

Analisis Jalur Kritis Pada Pekerjaan Konstruksi Pondasi Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM)

Afroo Firos Enisah¹, Fitri Hardiyanti^{2*}, dan Aulia Nadia Rachmat¹

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: fitrihardiyanti@ppns.ac.id

Abstrak

Suatu pembangunan tentunya tidak luput dari sebuah perencanaan. Perencanaan dalam proyek pembangunan termasuk hal penting yang harus diperhatikan guna mewujudkan hasil yang optimal. Salah satu Perusahaan Jasa Konstruksi mengerjakan suatu proyek pekerjaan konstruksi pondasi yang meliputi pekerjaan pemancangan, penggalian, pengurukan, serta pengecoran. Pekerjaan konstruksi pondasi tentunya memiliki rangkaian kegiatan dengan urutan waktu yang menyatakan bahwa antar kegiatan satu dengan yang lain memiliki hubungan ketergantungan. Terdapat kegiatan yang tidak memiliki toleransi keterlambatan disebut dengan kegiatan kritis. Sedangkan rangkaian kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam kegiatan kritis disebut jalur atau lintasan kritis. Kegiatan yang berada dalam jalur kritis memiliki prioritas lebih karena apabila terjadi keterlambatan, maka akan mempengaruhi kegiatan lain yang berkaitan. Untuk itu, dilakukan analisis untuk mengetahui jalur kritis pada pekerjaan konstruksi pondasi guna mengidentifikasi risiko keterlambatan yang selanjutnya dapat ditindaklanjuti. Analisis jalur kritis pada penelitian ini menggunakan metode *critical path method* (CPM). Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan menggunakan metode *critical path method* (CPM), diperoleh bahwa jalur kritis pada pekerjaan konstruksi pondasi adalah A1-B-C1-A2-A3-C2-C3-D11-D12-D13-D14-D21-D22-D23-D41-D42-D43-D51-D52-D53-D54-D71-D72-D73-F.

Kata Kunci: CPM, Jalur Kritis, Konstruksi Pondasi

Abstract

A development certainly does not escape from a plan. Planning in development projects is one of the important things that must be considered in order to achieve optimal results. One of the Construction Service Companies is working on a foundation construction project which includes piling, excavation, backfilling, and casting work. Foundation construction work certainly has a series of activities in a time sequence which states that one activity has a dependency relationship with one another. There are activities that have no tolerance for delays called critical activities. While the series of activities included in the critical activity is called the path or critical path. Activities that are on the critical path have more priority because if there is a discrepancy, it will affect other related activities. For this reason, an analysis is carried out to find out the critical path in foundation construction work in order to identify risks due to mismatches which can then be followed up. Critical path analysis in this study uses the critical path method (CPM). Based on the results of analysis and calculations using the critical path method (CPM), it is found that the critical path in foundation construction work is A1-B-C1-A2-A3-C2-C3-D11-D12-D13-D14-D21-D22-D23 -D41-D42-D43-D51-D52-D53-D54-D71-D72-D73-F.

Keywords: CPM, Critical Path, Foundation construction

1. PENDAHULUAN

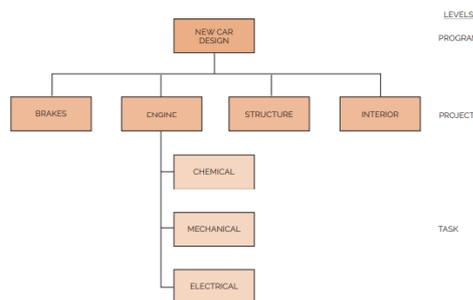
Pembangunan seringkali dimaknai sebagai perubahan menuju ke arah yang lebih baik. Dengan adanya pembangunan maka dapat memacu pertumbuhan ekonomi, serta terciptanya lapangan pekerjaan (Pusat Data dan Teknologi Informasi Sekretariat Jenderal, Kementerian PUPR, 2020). Oleh karena itu, kegiatan pembangunan harus dilakukan secara terarah dan terencana. Terarah berarti terdapat kejelasan langkah dan sarasannya, sedangkan terencana berarti jelasnya tujuan yang akan dicapai (Sartika, et al., 2015). Suatu pembangunan tentunya tidak luput dari sebuah perencanaan yang meliputi apa (*what*), kapan (*when*), dimana (*where*), mengapa (*why*),

