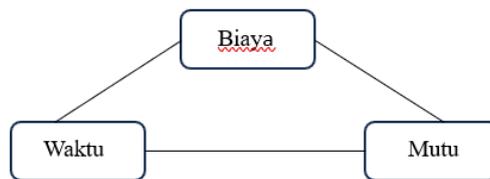


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi berkembang pesat di Indonesia. Proyek konstruksi merupakan suatu aktivitas dengan tujuan yang dibatasi oleh biaya, waktu, dan mutu dengan pelaksanaan hanya satu kali dan dijalankan melalui spesifikasi kerja masing-masing (Abidin, 2021). Proyek konstruksi memiliki 5 tujuan yang berasal dari berbagai kendala yang sering terjadi pada suatu proyek konstruksi. Kendala tersebut dikenal dengan *triple constrain*, yang berisi kendala biaya, waktu, dan mutu. Dalam suatu proyek konstruksi memiliki harapan proyek tersebut dapat selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan, biaya yang tidak membengkak, dan mutu sesuai *quality target*.



Gambar 2. 1 Kendala dalam Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan dengan tujuan mendapatkan hasil bangunan atau konstruksi melalui mutu, waktu, dan biaya (Kerzner, 2023). Proyek konstruksi secara umum memiliki 2 kategori, yaitu:

1. Proyek konstruksi fisik, yang dapat didefinisikan sebagai proyek pembangunan infrastruktur fisik, ataupun proyek yang memiliki hubungan dengan fasilitas umum, seperti jalan raya, jembatan, bendungan, dan hal lainnya.
2. Proyek konstruksi bangunan dapat didefinisikan sebagai pembangunan yang berkaitan dengan gedung komersial atau perumahan, seperti rumah tinggal, kantor, pasar, dan lainnya.

2.1.2 Manajemen Proyek

Salah satu kunci keberhasilan suatu proyek bergantung pada manajemen proyek yang baik. Manajemen proyek merupakan suatu informasi mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai pengawasan untuk memastikan kelancaran proyek dan dapat berjalan secara efektif dan efisien (Aryadinata, 2023). Manajemen proyek juga dapat didefinisikan sebagai upaya yang dilakukan dalam melakukan suatu manajemen, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian dari awal sampai akhir (Abma, 2021). Manajemen proyek memiliki fungsi yaitu *planning*, pengorganisasian, *actuating*, dan *controlling* (Irianto, 2023). Hal lain yang berkaitan dengan manajemen proyek yaitu sumber daya, seperti tenaga kerja, material, alat, dan lainnya (Irianto, 2023).

2.1.3 Penjadwalan Proyek

Keberhasilan suatu proyek bergantung dengan adanya penyusunan penjadwalan proyek yang baik. Penjadwalan proyek dapat berfungsi sebagai tahap perencanaan suatu proyek yang dapat memperkirakan waktu selesainya proyek. Fungsi lain dari penjadwalan proyek untuk mengatur waktu proyek agar proyek berjalan efektif dan efisien. Penggunaan metode dalam penyusunan jadwal proyek menyesuaikan skala dan kebutuhan suatu proyek. Metode penjadwalan proyek, meliputi bagan balok, kurva S, dan metode jaringan kerja. Saat ini penggunaan metode penjadwalan yang paling umum digunakan yaitu metode jaringan kerja. Metode jaringan kerja merupakan metode penjadwalan dengan jaringan yang mengetahui keterkaitan setiap *item* pekerjaan dan dapat menghasilkan lintasan kritis. Penyusunan penjadwalan dibuat untuk meminimalisir keterlambatan, serta meningkatkan efisiensi dan efektifitas sumber daya. Pada proses penyusunan penjadwalan memiliki batasan yang tidak boleh dilanggar atau disebut dengan *constraint*. Constraint dalam penjadwalan, antara lain:

- a. Kesesuaian durasi setiap kegiatan dengan yang telah ditentukan.
- b. Penyelesaian proyek sesuai dengan waktu rencana.
- c. Beberapa kegiatan dapat dilaksanakan setelah pekerjaan sebelumnya selesai.

