, LST = Latest start time. (6)
- Menghitung perhitungan waktu slack dengan menggunakan persamaan: $Slack = LST - EST$ atau $Slack = LFT - EFT$. Kegiatan dengan nilai $Slack = 0$ disebut dengan kegiatan kritis.
- Menentukan jalur kritis, yakni lintasan yang memuat kegiatan-kegiatan kritis. Metode PERT diimplementasikan dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut (Ekanugraha, 2016):
- Mengidentifikasi kegiatan. (2)
- Menetapkan urutan kegiatan beserta kegiatan prasyaratnya.
- Membuat diagram jaringan kerja.
- Menghitung estimasi waktu setiap kegiatan dengan menggunakan persamaan: $es = wo + 4wn + wp$ 6 untuk es = perkiraan waktu kegiatan.
- Menghitung perhitungan maju dengan menggunakan formula sebagaimana yang ada pada langkah implementasi CPM poin ke-4.

- Menghitung perhitungan mundur dengan menggunakan formula sebagaimana yang ada pada langkah implementasi CPM poin ke-5.
 - Menghitung perhitungan waktu slack dengan menggunakan formula sebagaimana yang ada pada langkah implementasi CPM poin ke-6.
 - Menentukan jalur kritis.
 - Menentukan deviasi standar dengan menggunakan persamaan: $S = 1/6 (wp - wo)$ untuk S = standar deviasi kegiatan, wp = waktu paling lama, wo = waktu paling cepat.
 - Menentukan variansi kegiatan dari kegiatan proyek dengan menggunakan persamaan: $Ves = S^2 = [(wp - wo) / 6]^2$ untuk Ves = variansi kegiatan, wp = waktu paling lama, wo = waktu paling cepat.
 - Menentukan probabilitas tercapainya target dengan menggunakan persamaan: $z = (tj - jl) / S$ untuk z = angka kemungkinan mencapai target, tj = target jadwal, jl = jumlah waktu jalur kritis, S = standar deviasi.
- Data kegiatan, urutan kegiatan dan waktu dari proyek dimasukkan kedalam MS *Project* untuk mendapatkan CPM PERT
 - Dilakukan evaluasi hasil proyek pembangunan poliklinik tersebut, apakah mengalami keterlambatan atau tepat waktu atau lebih cepat.
 - Hasil jalur kritis dari CPM PERT tersebut dibandingkan dengan evaluasi hasil proyek.
 - Jika hasil proyek mengalami keterlambatan, maka dilakukan penelusuran akar permasalahan yang menyebabkan hal tersebut.
 - Permasalahan yang telah diketahui sumbernya, kemudian dicarikan solusi untuk mengantisipasi permasalahan tersebut pada kemudian hari.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Diagram Jaringan Kerja

Proyek pembangunan poliklinik eksekutif di RS XYZ direncanakan dengan menggunakan pendekatan metode CPM PERT. Jadwal proyek telah diolah sedemikian rupa untuk mendukung perhitungan dan analisis yang lebih terperinci.

ID	Kegiatan	Durasi (hari)	Predecessor	Waktu Optimis (a)	Waktu Pesimis (b)	Waktu Paling Mungkin (m)	Waktu Ekspektasi (te)
A	Persiapan lokasi	5	-	3	7	5	5
B	Pembongkaran struktur lama	7	A	5	10	7	7.17
C	Pekerjaan pondasi	10	B	8	14	10	10.33
D	Pekerjaan struktur	15	C	12	20	15	15.33
E	Pekerjaan dinding	12	D	10	16	12	12.33
F	Pekerjaan lantai	8	E	6	11	8	8.17
G	Pekerjaan plafon	6	E	4	9	6	6.17
H	Pekerjaan instalasi listrik	7	F,G	5	10	7	7.17
I	Pekerjaan sanitasi	5	F	3	8	5	5.17
J	Pekerjaan pengecatan	6	H,I	4	9	6	6.17
K	Pemasangan peralatan medis	4	J	3	6	4	4.17
L	Finishing dan pembersihan	3	K	2	5	3	3.17

Gambar 1. Jadwal Proyek

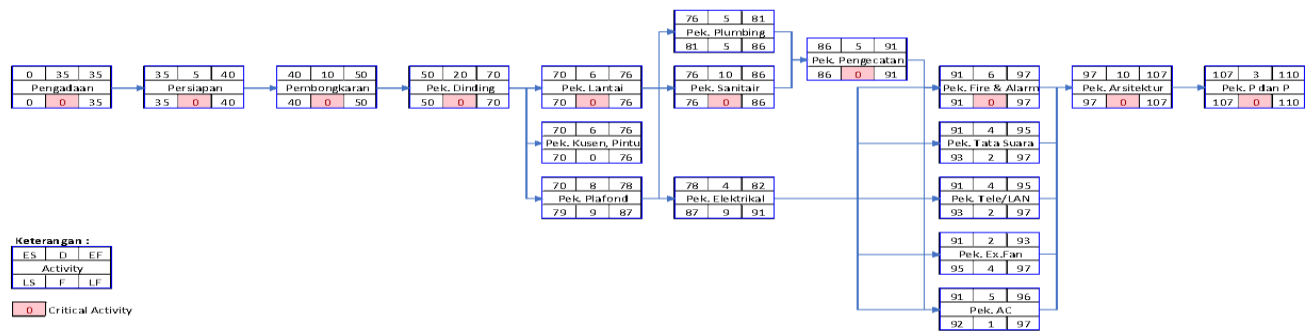
Durasi setiap kegiatan menunjukkan waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan aktivitas tersebut. Setiap kegiatan juga memiliki *predecessor*, yaitu aktivitas yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum kegiatan

berikutnya dapat dimulai. Dalam metode PERT, waktu pengerjaan dibagi menjadi tiga kategori:

1. Waktu Optimis (a): Durasi tercepat yang mungkin untuk menyelesaikan kegiatan.
2. Waktu Pesimis (b): Durasi terlama yang mungkin terjadi.

3. Waktu Paling Mungkin (m): Durasi yang paling sering terjadi dalam kondisi normal.

Dari jadwal yang telah disusun, selanjutnya dibuat diagram jaringan kerja (*network diagram*) secara manual untuk memvisualisasikan hubungan antar aktivitas dan mengidentifikasi jalur kritis.



Gambar 2. Diagram Jaringan Kerja

Gambar 2, memetakan setiap aktivitas, durasi, dan hubungan antar aktivitas dalam proyek. Melalui analisis jaringan kerja, jalur kritis proyek dapat ditemukan. Jalur kritis adalah serangkaian kegiatan yang menentukan durasi total proyek. Keterlambatan pada salah satu aktivitas di jalur kritis akan berdampak langsung pada keseluruhan proyek. Berdasarkan analisis, jalur kritis untuk proyek pembangunan poliklinik eksekutif di RS XYZ adalah

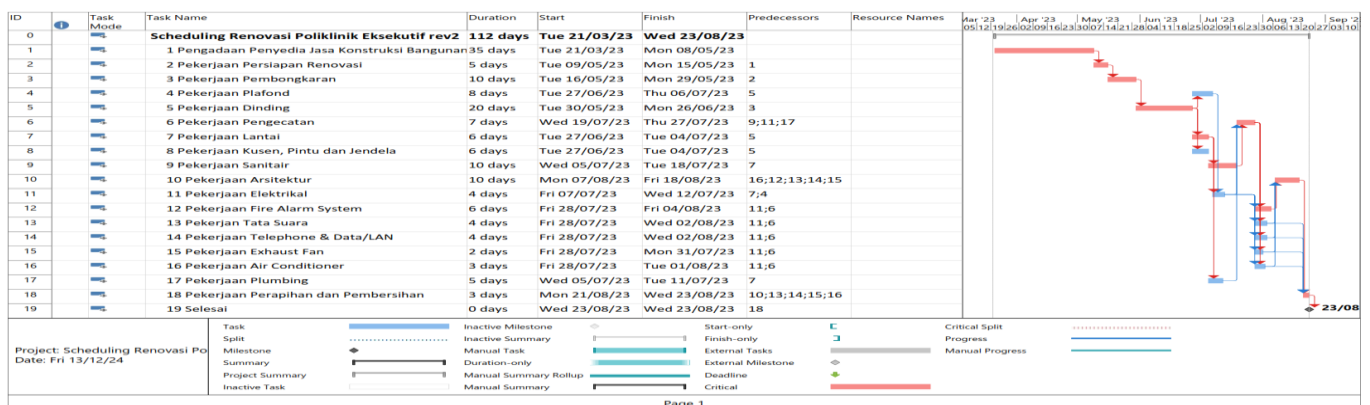
1. Pengadaan penyedia jasa konstruksi
2. Persiapan renovasi
3. Pembongkaran
4. Pekerjaan dinding
5. Pekerjaan lantai
6. Sanitari
7. Arsitektur
8. Fire Alarm
9. Perapihan dan pembersihan