dan bagaimana (*how*). Perencanaan dalam proyek pembangunan termasuk hal penting yang harus diperhatikan guna mewujudkan hasil yang optimal. Salah satu Perusahaan Jasa Konstruksi mengerjakan suatu proyek pekerjaan konstruksi pondasi yang meliputi pekerjaan pemancangan, penggalian, pengurukan, serta pengecoran. Pekerjaan konstruksi pondasi tentunya memiliki rangkaian kegiatan dengan urutan waktu yang telah ditentukan dalam perencanaannya. Adanya urutan waktu dalam setiap kegiatan, menyatakan bahwa antar kegiatan satu dengan yang lain memiliki hubungan ketergantungan. Sehingga mengetahui hubungan ketergantungan pada setiap kegiatan dalam pekerjaan konstruksi pondasi merupakan hal yang penting untuk mengidentifikasi risiko keterlambatan jadwal kegiatan aktual dengan perencanaan. Terdapat kegiatan yang tidak memiliki toleransi keterlambatan disebut dengan kegiatan kritis. Sedangkan rangkaian kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam kegiatan kritis disebut jalur atau lintasan kritis. Untuk mengetahui kegiatan pada pekerjaan konstruksi pondasi yang termasuk dalam kegiatan kritis beserta jalur kritisnya, maka dilakukan analisis menggunakan metode *critical path method* (CPM). *Critical Path Method* (CPM) adalah metode analisis perancangan alur proyek dengan menggunakan perkiraan waktu tetap untuk setiap kegiatannya (Napitupulu & Lubis, 2022).

Pemilihan *Critical Path Method* (CPM) sebagai metode identifikasi jalur atau lintasan kritis pada pekerjaan konstruksi pondasi dalam penelitian ini, dikarenakan *Critical Path Method* (CPM) menggambarkan hubungan ketergantungan pada setiap kegiatan dengan memperhitungkan waktu pengerjaan. Sehingga dapat diidentifikasi risiko keterlambatan yang kemudian ditindaklanjuti sebagai tindakan pengendalian. Kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam jalur atau lintasan kritis mempunyai prioritas lebih untuk diperhatikan karena apabila terjadi keterlambatan, maka akan mempengaruhi durasi keseluruhan pekerjaan.

2. METODE

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan metode yang digunakan untuk memecah pekerjaan menjadi elemen-elemen yang lebih kecil (Kerzner, 2017). *Work Breakdown Structure* (WBS) dapat digambarkan dalam diagram pohon.



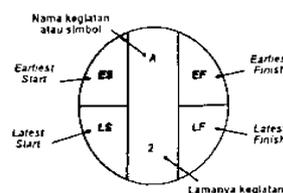
Gambar 1. WBS dalam Diagram Pohon

Critical Path Method (CPM) merupakan sebuah teknik penjadwalan proyek dalam diagram panah yang dapat mengidentifikasi jalur kritis pada sekumpulan kegiatan yang saling ketergantungan (Putri, et al., 2021). Terdapat beberapa tahapan untuk mengidentifikasi jalur kritis, antara lain:

1. Menentukan predesesor atau kegiatan pendahulu pada setiap kegiatan.
2. Menentukan jaringan kerja, berupa diagram panah yang merepresentasikan hubungan ketergantungan antar kegiatan.



Gambar 2. Model Jaringan Kerja



Gambar 3. Notasi Pada Node Kegiatan

3. Melakukan perhitungan maju

Perhitungan maju menurut Repository Dinus (2018) dilakukan untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu kegiatan. Beberapa ketentuan dalam perhitungan maju, antara lain:

- Perhitungan maju dimulai dari waktu mulai suatu proyek/pekerjaan. Waktu paling awal suatu kegiatan adalah 0 (nol).

- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan sama dengan waktu mulai paling awal ditambah dengan durasi kegiatan tersebut.

$$EF = ES + D \quad (2.1)$$

- Bila suatu kegiatan memiliki 2 (dua) atau lebih kegiatan pendahulu (predecessor), maka nilai waktu mulai paling awal (ES) yang diambil ialah nilai terbesar dari waktu mulai paling akhir (EF) kegiatan-kegiatan pendahulu.

