LANDMARK
Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat
Vol. 2, No. 2, November, 2024

Penjadwalan menggunakan Metode CPM dan Pendampingan Pengawasan Proyek Gedung Utama BPR Dana Nusantara Kota Batam

Azzhara Amanda[1], Andri Irfan Rifai[2]
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam
Email: azzhara.amanda@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :
Diterima : 16 November 2024
Disetujui : 29 November 2024
DOI: 10.37253/landmark.v2i2.10314

Kata Kunci :
Manajemen Waktu Proyek, Perencanaan Penjadwalan Proyek, *Critical Path Method*.

ABSTRAK

Manajemen waktu proyek merupakan salah satu aspek paling krusial dalam pengelolaan proyek. *Critical Path Method* (CPM) memungkinkan manajer proyek dalam merencanakan dan mengontrol jadwal proyek dengan memetakan semua aktivitas, memperkirakan durasi masing-masing aktivitas, serta menentukan urutan logis antar aktivitas. Dengan mengetahui jalur kritis, manajer dapat mengidentifikasi aktivitas mana yang tidak boleh mengalami keterlambatan tanpa mempengaruhi tanggal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui alur pekerjaan dan jalur kritis dari proyek Gedung Utama BPR Dana Nusantara Kota Batam yang digarap oleh PT. Welcons Rekaprima Teknik sebagai pihak perencana dan PT. Tatamulia Nusantara Indah sebagai kontraktor pelaksana. Dengan menggunakan CPM, proyek ini telah mengetahui jalur kritis dan estimasi waktu proyek hingga selesai selama 1190 hari.

ARTICLE INFO

Article History :
Received: 16 November 2024
Accepted: 29 November 2024
DOI: 10.37253/landmark.v2i2.10314

Keywords:
Project Time Management, Project Scheduling Planning, Critical Path Method.

ABSTRACT

Project time management is one of the most crucial aspects of project management. The Critical Path Method (CPM) allows project managers to plan and control the project schedule by mapping all activities, estimating the duration of each activity, and determining the logistical sequence between activities. By knowing the critical path, managers can identify which activities should be completed before affecting the project completion date. This research aims to determine the workflow and critical path of the BPR Dana Nusantara Main Building project in Batam City, which PT is carrying out. Welcons Rekaprima Teknik will be the planner and PT. Tatamulia Nusantara Indah as implementing contractor. Using CPM, this project knows the critical path and estimates the project time to completion of 1190 days.

1. Pendahuluan

PT. Welcons Rekaprima Teknik adalah perusahaan konsultan perencana di Kota Batam yang bergerak di bidang konstruksi dan rekayasa. PT. Welcons Rekaprima Teknik menangani berbagai jenis pekerjaan di sektor industri, perumahan komersial, sekolah, hingga perumahan di Kota Batam. Pada kesempatan ini, PT. Welcons Rekaprima Teknik dipercaya untuk menangani proyek Pembangunan Gedung Utama BPR Dana Nusantara di Batam Center sebagai pihak perencana, dengan PT. Tatamulia Nusantara Indah sebagai kontraktor pelaksana.

Seiring dengan kompleksitas proyek yang semakin tinggi, terutama pada proyek-proyek besar yang melibatkan banyak pemangku kepentingan dan berbagai macam aktivitas, pentingnya manajemen waktu proyek semakin tidak bisa diabaikan (Ma & Fu, 2020). Setiap aktivitas dalam proyek memiliki ketergantungan satu sama lain, dan kegagalan dalam menyelesaikan satu aktivitas tepat waktu dapat mengakibatkan penundaan pada aktivitas lain, yang pada akhirnya mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek (Durdyev & Hosseini, 2020). Oleh karena itu, pengelolaan waktu yang efektif memerlukan perencanaan yang cermat, penjadwalan yang terperinci, serta pengawasan yang ketat terhadap pelaksanaan setiap aktivitas proyek.