Penggunaan metode penjadwalan harus disesuaikan dengan kompleksitas suatu proyek. Metode penjadwalan proyek memiliki tujuan yang sama untuk memperoleh hasil waktu yang paling efisien, namun metode tersebut digunakan bergantung pada tingkat

kompleksitas proyek yang ingin dijalankan. Metode yang digunakan dalam penjadwalan, antara lain:

a. Kurva S

Kurva S merupakan metode penjadwalan yang menunjukkan *progress* pelaksanaan proyek berdasarkan bobot, waktu, dan persentase kumulatif setiap item pekerjaan. Kelebihan metode ini dapat mempermudah pengawasan terhadap *progress* proyek dan mempermudah perbandingan antara *progress* rencana dengan *progress* aktual. Kelemahan metode ini hanya menunjukkan urutan pekerjaan, namun tidak memiliki informasi terkait hubungan antar pekerjaannya.

b. Bar chart

Bar chart merupakan metode penjadwalan yang ditunjukkan melalui bagan balok. Kelebihan metode ini memiliki bentuk yang jelas sehingga mudah dipahami dan mudah dalam proses pembuatannya. Selain itu, metode ini juga dapat dikembangkan melalui penggabungan dengan metode lain. Kelemahan metode ini yaitu informasi yang diberikan tidak rinci, dan hanya cocok digunakan untuk proyek berskala kecil.

c. *Network* diagram

Network diagram merupakan metode penjadwalan yang menunjukkan urutan pekerjaan yang lengkap dengan hubungan keterkaitan antar pekerjaannya. Kelebihan metode ini yaitu melihat kemungkinan pekerjaan yang menyebabkan keterlambatan dan melihat lintasan kritis item pekerjaan, sehingga dapat memprioritaskan pekerjaan yang akan dilaksanakan. Metode *network* diagram memiliki rincian metode yang umum digunakan, antara lain:

1. *Critical Path Method* (CPM)

CPM merupakan salah satu metode *network* diagram yang menghasilkan lintasan kritis dan waktu terlama penyelesaian item pekerjaan. CPM juga didefinisikan sebagai metode yang menguraikan kegiatan dan durasi menjadi suatu jaringan kerja. Keutamaan dalam penggunaan CPM memahami waktu maju dan mundur yang melibatkan durasi proyek. Hitungan maju dimulai dari pekerjaan paling awal menuju pekerjaan akhir, sedangkan hitungan mundur dimulai dari pekerjaan yang paling akhir pada penyelesaian proyek. Pada metode CPM menggunakan beberapa istilah yaitu *Early Start* (ES), *Early Finish* (EF), *Late Start* (LA), dan *Late Finish* (LF) (Astari, 2021). ES merupakan istilah waktu tercepat mulainya pekerjaan setelah pekerjaan sebelumnya selesai. EF merupakan

istilah waktu tercepat pekerjaan selesai dengan waktu mulai paling awal dan selesai sesuai jadwal. LA merupakan istilah waktu terlambat pekerjaan dimulai tanpa mengubah target penyelesaian proyek keseluruhan. LF merupakan istilah waktu terlembat pekerjaan selesai tanpa mengubah target penyelesaian proyek keseluruhan. Metode CPM memiliki ciri-ciri yaitu mengenal istilah *dummy* yang menunjukkan kegiatan semu hubungan keterkaitan antar pekerjaan dan pekerjaan selanjutnya dilakukan setelah pekerjaan sebelumnya selesai.

2. *Precedence Diagram Method (PDM)*

PDM merupakan salah satu metode network diagram yang memiliki beberapa kesamaan dengan CPM, seperti menghasilkan lintasan kritis dan dapat memperkirakan item pekerjaan yang menyebabkan keterlambatan. Konsep dasar penggunaan metode PDM yaitu metode ini memulai pekerjaan selanjutnya tanpa menunggu pekerjaan sebelumnya selesai. Pada metode PDM menggunakan beberapa istilah yaitu Finish to Start (FS), Start to Start (SS), Finish to Finish (FF), dan Start to Finish (SF). FS merupakan istilah waktu pekerjaan selanjutnya dimulai setelah pekerjaan sebelumnya selesai. SS merupakan istilah waktu pekerjaan selanjutnya dimulai bergantung pada mulainya pekerjaan sebelumnya. FF merupakan istilah waktu pekerjaan selanjutnya selesai bergantung pada pekerjaan sebelumnya selesai. SF merupakan istilah waktu selesai pekerjaan selanjutnya bergantung pada mulainya pekerjaan sebelumnya. Metode PDM memiliki ciri-ciri yaitu mengenal hubungan logis atau konstrain, menggunakan konsep jarak hari antar pekerjaan untuk mempermudah penjadwalan, dan pekerjaan selanjutnya diperbolehkan mulai tanpa menunggu pekerjaan selanjutnya.

3. *Project Evaluation and Review Technique (PERT)*

PERT merupakan metode penjadwalan yang mempertimbangkan hal tertentu terhadap hubungan jaringan pekerjaannya (Fazis, 2022). Pada metode ini penentuan jalur kritisnya mempertimbang *cruel* durasi. Pada metode PERT memiliki ciri-ciri yaitu melakukan penjadwalan dengan mempertimbangkan terhadap waktu item pekerjaan yang tidak pasti, dan penentuan pekerjaan berdasarkan 3 asumsi durasi yaitu *hopeful time* (t_o), *critical time* (t_p), dan *most likely time* (t_m).

2.1.4 *Work Breakdown Structure (WBS)*

Perencanaan proyek terutama penjadwalan berkaitan dengan WBS. WBS yaitu urutan pekerjaan secara detail untuk mempermudah penyusunan penjadwalan, RAB, dan

saat pelaksanaannya. WBS merupakan salah satu dasar dalam penyusunan RAB, penjadwalan, dan lainnya. Hal tersebut menjadi alasan WBS dalam suatu proyek merupakan sesuatu yang sangat penting. Tujuan dan manfaat WBS secara umum, antara lain:

- a. WBS mendefinisikan tugas dan tanggung jawab tim pelaksana proyek, serta secara langsung dapat membagi struktur organisasi proyek.
- b. WBS dapat mempermudah untuk pelaksanaan dan pengawasan proyek.
- c. WBS dapat digunakan sebagai dasar penyusunan waktu dan anggaran proyek.
- d. WBS dapat menganalisis risiko kemungkinan pelaksanaan proyek.
- e. WBS dapat mengalokasikan kebutuhan tenaga kerja pada setiap item pekerjaan.
- f. WBS dapat memberi pertimbangan kegiatan yang perlu dilakukan oleh sub-kontraktor.

2.1.5 Urutan Hubungan Keterkaitan Tiap Pekerjaan

Hubungan aktivitas pekerjaan sangat dibutuhkan dalam penyusunan waktu suatu proyek. Hal tersebut diperlukan untuk memperoleh waktu yang paling efisien. 3 hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan aktivitas hubungan antar pekerjaan, antara lain:

- a. Predecessor merupakan hubungan antar pekerjaan pada proyek yang saling bergantung, apabila salah satu pekerjaan berubah, pekerjaan lain akan berubah secara otomatis.
- b. Successor merupakan tugas yang tidak dapat dimulai atau diselesaikan apabila tugas tertentu belum dimulai atau diselesaikan.
- c. Concurrent merupakan pekerjaan yang dapat berlangsung secara bersamaan dengan pekerjaan yang bersangkutan lainnya.

2.1.6 Percepatan Waktu

Hal yang dilakukan untuk mengatasi keterlambatan maupun mempercepat waktu penyelesaian dapat disebut dengan percepatan waktu. Percepatan waktu dapat didefinisikan sebagai usaha yang dilakukan untuk melakukan penyelesaian proyek lebih cepat dibandingkan estimasi waktu normal. Dalam melakukan percepatan dapat

menggunakan beberapa cara, mulai dari penambahan tenaga kerja, penambahan jam kerja, sampai perubahan metode kerja ataupun alternatif lain di lapangan. Metode yang digunakan untuk mengubah metode kerja di lapangan terbagi menjadi 2 yaitu metode *crashing* dan *fast track* (Pratama, 2022).

2.1.7 Fast track

Salah satu cara yang dilakukan untuk memperoleh percepatan waktu atau waktu yang lebih efisien yaitu melalui penerapan metode *fast track*. Metode *fast track* dapat didefinisikan sebagai pendekatan manajemen proyek melalui percepatan pelaksanaan proyek yang dilakukan tanpa mengorbankan kualitas pekerjaan. Metode *fast track* merupakan alternatif percepatan yang dilakukan untuk memperoleh waktu yang lebih efisien dan lebih cepat melalui pengaturan *tabel* manajemen yang efektif (Wijanarko & oetomo, 2019). Penerapan *fast track* memiliki prinsip dengan penyusunan jadwal secara tumpang tindih, melalui pergeseran dan mengubah aktivitas jalur kritis (Bastian, 2019). Melalui penerapan metode ini, akan dilakukan penyusunan jadwal jaringan kerja yang memungkinkan dilakukan secara paralel atau tumpah tindih (Salasa, 2024). Tujuan utama dari penerapan metode *fast track* untuk mencapai waktu yang lebih efisien dan meminimalisir biaya konstruksi. Selain itu, tujuan dari metode *fast track* yaitu memperoleh penyelesaian lebih cepat dari perencanaan proyek, tanpa memperbesar biaya untuk tenaga kerja maupun material (Anwar, 2023). Syarat dalam melakukan penerapan percepatan *fast track* yaitu:

- a. Penjadwalan harus dilakukan secara logis dan memungkinkan untuk dilakukan percepatan pada setiap aktivitasnya.
- b. *Fast track* dilakukan pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis.
- c. Waktu terpendek untuk dilakukan *fast track* lebih dari 2 hari.
- d. Percepatan dilakukan tanpa mengubah durasi setiap aktivitas pekerjaan.

2.1.8 Building Information Modeling

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu teknologi di bidang arsitektur, *engineering* dan *construction* yang dapat menampilkan semua informasi di

dalam proyek konstruksi ke model 3 dimensi yang berhubungan dengan bangunan, *volume*, jadwal, dan biaya. (Afriani, 2024) Penggunaan BIM juga dapat mempermudah pembuatan seluruh data bangunan yang akan berguna untuk memulai tahap perencanaan dan pembangunan. (Bagoes, 2023). Pengimplementasian BIM dapat berpengaruh terhadap waktu dan biaya suatu proyek. BIM dapat didefinisikan sebagai suatu sistem adaptasi dalam proses perencanaan, pelaksanaan, koordinasi pelaksanaan, sampai *commissioning/handover* untuk mendukung tercapainya efisiensi, dan menghindari berbagai risiko. BIM juga berfungsi sebagai pembentuk 3D dengan berbagai informasi bangunan yang tercantum didalamnya. BIM dapat berguna bagi berbagai pihak, mulai dari konsultan sebagai perencana, kontraktor sebagai pelaksana, maupun *owner*. Pengimplementasian BIM memiliki pengaruh yang baik untuk penyusunan waktu maupun biaya. Pengimplementasian BIM perlu dikembangkan untuk menghindari keterlambatan waktu dan permasalahan proyek lainnya.

2.1.9 4D Building Information Modeling

Perkembangan penerapan BIM bukan hanya memberikan gambar 3D dengan informasi bangunan, melainkan berkembang dapat menciptakan waktu yang lebih efisien. Hal tersebut dikenal dengan penerapan BIM 4D. BIM 4D dapat didefinisikan sebagai pengembangan dari BIM 3D yang dapat mengintegrasikan hasil BIM 3D dengan suatu penjadwalan proyek. Melalui pengimplementasian BIM 4D dapat menghasilkan visualisasi grafis dengan jelas sesuai dengan penjadwalan yang telah di *input*. Penerapan BIM 4D dapat mempermudah *stakeholder* dalam suatu proyek untuk memahami desain dan perkembangan bangunan dengan jangka waktu tertentu. Penerapan BIM 4D dapat membantu memastikan setiap pekerjaan dikerjakan secara urut dan terhindar dari berbagai faktor atau permasalahan dalam pelaksanaannya. Dengan penerapan BIM 4D, dapat membantu memberikan gambaran terkait *progress* proyek dari awal hingga selesai. Penerapan BIM 4D akan membantu dalam proses perencanaan dan desain. Hasil pengimplementasian BIM 4D untuk memastikan setiap item pekerjaan dilakukan secara urut dan terhindar dari *clash* yang terjadi pada pelaksanaan konstruksi. Pada pengimplementasi BIM 4D membutuhkan data-data untuk menambahkan informasi yang dibutuhkan sehingga menghasilkan visualisasi yang jelas dan akurat dari awal pelaksanaan sampai penyelesaian proyek.

2.1.10 Autodesk Revit

Dalam melakukan penerapan BIM 3D pada suatu proyek memerlukan bantuan *software* pendukung yaitu *Autodesk Revit*. *Autodesk Revit* yaitu perangkat lunak yang digunakan untuk merancang, memberikan visualisasi, dan mengelola model 3D, dari berbagai *item* pekerjaan seperti MEP, struktur, dan arsitektur yang terintegrasi BIM. BIM 3D dirancang menghasilkan 3D dengan beberapa informasi bangunan lainnya melalui data model dasar pada 2D.

2.1.11 Microsoft Project

Penyusunan penjadwalan dengan metode jaringan kerja dapat dilakukan dengan menggunakan *software* penyusunan penjadwalan. Aplikasi yang digunakan dalam penyusunan penjadwalan yaitu *Microsoft Project (Ms project)*. *Ms project* memiliki fungsi sebagai *software* yang membantu dalam penyusunan dan pemantauan jadwal suatu proyek secara rinci. *Ms project* dapat membantu mengetahui *item* pekerjaan yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek atau disebut lintasan kritis. Keunggulan penggunaan *ms project* dalam penyusunan penjadwalan dibandingkan dengan *software* lain, yaitu:

1. Lebih mudah untuk melakukan perencanaan penjadwalan proyek, melalui pemanfaatan terhadap fitur yang dimiliki, seperti durasi, alokasi sumber daya, biaya, keterkaitan setiap *item* pekerjaan, dan lainnya. Melalui *ms project* juga dapat di *ekspor* menjadi berbagai bentuk penjadwalan, serta mempermudah penerapan BIM 4D.
2. Dapat mempermudah pengawasan terhadap *progress* pekerjaan, melalui beberapa *tools*.
3. Mudah melakukan *ekspor file* ke dalam berbagai jenis laporan, seperti laporan penggunaan sumber daya, laporan *progress* pekerjaan, dan lainnya.

2.1.12 Navisworks

Penerapan BIM 4D dilakukan melalui bantuan perangkat lunak terintegrasi BIM yang bernama *Navisworks*. *Software Navisworks* digunakan dengan mengintegrasikan 3D suatu bangunan dengan penjadwalan yang telah disusun, sehingga memiliki hasil visualisasi grafis berdasarkan penjadwalan yang digunakan. *Navisworks* juga memiliki

fitur *lock* untuk mengunci bangunan 3D sehingga tidak berubah. *Navisworks* mendukung berbagai jenis format yaitu *IFC*, *AutoCad*, *SketchUP*, *Solidworks*, *ArchiCad*, *Revit*, dan *Tekla*. Pemodelan 3D dilakukan menggunakan *Autodesk Revit* yang memungkinkan visualisasi desain secara *real time*. Setelah memiliki pemodelan BIM 3D, *file* tersebut di impor ke *Navisworks* untuk memperoleh visualisasi yang lebih luas dan aktual berdasarkan penjadwalan yang di *input*. Fitur pada *software* ini sangat mendukung pengguna untuk mempermudah dalam mengontrol informasi proyek. keunggulan penggunaan *Navisworks*, yaitu:

1. Dapat melakukan integrasi antara model 3D dengan penjadwalan secara fleksibel.
2. Dapat mengidentifikasi komponen yang bentrok atau berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam proyek tersebut. Melalui hal ini dapat menciptakan penjadwalan dengan waktu yang lebih efisien.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi pada penelitian ini, antara lain:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	Axsyal Aditya Nugraha (2024)	Jembatan Pening Kloji Kabupaten Mojokerto	Implementasi Konsep <i>Building Information Modeling</i> (BIM) 4D Dalam Tahap Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan	Menggunakan BIM 3D dan 4D	Penelitian ini akan menerapkan konsep teknologi BIM 4D pada proses perencanaan penjadwalan pembangunan proyek jembatan. Penelitian akan menggunakan perangkat lunak berbasis BIM, <i>autodesk revit</i> digunakan untuk permodelan 3D, <i>microsoft project</i> untuk analisis penjadwalan, dan <i>autodesk naviswork</i> untuk konektivitas data yang akan menghasilkan <i>scheduling simulation</i> yang dapat digunakan sebagai instrumen pengelolaan manajemen proyek dari tahap perencanaan hingga pengelolaan proyek konstruksi. manajemen proyek dari tahap perencanaan hingga pengelolaan proyek konstruksi. Hasil penelitian

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
					ini menghasilkan kesimpulan bahwa penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) 4D pada tahap perencanaan penjadwalan proyek pembangunan jembatan tidak hanya membantu dalam memvisualisasikan model 3D, namun dapat dijadikan sebagai instrumen pengelolaan manajemen proyek yang efisien. Dengan penerapan BIM 4D memungkinkan untuk membuat <i>scheduling simulation</i> untuk visualisasi pelaksanaan pekerjaan dan mendeteksi adanya <i>clash</i> atau bentrokan antar komponen pekerjaan.
2.	Wiwik Wiharti, Lila Ayu Ratna Winanda, Munasih, Maranatha Wijayaningtyas (2020)	Proyek Gedung Serbaguna PLBN Entikong Kalimantan Barat	Percepatan Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode <i>Fast track</i> (Studi Kasus: Proyek Gedung Serbaguna PLBN Entikong Kalimantan Barat)	<i>Fast track</i>	Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukannya percepatan menggunakan <i>fast track</i> dapat mereduksi sebanyak 57 hari, dengan hari sebelum penelitian yaitu 359 hari menjadi 302 hari. Pengurangan waktu percepatan sebesar 15,88% tanpa menyebabkan <i>overallocated</i> sumber daya.

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
3.	Gusti Ayu Putu Candra Dharmayanti, I Gusti Agung Adnyana Putera, Made Yoga Prasetya (2021)	Proyek Unit Layanan Kanker Terpadu RSUD Bali Mandara	Penerapan Metode <i>Fast track</i> Pada Proyek Unit Layanan Kanker Terpadu RSUD Bali Mandara	<i>Fast track</i>	Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa percepatan metode <i>fast track</i> dapat mereduksi penyelesaian proyek sebanyak 59 hari atau 22,7% dari durasi keterlambatan. Pada penelitian ini tidak terjadi peningkatan biaya.
4.	Yalim Fikhoir, Pitojo Juwono, Evi Nur Cahya (2024)	Proyek Rehabilitasi <i>Spillway</i> Bendungan Pacal Di Bojonegoro	Implementasi BIM 4D Pada Studi Penjadwalan Proyek Rehabilitasi <i>Spillway</i> Bendungan Pacal Di Bojonegoro	Melakukan penerapan BIM 3D dan Percepatan Jadwal dengan alternatif penambahan alat dan jam kerja yang diintegrasikan ke dalam BIM 4D	Analisa alternatif tersebut menghasilkan kurva S dan penjadwalan baru dengan percepatan durasi 10,9% dan pengurangan biaya 14,3% untuk alternatif penambahan alat berat sedangkan percepatan durasi 16,3% dan pengurangan biaya 10,9% untuk alternatif penambahan jam kerja dari kondisi eksisting dengan durasi 577 hari dan biaya Rp 50.515.620.342,00. Penggunaan BIM 4D dapat