4. Melakukan perhitungan mundur

Perhitungan mundur menurut Repository Dinus (2018) dilakukan untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu kegiatan terjadi. Beberapa ketentuan dalam perhitungan mundur, antara lain:

- Perhitungan mundur dimulai dari waktu paling akhir dari proyek/pekerjaan.
- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi dengan durasi kegiatan tersebut.

$$LS = LF - D \quad (2.2)$$

- Bila suatu kegiatan memiliki 2 (dua) atau lebih kegiatan pendahulu (predecessor), maka nilai waktu selesai paling akhir (LF) yang diambil ialah nilai terkecil dari waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan-kegiatan pendahulu.

5. Melakukan perhitungan nilai *slack*

Nilai *slack* atau kelonggaran waktu menurut Asana (2021), merujuk pada jumlah fleksibilitas tugas tertentu. Waktu ini menunjukkan berapa lama tugas dapat ditunda tanpa memengaruhi tugas setelahnya atau waktu paling akhir pekerjaan. Mengetahui kelonggaran waktu digunakan untuk mencegah risiko proyek dan masalah tak terduga yang muncul. Nilai *slack* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Slack = LS - ES \quad (2.3)$$

Atau

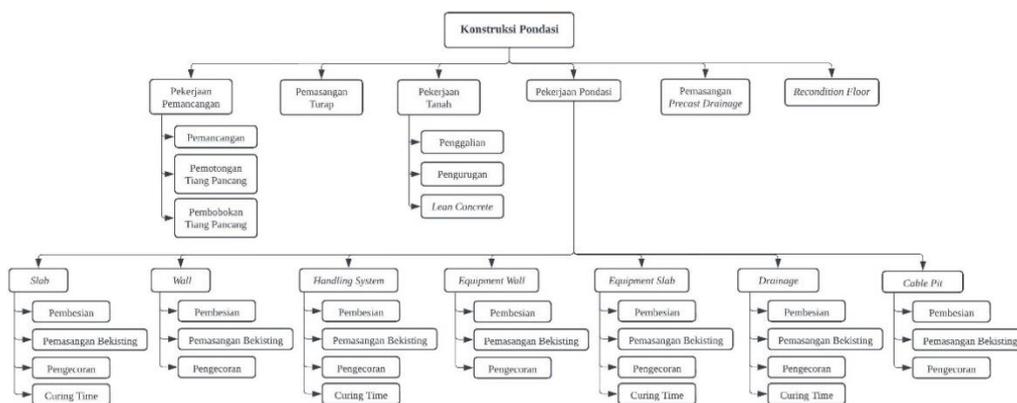
$$Slack = LF - EF \quad (2.4)$$

6. Mengidentifikasi jalur kritis

Jalur kritis merupakan suatu rangkaian yang menghubungkan beberapa kegiatan dalam kategori kritikal. Disebut kritikal karena keterlambatan kegiatan tersebut memiliki dampak keterlambatan bagi keseluruhan pekerjaan (Putra & Gandhi, 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal sebelum memasuki perhitungan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) ialah membuat *Work Breakdown Structure* (WBS). *Work Breakdown Structure* (WBS) berfungsi untuk memetakan sub pekerjaan atau kegiatan berdasarkan ruang lingkup yang sejenis. *Work Breakdown Structure* (WBS) pada pekerjaan konstruksi pondasi ditunjukkan pada Gambar 4 sebagai berikut:



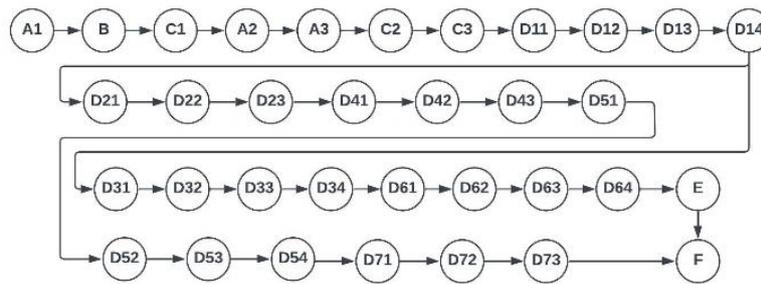
Gambar 4. WBS Pekerjaan Konstruksi Pondasi