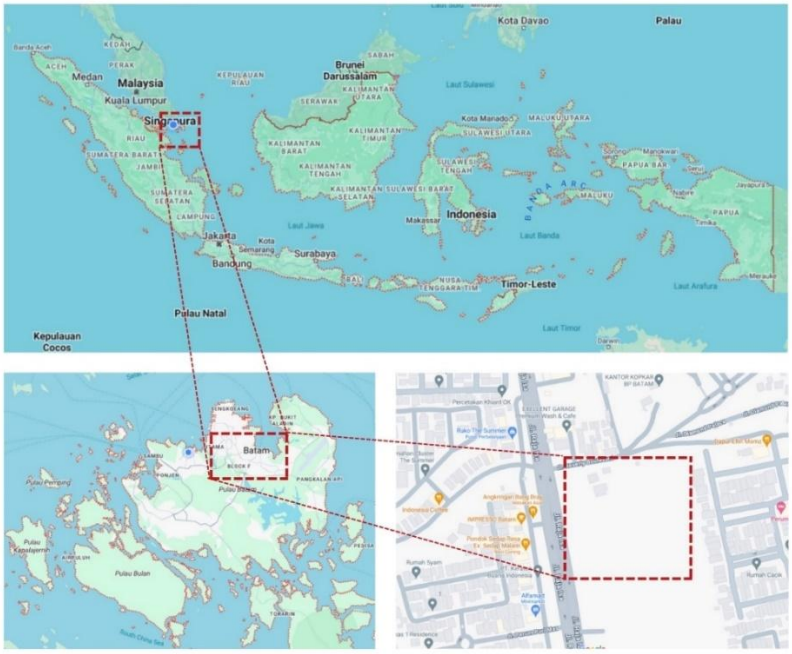
Salah satu metode dan alat bantu yang umumnya digunakan dalam analisis manajemen waktu proyek menggunakan *Critical Path Method* (CPM) (Kusumadarma, Pratami, Yasa, & Tripiawan, 2020). Metode ini memungkinkan manajer proyek dalam merencanakan dan mengontrol jadwal proyek dengan memetakan semua aktivitas, memperkirakan durasi masing-masing aktivitas, serta menentukan urutan logis antar aktivitas (Salama, Salah, & Moselhi, 2021). Dengan mengetahui jalur kritis, manajer dapat mengidentifikasi aktivitas mana yang tidak boleh mengalami keterlambatan tanpa mempengaruhi tanggal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Selain itu, CPM memungkinkan manajer untuk mengalokasikan sumber daya secara efisien dan mengambil tindakan korektif jika terjadi hambatan, sehingga meningkatkan peluang proyek untuk selesai tepat waktu dan sesuai anggaran (Mishra, 2020).

Namun, meskipun alat dan metode ini sangat membantu, manajemen waktu proyek juga membutuhkan keterampilan kepemimpinan dan komunikasi yang kuat. Manajer proyek harus mampu berkoordinasi dengan tim, mengkomunikasikan harapan dan tenggat waktu, serta mengatasi hambatan yang mungkin muncul selama pelaksanaan proyek (Townsend & Gershon, 2020). Hal ini juga mencakup kemampuan untuk menyesuaikan jadwal ketika terjadi perubahan dalam ruang lingkup proyek atau dalam alokasi sumber daya. Dalam kegiatan ini, penulis terlibat dalam pengawasan pelaksanaan pekerjaan serta mengolah data waktu proyek menggunakan CPM untuk mengetahui jalur kritisnya.

2. Metode

2.1. Lokasi dan Deskripsi Proyek

Lokasi pelaksanaan proyek ini terdapat pada Jl. Raja Isa, Kota Batam dengan titik koordinat 1°07'02. 15.752"LU 104°03'05. 29.233"BT. Peta lokasi dapat dilihat pada gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Lokasi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Utama BPR Dana Nusantara Kota Batam berlokasi di Jl. Raja Isa, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau dengan titik koordinat 1°07'02. 15.752"LU 104°03'05. 29.233"BT yang dapat dilihat pada gambar 3.1 di atas. Lokasi ini berada tepat di pinggir jalan raya. Berikut merupakan informasi yang peneliti dapatkan mengenai pekerjaan proyek:

Nama Proyek	: Gedung Utama BPR Dana Nusantara
Lokasi Proyek	: Jl. Raja Isa, Batam Center, Kota Batam
Pemberi Tugas	: BPR Dana Nusantara
Kontraktor	: PT. Tatamulia Nusantara
Konsultan Perencana	: PT. Welcons Rekaprima Teknik
Waktu Pelaksanaan	: 9 Bulan
Mulai Pelaksanaan	: November 2023 s/d Agustus 2024
Jenis Kontrak	: Kontrak Lumpsum
Sumber Dana	: BPR Dana Nusantara
Nilai Kontrak	: ± Rp 120.000.000.000

2.2. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan informasi melalui pengamatan kegiatan atau pekerjaan yang berlangsung. Dalam kegiatan ini, penulis melaksanakan observasi dengan didampingi oleh pengawas proyek untuk mengetahui metode kerja di lapangan. Hasil observasi akan digunakan dalam analisis pengolahan data.

2.3. Teknik Pengolahan Data

Critical Path Method (CPM) adalah alat manajemen proyek yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis jalur kritis dalam sebuah proyek, yaitu rangkaian aktivitas yang menentukan durasi total proyek (Atin & Lubis, 2019). Langkah pertama dalam analisis menggunakan *Critical Path Method* (CPM) adalah mengidentifikasi semua aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dan menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS) yang mendetail (Suryono & Hasbullah, 2020). Setiap aktivitas harus diberikan estimasi durasi, serta ditentukan hubungan ketergantungan antar tugas. Setelah semua aktivitas diidentifikasi, langkah berikutnya adalah membuat diagram jaringan (*network diagram*) yang menggambarkan urutan aktivitas dan hubungan antara satu tugas dengan tugas lainnya. Diagram ini dapat berupa diagram alir atau bentuk lain yang memvisualisasikan jalur aktivitas. Dengan diagram ini, manajer proyek dapat lebih mudah memahami alur kerja dan bagaimana setiap aktivitas saling berhubungan.

Setelah diagram jaringan disusun, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu awal dan waktu akhir untuk setiap aktivitas, serta menentukan jalur kritis. Jalur kritis adalah rangkaian aktivitas yang memiliki durasi terpanjang dan tidak memiliki float, yang berarti keterlambatan pada salah satu aktivitas di jalur ini akan menyebabkan keterlambatan pada keseluruhan proyek (Guida & Sacco, 2019). Dengan menghitung waktu awal dan akhir, manajer proyek dapat menentukan kelonggaran waktu (*float*) untuk aktivitas yang tidak ada di jalur kritis. Setelah analisis selesai, manajer proyek dapat menggunakan informasi ini untuk memprioritaskan pengelolaan aktivitas kritis, melakukan penyesuaian jika diperlukan, dan meningkatkan peluang proyek untuk diselesaikan tepat waktu.

2.4. Proses Perancangan Luaran Kegiatan

Dalam proses peracangan luaran kegiatan ini terdapat beberapa tahapan, antara lain:

a. Mengumpulkan data-data berupa kurva S proyek, durasi proyek, serta durasi dari masing-masing item pekerjaan proyek.
b. Turut serta bersama perwakilan pihak mitra untuk melaksanakan kunjungan dan pengawasan di lapangan untuk mengetahui secara langsung mengenai proses pekerjaan dan di lapangan serta mendapatkan gambaran mengenai durasi yang diperlukan dalam melaksanakan berbagai macam item pekerjaan.
c. Menganalisis dari data yang ada menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dan melakukan penghubungan seluruh item pekerjaan sehingga menghasilkan diagram alur pekerjaan berserta durasi yang diperlukan. Dari hasil analisis ini, penulis dapat mengetahui jalur kritis dari beberapa item pekerjaan yang harus diperhatikan agar tidak terjadi kendala pada item pekerjaan lainnya.
d. Menyusun karya ilmiah dari kegiatan yang dilakukan, metode analisis yang digunakan, serta menjelaskan hasil analisis yang telah didapatkan. Karya ilmiah ini juga dipublikasikan agar dapat dibaca dan dijadikan sebagai bahan pembelajaran untuk mengembangkan wawasan terkait dunia konstruksi khususnya pada manajemen waktu proyek.
e. Mendesain flyer yang memuat tentang informasi kegiatan, metode, serta hasil analisis yang kemudian dipublikasikan di sosial media.