Dengan identifikasi jalur kritis, pengelola proyek dapat memusatkan perhatian pada aktivitas-aktivitas penting

yang memerlukan pengawasan lebih ketat. Hal ini bertujuan untuk memastikan kelancaran pelaksanaan proyek dan penyelesaian tepat waktu. Berdasarkan estimasi dari diagram kerja, proyek pembangunan poliklinik eksekutif di RS XYZ diperkirakan dapat diselesaikan dalam waktu 110 hari.

3.2 MS Project

Untuk meningkatkan akurasi jadwal dan kemudahan dalam pemantauan, perangkat lunak seperti MS Project digunakan sebagai alat pendukung. MS Project memungkinkan pemetaan jadwal yang lebih terstruktur, perhitungan jalur kritis secara otomatis, dan pengelolaan sumber daya yang lebih efektif. Jadwal proyek yang telah disusun sebagai dasar pembuatan diagram kerja dan perhitungan estimasi proyek.



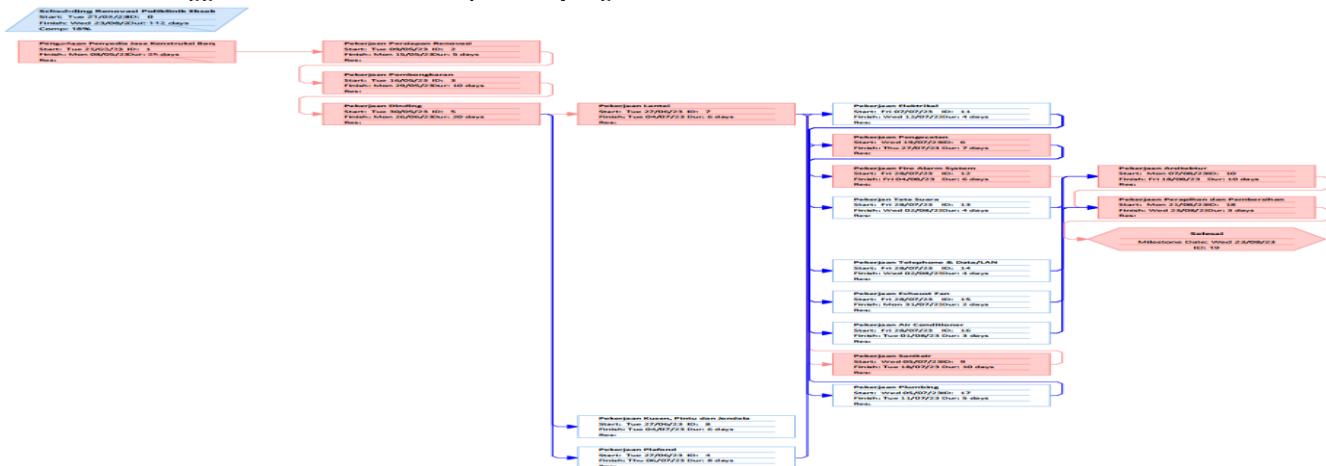
Gambar 3. Jadwal Proyek pada MS Project

Gambar 3 merupakan tampilan *Gantt Chart* dari proyek renovasi Poliklinik Eksekutif yang dijadwalkan berlangsung selama 112 hari, mulai tanggal 21 Maret 2023 hingga 23 Agustus 2023. *Gantt Chart* ini menyajikan

informasi mengenai urutan aktivitas proyek, durasi pelaksanaan, ketergantungan antar aktivitas (*predecessors*),

serta penjadwalan waktu mulai dan selesai tiap pekerjaan. Terdapat 20 aktivitas utama yang disusun berdasarkan struktur kerja proyek atau *work breakdown structure* (WBS), dimulai dari kegiatan pengadaan penyedia jasa konstruksi bangunan, pekerjaan persiapan, pembongkaran, pekerjaan struktur, arsitektur, mekanikal, elektrik, hingga tahap akhir berupa pembersihan dan penyelesaian proyek.

Bagian kanan gambar menampilkan grafik batang (*bar chart*) yang memvisualisasikan durasi dan ketergantungan antar aktivitas. Warna merah pada batang menunjukkan aktivitas yang berada di jalur kritis (*critical path*), yakni aktivitas yang tidak memiliki toleransi keterlambatan karena akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Sementara itu, warna biru menunjukkan aktivitas non-kritis yang masih memiliki slack atau kelonggaran waktu. Garis panah yang



Gambar 4. Jadwal Proyek pada MS Project

Gambar 4 merupakan diagram jaringan kerja (*network diagram*) dari proyek *Scheduling Renovasi Poliklinik Eksekutif* yang menampilkan urutan dan keterkaitan antar aktivitas proyek secara logis dan terstruktur. Diagram ini adalah hasil penerapan metode *Critical Path Method* (CPM) yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dalam proyek, yaitu serangkaian aktivitas yang menentukan durasi minimum penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Dalam diagram ini, setiap kotak mewakili satu aktivitas dengan informasi penting seperti nama aktivitas, ID tugas (*Task ID*), durasi pengerjaan, serta tanggal mulai dan selesai. Warna merah menandakan aktivitas kritis, artinya jika aktivitas ini terlambat, maka proyek secara keseluruhan juga akan terlambat. Sebaliknya, aktivitas berwarna biru adalah aktivitas non-kritis yang memiliki waktu longgar (*float*) dan dapat mengalami keterlambatan tanpa mengganggu keseluruhan jadwal proyek.

Alur panah menghubungkan satu aktivitas ke aktivitas berikutnya sesuai dengan hubungan logis (*dependensi*), menunjukkan bahwa sebuah tugas hanya bisa dimulai setelah tugas sebelumnya selesai. Diagram ini dimulai dari aktivitas pengadaan jasa konstruksi, dilanjutkan dengan tahap-tahap renovasi seperti pembongkaran, pengecatan, pekerjaan arsitektur, instalasi listrik dan sistem lainnya,

menghubungkan antar batang menandakan hubungan ketergantungan antar aktivitas. Proyek ini dijadwalkan selesai pada tanggal 23 Agustus 2023, sebagaimana ditandai oleh simbol *milestone* di akhir diagram.

Melalui *Gantt Chart* ini, manajer proyek dapat dengan mudah memantau jadwal pelaksanaan, mengidentifikasi aktivitas kritis, serta mengantisipasi potensi keterlambatan. Penggunaan metode seperti CPM (*Critical Path Method*) dalam diagram ini membantu dalam menentukan aktivitas-aktivitas yang paling berpengaruh terhadap durasi total proyek. Secara keseluruhan, *Gantt Chart* ini berfungsi sebagai alat bantu visual yang sangat penting dalam pengelolaan proyek konstruksi agar pelaksanaannya dapat berjalan tepat waktu, sesuai rencana, dan efisien.

hingga tahap akhir berupa pembersihan dan serah terima pekerjaan.

Dengan adanya *network diagram* ini, manajer proyek dapat menganalisis hubungan antar aktivitas, mengidentifikasi jalur kritis, dan mengambil keputusan pengendalian proyek yang lebih tepat, misalnya untuk mempercepat penyelesaian atau mengalokasikan sumber daya tambahan pada aktivitas-aktivitas kritis. Diagram ini juga sangat membantu dalam proses monitoring dan evaluasi karena memberikan gambaran menyeluruh tentang alur pelaksanaan proyek secara kronologis dan terintegrasi.

Hal ini memungkinkan identifikasi aktivitas yang memerlukan pengawasan ekstra agar proyek tetap berjalan sesuai jadwal.

Tabel 1.