Setelah *Work Breakdown Structure* (WBS) pada pekerjaan konstruksi pondasi dibuat, selanjutnya adalah menentukan predecessor atau kegiatan pendahulu dari setiap kegiatan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah penyusunan jaringan kerja dan perhitungan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Predecessor pada setiap kegiatan dalam pekerjaan konstruksi pondasi ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Predesesor Pekerjaan Konstruksi Pondasi

Kode Kegiatan	Nama Kegiatan	Durasi (hari)	Predesesor
PEKERJAAN KONSTRUKSI PONDASI			
A	Pekerjaan Pemancangan		
A1	Pemancangan	12	
A2	Pemotongan Tiang Pancang	6	C1
A3	Pembobokan Tiang Pancang	3	A2 FS-1
B	Pemasangan Turap	6	A1
C	Pekerjaan Tanah		
C1	Penggalian	6	B
C2	Pengurugan	4	A3
C3	<i>Lean Concrete</i>	1	C2
D	Pekerjaan Pondasi		
D1	Slab		
D11	Pembesian	10	C3
D12	Pemasangan Bekisting	10	D11 FS-7
D13	Pengecoran	1	D12
D14	<i>Curing Time</i>	14	D13
D2	Wall		
D21	Pembesian	12	D14
D22	Pemasangan Bekisting	12	D21 FS-7
D23	Pengecoran	2	D22
D3	Handling System		
D31	Pembesian	7	D14 FS+7
D32	Pemasangan Bekisting	5	D31 FS-5
D33	Pengecoran	1	D32 FS+1
D34	<i>Curing Time</i>	14	D33
D4	Equipment Wall		
D41	Pembesian	7	D23 FS+7
D42	Pemasangan Bekisting	5	D41 FS-5
D43	Pengecoran	1	D42
D5	Equipment Slab		
D51	Pembesian	7	D43
D52	Pemasangan Bekisting	5	D51 FS-5
D53	Pengecoran	1	D52
D54	<i>Curing Time</i>	14	D53
D6	Drainage		
D61	Pembesian	7	D34 FS-7
D62	Pemasangan Bekisting	5	D61 FS-3
D63	Pengecoran	1	D62
D64	<i>Curing Time</i>	14	D63
D7	Cable Pit		
D71	Pembesian	6	D54 FS-7
D72	Pemasangan Bekisting	4	D71 FS-5
D73	Pengecoran	1	D72
E	Pemasangan Precast Drainage	1	D64
F	Recondition Floor	12	D73, E

Setelah predesesor ditentukan, selanjutnya yaitu menyusun jaringan kerja dari pekerjaan konstruksi pondasi. Jaringan kerja pada pekerjaan konstruksi pondasi sesuai dengan Tabel 1 ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Jaringan Kerja Pekerjaan Konstruksi Pondasi

Berdasarkan jaringan kerja pada Gambar 5, selanjutnya dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur beserta nilai *slack* pada pekerjaan konstruksi pondasi seperti yang disampaikan oleh Ervianto dalam (Muhammad, 2017), untuk menentukan analisis jalur kritis dapat dilakukan dengan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward analysis*). Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur beserta Nilai *Slack* Pekerjaan Konstruksi Pondasi