2.5. Dokumentasi

Dalam menunjang berbagai data dan informasi, penulis juga melakukan dokumentasi pekerjaan di lapangan. Dokumentasi ini disusun dalam tabel untuk mempermudah pembaca dalam mengamati urutan pekerjaan.

2.6. Jadwal Pelaksanaan dan Anggaran

Pelaksanaan ini berlangsung dari tanggal 20 Januari 2024 hingga 08 Juni 2024 yang dirincikan pada tabel 4.2 di bawah. Peneliti melakukan observasi ke lapangan pada setiap hari dengan total anggaran yang dikeluarkan selama kegiatan adalah sekitar Rp 2.550.000 dengan rincian pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 1. Schedule Pelaksanaan Kegiatan

No	Jenis Aktivitas	Januari			Februari				Maret				April				Mei				Juni	
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	Pengumpulan Data Proyek																					
2	Praktek Lapangan																					
3	Pembuatan Laporan Akhir																					

Tabel 2. Anggaran Pelaksanaan Kegiatan

Kategori	Deskripsi	Quantity	Unit	Price	Total
Belanja Barang Non Operasional	Biaya Konsumsi Makan Siang	100	Paket	Rp 18.000	Rp 1.800.000
Belanja Perjalanan	Biaya Bahan Bakar	30	Kali	Rp. 25.000	Rp. 750.000
Total Keseluruhan					**Rp. 2.550.000**

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal yang dilakukan oleh penulis pada lokasi kegiatan. Tahapan ini meliputi pengenalan lingkungan proyek, berkoordinasi dengan pengawas lapangan, serta melaksanakan prosedur *safety conduction*.

3.2 Tahap Pelaksanaan

Dalam tahap pelaksanaan penulis melakukan aktivitas di lokasi proyek dengan didampingi oleh pengawas lapangan. Tahapan pelaksanaan yang penulis lakukan meliputi pengawasan pekerjaan, peninjauan durasi pada masing-masing item pekerjaan, berkoordinasi dengan pengawas, dan melakukan pengumpulan dokumentasi.

Sistem pekerjaan yang dilaksanakan pada proyek ini dilakukan secara bersamaan dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penulis mengikuti dan mengobservasi kegiatan yang sedang dikerjakan secara umum. Pada gambar 1 (a), penulis melakukan pengamatan pada pekerjaan *skimcoat* beton. *Skimcoat* beton merupakan pekerjaan pengaplikasian acian siap pakai yang berfungsi untuk meratakan dan menghaluskan permukaan dinding plesteran atau beton.

Sedangkan pada gambar 1 (b), penulis melakukan pengawasan terhadap pekerjaan plesteran yang berfungsi untuk menutup pasangan bata sebelum masuk ke tahap pengacian dan pengecatan.

(a) (b)

Gambar 1. (a) Pekerjaan *Skimcoat* Beton Lantai Semi *Basement*. (b) Plaster Dinding Lantai 4.

Selanjutnya, penulis mengamati proses pekerjaan pemasangan bata lantai 1, 2, dan 3 seperti yang tertera pada gambar 2 (a, b, c) di bawah. Pekerjaan ini berfungsi untuk membentuk dinding penyekat antar ruangan di setiap lantainya. Pekerjaan perlu diperhatikan agar pasangan bata sudah sesuai dengan tarikan benang dan tidak miring.

(a) (b) (c)

Gambar 2. (a, b, c) Pekerjaan Pasangan Bata Lantai 1, 2, 3.

Pada gambar 3 (a), Penulis juga melaksanakan inspeksi pekerjaan pemasangan bekisting balok untuk memastikan bekisting telah aman digunakan saat pengecoran. Tidak lupa, penulis juga melakukan pengecekan terhadap bekisting bawah balok (*bodeman*) seperti pada gambar 3 (b). Pengecekan ini sangat penting agar pekerjaan pengecoran tidak terdapat kendala serta bekisting bawah mampu menahan beban sesuai dengan rencana balok lantai 5. Selanjutnya, penulis menginspeksi pekerjaan dan pemasangan pembesian kolom lantai 5 yang dapat dilihat pada gambar 3 (c).

