

Analisis Critical Path Model yang Digunakan Dalam Manajemen Proyek dan Kontribusinya Terhadap Manajemen Mutu ISO 9001 Di Perusahaan Konstruksi Di INDONESIA

Critical Path Model Analysis Used in Project Management and Its Contribution to ISO 9001 Quality Management in Construction Companies in Indonesia

Gugum Gumilar¹, Koswara²

^{1,2}Program Studi Manajemen Industri, Fakultas Teknik Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moh Kahfi II. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12640

Telp. (021) 7270090

e-mail: gugum2gumilar@yahoo.com.sg

ABSTRAK

Critical Path Model (CPM) telah banyak digunakan dalam manajemen proyek konstruksi sebagai alat yang efektif dan efisien untuk merencanakan dan mengelola jadwal proyek. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi CPM terhadap manajemen mutu pada proyek geotermal di Lumut Balai, khususnya dalam konteks ISO 9001. Dengan mereview literatur dan studi kasus yang ada, studi ini mengeksplorasi bagaimana CPM dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen mutu ISO 9001. Dari analisis diperoleh 12 jalur kritis pada disiplin *Mist Eliminator*, *Piping*, *Mechanical*, dan *Painting & Insulation*. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa penggunaan CPM dapat mengurangi durasi menjadi 604 hari dibandingkan jadwal awal yaitu 825 hari. CPM dapat memainkan peran yang signifikan dalam meningkatkan manajemen mutu pada perusahaan konstruksi dengan memberikan jadwal proyek yang jelas dan akurat, mengurangi keterlambatan, dan meningkatkan kinerja proyek secara keseluruhan. Selain itu, integrasi CPM dengan alat manajemen mutu dapat meningkatkan sistem manajemen mutu secara keseluruhan dan meningkatkan peluang kesuksesan proyek. Kesimpulan dari studi ini adalah bahwa CPM memiliki potensi besar untuk membantu perusahaan konstruksi dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen mutu ISO 9001. Perusahaan konstruksi di Indonesia seharusnya mengadopsi CPM sebagai alat manajemen proyek untuk memastikan keberhasilan proyek dan memenuhi standar mutu ISO 9001. Studi ini memberikan pandangan positif tentang masa depan CPM dalam manajemen proyek konstruksi dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

Kata kunci: CPM, jalur kritis, mutu

ABSTRACT

Critical Path Model (CPM) has been widely used in construction project management as an effective and efficient tool for planning and managing project schedules. This study aims to analyze the contribution of CPM to quality management geothermal project at Lumut Balai, especially in the context of ISO 9001. By reviewing existing literature and case studies, this study explores how CPM can increase the effectiveness and efficiency of ISO 9001 quality management. From the analysis obtained 12 critical paths on the disciplines of Mist Eliminator, Piping, Mechanical, and Painting & Insulation. The results of this study show that the use of CPM can reduce the duration to 604 days compared to the initial schedule of 825 days. CPM can play a significant role in improving quality management in construction companies by providing clear and accurate project schedules, reducing delays, and improving overall project performance. In addition, integration of CPM with quality management tools can enhance overall quality management system and increase chance of project success. The conclusion of this study is CPM has great potential to assist construction companies in increasing the effectiveness and efficiency of ISO 9001 quality management. Construction companies in Indonesia should adopt CPM as a project management tool to ensure project success and meet ISO 9001 quality standards. This study provides insights positive about the future of CPM in construction project management and open opportunities for further research in this field.

Keywords: CPM, critical path, quality

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, persaingan bisnis semakin ketat. Salah satu sektor yang terus berkembang di Indonesia adalah sektor konstruksi. Pertumbuhan ekonomi sejalan dengan pertumbuhan sektor konstruksi di Indonesia. Sektor konstruksi menyumbangkan sekitar 14.3% PDB Indonesia dengan nilai hampir Rp 446 triliun (Ditjen Bina Konstruksi Kementerian PUPR, 2017). Proyek pembangunan baik gedung, jalan, jembatan, dan lainnya meningkat di tahun-tahun terakhir. Proyek-proyek pembangunan ini tentu memerlukan manajemen yang tepat supaya pengerjaannya selesai tepat waktu dengan kualitas terbaik.