Kode Kegiatan	Nama Kegiatan	Durasi (hari)	Paling Awal		Paling Akhir		Nilai Slack
			ES	EF	LS	LF	
A	Pekerjaan Pemancangan						
A1	Pemancangan	12	0	12	0	12	0
A2	Pemotongan Tiang Pancang	6	24	30	24	30	0
A3	Pembobokan Tiang Pancang	3	30	33	30	33	0
B	Pemasangan Turap	6	12	18	12	18	0
C	Pekerjaan Tanah						
C1	Penggalian	6	18	24	18	24	0
C2	Pengurugan	4	33	37	33	37	0
C3	<i>Lean Concrete</i>	1	37	38	37	38	0
D	Pekerjaan Pondasi						
D1	Slab						
D11	Pembesian	10	38	48	38	48	0
D12	Pemasangan Bekisting	10	41	51	41	51	0
D13	Pengecoran	1	51	52	51	52	0
D14	<i>Curing Time</i>	14	52	66	52	66	0
D2	Wall						
D21	Pembesian	12	66	78	66	78	0
D22	Pemasangan Bekisting	12	71	83	71	83	0
D23	Pengecoran	2	83	85	83	85	0
D3	Handling System						
D31	Pembesian	7	73	80	82	89	9
D32	Pemasangan Bekisting	5	75	80	84	89	9
D33	Pengecoran	1	81	82	90	91	9
D34	<i>Curing Time</i>	14	82	96	91	106	9
D4	Equipment Wall						
D41	Pembesian	7	92	99	92	99	0
D42	Pemasangan Bekisting	5	94	99	94	99	0
D43	Pengecoran	1	99	100	99	100	0
D5	Equipment Slab						
D51	Pembesian	7	100	107	100	107	0
D52	Pemasangan Bekisting	5	102	107	102	107	0
D53	Pengecoran	1	107	108	107	108	0
D54	<i>Curing Time</i>	14	108	122	108	122	0
D6	Drainage						
D61	Pembesian	7	89	96	98	105	9

D62	Pemasangan Bekisting	5	93	98	102	107	9
D63	Pengecoran	1	98	99	107	108	9
D64	<i>Curing Time</i>	14	99	113	108	122	9
D7	Cable Pit						
D71	Pembesian	6	115	121	115	121	0
D72	Pemasangan Bekisting	4	118	122	118	122	0
D73	Pengecoran	1	122	123	122	123	0
E	Pemasangan Precast Drainage	1	113	114	122	123	9
F	Recondition Floor	12	123	135	123	135	0

Berdasarkan Tabel 2, diketahui beberapa kegiatan pada pekerjaan konstruksi pondasi memiliki nilai *slack* sebesar 0 (nol). Nilai 0 (nol) tersebut menyatakan bahwa kegiatan tersebut memiliki waktu sebanyak 0 (nol) hari untuk bisa diundur atau dengan kata lain tidak memiliki toleransi waktu keterlambatan. Kegiatan yang tidak memiliki toleransi waktu keterlambatan disebut kegiatan kritis. Kegiatan-kegiatan dalam pekerjaan konstruksi pondasi yang tergolong kritis ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Kegiatan Kritis Pekerjaan Konstruksi Pondasi

Kode Kegiatan	Nama Kegiatan	Keterangan
A	Pekerjaan Pemancangan	
A1	Pemancangan	Kritis
A2	Pemotongan Tiang Pancang	Kritis
A3	Pembobokan Tiang Pancang	Kritis
B	Pemasangan Turap	Kritis
C	Pekerjaan Tanah	
C1	Penggalian	Kritis
C2	Pengurugan	Kritis
C3	<i>Lean Concrete</i>	Kritis
D	Pekerjaan Pondasi	
D1	Slab	
D11	Pembesian	Kritis
D12	Pemasangan Bekisting	Kritis
D13	Pengecoran	Kritis
D14	<i>Curing Time</i>	Kritis
D2	Wall	
D21	Pembesian	Kritis
D22	Pemasangan Bekisting	Kritis
D23	Pengecoran	Kritis
D4	Equipment Wall	
D41	Pembesian	Kritis
D42	Pemasangan Bekisting	Kritis
D43	Pengecoran	Kritis
D5	Equipment Slab	
D51	Pembesian	Kritis
D52	Pemasangan Bekisting	Kritis
D53	Pengecoran	Kritis
D54	<i>Curing Time</i>	Kritis
D7	Cable Pit	
D71	Pembesian	Kritis
D72	Pemasangan Bekisting	Kritis
D73	Pengecoran	Kritis
F	Recondition Floor	Kritis

Berdasarkan *Work Breakdown Structure* (WBS), jaringan kerja, serta perhitungan-perhitungan di atas, maka jalur kritis pada pekerjaan konstruksi pondasi direpresentasikan pada Gambar 6 sebagai berikut:

