



Analisis Perbandingan Produktivitas Jam Kerja Pada Proyek Reparasi Kapal TB Ampenan 01 Dengan Metode *Critical Path Method* dan *Critical Chain Project Management* di Galangan Kapal Madura

Rizky Saputra Aminata^{1*}, Minto Basuki²

^{1,2}Institut Adhi Tama Surabaya

Alamat: Jl. Arief Rahman Hakim No.100, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

*Korespondensi penulis: saputrarizkynata@gmail.com

Abstract. *Project scheduling is an important element for shipyard companies to gain more profit. The most frequently used analysis is the Critical Path Method (CPM). However, in reality, planning using the CPM method is considered less efficient because it does not consider the productivity of each job in it and adds safety time which causes the project duration to become longer. In accordance with the above problems, a new method for planning project schedules is now being developed, namely Critical Chain Project Management (CCPM). CCPM is a project planning method that emphasizes the resources needed to carry out existing tasks in the project. This method is carried out by eliminating multitasking, student syndrome, Parkinson's law and providing a buffer at the end of the project. In this final project, a comparison of the duration of the results of applying the CCPM method with the Critical Path Method (CPM) method is carried out in a case study of ship repairs at PT. Galangan Kapal Madura. The initial project scheduling uses the traditional method in the form of a Gantt chart which is then broken down in more detail and completely with the relationship between activities in the form of CPM, and then will be compared with the duration of the results of CCPM scheduling which has eliminated multitasking, eliminated Safety time for each activity and provided a buffer in the work.*

Keywords: *critical method, critical chain, Madura ship port*

Abstrak. Penjadwalan proyek adalah elemen penting agar perusahaan galangan dapat mendapatkan untung yang lebih. Analisa yang paling sering digunakan adalah dengan metode *Critical Path Method* (CPM). Tetapi dalam kenyataan yang terjadi di lapangan, perencanaan dengan menggunakan metode CPM dinilai kurang efisien karena tidak mempertimbangkan produktivitas dari setiap pekerjaan di dalamnya dan menambahkan waktu aman yang menyebabkan durasi proyek menjadi semakin panjang. Sesuai dengan masalah diatas, kini berkembang metode baru untuk merencanakan jadwal proyek yaitu *Critical Chain Project Management* (CCPM). CCPM adalah sebuah metode perencanaan proyek yang menekankan pada sumber daya yang diperlukan dalam melakukan tugas-tugas yang ada di proyek. Metode ini ditempuh dengan cara menghilangkan multitasking, student syndrome, parkinson's law serta memberi buffer di waktu akhir proyek. Pada tugas akhir ini dilakukan perbandingan durasi hasil penerapan metode CCPM dengan metode *Critical Path Method* (CPM) pada studi kasus perbaikan kapal di PT. Galangan Kapal Madura. Penjadwalan awal proyek menggunakan metode tradisional berupa gantt chart yang kemudian di-breakdown lebih detail dan lengkap dengan hubungan antar aktivitasnya ke dalam bentuk CPM, dan kemudian akan dibandingkan dengan durasi hasil dari penjadwalan CCPM yang telah menghilangkan multitasking, menghilangkan Safety time pada tiap aktivitas dan memberi buffer dalam pengerjaannya.

Kata Kunci: *critical method, critical chain, galangan kapal Madura.*

1. LATAR BELAKANG

Kegiatan reparasi kapal yakni merupakan aktifitas preventive maintenance agar komponen atau system yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode waktu tertentu (Blischke, dkk, 2003). Dalam pelaksanaan suatu proyek reparasi kapal di PT. Galangan Kapal Madura membutuhkan suatu perencanaan,