Dalam pembangunan suatu proyek ada kemungkinan terjadi keterlambatan pengerjaan. Keterlambatan tersebut bisa disebabkan karena adanya ketidaksesuaian antara jadwal, biaya, dan mutu. Pemilik dan perusahaan pengembangan kontrak biasanya mengalami dampak kerugian akibat keterlambatan penyelesaian proyek. Dampak yang timbul biasanya berupa konflik dan perdebatan mengenai siapa dan apa yang menjadi penyebab keterlambatan, serta adanya tuntutan (Puspita & Aspiranty, 2020). Dari sisi mutu juga sering dilakukan shortcut atau jalan pintas yang berdampak negatif terhadap kesesuaian mutu.

Dalam dunia konstruksi, critical path merupakan salah satu teknik untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam suatu proyek dan mencari kemungkinan percepatan pengerjaan proyek. Critical path adalah metode manajemen proyek tradisional yang menetapkan dasar untuk semua metode dengan konsep intuitif membuat setiap tugas memiliki penanggung jawab. Apabila penanggung jawab menyelesaikan tugasnya tepat waktu maka proyek akan selesai tepat pada waktunya tanpa adanya pekerjaan ulang sehingga mutu yang diinginkan juga dapat tercapai. Dalam proyek yang kompleks, beberapa tugas dapat dikerjakan secara bersama.

Tingkat keberhasilan atau kegagalan suatu proyek berkaitan dengan waktu, biaya, dan mutu. Suatu proyek dapat

mengalami keterlambatan apabila penjadwalan penyelesaian dan biaya tidak sesuai. Keterlambatan proyek bisa disebabkan karena adanya kekurangan bahan konstruksi, perubahan material pada bentuk, fungsi, dan spesifikasi, keterlambatan pengiriman bahan, kerusakan peralatan, ketersediaan keuangan selama pelaksanaan, keterlambatan proses pembayaran oleh owner, kesalahan desain yang dibuat oleh perencana, kekurangan tenaga kerja, kemampuan tenaga kerja, perbedaan jadwal sub kontraktor dalam penyelesaian proyek (Utama & Syairudin, 2020). Selain itu ketidaksesuaian mutu juga bisa mengakibatkan pekerjaan ulang yang berdampak pada keterlambatan.

Penelitian ini mengajukan suatu metode analisis untuk meningkatkan kualitas dari sisi ketepatan waktu dengan menggunakan metode critical path. Critical path ini dapat digunakan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek dan pembagian tugas dalam proyek sehingga setiap pekerjaan dapat dikerjakan secara tepat waktu. Selain itu, proyek yang kompleks, beberapa pekerjaan dapat dikerjakan secara bersama.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari salah satu Proyek Geothermal di Lumut Balai di mana proyek berjalan pada tahun 2016 -2019. Variabel yang akan diteliti di antaranya adalah data time schedule menggunakan kurva S, *Project Master Schedule*, data komponen pekerjaan, dan data durasi waktu penyelesaian proyek.

3. HASIL PENELITIAN

Lumut Balai *Geothermal Power Plant Project* adalah salah satu proyek dari Pertamina *Geothermal Energy* (PGE). Marubeni *Corporation* bekerja sama dengan PGE dalam pengerjaan Lumut Balai *Geothermal Power Plant Project*. PGE ingin mengembangkan lahan geotermal Lumut Balai di Sumatera Selatan dengan unit pertama 55 MW *Power Station* atau disebut *Power Plant No.1* dan *Fluid Collection and*

Reinjection System (FCRS). Dimana untuk pekerjaan FCRS Marubeni Corporation juga bekerja sama dengan PT IKPT.

Lumut Balai *Geothermal Power Plant Project* berada di Sumatera Selatan, Kabupaten Muara Enim, Kecamatan Semende Darat Laut, Desa Penindaian,

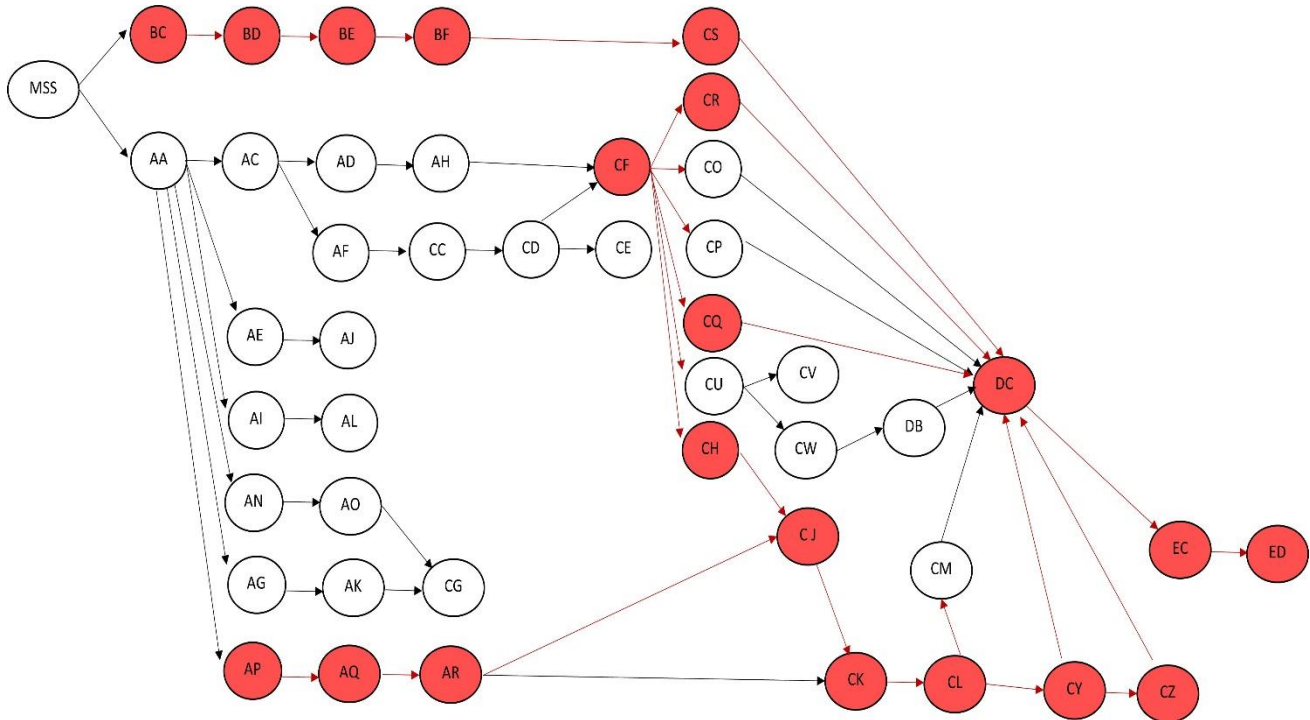
sekitar 292 km sebelah barat daya Kota Palembang. Lokasi *power plant* dikelilingi oleh Gunung Balai, Gunung Lumut, dan Gunung Pagut. Lumut Balai *Geothermal Power Plant Project* berada di ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut.

Tabel 1. Uraian Kegiatan, Durasi, Predecessors, dan Jenis Keterkaitan

Nomor	Uraian Kegiatan	Simbol	Durasi	Predecessors	Jenis Keterkaitan
1	Steam Station (Interface GPP Area)		593,75 days?		
2	Detailed Engineering	AA	252,75 days?		
0	Civil Engineering	AB	252 days?		
3	Bore Pile Drawing Steam Field Area- Submission	AC	61 days	AA	
4	Equipment Foundation Drawings Steam Field area	AD	61 days	AC	SS+14 days
5	Water Intake Structure / Pump Structure Calc & Dwg	AE	61 days	AA	
6	Bore Pile Drawing Steam Field Area- Approval	AF	35 days	AC	FS+1 days
7	Calculation & Drawing Rock Muffler	AG	61 days	AA	
8	Equipment Foundation Drawings Steam Field Area- Approval	AH	35 days	AD	FS+1 days
9	Mist Eliminator Foundation	AI	61 days	AA	
10	Water Intake Structure / Pump Structure Calc & Dwg - Approval	AJ	35 days	AE	FS+1 days
11	Calculation & Drawing Rock Muffler - Approval	AK	35 days	AG	FS+1 days
12	Mist Eliminator Foundation- Approval	AL	35 days	AI	FS+1 days
13	Piping Engineering	AM	135,25 days		
14	Rock Muffler Sparge Sizing calculation	AN	63 days	AA	
15	Rock Muffler Sparge Sizing calculation - Approval	AO	31 days	AN	FS+1 days
16	Piping Steam Field Design	AP	65 days	AA	
17	Piping Steam Field Design Approval	AQ	31 days	AP	FS+1 days
18	Isometric Drawings	AR	31 days	AQ	FS-14 days
19	Procurement	BA	306 days		
20	Mist Eliminator	BB	306 days		
21	PO	BC	1 day	BA	
22	Manufacturing	BD	275 days	BC	FS
23	Inspection/ Testing	BE	30 days	BD	FS-30 days
24	Transportation	BF	30 days	BE	FS
25	Construction Steam Station (Interface GPP Area)	CA	387,5 days		
26	Civil work	CB	227,25 days		
27	Area Preparation	CC	36 days	AF	FS

Nomor	Uraian Kegiatan	Simbol	Durasi	Predecessors	Jenis Keterkaitan
28	Bore Pile	CD	124 days	CC	SS+7 days
29	Culvert & Trench Concrete	CE	90 days	CD	SS+7 days
30	Equipment & Piping Foundation	CF	109 days	AH; CD	FS; SS+30 days
31	U1 Rock Muffler A/B/C/D	CG	90 days	AK; AO	FS
32	Pipe Bridge Structure & Operating Platform erection	CH	60 days	CF	FS-14 days
33	Piping work	CI	262 days		
34	Pipe Support Goal Post/ T Post	CJ	155 days	CH; AR	FF-30 days; FS
35	Piping Jointing & Installation	CK	155 days	CJ	SS+45 days
36	Piping Test	CL	61 days	CK	FS-30 days
37	Piping Flushing & Blowing	CM	45 days	CL	FS-14 days
38	Mechanical	CN	31,75 days		
39	U1 Flash Vessel	CO	13 days	CF	FS
40	U1 Steam Vessel	CP	13 days	CF	FS
41	U1 Flash Vessel	CQ	15 days	CF	FS
42	U1 Blowdown Tank	CR	15 days	CF	FS
43	U1 Demister / Mist Eliminator	CS	13 days	BF	FS
44	Electrical Instrument	CT	122 days		
45	Instrument Cable Way & Cable Pulling	CU	90 days	CF	SS+30 days
46	Termination	CV	45 days	CU	FS-21 days
47	Field Instrument	CW	31 days	CU	FS+1 days
48	Painting & Insulation	CX	124 days		
49	Insulation work	CY	124 days	CL	FS-30 days
50	Field Painting / Touch up	CZ	95 days	CY	SS+7 days
51	Precommissioning Steam Station (GPP Area)	DA	85 days		
52	Loop & Function Test	DB	5 days	CW	FS
53	Ready for Steam Blowing	DC	1 day	DB; CZ; CY; CS; CR; CQ; CO; CP; CM	FS
54	Precommissioning Cluster 1, 6, 9 to Battery Limit	EA	56,5 days		
55	Long Holiday Ramadhan & Lebaran 2018	EB	14 days		
56	Steam Blow Cluster #1, 6, 9 to FCRS Tie in Battery Limit	EC	14 days	DC	FS
57	FCRS Mechanical Completion	ED	1 days	EC	FS

Jalur Kritis



Durasi pengerjaan *steam station* selama 825 hari berdasarkan jadwal yang sudah direncanakan di awal. Setelah dilakukan analisis *Critical Path Method* (CPM) diperoleh bahwa pengerjaan *steam station* bisa diselesaikan dalam waktu 604 hari. Pengerjaan area *steam station* dapat dikerjakan lebih cepat 221 hari dibandingkan jadwal awal apabila menggunakan CPM. Peneliti juga melakukan perhitungan CPM secara manual. Dalam perhitungan manual diperoleh durasi pengerjaan proyek selama 933 hari. Jalur kritis yang diperoleh dari perhitungan manual yaitu AH – CF – CH – CJ – CK – CL – CY – DC – EC – ED dan AH – CF – CH – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED.

Penggunaan metode CPM ini menemukan jalur kritis yang terdapat pada *Mist Eliminator*, *Piping*, *Mechanical*, dan *Painting & Insulation* yang dapat dilihat pada Gambar 4.4, yaitu:

1. AP – AQ – AR – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED
2. AP – AQ – AR – CJ – CK – CL – CY – DC – EC – ED
3. AP – AQ – AR – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED
4. AP – AQ – AR – CK – CL – CY – DC – EC – ED

5. BC – BD – BE – BF – CS – DC – EC – ED
6. CF – CH – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED
7. CF – CR – CY – DC – EC – ED
8. CF – CR – CY – CZ – DC – EC – ED
9. CF – CP – CY – DC – EC – ED
10. CF – CP – CY – CZ – DC – EC – ED
11. CQ – CO – CY – DC – EC – ED
12. CQ – CO – CY – CZ – DC – EC – ED

PEMBAHASAN

Dalam pengerjaan proyek Lumut Balai *Geothermal Project Plant* terbagi menjadi beberapa level aktivitas. Level 1 dibagi berdasarkan area pekerjaan. Level 2 dibagi berdasarkan fase pekerjaan. Level 3 dibagi berdasarkan disiplin ataupun *equipment* utamanya. Kemudian, untuk level 4 merupakan detail aktivitas setiap disiplin.

Dalam penelitian ini diambil salah satu area pekerjaan di level 1 dalam Lumut Balai *Geothermal Project Plant* yaitu *Steam Station*. *Steam Station* diambil sebagai sampel penelitian karena memiliki *scope* pekerjaan yang paling lengkap. Fase-fase pekerjaan (level 2) dalam *steam station* dimulai *detailed engineering*, *construction steam station* (*interface GPP area*), dan *precommissioning steam station* (*GPP*

area). Pada level 3 terkait dengan disiplin seperti *civil, mechanical, piping, electrical, instrument, painting, insulation*, dan *equipment* utamanya yaitu *mist eliminator, loop function test, steam blowing*, dan *mechanical completion*. Level 4 dalam *steam station* dapat dilihat di Tabel 4.3.

Durasi pengerjaan *steam station* selama 825 hari berdasarkan jadwal yang sudah direncanakan di awal. Setelah dilakukan analisis *Critical Path Method* (CPM) diperoleh bahwa pengerjaan *steam station* bisa diselesaikan dalam waktu 604 hari. Pengerjaan area *steam station* dapat dikerjakan lebih cepat 221 hari dibandingkan jadwal awal apabila menggunakan CPM. Hal ini dikarenakan adanya optimalisasi alur kerja dan sumber daya yang tersedia untuk menyelesaikan proyek secara efektif dan efisien. Penggunaan CPM juga dapat mengidentifikasi jalur kritis sehingga manajer dapat memfokuskan sumber daya dan usaha pada aktivitas pekerjaan yang paling penting sehingga proyek selesai tepat waktu.

Hasil analisis ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sugiyarto et al di tahun 2013. Sugiyarto et al memperoleh hasil bahwa waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan proyek selama 135 hari, lebih cepat 15 hari dari jadwal awal (Sugiyarto et al., 2013). Penelitian lain yang sejalan yaitu proyek pembangunan Gedung Mall Dinoyo City di mana penggunaan CPM dapat mempercepat penyelesaian proyek 38 hari dari jadwal sebelumnya (Prayogi, 2015).

Penelitian yang dilakukan Ilwaru et al juga menunjukkan waktu waktu yang diperlukan untuk merencanakan proyek berdasarkan hasil analisis CPM adalah waktu standar 136 hari dan waktu percepatan penyelesaian proyek 95 hari. Studi kasus yang dilakukan mengenai proyek pembangunan rumah tinggal di Desa Amahusu Ambon menemukan jalur kritis yaitu jalur A, B, E, J, N, O, Q yang meliputi penggalan pondasi, pemasangan pondasi, pekerjaan (rangka, pintu, jendela), pemasangan tirai, pemasangan listrik,

pengecatan dan finishing (Ilwaru et al., 2018).

Hasil analisis penelitian ini sejalan dengan penggunaan CPM dalam proyek Synthesis Residence Kemang, diperoleh pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis antara lain: pekerjaan galian lantai *basement*, pekerjaan pondasi pondasi apung 2 dan dinding penahan tanah tower 2. Hasil perhitungan dengan metode CPM membutuhkan waktu 369 hari untuk jadwal yang diberikan sebelumnya yaitu 484 hari (Ulfa & Suhendar, 2021).

Penelitian lain yang sejalan dengan analisis penelitian ini adalah analisis penjadwalan proyek pembangunan stasiun kereta api Lubuk Pakam yang dilakukan Khofifah menunjukkan bahwa hasil analisis *Critical Path Method* (CPM) menjadikan waktu penyelesaian proyek dari sebelumnya 190 hari kerja menjadi 175 hari (Khofifah, 2021). Selain itu, penelitian yang dilakukan Angelin dan Ariyanti menunjukkan waktu penyelesaian proyek menurut metode perencanaan CPM adalah 101 hari, lebih cepat dibandingkan dengan waktu penyelesaian proyek adalah 154 hari tanpa metode CPM (Angelin & Ariyanti, 2019).

Studi kasus Proyek Konstruksi Pembangunan Bendungan Lau-Simeme Paket II Kab. Deli Serdang yang dilakukan Aulia juga menunjukkan hasil yang sejalan. Waktu kerja normal pada proyek bendungan adalah 668 hari kerja. Setelah menggunakan analisis *Microsoft Project* 2016, durasi pekerjaan dikurangi menjadi 545 hari kerja (Aulia, 2021).

Mar'aini dan Akbar melakukan studi kasus dalam manajemen proyek pembangunan jalan Selensen Kota Baru Bagan Jaya. Dengan pendekatan CPM, organisasi dapat menyelesaikan proyek dalam waktu 182 hari kalender, tanpa CPM proyek akan selesai dalam 195 hari kalender (Mar'aini & Akbar, 2022).

Jalur kritis pada Lumut Balai *Geothermal Power Plant Project* ini terdapat pada *Mist Eliminator, Piping, Mechanical*, dan *Painting & Insulation* yaitu:

1. AP – AQ – AR – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED (733 hari)

2. AP – AQ – AR – CJ – CK – CL – CY – DC – EC – ED (638 hari)
3. AP– AQ – AR – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED (578 hari)
4. AP– AQ – AR – CK – CL – CY – DC – EC – ED (483 hari)
5. BC – BD – BE – BF – CS – DC – EC – ED (365 hari)
6. CF – CH – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED (775 hari)
7. CF – CR – CY – DC – EC – ED (264 hari)
8. CF – CR – CY – CZ – DC – EC – ED (359 hari)
9. CF – CP – CY – DC – EC – ED (262 hari)
10. CF – CP – CY – CZ – DC – EC – ED (357 hari)
11. CQ – CO – CY – DC – EC – ED (262 hari)
12. CQ – CO – CY – CZ – DC – EC – ED (357 hari)

Setiap fase memiliki peran dalam menjaga durasi aktivitasnya karena semua fase memiliki jalur kritis yang harus dijaga durasi dan pekerjaannya. Setiap fase harus menjaga kecukupan sumber daya, perubahan lingkungan proyek, dan kendala teknis. Oleh karena itu, manajer proyek harus mempertimbangkan faktor yang relevan dan memberikan keputusan yang tepat supaya proyek selesai tepat waktu, serta kualitasnya tetap terjaga sesuai dengan persyaratan proyek.

Peneliti juga melakukan perhitungan CPM secara manual. Dalam perhitungan manual diperoleh durasi pengerjaan proyek selama 933 hari. Jalur kritis yang diperoleh dari perhitungan manual yaitu AH – CF – CH – CJ – CK – CL – CY – DC – EC – ED dan AH – CF – CH – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED.

Perbedaan antara durasi perhitungan manual dan menggunakan *Microsoft Project* kemungkinan dikarenakan adanya perbedaan metode perhitungan di mana perhitungan manual menggunakan perhitungan *forward* dan *backward pass* dalam menentukan jalur kritis. Sedangkan pada *microsoft project*, jalur kritis

ditentukan oleh hasil perhitungan *total slack* yang negatif.

Selain itu, perbedaan durasi dapat disebabkan karena kompleksitas proyek dan adanya faktor eksternal yang tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini. Kompleksitas proyek di mana semakin banyak aktivitas dan ketergantungan antar aktivitas dapat memengaruhi perhitungan jalur kritis karena adanya banyak kemungkinan jalur kritis yang berbeda.

Penemuan jalur kritis ini dapat membantu optimalisasi pengerjaan proyek. Penundaan pekerjaan ini dapat menyebabkan adanya keterlambatan penyelesaian proyek. Keterlambatan penyelesaian proyek bisa menimbulkan banyak kerugian baik secara materi maupun kepuasan klien.

Jalur kritis adalah suatu metode yang digunakan dalam manajemen proyek untuk menentukan langkah-langkah yang harus dilakukan secara tepat waktu agar proyek dapat selesai sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Menurut (Sukirno, 2012), jalur kritis merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan jalur yang paling penting dalam suatu proyek, yang harus selalu diperhatikan agar proyek dapat selesai tepat waktu.

Dalam manajemen proyek konstruksi, jalur kritis merupakan salah satu alat yang sangat penting untuk memastikan bahwa proyek dapat selesai tepat waktu. Menurut (Fahmi, 2014), jalur kritis merupakan suatu alat yang digunakan untuk menentukan aktivitas-aktivitas yang harus selalu diperhatikan agar proyek dapat selesai tepat waktu. Jalur kritis juga dapat digunakan untuk menentukan aktivitas-aktivitas yang harus segera dilakukan agar proyek dapat selesai tepat waktu.

Jalur kritis juga dapat bermanfaat dalam mengelola mutu proyek konstruksi. Menurut (ISO, 2015), salah satu tujuan dari sistem manajemen mutu adalah untuk memastikan bahwa proyek dapat selesai tepat waktu dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dengan menggunakan jalur kritis, perusahaan konstruksi dapat dengan mudah menentukan aktivitas-aktivitas yang harus

segera dilakukan agar proyek dapat selesai tepat waktu dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Pengerjaan kegiatan yang termasuk jalur kritis tidak boleh ditunda. Hal ini dikarenakan kegiatan selanjutnya akan terpengaruh yang dapat menyebabkan penundaan. Berikut adalah beberapa jenis keterlambatan yang dapat terjadi pada proyek konstruksi terintegrasi dan dibedakan menjadi keterlambatan yang bisa dikontrol dan yang tidak bisa dikontrol (Bennet, 2019; Hungerford, 2009; Sears & Sears, 2008):

1. Keterlambatan yang bisa dikontrol:
 - Keterlambatan dalam proses pekerjaan: keterlambatan dalam merencanakan dan mengkoordinasikan jadwal pekerjaan.
 - Keterlambatan dalam proses perencanaan: keterlambatan dalam menentukan spesifikasi proyek atau masalah dalam pengendalian dokumen.
 - Keterlambatan dalam proses pengendalian mutu: keterlambatan dalam memastikan bahwa semua pekerjaan dilakukan sesuai dengan standar yang ditentukan.
2. Keterlambatan yang tidak bisa dikontrol:
 - Keterlambatan dalam proses pembiayaan: keterlambatan dalam mengumpulkan dana atau masalah dalam menemukan sumber pendanaan yang tepat.
 - Keterlambatan akibat masalah cuaca: badai, banjir, dan cuaca ekstrim lainnya yang mempengaruhi proses konstruksi.
 - Keterlambatan akibat masalah lingkungan: masalah lingkungan seperti perubahan cuaca dan masalah lingkungan lainnya yang mempengaruhi proses konstruksi.
 - Keterlambatan akibat masalah teknis: masalah teknis seperti masalah dengan peralatan atau masalah teknis lainnya yang mempengaruhi proses konstruksi.

Penggunaan metode CPM dalam sebuah proyek dapat mempermudah perusahaan dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mungkin muncul selama proyek tersebut berlangsung. Hal ini dapat membantu perusahaan untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana yang sudah dibuat dan menurunkan terjadinya risiko keterlambatan. Metode CPM juga membantu perusahaan dalam peningkatan mutu proyek dengan memastikan bahwa setiap kegiatan yang dilakukan sudah sesuai dengan standar manajemen mutu yang ada yaitu ISO 9001. Apabila kegiatan sudah sesuai standar, maka perusahaan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan dari klien. Perusahaan yang menerapkan CPM dalam pengerjaan proyeknya dapat memperoleh keuntungan seperti, adanya peningkatan efektivitas dan efisiensi kerja, peningkatan mutu proyek, peningkatan kepuasan klien, dan tentu saja peningkatan laba perusahaan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari analisis ini antara lain:

- a. CPM membantu perusahaan dalam menentukan jadwal proyek dan memastikan bahwa setiap kegiatan proyek dilakukan sesuai dengan standar mutu yang ditentukan.
- b. Jalur kritis pada proyek ini terdapat pada disiplin Piping dan Mechanical yaitu:
AP – AQ – AR – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED
BD – BE – BF – CS – DC – EC – ED
CF – CH – CJ – CK – CL – CY – CZ – DC – EC – ED
CF – CQ – DC – EC – ED
CF – CR – DC – EC – ED
- c. CPM dan manajemen mutu memiliki keterkaitan erat dalam manajemen proyek konstruksi.
- d. Penerapan CPM dalam manajemen proyek bisa membantu perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk atau jasa yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH (*optional*)

Wujud penghargaan terhadap pihak yang terlibat dalam penyusunan *manuscript*, penelitian, dan/atau pengembangan. Pada bagian ini disebutkan siapa yang patut diberikan ucapan terima kasih, baik institusi, pemberi donor dana, atau individu.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelin, A., & Ariyanti, S. (2019).** Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode Pert Dan Cpm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 63–70. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i1.3025>
- Aulia, M. Z. (2021).** *Penerapan Metode CPM (Critical Path Method) pada Proyek Konstruksi Pembangunan Bendungan Lau-Simeme Paket II Kab. Deli Serdang (Studi Kasus)* [Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]. <http://www.ufrgs.br/actavet/31-1/artigo552.pdf>
- Bennet, M. (2019).** *Construction Project Mangement: A Complete Introduction*. Routledge.
- Ditjen Bina Konstruksi Kementerian PUPR. (2017).** Konstruksi Indonesia 2017: Era Baru Industri Konstruksi di Indonesia. *Konstruksi, Media Informasi & Komunikasi Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementerian PUPR*, 1–13. https://binakonstruksi.pu.go.id/?smd_process_download=1&download_id=3537
- Hungerford, J. D. (2009).** *Construction Delay Claims*. Wiley.
- Ilwaru, V. Y. I., Rahakbauw, D. L., & Tetimelay, J. (2018).** Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Rumah Dengan Menggunakan Cpm (Critical Path Method). In *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan* (Vol. 12, Issue 2). <https://doi.org/10.30598/vol12iss2pp061-068ar617>
- Khofifah, M. (2021).** *Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Stasiun Kereta Api Lubuk Pakam dengan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation And Review Technique (PERT)*. Universitas Sumatera Utara.
- Mar'aini, M., & Akbar, Y. R. (2022).** Penentuan Jalur Kritis untuk Manajemen Proyek (Studi Kasus Pembangunan Jalan Selensen-Kota Baru-Bagan Jaya). *Jurnal Pustaka Manajemen (Pusat Akses Kajian Manajemen)*, 2(1), 6–13. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustakamanajemen.v2i1.184>
- Prayogi, A. D. (2015).** *PERCEPATAN PENJADWALAN DAN WAKTU PADA BANGUNAN GEDUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) DAN PROGAM EVALUATION REVIEW TECHNIQUE (PERT) (Studi kasus : Proyek Bangunan Gedung Mall Dinoyo City Malang)* Disusun. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Puspita, S. A., & Aspiranty, T. (2020).** Analisis Manajemen Proyek dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) Untuk Meminimumkan Waktu dan Biaya Pembangunan SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah) Pada PLTA Gekbrong Cianjur. *Prosiding Manajemen*, 6(2), 772–778.
- Sears, S. K., & Sears, G. A. (2008).** *Managing Construction Projects: An Information Processing Approach*. Wiley.
- Sugiyarto, Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013).** *Analisis Network Planning Dengan Cpm (Critical Path Method) Dalam Rangka Efisiensi Waktu Dan Biaya Proyek*. 1(4), 408–416.
- Ulfa, S., & Suhendar, E. (2021).** Implementasi Metode Critical Path Method Pada Proyek Synthesis Residence Kemang. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.4167>

Utama, W., & Syairudin, B. (2020).
Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi dengan Metode Critical Chain Project Management dan Root Cause Analysis (Studi Kasus: Proyek Pengadaan Material dan Jasa Konstruksi GI 150 kV Arjasa) Widiastria. *Jurnal Teknik Its*, 9(2), 157-163.