

EVALUASI *TIME SCHEDULE* MENGGUNAKAN METODE PDM DAN CPM PADA PROYEK HOTEL ASTON 2 BATU SERTA DI *INTREGASIKAN PADA SOFTWARE NAVISWORK*

Ahmad Zulkarnain Kiromi ¹, Ita Suhermin Ingsih, S.T., M.T ² dan Ruli Saefudin, S.T., M.T ³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 22101051109@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: ita.suhermin@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: rulisaefudin@unisma.ac.id

ABSTRACT

Effective project scheduling is essential to ensure construction projects are completed on time and within the planned scope. This study evaluates the construction schedule of the Aston Hotel 2 Batu Project using the Precedence Diagram Method (PDM) and Critical Path Method (CPM), followed by the integration of Building Information Modeling (BIM) 4D through Autodesk Navisworks. The research employed project scheduling data, work breakdown structure, activity durations, predecessor relationships, and three-dimensional building models. Scheduling analysis was performed using Microsoft Project to identify the critical path and optimize project duration, while Autodesk Navisworks was utilized to visualize construction sequences in a 4D environment. The results indicate that the project consists of 36 structural activities, with 34 activities classified as critical. The initial project duration of 312 calendar days was optimized to 265 days, resulting in a reduction of 47 days. The scheduling effectiveness reached approximately 17%, while time efficiency increased by 15%. Furthermore, BIM 4D integration improved project visualization, facilitated coordination among project stakeholders, and supported progress monitoring throughout the construction process. Therefore, the combination of PDM, CPM, and BIM 4D provides an effective approach for improving construction scheduling and project time control.

Keywords: *Building Information Modeling, Critical Path Method, Construction Scheduling, PDM.*

1. LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Manajemen waktu merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan proyek konstruksi. Penyusunan *time schedule* yang kurang tepat dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan, pembengkakan biaya, serta menurunnya produktivitas sumber daya[1]. Oleh karena itu, diperlukan metode penjadwalan yang mampu menggambarkan hubungan antaraktivitas secara logis sekaligus memudahkan proses pengendalian proyek.

Precedence Diagram Method (PDM) merupakan metode penjadwalan yang memiliki fleksibilitas dalam menyusun hubungan ketergantungan aktivitas melalui hubungan *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to*

Finish (FF), dan *Start to Finish* (SF). Sementara itu, *Critical Path Method* (CPM) digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang berada pada jalur kritis sehingga pengendalian waktu dapat difokuskan pada pekerjaan yang secara langsung memengaruhi durasi proyek [2]. Seiring berkembangnya teknologi konstruksi, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) memungkinkan integrasi model tiga dimensi dengan data penjadwalan sehingga menghasilkan simulasi pelaksanaan proyek dalam bentuk 4D. Integrasi tersebut mampu meningkatkan kualitas koordinasi, visualisasi progres pekerjaan, dan pengambilan keputusan selama pelaksanaan proyek [2].

Proyek Pembangunan Hotel Aston 2 Batu merupakan proyek gedung bertingkat

dengan aktivitas pekerjaan struktur yang saling berkaitan. Kompleksitas tersebut menuntut adanya evaluasi penjadwalan untuk mengetahui jalur kritis, mengukur efektivitas dan efisiensi waktu pelaksanaan, serta memvisualisasikan tahapan konstruksi menggunakan BIM 4D. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi *time schedule* proyek menggunakan metode PDM dan CPM serta mengintegrasikan hasilnya ke dalam Autodesk Navisworks sebagai media simulasi pelaksanaan proyek secara empat dimensi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil analisa penjadwalan pekerjaan bidang struktur pada Proyek Hotel Aston 2 Batu menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan CPM (*Critical Path Method*)?
2. Bagaimana efektivitas dan efisiensi *time schedule* Proyek Hotel Aston 2 Batu setelah dilakukan evaluasi menggunakan metode PDM dan CPM terhadap durasi pelaksanaan proyek?