penjadwalan, dan pengendalian yang baik, dimana kondisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jam kerja yang sistematis, penjadwalan yang tersusun baik, dan jumlah tenaga kerja yang sesuai dan faktor-faktor lainnya yang berpengaruh pada kelancaran proyek tersebut yang diatur dalam sebuah sistem manajemen proyek. Manajemen proyek digunakan untuk merencanakan, melaksanakan, dan mengendalikan kegiatan proyek untuk meminimalisir resiko pada waktu dan biaya proyek (Naura Mutia dkk, 2021). Selain berpengaruh pada kelancaran proyek, faktor-faktor tersebut juga dapat menyebabkan terlambatnya penyelesaian pekerjaan suatu proyek sedangkan order pada industri sedang ramai, sehingga membuat perusahaan merugi. Penjadwalan proyek adalah elemen penting agar perusahaan galangan kapal mendapatkan untung yang berlebih (Guna Wirawan, 2017), Jika suatu proyek mengalami masalah disaat order di industri sedang ramairamainya, maka akan berdampak pada pelaksanaan proyek tersebut, bila proyek tersebut mengalami keterlambatan berarti semakin lama proyek itu selesai. Dan kemungkinan besar berdampak pada pesanan kapal-kapal yang lainnya. Suatu proyek cenderung mengalami keterlambatan apabila buruknya manajemen proyek dan juga kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh sumber daya manusia didalamnya (Laura dkk, 2018), dan keterlambatan itu menyebabkan kerugian dari dua belah pihak, baik dari Client dan perusahaan itu sendiri.

Penyusunan jadwal yang efektif dan efisien sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek dengan segera (Saputra, 2021). Berkaitannya dengan kelancaran proses produksi untuk menyelesaikan suatu proyek perlu perencanaan dan penjadwalan yang sesuai untuk mengatasi kemungkinan-kemungkinan yang bisa memperlambat berjalannya proses produksi, karena merupakan kegiatan dengan proses yang panjang maka didalam kegiatan proyek reparasi banyak ditemukan masalah yang harus diselesaikan (Ervianto, 2005). Maka dari itu perencanaan harus dibuat sematang mungkin dengan menggunakan metode Critical Path Method dan Critical Chain Management. Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas lainnya terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi mana yang harus diselesaikan terlebih dahulu diantara aktivitas lainnya (Yenika, 2017).

Dalam metode CPM (Critical Path Method) dikenal dengan adanya jalur kritis, Jalur kritis adalah rangkaian lintasan kritis pekerjaan dengan total masing masing pekerjaan sesuai dengan waktu pelaksanaannya, Lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Adde curie siregar, 2019), dan Metode CCPM (Critical Chain Project Management) adalah metode penjadwalan dengan menggunakan rantai terpanjang dari kejadian yang berkaitan. Dimana persyaratan ccpm ini adalah tidak adanya multitasking, menghilangkan waktu safety dan menggantinya dengan waktu

penyangga (Heryanti,2012), agar client puas dengan proyek reparasi kapal ada hal-hal lain yang perlu diperhatikan supaya mendapatkan Kembali kepercayaan client terhadap kita. Adapun faktor yang membuat proyek dikatakan sukses atau berhasil, pekerjaan kontruksi dilakukan sesuai dengan syarat standart mutu, pemantuan secara berkala terhadap waktu pelaksanaan yang dibandingkan dengan perencanaan awal (Annisa dkk, 2020). Berdasarkan data order kapal pada PT. Galangan kapal madura terdapat 90 kapal yang melakukan reparasi di tahun 2021 dengan penggunaan waktu yang efisien dapat meningkatkan jumlah order kapal di tiap tahunnya. Adanya potensi dari pasar yang besar tersebut menjadikan peluang yang besar pula untuk meningkatkan order dan pendapatan yang ada pada PT. Galangan kapal di madura dengan memaksimalkan tempat yang ada dan perencanaan waktu yang efisien. Ditambah lagi wilayah madura sangat berpotensi karna merupakan wilayah pelayaran yang strategis di wilayah Jawa Timur.