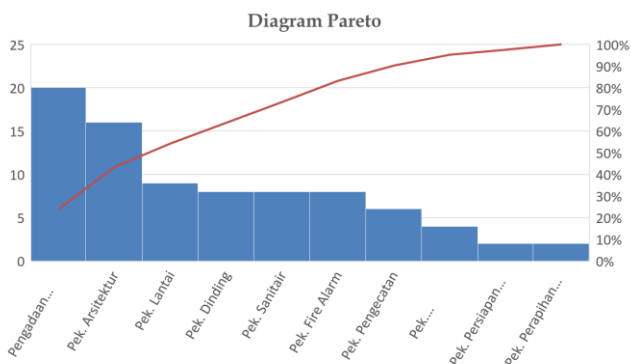
Jalur Kritis pada MS Project

No	Critical Activity	Probability	Impact	Score Frequency	Prosentase	Cumulatif Prosentase
1	Pengadaan Penyedia Jasa Konstruksi	4	5	20	24%	24%
2	Pek. Persiapan Renovasi	1	2	2	2%	27%
3	Pek. Pembongkaran	1	4	4	5%	31%
4	Pek. Dinding	2	4	8	10%	41%
5	Pek. Pengecatan	2	3	6	7%	48%
6	Pek. Lantai	3	3	9	11%	59%
7	Pek. Sanitair	2	4	8	10%	69%
8	Pek. Arsitektur	4	4	16	19%	88%
9	Pek. Fire Alarm	2	4	8	10%	98%
10	Pek. Perapian dan Pembersihan	1	2	2	2%	100%
				83	100%	

Tabel 1, menampilkan tabel identifikasi aktivitas kritis dalam proyek renovasi Poliklinik Eksekutif. Tabel ini merupakan bagian dari proses analisis risiko proyek, di mana tiap aktivitas kritis dievaluasi berdasarkan tingkat probabilitas (kemungkinan terjadinya masalah) dan dampaknya (*impact*) terhadap kelancaran proyek. Kolom yang tersedia mencakup informasi tentang: nomor aktivitas, nama aktivitas kritis, probabilitas, dampak, skor frekuensi, skor persentase, dan persentase kumulatif.

Terdapat sepuluh aktivitas yang dianggap memiliki peran krusial dalam keberhasilan proyek, mulai dari Pengadaan Penyedia Jasa Konstruksi, Pekerjaan Persiapan Renovasi, hingga Pekerjaan Perapihan dan Pembersihan. Aktivitas-aktivitas ini kemungkinan besar berada di jalur kritis (*critical path*) karena keterlambatan pada salah satunya akan memengaruhi keseluruhan jadwal proyek. Dengan melakukan identifikasi terhadap aktivitas-aktivitas ini, manajer proyek dapat memberikan perhatian khusus dan pengawasan ekstra terhadap aktivitas yang memiliki risiko tinggi.

Meski pada gambar ini data kuantitatif seperti skor probabilitas dan dampak belum terisi, namun struktur tabel ini menunjukkan bahwa proyek sedang dalam proses analisis risiko berbasis metode semi-kuantitatif, yang akan menghasilkan peringkat aktivitas berdasarkan tingkat risikonya. Melalui pendekatan ini, tim manajemen dapat menyusun prioritas pengendalian risiko, serta menyusun strategi mitigasi untuk mencegah keterlambatan proyek akibat permasalahan pada aktivitas-aktivitas penting tersebut.



Gambar 5. Pareto Jalur Kritis pada MS Project

Berdasarkan Gambar 5, analisis pareto yang dihasilkan oleh MS Project, bahwa tiga jalur utama memerlukan pengawasan lebih intensif. Ketiga jalur tersebut berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan proyek secara keseluruhan dan memerlukan alokasi sumber daya serta waktu yang lebih optimal untuk memastikan penyelesaian tepat waktu.

MS Project juga memberikan visualisasi yang lebih komprehensif, seperti diagram jalur kritis dan analisis pareto, yang memudahkan tim proyek dalam memahami prioritas kerja. Hal ini sangat penting dalam pengelolaan proyek skala besar seperti pembangunan poliklinik eksekutif, di mana keterlambatan pada jalur kritis dapat berdampak pada keseluruhan *timeline* proyek.

Dengan demikian, pemanfaatan MS Project tidak hanya mendukung perencanaan dan *monitoring* yang lebih efisien, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam menjaga proyek tetap sesuai jadwal dan target.

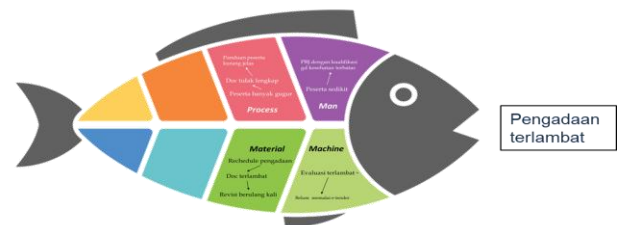
3.3 Evaluasi hasil proyek

Hasil perbandingan antara estimasi waktu penyelesaian menggunakan metode PERT dan MS Project menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan, dengan keterlambatan hampir dua kali lipat pada hasil aktual. Perbedaan ini menjadi masalah penting yang memerlukan analisis mendalam untuk menemukan akar penyebabnya. Identifikasi permasalahan ini bertujuan untuk memastikan bahwa kesenjangan serupa tidak akan terjadi pada proyek-proyek mendatang, terutama yang memiliki karakteristik serupa. Selanjutnya, perbedaan antara estimasi penyelesaian proyek dengan hasil aktual menjadi bahan diskusi yang harus diklarifikasi bersama pihak-pihak terkait dalam proyek di RS XYZ.

Melalui diskusi tersebut, diperoleh data dan informasi tambahan untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap perbedaan waktu penyelesaian. Hal ini menjadi langkah awal untuk meningkatkan perencanaan dan pelaksanaan proyek di masa depan.

3.4 Fishbone diagram

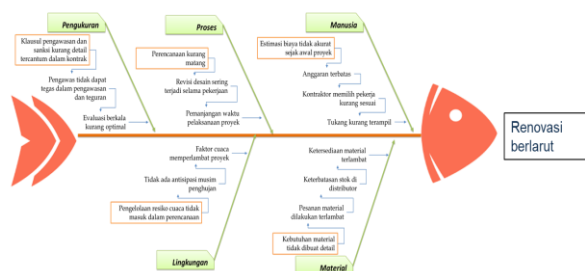
Dari hasil pencarian akar masalah dengan metode wawancara kemudian dimasukkan ke dalam digarm tulang ikan, untuk 2 (dua) permasalahan Utama pengadaan terlambat dan renovasi berlarut.



Gambar 6. Fishbone Diagram Pengadaan Terlambat

Gambar 6 merupakan diagram Fishbone (diagram tulang ikan) atau diagram Ishikawa yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab utama keterlambatan dalam proses pengadaan pada proyek pembangunan Poliklinik ABC. Diagram ini mengelompokkan faktor-faktor penyebab keterlambatan ke dalam enam kategori utama, yaitu *Process*, *Man*, *Material*, *Machine*, *Method*, dan *Environment*. Dalam kategori *Process*, ditemukan bahwa proses lelang yang lama, tidak lengkapnya dokumen teknis, dan gagalnya peserta lelang menjadi penyebab dominan. Kategori *Man* mengindikasikan keterlambatan akibat kurangnya koordinasi tim pengadaan dan ketidaksesuaian penjadwalan internal. Pada *Material*, keterlambatan muncul dari proses verifikasi dokumen yang lambat dan berkas yang tidak lengkap. Sementara itu, pada aspek *Machine*, terdapat hambatan teknis dan keterlambatan dalam penyelesaian masalah.

penggunaan sistem elektronik. Dengan menggunakan diagram ini, manajemen proyek dapat mengidentifikasi akar penyebab masalah secara sistematis, sehingga dapat merancang strategi mitigasi yang tepat untuk mencegah keterlambatan serupa di masa mendatang dan meningkatkan efektivitas pelaksanaan proyek.



Gambar 7. Fishbone Diagram Renovasi Berlarut

Gambar 7 tersebut merupakan diagram *Fishbone* (Ishikawa) yang digunakan untuk menganalisis penyebab utama keterlambatan pada proses renovasi bangunan dalam proyek pembangunan Poliklinik ABC. Dalam diagram ini, faktor-faktor penyebab keterlambatan dikelompokkan ke dalam enam kategori utama, yaitu Pengukuran, Proses, Manusia, Material, Lingkungan, dan Metode. Pada kategori *Pengukuran*, ditemukan bahwa klausul penggunaan dan sanksi dalam kontrak tidak dirumuskan secara detail, menyebabkan ketidakpastian saat pelaksanaan. Kategori *Proses* menyoroti perencanaan yang kurang matang sebagai faktor utama. Dalam aspek *Manusia*, estimasi biaya yang tidak akurat sejak awal proyek menyebabkan penyusunan anggaran yang meleset. Pada kategori *material*, kebutuhan material tidak dibuat secara rinci sejak awal, yang mengakibatkan keterlambatan pengadaan. Faktor lingkungan juga berkontribusi, terutama dalam hal pengaruh cuaca yang tidak dipertimbangkan dalam perencanaan. Melalui diagram ini, akar masalah dari keterlambatan renovasi dapat diidentifikasi secara sistematis, sehingga tim manajemen proyek dapat merancang langkah korektif dan pencegahan untuk meningkatkan efektivitas perencanaan dan pelaksanaan proyek ke depan.

3.5 CPM, PERT dan Kausalitas Project

Berdasarkan analisis jalur kritis, tiga faktor utama yang memengaruhi proyek, sesuai dengan hasil pareto, adalah pengadaan dan pekerjaan arsitektur yang menjadi dua di antaranya. Hal ini telah divalidasi lebih lanjut menggunakan *fishbone* diagram untuk mengidentifikasi akar masalah. Evaluasi terhadap hasil proyek menunjukkan bahwa jalur kritis ini benar-benar memiliki potensi signifikan dalam menyebabkan keterlambatan proyek [11].

Penajaman analisis terhadap jalur kritis dilakukan secara menyeluruh menggunakan *fishbone* diagram, yang membantu mengungkap akar penyebab permasalahan keterlambatan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam ini, integrasi metode CPM-PERT, Pareto dan *Fishbone* menjadi sangat krusial dalam manajemen proyek [12]. Pendekatan ini tidak hanya memastikan pengelolaan waktu dan sumber daya yang lebih efektif tetapi

juga membantu mengidentifikasi dan memitigasi risiko di masa depan, sehingga proyek serupa dapat berjalan lebih lancar dan tepat waktu [13].

3.6 Rekomendasi

Untuk mengatasi permasalahan keterlambatan proyek dan mencegah terulangnya masalah serupa di masa mendatang, berdasarkan hasil analisis jalur kritis dan diagram *fishbone*, kami mengusulkan beberapa perbaikan yang berfokus pada sistem prosedur dan alat bantu pengadaan sebagai langkah-langkah perbaikan. Adapun usulan perbaikan tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Pengelolaan Vendor**
Unit yang membidangi manajemen vendor perlu lebih aktif dalam mencari penyedia barang dan jasa (PBJ) yang memiliki kualifikasi khusus untuk proyek gedung kesehatan. Hal ini bertujuan agar saat pengadaan dilakukan, jumlah peserta yang mengikuti tender dapat memenuhi kuota yang dibutuhkan.
2. **Review Sistem Prosedur Pengadaan**
Prosedur pengadaan perlu direview untuk memastikan bahwa PBJ dengan persyaratan atau kompetensi khusus tidak masuk dalam kategori tender umum. Dengan cara ini, pengadaan akan lebih tepat sasaran dan sesuai dengan kebutuhan proyek.
3. **Pembaharuan Panduan Tender**
Panduan bagi peserta tender harus diperbarui secara berkala, mengingat banyaknya peserta yang gugur karena ketidaklengkapan dokumen. Pembaharuan ini penting agar prosedur lebih jelas dan peserta dapat mempersiapkan dokumen dengan lebih baik.
4. **Penggunaan E-Tender**
Untuk memperlancar proses pengadaan, disarankan agar pelaksanaan tender dilakukan secara elektronik (e-tender). Dengan menggunakan sistem e-tender, pengadaan dapat dilakukan lebih efisien tanpa terkendala oleh ruang dan waktu, serta mempermudah monitoring secara real-time.
5. **Penyempurnaan Estimasi Biaya**
Pihak perencana harus diberi penyegaran mengenai pentingnya menyusun estimasi biaya yang lebih akurat, dengan memastikan seluruh material yang dibutuhkan tercakup dalam perencanaan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya kekurangan atau penambahan material yang mendadak saat pelaksanaan proyek.
6. **Pertimbangan Faktor Eksternal**
Pada tahap perencanaan, harus dipertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti cuaca yang dapat mempengaruhi kelancaran pelaksanaan proyek. Pengelolaan risiko terkait faktor eksternal ini akan membantu memperkecil kemungkinan gangguan yang dapat menghambat kemajuan proyek.
7. **Review Klausul Pengawasan dan Sanksi**
Sangat penting untuk melakukan review terhadap klausul pengawasan dan sanksi dalam kontrak. Klausul yang lebih terperinci akan membantu menghindari potensi sengketa atau wanprestasi antara pihak terkait

dalam proyek, serta memastikan adanya tindakan yang jelas bila terjadi ketidaksesuaian.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis estimasi durasi proyek pembangunan poliklinik eksekutif RS XYZ menggunakan metode PERT dan MS Project, proyek ini diperkirakan dapat diselesaikan dalam 110 hari. Jalur kritis utama yang ditemukan dalam proyek ini adalah: Pengadaan penyedia jasa konstruksi, Persiapan renovasi, dan Pekerjaan lantai. Meskipun demikian, pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan estimasi waktu yang direncanakan, terutama karena adanya keterlambatan dalam proses pengadaan dan durasi renovasi yang lebih lama dari yang diperkirakan.

Untuk mengatasi masalah keterlambatan ini, perbaikan yang diusulkan difokuskan pada penyempurnaan prosedur pengadaan dan peningkatan efisiensi dalam pengelolaannya. Penting untuk menekankan bahwa integrasi manajemen proyek yang lebih holistik diperlukan, dengan memanfaatkan pendekatan yang terkoordinasi dan menggunakan berbagai alat manajemen proyek yang efektif. Melalui pendekatan ini, diharapkan proyek dapat dikelola lebih efisien, mengurangi risiko keterlambatan, dan memastikan pencapaian hasil proyek sesuai dengan jadwal dan anggaran yang telah ditetapkan.

Referensi

- [1] Ardabil Maulana, Fredy Kurniawan "Time optimization using CPM,PERT and PDM methods in the social and Department of Kelautan building development project Gresik district," *International Journal of Transportation and Infrastructure*, vol. 2, no. 2, pp. 58-67, 2019.
- [2] Kerzner Harold, Project Management; A systems approach to planning, scheduling and controlling, 10th penyunt., Newyork: JohnWiley & Sons, 2009.
- [3] Tabah Heri Setiawan, Dhonna Febby Lintang Asri, Yulianti Rusdiana "Analisis jaringan kerja pada evaluasi penjadwalan waktu dan biaya penyelesaian proyek dengan menggunakan metode PERT & CPM," *Jurnal Santika UnPam*, vol. 2, no. 2, pp. 136-148, 2020.
- [4] Kishor. Itani, "Mastering Construction Schedules: The Power of CPM and Pert Integration," *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, vol. 11, no. X, pp. 868-875, 2023.
- [5] Indra Alfian, Ratna Ekawati, Evi Febianti, "Analisis Penjadwalan Pembuatan MVR Evaporator Shelter Dengan Metode CPM Dan PERT Di PT. Solen Putra," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 4, no. 3, pp. 1-9, 2016.
- [6] Ade Momon Subagyio, Kusnadi Kusnadi, Naura Mutia Astari, "Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Method) Dan PERT (Program Evaluation And Review Technique)," *Jurnal Konstruksia*, vol. 13, no. 1, pp. 164-180, 2021.
- [7] Islam, MD Jonaidul, "Program evaluation and review technique (PERT) and critical path method (CPM) : A case study, Dhaka, 2021.
- [8] Pelik Fernandes PS, Pustika Ayuning Puri, Siti Nurhasanah "Implementation of CPM and PERT Method in Canteen Development Project CV Super Makmur," *West Science Business and Management*, vol. 2, no. 01, pp. 179-193, 2024.
- [9] Rahmatullah, A FajriyahRamadhani L, Sofyan Aarsal "Perbandingan Critical Path Method (CPM) dengan Program Evaluation and Review Technique (PERT) Terhadap Penjadwalan Waktu Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UMI)," *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 7, no. 2, pp. 157-167, 2022.
- [10] Orumie ukumaka Cynthia, "Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM): A Comparative Study," *International Journal of Industrial and Operations Research*, vol. 3, no. 004, pp. 1-9, 2020.
- [11] Selma Ćatovic, Ali Göksu, "Implementation of critical path method and project evaluation and review technique," dalam *International symposium on sustainable development*, 2012.
- [12] Farid Hirji Badruzzaman, M Yusuf Fajar, Onoy Rohaeni, Gani Gunawan, Erwin Harahap, "CPM And PERT Technique efficiency model for Child Veil Production," *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 9, no. 4, pp. 1470-1476, 2020.
- [13] Bagshaw,, Karibo Benaiah "PERT and CPM in project management with practical examples," *American Journal of Operations Research*, vol. 11, pp. 215-226, 2021.