1.3 Batasan masalah

Batasan Batasan masalah yang diambil yaitu:

1. Studi ini hanya membahas terkait pemodelan struktur 3D menggunakan *Software Revit*.
2. Studi ini hanya membahas terkait *Time Schedule* pada struktural menggunakan metode PDM dan CPM.
3. Tidak menghitung perencanaan struktural.
4. Tidak membahas terkait arsitektural.
5. Tidak membahas struktur tangga dan atap.
6. Tidak membahas sistem sanitasi dan instalasi listrik (MEP).
7. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisa dan Mengevaluasi *time schedule* Proyek Hotel Aston 2 Batu menggunakan metode PDM dan CPM.
2. Mengintegrasikan *time schedule* dengan *software naviswork* untuk menghasilkan

simulasi 4D proyek.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa terkait perencanaan *Time Schedule* menggunakan metode PDM dan CPM.
2. Dapat menambah wawasan bagi mahasiswa terkait perencanaan *Time Schedule* menggunakan metode BIM 4D dengan *Software Naviswork*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Time Schedule

Time schedule merupakan rencana waktu pelaksanaan proyek yang menggambarkan urutan aktivitas, durasi pekerjaan, serta hubungan antarpekerjaan sebagai dasar pengendalian proyek. Penyusunan jadwal yang baik berfungsi sebagai acuan dalam mengalokasikan sumber daya dan memonitor kemajuan pekerjaan sehingga proyek dapat diselesaikan sesuai target waktu [1].

2.2 Precedence Diagram Method (PDM)

PDM adalah metode penjadwalan berbasis jaringan yang menggunakan aktivitas sebagai simpul (*activity on node*). Metode ini memiliki keunggulan karena mampu menggambarkan empat jenis hubungan ketergantungan, yaitu *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), dan *Start to Finish* (SF). Fleksibilitas tersebut membuat PDM lebih sesuai diterapkan pada proyek konstruksi yang memiliki aktivitas saling tumpang tindih[3].

2.3 Critical Path Method (CPM)

CPM digunakan untuk menentukan lintasan kritis proyek melalui analisis *Early Start*, *Early Finish*, *Late Start*, *Late Finish*, dan *Total Float*. Aktivitas dengan nilai *float* sama dengan nol merupakan aktivitas kritis yang harus diselesaikan sesuai jadwal karena keterlambatan pada aktivitas tersebut akan memengaruhi durasi penyelesaian proyek[4].

2.4 Building Information Modeling (BIM) 4D

BIM 4D merupakan pengembangan model

tiga dimensi yang diintegrasikan dengan informasi waktu sehingga menghasilkan simulasi tahapan pelaksanaan proyek. Pada penelitian ini, Autodesk Navisworks digunakan untuk menghubungkan model bangunan dari Autodesk Revit dengan data penjadwalan Microsoft Project melalui fitur *TimeLiner*. Integrasi tersebut memudahkan visualisasi progres pekerjaan serta meningkatkan koordinasi dan pengendalian proyek[2].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di proyek pembangunan Hotel Aston Inn 2 yang terletak di jl. Abdul Gani Atas no. 42 – 44 Ngaglik, Kecamatan Batu, Kota Batu, Jawa Timur.



Gambar 1 Peta Daerah Penelitian

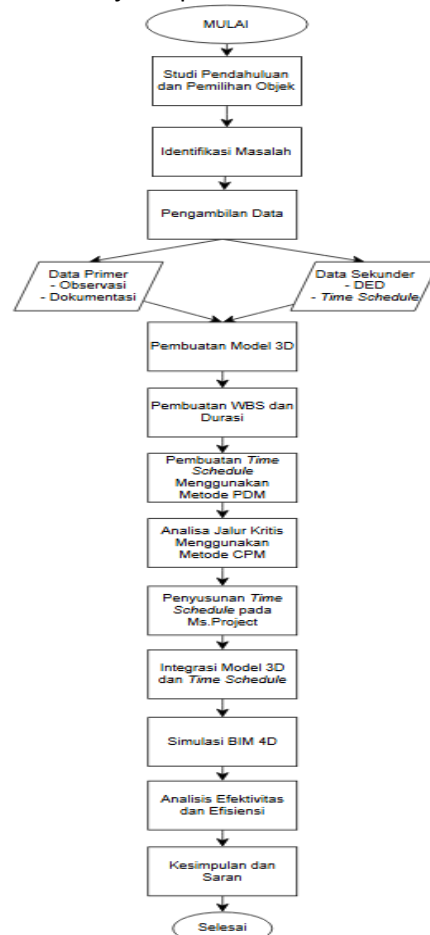
3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui observasi dan wawancara sedangkan data sekunder didapatkan dari data gambar DED, *time schedule* yang ada pada proyek tersebut

3.3 Tahapan Penelitian

Alur pelaksanaan penelitian disusun secara

sistematis agar setiap tahapan dapat dilaksanakan secara terstruktur dan saling berkaitan. Penyajian alur penelitian dalam bentuk flowchart bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai proses penelitian mulai dari identifikasi permasalahan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, hingga penyusunan kesimpulan. Flowchart penelitian tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart

Perhitungan ini berfungsi untuk mengetahui lama dan item mana yang merupakan pekerjaan pada jalur kritis. Perhitungan ini menggunakan rumus:

$$\text{koefisien } (OH) \times \text{Volume pekerjaan} \div \text{Durasi Pekerjaan} \div \text{Tenaga Kerja}$$

Setelah durasi pada setiap item pekerjaan sudah didapatkan, Langkah selanjutnya Adalah penentuan hubungan *predecessor* berdasarkan urutan pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Hubungan tersebut menunjukkan keterkaitan antaraktivitas sehingga pekerjaan dapat dilaksanakan secara berurutan maupun paralel sesuai metode

pelaksanaan proyek.

Tabel 1. Hubungan Predecessor Aktivitas

NO	Uraian Pekerjaan	Kode	Predecessor
II.1. Pekerjaan Struktur Bawah			
1	Galian tanah pondasi Bored pile Ø 80 cm (35 titik)	1.A	-
2	Pondasi Bored Pile	1.B	1.A SS
3	Galian tanah pondasi pilecap	1.C	1.B
4	Pondasi Pile Cap	1.D	1.A FS+7, 1.C
5	Galian tanah pit lift	1.E	1.C
6	Dinding pit lift	1.F	1.E
7	Galian tanah tie beam	1.G	1.D FS+1
8	Balok Tie Biem	1.H	1.G SS
9	Pekerjaan urugan tanah peninggian lantai	1.I	1.H FS-1
II.2. Pekerjaan Struktur Lantai 1			
10	Kolom	2.A	1.F,1.I FS-1
11	Balok	2.B	2.A FS-1
12	Plat lantai	2.C	2.B FS-1
II.3. Pekerjaan Struktur Lantai 2			
13	Kolom	3.A	2.C FS+1
14	Balok	3.B	3.A FS-1
15	Plat lantai	3.C	3.B FS-1
II.4. Pekerjaan Struktur Lantai 3			
16	Kolom	4.A	3.C FS+1
17	Balok	4.B	3.A FS-1
18	Plat lantai	4.C	3.B FS-1
II.5. Pekerjaan Struktur Lantai 4			
19	Kolom	5.A	4.C FS+1
20	Balok	5.B	5.A FS-1
21	Plat lantai	5.C	5.B FS-1
II.6. Pekerjaan Struktur Lantai 5			
22	Kolom	6.A	5.C FS+1
23	Balok	6.B	6.A FS-1
24	Plat lantai	6.C	6.B FS-1
II.7. Pekerjaan Struktur Lantai 6			
25	Kolom	7.A	6.C FS+1
26	Balok	7.B	7.A FS-1
27	Plat lantai	7.C	7.B FS-1
II.8. Pekerjaan Struktur Lantai 7			
28	Kolom	8.A	7.C FS+1
29	Balok	8.B	8.A FS-1
30	Plat lantai	8.C	8.B FS-1
II.9. Pekerjaan Struktur Lantai 8			
31	Kolom	9.A	8.C FS+1
32	Balok	9.B	9.A FS-1
33	Plat lantai	9.C	9.B FS-1
II.10. Pekerjaan Struktur Rumah Lift			
34	Kolom	10.A	9.C FS+1
35	Balok	10.B	10.A SS
36	Plat lantai	10.C	10.B

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyusunan Work Breakdown Structure (WBS)

Penyusunan *Work Breakdown Structure* (WBS) dilakukan untuk mengelompokkan pekerjaan struktur menjadi beberapa aktivitas yang akan digunakan sebagai dasar penyusunan jaringan kerja. Berdasarkan data proyek, seluruh pekerjaan struktur diuraikan menjadi 36 aktivitas yang meliputi pekerjaan pondasi, pile cap, sloof, kolom, balok, pelat lantai, dan elemen struktur lainnya. Setiap aktivitas

diberikan kode pekerjaan untuk mempermudah proses penjadwalan menggunakan *Microsoft Project*.

4.1.1 Analisis Durasi dan Hubungan Predecessor

Setelah WBS disusun, dilakukan perhitungan durasi pekerjaan pada setiap item pekerjaan yang sudah disusun pada WBS tersebut.

Berdasarkan hasil identifikasi, hubungan aktivitas didominasi oleh tipe **Finish to Start (FS)**, sedangkan beberapa pekerjaan menggunakan hubungan **Start to Start (SS)** untuk mengoptimalkan waktu pelaksanaan tanpa mengurangi kualitas pekerjaan. Penggunaan hubungan tersebut membuat penyusunan jaringan kerja lebih fleksibel dibandingkan metode penjadwalan konvensional.

4.1.2 Analisis Precedence Diagram Method (PDM)

Data durasi dan hubungan *predecessor* selanjutnya diolah menggunakan Microsoft Project untuk menghasilkan jaringan kerja dengan metode PDM. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh aktivitas dapat dihubungkan sesuai urutan pelaksanaan sehingga membentuk jaringan kerja proyek yang menggambarkan hubungan logis antar pekerjaan.

Diagram jaringan menunjukkan bahwa beberapa aktivitas dapat dilaksanakan secara bersamaan melalui hubungan *Start to Start* (SS), sedangkan aktivitas lainnya harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai karena menggunakan hubungan *Finish to Start* (FS). Pengaturan hubungan tersebut memberikan fleksibilitas dalam penyusunan jadwal sehingga durasi proyek dapat dioptimalkan.

4.1.3 Analisis Critical Path Method (CPM)

Analisis jalur kritis dilakukan menggunakan metode *Critical Path*

Method (CPM) berdasarkan jaringan kerja yang telah disusun melalui metode PDM. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus untuk memperoleh nilai *Early Start* (ES), *Early Finish* (EF), *Late Start* (LS), *Late Finish* (LF), dan *Total Float* pada setiap aktivitas.

$$Tf = Ls - Es = Lf - Ef$$

$$Tf = 0$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 36

aktivitas pekerjaan, terdapat 34 aktivitas yang berada pada jalur kritis sehingga memiliki nilai *Total Float* sama dengan nol. Aktivitas tersebut menjadi penentu durasi penyelesaian proyek dan memerlukan pengendalian yang lebih intensif selama pelaksanaan. Hasil ini dapat dilihat pada tabel 2. Berdasarkan hasil analisis, durasi proyek yang semula direncanakan selama 312 hari kalender, dapat dioptimalkan menjadi 265 hari kalender, sehingga terjadi percepatan selama 47 hari. Percepatan tersebut diperoleh melalui pengaturan hubungan antaraktivitas tanpa mengubah ruang lingkup pekerjaan.

Tabel 2. Hasil Analisis Jalur Kritis

NO	Uraian Pekerjaan	C M				Float	Keterangan
		ES	EF	LS	LF		
II.1. Pekerjaan Struktur Bawah							
1	Galian tanah pondasi Bored pile Ø 80 cm (35 titik)	0	9	0	9	0	Kritis
2	Pondasi Bored Pile	9	40	9	40	0	Kritis
3	Galian tanah pondasi pilecap	40	44	40	44	0	Kritis
4	Pondasi Pile Cap	44	78	44	78	0	Kritis
5	Galian tanah pit lift	44	45	87	88	43	-
6	Dinding pit lift	45	46	88	89	43	-
7	Galian tanah tie beam	78	80	78	80	0	Kritis
8	Balok Tie Biem	80	87	80	87	0	Kritis
9	Pekerjaan urugan tanah peninggian lantai	87	89	87	89	0	Kritis
II.2. Pekerjaan Struktur Lantai 1							
10	Kolom	89	94	89	94	0	Kritis
11	Balok	94	103	94	103	0	Kritis
12	Plat lantai	103	114	103	114	0	Kritis
II.3. Pekerjaan Struktur Lantai 2							
13	Kolom	114	118	114	118	0	Kritis
14	Balok	94	103	94	103	0	Kritis
15	Plat lantai	103	114	103	114	0	Kritis
II.4. Pekerjaan Struktur Lantai 3							
16	Kolom	138	142	138	142	0	Kritis
17	Balok	142	151	142	151	0	Kritis
18	Plat lantai	151	162	151	162	0	Kritis
II.5. Pekerjaan Struktur Lantai 4							
19	Kolom	162	166	162	166	0	Kritis
20	Balok	166	175	166	175	0	Kritis
21	Plat lantai	175	186	175	186	0	Kritis
II.6. Pekerjaan Struktur Lantai 5							
22	Kolom	186	190	186	190	0	Kritis
23	Balok	190	199	190	199	0	Kritis
24	Plat lantai	199	210	199	210	0	Kritis
II.7. Pekerjaan Struktur Lantai 6							
25	Kolom	210	214	210	214	0	Kritis
26	Balok	214	223	214	223	0	Kritis
27	Plat lantai	223	234	223	234	0	Kritis
II.8. Pekerjaan Struktur Lantai 7							
28	Kolom	234	238	234	238	0	Kritis
29	Balok	238	247	238	247	0	Kritis
30	Plat lantai	247	258	247	258	0	Kritis
II.9. Pekerjaan Struktur Lantai 8							
31	Kolom	258	262	258	262	0	Kritis
32	Balok	262	271	262	271	0	Kritis
33	Plat lantai	271	282	271	282	0	Kritis
II.10. Pekerjaan Struktur Rumah Lift							
34	Kolom	282	283	282	283	0	Kritis
35	Balok	283	284	283	284	0	Kritis
36	Plat lantai	284	286	284	286	0	Kritis

4.2 Evaluasi Efektivitas dan Efisiensi *Time Schedule*

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan durasi rencana proyek terhadap durasi hasil analisis menggunakan metode PDM dan CPM. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penerapan kedua metode mampu mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek tanpa mengubah urutan pekerjaan utama. Menggunakan rumus :

Efektivitas *Time Schedule* menggunakan metode CPM dan PDM:

$$\frac{\text{Durasi Rencana}}{\text{Durasi Metode CPM dan PDM}} = \frac{312}{265} \times 100\% = 117\%$$

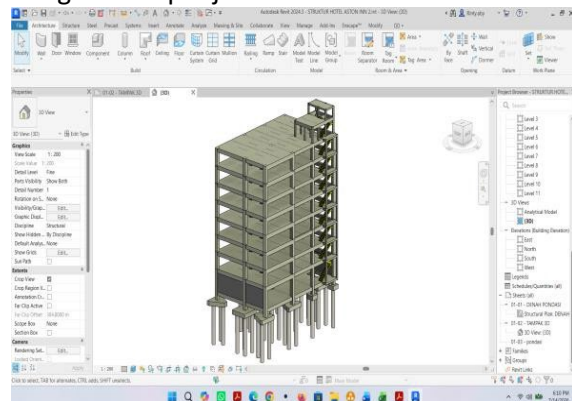
Efisiensi *Time Schedule* menggunakan metode PDM dan CPM

$$\frac{\text{Durasi Rencana} - \text{Durasi CPM dan PDM}}{\text{Durasi Aktual}} \times 100\% = \frac{312 - 265}{312} \times 100\% = 15\%$$

Berdasarkan hasil evaluasi diperoleh nilai **efektivitas sebesar 117%**, sedangkan **efisiensi waktu sebesar 15%**. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penyusunan jaringan kerja menggunakan metode PDM dan CPM mampu meningkatkan kinerja penjadwalan proyek.

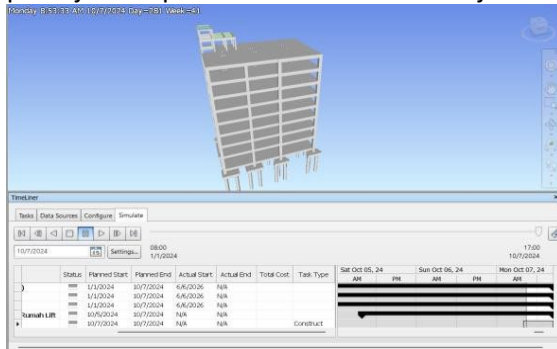
4.3 Integrasi Building Information Modeling (BIM) 4D

Model tiga dimensi bangunan disusun menggunakan Autodesk Revit berdasarkan gambar kerja proyek. Pemodelan dilakukan terhadap elemen struktur yang meliputi pondasi, kolom, balok, pelat lantai, dan tangga. Model tersebut kemudian diekspor ke Autodesk Navisworks untuk proses integrasi dengan data penjadwalan.



Gambar 2. Model Struktur pada Autodesk Revit

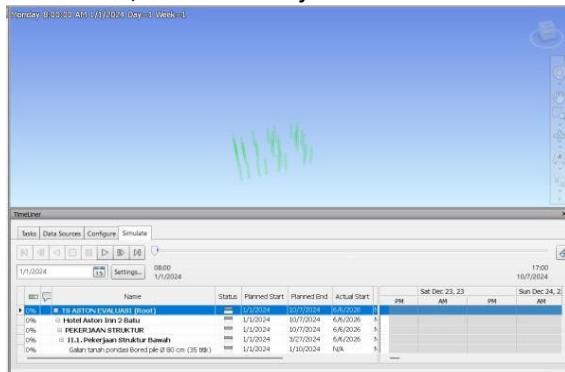
Integrasi model dilakukan menggunakan fitur *TimeLiner* dengan menghubungkan setiap aktivitas pada Microsoft Project terhadap elemen bangunan yang sesuai. Proses ini menghasilkan simulasi pelaksanaan proyek secara empat dimensi sehingga urutan pekerjaan dapat divisualisasikan sesuai jadwal.



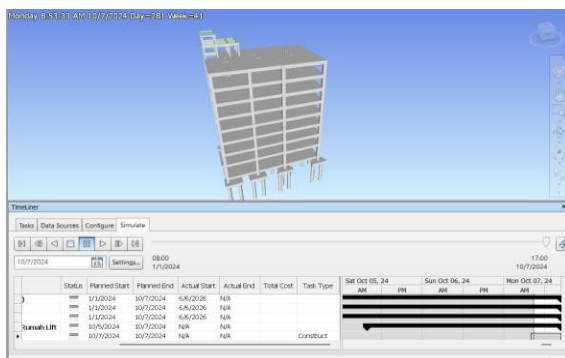
Gambar 3. Proses Integrasi TimeLiner Autodesk Navisworks

4.4 Simulasi BIM 4D

Hasil integrasi model tiga dimensi dengan data penjadwalan menghasilkan simulasi BIM 4D yang menampilkan perkembangan pekerjaan berdasarkan urutan waktu pelaksanaan. Simulasi ini memberikan gambaran visual mengenai progres proyek sehingga memudahkan proses monitoring, koordinasi, dan evaluasi jadwal.



Gambar 4. Simulasi BIM 4D Tahap Awal



Gambar 5. Simulasi BIM 4D Tahap Akhir

Visualisasi BIM 4D menunjukkan bahwa hubungan antaraktivitas yang telah dianalisis menggunakan metode PDM dan CPM dapat diterapkan secara berurutan pada model bangunan. Integrasi ini mempermudah identifikasi potensi keterlambatan, konflik pelaksanaan, serta urutan pekerjaan yang harus diprioritaskan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode PDM, CPM, dan BIM 4D mampu meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian waktu proyek. Selain menghasilkan optimasi durasi proyek, penerapan BIM 4D juga memberikan nilai tambah berupa visualisasi progres pekerjaan yang lebih komunikatif bagi seluruh pihak yang terlibat dalam proyek.

4.5 Hasil Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) mampu menyusun hubungan antaraktivitas pekerjaan secara lebih fleksibel dibandingkan penyusunan jadwal konvensional. Penggunaan hubungan *Finish to Start* (FS) dan *Start to Start* (SS) memungkinkan beberapa aktivitas dilaksanakan secara paralel tanpa mengubah urutan pekerjaan utama. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap optimalisasi durasi proyek dan mempermudah proses pengendalian waktu.

Analisis menggunakan *Critical Path Method* (CPM) menghasilkan **34 aktivitas kritis dari total 36 aktivitas** pekerjaan struktur. Aktivitas-aktivitas tersebut memiliki nilai *Total Float* sebesar nol sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas akan berdampak langsung terhadap durasi penyelesaian proyek. Temuan ini menunjukkan bahwa pengendalian proyek perlu difokuskan pada aktivitas yang berada pada jalur kritis agar target waktu penyelesaian tetap dapat dipenuhi.

Optimasi jadwal menghasilkan pengurangan durasi proyek dari **312 hari kalender menjadi 265 hari kalender**, sehingga terjadi percepatan selama **47 hari**. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat efektivitas penjadwalan sebesar **17%** dan efisiensi waktu sebesar **15%**. Peningkatan tersebut diperoleh melalui pengaturan hubungan antaraktivitas

tanpa mengubah lingkup pekerjaan maupun urutan pelaksanaan yang telah direncanakan.

Integrasi hasil penjadwalan dengan BIM 4D menggunakan Autodesk Navisworks memberikan nilai tambah berupa visualisasi tahapan konstruksi secara berurutan. Simulasi yang dihasilkan mempermudah proses koordinasi antar pihak proyek, memantau perkembangan pekerjaan, serta membantu mengidentifikasi potensi keterlambatan sejak tahap perencanaan. Selain meningkatkan kualitas komunikasi proyek, visualisasi BIM 4D juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat ketika terjadi perubahan jadwal di lapangan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [1] yang menyatakan bahwa metode PDM mampu meningkatkan fleksibilitas penyusunan jaringan kerja serta mempermudah identifikasi hubungan antaraktivitas. Selain itu, penelitian [4] menjelaskan bahwa CPM merupakan metode yang efektif dalam menentukan jalur kritis sebagai dasar pengendalian waktu proyek. Pada sisi lain, implementasi BIM 4D menggunakan Autodesk Navisworks juga mendukung temuan [2] yang menyebutkan bahwa integrasi model tiga dimensi dengan data penjadwalan mampu meningkatkan kualitas visualisasi proyek dan mempermudah monitoring progres pekerjaan.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kombinasi metode PDM, CPM, dan BIM 4D merupakan pendekatan yang saling melengkapi. Metode PDM berperan dalam menyusun hubungan logis antaraktivitas, CPM mengidentifikasi aktivitas yang menentukan durasi proyek, sedangkan BIM 4D memberikan visualisasi pelaksanaan yang mendukung proses pengendalian proyek secara menyeluruh.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai evaluasi *time schedule* Proyek Hotel Aston 2 Batu menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), *Critical Path Method* (CPM), dan integrasi *Building Information Modeling* (BIM) 4D, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penyusunan jaringan kerja menggunakan

metode PDM menghasilkan hubungan antaraktivitas yang lebih sistematis dan fleksibel sehingga mampu menggambarkan urutan pelaksanaan pekerjaan secara lebih efektif. Analisis CPM menunjukkan terdapat 34 aktivitas yang berada pada jalur kritis dari total 36 aktivitas pekerjaan struktur. Aktivitas tersebut menjadi penentu durasi penyelesaian proyek sehingga memerlukan pengawasan yang lebih intensif.

2. Evaluasi penjadwalan menunjukkan bahwa durasi proyek yang semula 312 hari kalender dapat dioptimalkan menjadi 265 hari kalender, sehingga terjadi percepatan selama 47 hari. Hasil tersebut menghasilkan tingkat efektivitas penjadwalan sebesar 17% dan efisiensi waktu sebesar 15%. Serta dapat dibantu dengan adanya integrasi BIM 4D menggunakan Autodesk Navisworks mampu memvisualisasikan tahapan pelaksanaan proyek sesuai jadwal sehingga mempermudah koordinasi, monitoring progres pekerjaan, dan pengendalian waktu selama pelaksanaan proyek.

5.2 Saran

1. Bagi pihak manajemen proyek, perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian yang lebih maksimal terhadap pekerjaan-pekerjaan yang termasuk ke dalam jalur kritis, khususnya pada 34 aktivitas kritis di bidang struktur yang telah diperoleh dari hasil analisa metode CPM. Aktivitas pada jalur kritis tersebut memiliki pengaruh langsung terhadap durasi penyelesaian proyek sehingga tidak boleh mengalami keterlambatan maupun terlewat dalam proses pelaksanaannya. Apabila terjadi hambatan pada salah satu pekerjaan kritis, maka hal tersebut dapat memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap keterlambatan keseluruhan proyek. Oleh karena itu, diperlukan koordinasi, monitoring, serta pengendalian pekerjaan yang lebih intensif agar progres pelaksanaan proyek tetap berjalan sesuai dengan target waktu yang

- telah direncanakan.
2. Bagi pihak perencana proyek, diharapkan dapat melakukan proses perencanaan yang lebih realistis dan terperinci, terutama dalam memperhitungkan kebutuhan sumber daya proyek seperti tenaga kerja, material, peralatan, serta kondisi pelaksanaan di lapangan. Perencanaan yang dilakukan secara matang dan sesuai kondisi aktual akan membantu meminimalkan terjadinya kendala selama proses pelaksanaan pekerjaan berlangsung. Selain itu, penyusunan time schedule yang realistis juga dapat mengurangi risiko keterlambatan proyek akibat ketidaksesuaian antara perencanaan dan kondisi pelaksanaan di lapangan. Dengan demikian, proses pengerjaan proyek dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan target durasi yang telah ditentukan.
 3. Bagi penelitian selanjutnya, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, khususnya dalam ruang lingkup analisa yang hanya berfokus pada aspek waktu dan penjadwalan proyek. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian berikutnya dapat melakukan pengembangan analisa dengan meninjau aspek biaya proyek secara lebih mendalam, sehingga hasil evaluasi menggunakan metode PDM dan CPM dapat memberikan tingkat akurasi yang lebih baik. Selain itu, analisa yang menggabungkan aspek waktu dan biaya diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas dan efisiensi pelaksanaan proyek konstruksi, sehingga hasil penelitian dapat lebih optimal dan mudah untuk diterapkan pada proyek-proyek sejenis di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Peter and M. S. Simatupang, "Keberagaman Bahasa Dan Budaya Sebagai Kekayaan Bangsa Indonesia," *Dialekt. J. Bahasa, Sastra Dan Budaya*, vol. 9, no. 1, pp. 96–105, 2022, doi: 10.33541/dia.v9i1.4028.
- [2] T. S. Soeparyanto, "KETERKAITAN ANTARA BIM 4D DAN PENGENDALIAN WAKTU PELAKSANAAN PADA PEMBANGUNAN PERUMAHAN (Studi Kasus : Perumahan Alya Residence) STABILITA || Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (Studi Kasus : Perumahan Alya Residence)," no. September, 2024, doi: 10.55679/jts.v12i2.48026.
- [3] M. Fazis and T. Tugiah, "Perencanaan Proyek dan Penjadwalan Proyek," *J. Sos. Teknol.*, vol. 2, no. 12, pp. 1365–1377, 2022, doi: 10.59188/jurnalsostech.v2i12.517.
- [4] D. Santika, S. P. Lestari, and B. Barlian, "Project Scheduling Analysis With CPM PERT Method (Case Study on Tasikmalaya City Swasana Village Restaurant Project)," *J. Indones. Manag.*, vol. 2, no. 3, pp. 599–610, 2022, doi: 10.53697/jim.v2i3.909.