(a) (b) (c)

Gambar 3. (a) Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 5. (b) Pekerjaan *Bodeman*. (c) Pembesian Kolom Lantai 6.

Berikutnya, penulis mengamati pekerjaan pembesian balok *ramp* seperti pada gambar 4 di bawah ini. Pekerjaan ini perlu diperhatikan dengan seksama agar tulangan balok *ramp* dapat menyalurkan beban dengan maksimal karena akan dilewati oleh beban-beban yang berat seperti kendaraan.

Gambar 4. Pekerjaan Pembesian Balok *Ramp*

Penulis juga berkesempatan dalam mengamati proses pengecoran tangga lantai 1 yang dapat dilihat pada gambar 5. Pengecoran dilakukan setelah bekisting telah dipastikan dan dicek sudah sesuai dengan rencana.

Gambar 5. Pekerjaan Pengecoran Tangga Lantai 1

3.3 Tahap Penilaian

Dalam tahapan ini, penulis mengevaluasi kembali kepada dosen pembimbing setelah melaksanakan seluruh tahapan persiapan, pelaksanaan, hingga penyusunan luaran kegiatan. Evaluasi juga penulis lakukan kepada pihak mitra dengan berkonsultasi mengenai hasil pengolahan data durasi proyek menggunakan CPM. Setelah itu, penulis menyusun laporan akhir kegiatan yang kemudian dikumpulkan sebagai bentuk realisasi program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini.

3.4 Perancangan Luaran Kegiatan

a. Perincian Durasi dan Urutan Pekerjaan

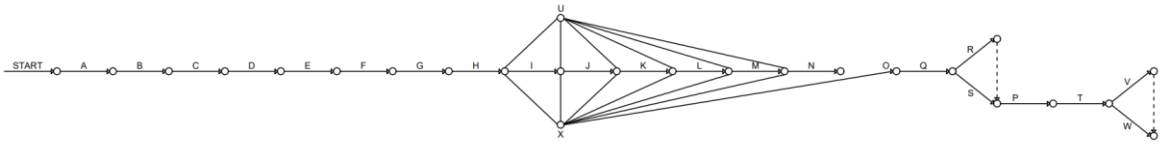
Untuk menganalisis jadwal proyek, penulis menggunakan metode CPM untuk menentukan jalur kritis dan faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan. Tabel 1 di bawah ini memberikan rincian jadwal pekerjaan beserta durasi pelaksanaannya.

Tabel 3. Uraian Pekerjaan dan durasi waktu pekerjaan

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (Hari)	*Predecessor*
A	Pekerjaan Persiapan	65	
B	Pekerjaan Tanah	35	A
C	Pekerjaan Beton Lantai *Basement*	56	B
D	Pekerjaan Beton Lantai 1	42	C
E	Pekerjaan Beton Lantai 2	42	D
F	Pekerjaan Beton Lantai 3	42	E
G	Pekerjaan Beton Lantai 4	42	F
H	Pekerjaan Beton Lantai 5	42	G
I	Pekerjaan Beton Lantai 6	42	H
J	Pekerjaan Beton Lantai 7	42	I
K	Pekerjaan Beton Lantai 7 Mezanin	21	J
L	Pekerjaan Beton Lantai Atap (*Roof Garden*)	35	K
M	Pekerjaan Beton Lantai Dak Atap (Atap *Lift*)	14	L
N	Pekerjaan Baja	56	M
O	Pekerjaan Pasangan Dinding & Partisi	140	X
P	Pekerjaan Finishing Dinding	127	R, S
Q	Pekerjaan Pintu & Jendela	63	O
R	Pekerjaan Plafond	80	Q
S	Pekerjaan Lantai	91	Q, R
T	Pekerjaan Railling	35	P
U	Pekerjaan Sanitair	42	H, I, J, K, L, M
V	Pekerjaan Lain-Lain	77	T
W	Pekerjaan *Facade*	84	T, V
X	Pekerjaan Plumbing	130	H, I, J, K, L, M

b. Perancangan *Network Planning*

Penulis mengatur hubungan antar pekerjaan untuk menghitung dan menentukan nilai ES, FS, LS, dan LF. Dari perhitungan ini, akan didapatkan informasi mengenai Free Float, Total Float, dan Critical Path. Di bawah ini, penulis menyertakan asumsi *Network Planning* yang digunakan sebelum melaksanakan perhitungan jalur kritis, yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 6. *Network Planning*

c. Perhitungan *Critical Path Method* (CPM)

Langkah selanjutnya penulis melakukan perhitungan *Critical Path Methods* (CPM) untuk menentukan jalur kritis, yang ditampilkan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Uraian Pekerjaan dan Durasi Waktu Pekerjaan

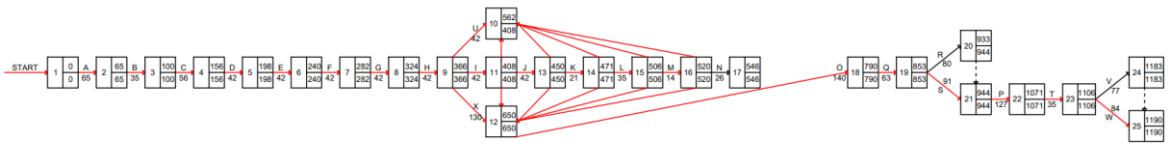
Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi	*Prede-cessor*	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		*Total Float*
				ES	EF	LS	LF	
A	Pekerjaan Persiapan	65		0	65	0	65	0
B	Pekerjaan Tanah	35	A	65	100	65	100	0
C	Pekerjaan Beton Lantai *Basement*	56	B	100	156	100	156	0
D	Pekerjaan Beton Lantai 1	42	C	156	198	156	198	0
E	Pekerjaan Beton Lantai 2	42	D	198	240	198	240	0
F	Pekerjaan Beton Lantai 3	42	E	240	282	240	282	0
G	Pekerjaan Beton Lantai 4	42	F	282	324	282	324	0
H	Pekerjaan Beton Lantai 5	42	G	324	366	324	366	0
I	Pekerjaan Beton Lantai 6	42	H	366	408	366	408	0
J	Pekerjaan Beton Lantai 7	42	I	408	450	408	450	0
K	Pekerjaan Beton Lantai 7 Mezanin	21	J	450	471	450	471	0
L	Pekerjaan Beton Lantai Atap (*Roof Garden*)	35	K	471	506	471	506	0
M	Pekerjaan Beton Lantai Dak Atap (Atap *Lift*)	14	L	506	520	506	520	0

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi	*Prede-cessor*	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		*Total Float*
				ES	EF	LS		
N	Pekerjaan Baja	56	M	520	546	520	546	0
O	Pekerjaan Pasangan Dinding & Partisi	140	X	650	790	650	790	0
P	Pekerjaan Finishing Dinding	127	R, S	944	1071	944	1071	0
Q	Pekerjaan Pintu & Jendela	63	O	790	853	790	853	0
R	Pekerjaan Plafond	80	Q	853	933	853	944	11
S	Pekerjaan Lantai	91	Q, R	853	944	853	944	0
T	Pekerjaan Railling	35	P	1071	1106	1071	1106	0
U	Pekerjaan Sanitair	42	H, I, J, K, L, M	366	562	366	408	0
V	Pekerjaan Lain-Lain	77	T	1106	1183	1106	1183	0
W	Pekerjaan *Facade*	84	T, V	1106	1190	1106	1190	0
X	Pekerjaan Plumbing	130	H, I, J, K, L, M	520	650	520	650	0

: Lintasan Jalur Kritis

d. Identifikasi Jalur Kritis Proyek

Berdasarkan perhitungan *Total Float* yang telah dilakukan, aktivitas R menunjukkan Total Float selama 11 hari. Oleh karena itu, penulis menyajikan diagram jalur kritis untuk pekerjaan yang telah diidentifikasi, yang dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 7. Diagram Jalur Kritis

Diagram tersebut menunjukkan identifikasi jalur kritis dalam rencana pekerjaan di lapangan. Jalur kritis ini akan digunakan sebagai dasar untuk menjelaskan alasan di balik seringnya keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan, yang melebihi estimasi yang telah disusun oleh perencana sebelumnya. Jalur kritis untuk pekerjaan ini antara lain:

a. A – B – C – D – E – F – G – H – U
b. A – B – C – D – E – F – G – H – I – U
c. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – U
d. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – U
e. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – L – U
f. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – L – M – U
g. A – B – C – D – E – F – G – H – X – O – Q – S – P – T – W
h. A – B – C – D – E – F – G – H – I – X – O – Q – S – P – T – W

i. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – X – O – Q – S – P – T – W
j. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – X – O – Q – S – P – T – W
k. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – L – X – O – Q – S – P – T – W
l. A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – L – M – X – O – Q – S – P – T – W

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan Metode CPM, total durasi penyelesaian pekerjaan tercatat sebesar 1190 hari. Penulis berkeyakinan bahwa penerapan CPM akan lebih efisien dan memungkinkan penyelesaian proyek lebih cepat dibandingkan jika metode ini tidak digunakan. Keterlambatan yang terjadi di lapangan disebabkan oleh beberapa pekerjaan yang seharusnya diprioritaskan, tetapi karena beberapa aktivitas digabungkan menjadi satu, pelaksanaan pekerjaan sering mengalami penundaan. Dengan menerapkan metode ini pada pekerjaan di lapangan, diharapkan dapat menjadi panduan dalam memprioritaskan tugas-tugas yang harus diselesaikan terlebih dahulu.

4. Kesimpulan

Melalui pelaksanaan program ini, penulis menarik kesimpulan bahwa manajemen proyek mempelajari cara mengelola proyek secara efektif, terutama dalam proyek Gedung Utama BPR Dana Nusantara Kota Batam, yang memerlukan perhatian pada hubungan waktu, biaya, dan mutu. Ketersediaan sumber daya manusia (SDM) yang memadai sangat penting untuk keberhasilan proyek; ketidaksesuaian antara kebutuhan SDM dan jenis pekerjaan dapat menyebabkan keterlambatan, seperti yang terjadi di lokasi penelitian, di mana pekerjaan dilakukan secara bergantian. Dengan menggunakan perhitungan CPM, durasi proyek diperkirakan menjadi 1190 hari, dan analisis ini mengidentifikasi jalur kritis yang harus diprioritaskan agar tidak menghambat pekerjaan lainnya, dengan beberapa jalur kritis.

5. Daftar Pustaka

Atin, S., & Lubis, R. (2019). Implementation of critical path method in project planning and scheduling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 022031.

Durdyev, S., & Hosseini, M. R. (2020). Causes of delays on construction projects: a comprehensive list. *International journal of managing projects in business*, 20-46.

Guida, P. L., & Sacco, G. (2019). A method for project schedule delay analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 346-357.

Kusumadarma, I. A., Pratami, D., Yasa, I. P., & Tripiawan, W. (2020). Developing project schedule in telecommunication projects using critical path method (CPM). *International Journal of Integrated Engineering*, 60-67.

Ma, L., & Fu, H. (2020). Exploring the influence of project complexity on the mega construction project success: A qualitative comparative analysis (QCA) method. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2429-2449.

Mishra, A. K. (2020). Implication of theory of constraints in project management. *International Journal of Advanced Trends in Engineering and Technology*, 1-13.

Salama, T., Salah, A., & Moselhi, O. (2021). Integrating critical chain project management with last planner system for linear scheduling of modular construction. *Construction innovation*, 525-554.

Suryono, Y. B., & Hasbullah, H. (2020). Analysis of new production line project improvement through critical path method (cpm), design structure matrix (dsm) and program evaluation and review (pert). *ournal of Industrial Engineering & Management Research*, 9-17.

Townsend, R., & Gershon, M. (2020). Attaining successful construction project execution through personnel and communication. *Journal of Construction Engineering and Management*, 04020101.