2. KAJIAN TEORITIS

Kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang atau barang di laut atau sungai dan sebagainya (Sutiyar,1994). Seperti halnya moda transportasi lain, kapal juga memerlukan perawatan yang jika tidak di maintance dengan baik dapat menimbulkan kerusakan. Kapal sebagai alat transportasi pastinya akan mengalami kerusakan. Maka dari itu suatu saat akan dilakukan perbaikan. Menurut BKI (2016) perbaikan kapal sendiri dibagi menjadi 3 jenis menurut statusnya, Annual Survey (Survei tahunan), Intermediate Survey (Survei antara), Renewal/Spesial Survey (Survei Pembaharuan). Sebelum melakukan proses perbaikan, penjadwalan harus dirancang sebaik mungkin agar tujuan utama dapat tercapai dengan biaya, sumber daya dan waktu dihabiskan secara optimal (Soeharto, 1998). Oleh karena itu metode perencanaan proyek harus dilakukan dengan matang dan baik. Dalam realisasinya, metode yang biasa digunakan saat ini yaitu Critical Path Method masih menuai kendala dalam penerepannya. Menurut Goldrat (1997) diantaranya adalah tidak berjalannya rencana yang sudah dibuat dengan realita di lapangan. Permasalahan-permasalahan yang dialami seperti multitasking dan Student's Syndrome. Untuk menghilangkan masalah tersebut, diaplikasikan sebuah metode baru yang bernama Critical Chain Project Management. CCPM adalah metode yang mengembangkan konsep CPM dengan tujuan memaksimalkan kinerja dengan cara mengurangi durasi dari setiap aktivitas di dalam proyek yang masih memasukan safety time (Leach, 2000). Pengurangan durasi bertujuan agar pekerja akan bekerja lebih efektif dan tidak menunda-nunda pekerjaannya. Tetapi pengurangan durasi tersebut akan menambah resiko terhadap terlambatnya pekerjaan yang sudah dijadwalkan. Maka dari itu, dalam

metode ini dimasukan Buffer time atau waktu penyangga yang bertujuan untuk mengantisipasi keterlambatan dari proyek yang dikerjakan. Buffer ada tiga jenis berdasarkan penempatannya pada aktivitas dalam suatu proyek yaitu: project buffer, feeding buffer, dan resource buffer (PMBOK, 2013). Dimana dengan kondisi galangan tempat penelitian, lebih sering menggunakan metode cpm, dengan meneliti dengan metode lain penulis ingin mengetahui seberapa efisien jika digunakan pada galangan tersebut.

Kapal sebagai alat transportasi laut juga membutuhkan perawatan, selayaknya moda transportasi pada umumnya, kapal juga akan mengalami kerusakan jika tidak dilakukan perawatan baik pada hull, konstruksi maupun peralatan peralatan yang ada pada kapal yang disebabkan oleh operasi kapal. Kerusakan ini dapat menimbulkan kecelakaan bahkan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu untuk membuat kondisi kapal tetap optimal agar dalam operasional kondisi konstruksi maupun peralatan yang system pendukung maupun inti tetap baik serta sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh pihak klasifikasi perlu dilakukan perawatan dan perbaikan secara rutin dan berkala. Menurut BKI Vol. 1 (2016), ada dua jenis survei untuk perbaikan kapal yaitu antara lain :

Survey Periodik Berdasarkan jangka waktu yang diberikan oleh BKI, survey docking kapal dibagi menjadi beberapa jenis :

Annual Survey (Survey Tahunan) Survey tahunan dilakukan untuk lambung dan permesinan yang termasuk sistem kelistrikan dilakukan setiap 12 bulan dari tanggal awal berlakunya kelas. Adapun dilakukan minimum 3 bulan sebelum berlakunya kelas dan maksimal 3 bulan sesudah periode 1 tahun berlakunya kelas.

Intermediate Survey (Survey Antara/Tengah) Survei ini dilaksanakan saat 2.5 tahun setelah kapal jadi dan setiap pembaharuan kelas dan dalam kasus seagoing ships akan dilakukan diantara survei tahunan kedua dan ketiga

Renewal Survey / Spesial Survey (Survey Pembaharuan klas) Survei ini dilakukan pada lambung, mesin dan sistem kelistrikan dengan tujuan untuk memperbarui lisensi klas dari suatu kapal. Survei ini dilakukan setiap survei tahunan yang ke-empat dan dimulai setelah berakhirnya survei tahunan ketiga.

Survey non-Periodik Survei yang dilakukan dalam keadaan tertentu dan tidak mempunyai rentang waktu, survey ini meliputi:

Damage & Repair Survey Survei ini dilakukan hanya bila terjadi kecelakaan yang menyebabkan berubahnya baik bentuk maupun fungsi dari konstruksi, mesin dan sistim penunjang yang dikelaskan yang dapat mempengaruhi efek dari keabsahan kelas

Voyage Repairs & Maintance Survei perbaikan ini dapat dilakukan apabila terjadi

kecelakaan atau kerusakan peralatan tetapi bisa dikerjakan oleh awak kapal ketika sedang bekerja atau dalam perjalanan

Conversion Survey Dalam konversi kapal dengan contoh kapal tanker ke FPSO, survei harus dilakukan kepada bagian-bagian yang dikelaskan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif komparatif dengan studi kasus pada proyek reparasi kapal TB. Ampenan 01 di PT Galangan Kapal Madura. Tujuan penelitian adalah membandingkan efektivitas penjadwalan proyek menggunakan metode Critical Path Method dan Critical Chain Project Management ditinjau dari durasi total proyek serta kebutuhan jam kerja tenaga kerja. Objek penelitian mencakup seluruh rangkaian aktivitas reparasi kapal mulai dari docking service, perawatan lambung, sandblasting, pengecatan, pekerjaan pengelasan, instalasi pipa, hingga pekerjaan pendukung lainnya yang tersusun dalam jadwal proyek galangan. Data yang digunakan terdiri dari data primer berupa jadwal awal proyek, durasi tiap pekerjaan, hubungan ketergantungan aktivitas, jumlah tenaga kerja, serta sistem jam kerja, dan data sekunder yang bersumber dari literatur manajemen proyek serta referensi metode CPM dan CCPM. Pengumpulan data dilakukan melalui dokumentasi dan observasi lapangan untuk memahami alur kerja aktual di galangan.

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi dan pengelompokan seluruh aktivitas proyek, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan network planning menggunakan metode CPM untuk menentukan jalur kritis dan durasi total proyek. Setelah itu dilakukan penyusunan ulang jadwal menggunakan metode CCPM dengan cara mengurangi waktu aman tersembunyi pada tiap aktivitas, menghindari multitasking, serta menambahkan buffer proyek sebagai pengendali ketidakpastian durasi. Selanjutnya dihitung total kebutuhan jam kerja tenaga kerja pada masing masing metode berdasarkan durasi aktivitas dan jumlah pekerja yang terlibat. Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan membandingkan hasil durasi proyek dan efisiensi penggunaan jam kerja antara CPM dan CCPM untuk menentukan metode penjadwalan yang paling efektif diterapkan pada proyek reparasi kapal di galangan tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penjadwalan Menggunakan Critical Path Method (CPM)

Berdasarkan penyusunan network planning dari seluruh aktivitas reparasi TB. Ampenan 01, diperoleh lintasan kritis yang didominasi oleh rangkaian pekerjaan struktur lambung, hot work, instalasi pipa utama, serta pekerjaan propulsi yang memiliki

ketergantungan teknis tinggi dan tidak memiliki kelonggaran waktu. Perhitungan maju dan mundur menunjukkan bahwa aktivitas pada lintasan ini memiliki nilai slack sama dengan nol sehingga keterlambatan satu aktivitas saja akan langsung menambah durasi proyek secara keseluruhan. Total durasi proyek berdasarkan CPM mengikuti akumulasi durasi pada jalur kritis sesuai data jadwal awal galangan.

Selain durasi, kebutuhan tenaga kerja pada metode CPM dihitung berdasarkan lama tiap aktivitas tanpa pengurangan waktu aman. Hal ini menyebabkan banyak pekerjaan memiliki durasi relatif panjang karena setiap bagian pekerjaan menyimpan safety time masing masing. Dampaknya, total jam kerja tenaga kerja menjadi besar dan membuka peluang terjadinya multitasking serta penundaan pekerjaan di lapangan.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Penjadwalan Metode CPM

Komponen Analisis	Hasil CPM
Jumlah aktivitas teridentifikasi	> 200 aktivitas pekerjaan
Aktivitas pada jalur kritis	Pekerjaan hull repair, hot work utama, instalasi pipa, propulsi
Total durasi proyek	Mengikuti durasi jadwal awal galangan
Karakteristik durasi	Mengandung safety time pada tiap aktivitas
Dampak terhadap tenaga kerja	Jam kerja tinggi, potensi multitasking besar

2. Hasil Penjadwalan Menggunakan Critical Chain Project Management (CCPM)

Pada metode CCPM, durasi setiap aktivitas dikurangi dengan menghilangkan waktu aman tersembunyi yang sebelumnya tersebar pada masing masing pekerjaan. Setelah pengurangan durasi, jaringan kerja disusun ulang dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya sehingga terbentuk rantai kritis yang berbeda dari jalur kritis CPM. Buffer kemudian ditempatkan pada akhir proyek sebagai project buffer dan pada jalur non kritis yang menuju rantai kritis sebagai feeding buffer.

Hasilnya menunjukkan durasi total proyek menjadi lebih pendek dibandingkan metode CPM karena waktu cadangan tidak lagi tersebar di setiap aktivitas melainkan dipusatkan dalam buffer yang lebih terkontrol. Pola kerja tenaga kerja juga menjadi lebih fokus pada satu pekerjaan hingga selesai sebelum berpindah ke pekerjaan lain, sehingga mengurangi multitasking dan meningkatkan produktivitas aktual di lapangan.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Penjadwalan Metode CCPM

Komponen Analisis	Hasil CCPM
Dasar perhitungan durasi	Durasi aktivitas dikurangi dengan menghilangkan safety time
Fokus pengendalian	Rantai kritis dan buffer proyek
Total durasi proyek	Lebih singkat dibanding CPM
Sistem pengaman waktu	Project buffer dan feeding buffer
Dampak terhadap tenaga kerja	Kerja lebih fokus, multitasking berkurang

3. Perbandingan Durasi dan Jam Kerja Tenaga Kerja

Perbedaan utama antara CPM dan CCPM terletak pada cara memperlakukan ketidakpastian durasi. CPM menyebarkan cadangan waktu di seluruh aktivitas, sedangkan CCPM memusatkannya dalam buffer. Dari sisi operasional galangan, pendekatan CCPM membuat aliran pekerjaan lebih lancar karena tenaga kerja tidak lagi menunggu pekerjaan lain selesai akibat penjadwalan yang terlalu longgar.

Dari hasil perhitungan biaya tenaga kerja proyek reparasi TB. Ampenan 01 yang mencapai ratusan juta rupiah, terlihat bahwa durasi pekerjaan sangat memengaruhi total jam kerja kumulatif. Ketika durasi proyek dipersingkat melalui CCPM, maka total jam kerja efektif juga menurun meskipun jumlah tenaga kerja tetap. Efisiensi ini berpotensi meningkatkan kapasitas galangan untuk menerima proyek tambahan dalam satu tahun.

Tabel 3. Perbandingan Kinerja CPM dan CCPM

Aspek Perbandingan	CPM	CCPM
Pendekatan durasi	Setiap aktivitas punya waktu aman	Waktu aman dipusatkan dalam buffer
Fokus pengendalian	Jalur kritis	Rantai kritis dan buffer
Durasi total proyek	Lebih panjang	Lebih pendek
Pola kerja tenaga kerja	Cenderung multitasking	Lebih fokus satu tugas
Risiko keterlambatan	Tersembunyi di tiap aktivitas	Terantau melalui konsumsi buffer
Efisiensi jam kerja	Lebih rendah	Lebih tinggi

Pembahasan

Secara manajerial, CPM lebih mudah dipahami karena hanya menekankan urutan teknis pekerjaan, tetapi kurang mempertimbangkan perilaku manusia seperti kecenderungan menunda pekerjaan hingga mendekati tenggat. CCPM justru memasukkan aspek perilaku tersebut dengan menghilangkan student syndrome dan parkinson law melalui pemangkasan durasi aktivitas. Pendekatan ini lebih realistis untuk lingkungan galangan yang memiliki banyak pekerjaan paralel dan keterbatasan tenaga ahli tertentu.

Dari sudut pandang produktivitas jam kerja, CCPM memberikan keunggulan karena tenaga kerja didorong menyelesaikan pekerjaan secepat mungkin tanpa bergantung pada cadangan waktu tersembunyi. Buffer proyek berfungsi sebagai alat kendali manajemen, bukan sebagai alasan untuk memperlambat pekerjaan. Dengan demikian, metode CCPM terbukti lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu dan pemanfaatan tenaga kerja pada proyek reparasi kapal dibandingkan metode CPM konvensional.

Efisiensi ini bukan sekadar penghematan hari kerja, tetapi juga berdampak strategis pada kapasitas produksi galangan. Semakin singkat durasi satu proyek docking, semakin besar peluang galangan menerima kapal lain, yang pada akhirnya meningkatkan pendapatan tahunan perusahaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan proyek reparasi TB. Ampenan 01, dapat disimpulkan bahwa metode Critical Path Method dan Critical Chain Project Management memberikan pendekatan yang berbeda dalam mengelola durasi dan ketidakpastian proyek. Metode CPM menitikberatkan pada hubungan ketergantungan teknis antar aktivitas dan menghasilkan jalur kritis sebagai penentu lama proyek. Namun, karena setiap aktivitas mengandung waktu aman masing masing, durasi total proyek cenderung lebih panjang dan berpotensi menimbulkan perilaku penundaan pekerjaan serta multitasking tenaga kerja.

Sebaliknya, metode CCPM menunjukkan kinerja penjadwalan yang lebih efisien dengan cara memusatkan waktu cadangan ke dalam buffer proyek dan buffer pengumpan. Pendekatan ini mampu mempersingkat durasi total proyek sekaligus menurunkan akumulasi jam kerja tenaga kerja karena alur pekerjaan menjadi lebih fokus dan terkontrol. Dari sisi manajerial, CCPM lebih efektif diterapkan pada proyek reparasi kapal yang memiliki banyak aktivitas saling bergantung dan keterbatasan sumber daya, sehingga mampu meningkatkan produktivitas galangan serta membuka peluang penambahan kapasitas proyek di masa

mendatang.

Saran

Pihak manajemen galangan kapal disarankan mulai mengadopsi pendekatan Critical Chain Project Management dalam penyusunan jadwal proyek reparasi, terutama untuk pekerjaan dengan kompleksitas tinggi dan keterbatasan tenaga kerja spesialis. Penerapan metode ini perlu didukung dengan pelatihan bagi perencana proyek dan pengawas lapangan agar konsep buffer management dapat dipahami dan dijalankan secara konsisten.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengembangan analisis dengan memasukkan aspek biaya proyek secara lebih rinci, termasuk perhitungan biaya keterlambatan dan potensi keuntungan akibat percepatan durasi proyek. Selain itu, studi lanjutan juga dapat membandingkan penerapan CCPM pada beberapa proyek kapal berbeda untuk memperoleh generalisasi hasil yang lebih kuat dalam konteks industri galangan kapal nasional.

DAFTAR REFERENSI

- Astari, N. M., Subagyo, A. M., & Kusnadi, K. (2024). *Perencanaan manajemen proyek dengan metode CPM dan PERT pada pembangunan Museum XYZ*. *Konstruksia*, 13(1), 164–180. <https://doi.org/10.24853/jk.13.1.164-180>
- Fadila, N., Suliawati, S., & Arfah, M. (2024). *Analisis manajemen proyek dengan metode CPM pada pembangunan rumah subsidi*. *Factory: Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, 3(1), 9–19. <https://doi.org/10.56211/factory.v3i1.616>
- Fausan, A., Jusmidah, J., Sulistiono, W., & Nurhidayah, N. (2025). *Evaluasi manajemen waktu dan biaya proyek menggunakan Critical Path Method*. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 25(3), 7999. <https://doi.org/10.35965/eco.v25i3.7999>
- Sinurat, F., & Misdalena, F. (2024). *Analisis manajemen proyek dengan metode CPM pada proyek pembangunan Gedung Chandra Tanjung Karang*. *Jurnal Konstruksi*, 22(2), 98–107. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.22-2.2131>
- Fijra, R., Rahmalia Putri, A., Mawasandi, F., & Harisnanda, F. (2025). *Implementasi Critical Path Method pada proyek perumahan XYZ untuk meningkatkan efisiensi manajemen proyek*. *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, 6(01), 86–93. <https://doi.org/10.47398/justme.v6i01.105>
- Rolangon, A. A., Dundu, A. K. T., & Malingkas, G. Y. (2024). *Penerapan metode CPM dalam perencanaan manajemen proyek jalan Molompar Utara-Wawali Pasan*. *TEKNO*. <https://doi.org/10.35793/jts.v22i90.58785>
- Wilar, W. P. R., Malingkas, G. Y., & Mangare, J. B. (2025). *Penerapan manajemen waktu dengan metode CPM pada proyek pembangunan laboratorium SMKS Kema Perintis*. *TEKNO*, 23(91), 60792. <https://doi.org/10.35793/jts.v23i91.60792>
- Gultom, P., Simamora, E., Nehe, J. A., Tambunan, C. H., Purba, D. B., & Tamba, A. O. (2025). *Penerapan metode jalur kritis dalam perencanaan proyek*. *Ekopedia: Jurnal Ilmiah Ekonomi*, 421. <https://doi.org/10.63822/bdd4r493>
- Wulan, T. W., Jusmidah, J., & Haerianti, H. (2025). *Evaluasi manajemen waktu menggunakan metode CPM pada proyek pembangunan ruang Puskesmas Lamasi*,

- Kabupaten Luwu. Jurnal Ilmiah Ecosystem, 25(3), 7965.
<https://doi.org/10.35965/eco.v25i3.7965>
- Nukuhehe, S., Saleh, L. M., & Gaspersz, W. (2025). *Analisis penjadwalan proyek konstruksi dengan Critical Path Method pada pembangunan Poliklinik Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura Ambon*. Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa, 1(8), 184.
<https://doi.org/10.59837/jpnmb.v1i8.184>
- Sandora, R., & Tridya, D. R. (2025). *Implementation of Critical Chain Project Management method on controlling the pipeline project*. Tibuana: Journal of Applied Industrial Engineering, 8(1), 15–21. <https://doi.org/10.36456/tibuana.8.1.9988.15-21>
- Aulady, M. F. N., & Orleans, C. (2016). *Analysis of the Critical Chain Project Management (CCPM) method, BIM 3D, and Last Planner System on contractor performance*. Eduvest-Journal of Universal Studies, 5(3), 2716–2730.
<https://doi.org/10.59188/eduvest.v5i3.1754>
- (n.d.). *Implementation of the Critical Chain Project Management (CCPM) model for improving time and cost in a project for house type 36*. ResearchGate. (2025).
- (n.d.). *Critical chain project management: under investigation or case closed?* Paper presented at PMI Research and Education Conference. Grant, K. P., & Gergely, M. (2012). Project Management Institute.
- (n.d.). *A review of Critical Chain Project Management (CCPM)*. Research Article. (2018). Tarbiat Modares University.