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
					mengintegrasikan 3D model bangunan dengan penjadwalan baru yang telah dibuat. Hasil yang didapatkan pemantauan dalam pelaksanaan proyek relatif lebih mudah dibandingkan menggunakan kurva S karena dapat melihat bobot pekerjaan hingga dalam skala harian dengan mudah.
5.	Ferry, Indrastuti (2020)	Proyek Pembangunan <i>Workshop</i> Kapal Di Sekupang	Penerapan <i>Building Information Modeling (Bim)</i> Pada Proyek Pembangunan <i>Workshop</i>	Menggunakan metode 4D BIM yang mengintegrasikan antara pemodelan 3D dengan penjadwalan 4D BIM	Mengaplikasikan BIM sampai pemodelan 4D dan menganalisis kinerja waktu pada proyek pembangunan <i>workshop</i> kapal merupakan tujuan dari penelitian ini. <i>Software</i> yang digunakan dalam proses pemodelan adalah <i>revit Structure, Navisworks</i> . Pemodelan 3D diantaranya terdapat pondasi, kolom, balok, pelat dan atap. Menggabungkan jadwal atau <i>schedule</i> dengan model 3D akan menghasilkan pemodelan 4D didalam <i>software autodesk Navisworks</i> . Analisis kinerja waktu

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
					yang dilakukan menggunakan metode kurva S. Penerapan BIM telah dilakukan hingga memperoleh model dalam bentuk 3D dan 4D. Berdasarkan nilai deviasi, proyek ini tidak mengalami keterlambatan sama sekali. Nilai deviasi positif tertinggi +19.15% dan terendah +7.33%. Serta melakukan perhitungan anggaran biaya berdasarkan pemodelan di <i>revit structure</i> dengan total biaya Rp. 5.813.838.429.
6.	Januarko Adi Wibowo (2023)	Proyek Halte Bus <i>Rapid Transit</i> (Brt)	Analisis Efisiensi Kinerja Waktu Melalui Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (Bim) 4d Pada Proyek Halte Bus <i>Rapid Transit</i> (Brt)	Menggunakan metode 4D BIM yang mengintegrasikan antara pemodelan 3D dengan penjadwalan <i>microsoft project</i>	Berdasarkan hasil analisis kinerja waktu berbasis BIM 4D didapatkan bahwa proyek ini mengalami keterlambatan di minggu ke-2 Desember 2022 sebesar - 2,12%, sehingga dilakukan penjadwalan percepatan. Setelah penjadwalan percepatan, terjadi keterlambatan kembali di minggu ke-4 Januari 2023 sebesar - 0,45%. Keterlambatan cepat ditangani, sehingga proyek dapat mencapai kinerja waktu yang efisien pada minggu ke-2 Februari 2023 hingga

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
					minggu ke-4 Maret 2023 sebesar 1,95%. Berdasarkan wawancara pakar, didapatkan bahwa upaya-upaya dalam mengatasi keterlambatan pada proyek ini adalah dengan melakukan penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja dan alat, serta mengoptimalkan penggunaan BIM dalam proses revisi desain dan memantau kinerja proyek
7.	Otniel Solideo Gea (2024)	Proyek Pembangunan Gedung Rumah Susun Sekolah Tinggi Teologi Anugrah Misi Nias Barat	Implementasi Konsep BIM 4D Pada Perencanaan <i>Time Schedule Precedence Diagram Method (PDM)</i> Pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Susun Sekolah Tinggi Teologi Anugrah Misi	Menggunakan metode 4D BIM yang mengintegrasikan antara pemodelan 3D dengan <i>time schedule</i>	Pada penelitian ini dilakukan <i>modeling</i> proyek pembangunan Gedung Rumah Susun Sekolah Tinggi Teologi Anugrah Misi Nias Barat dengan menggunakan <i>software</i> berbasis BIM berupa <i>revit</i> , penjadwalan dengan menggunakan <i>Microsoft Project</i> . Setelah dilakukan penjadwalan, permodelan 3D disinkronkan dengan penjadwalan menggunakan <i>naviswork manage</i> . Hasil yang didapat dari penelitian Implementasi konsep BIM pada perencanaan penjadwalan dengan menggunakan PDM

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
					mendapatkan jumlah durasi selama 254 hari perencanaan pelaksanaan dimana 10 hari lebih lama dari data awal dan terdapat 1 lintasan kritis.
8.	M. Ramzani Bagaskara (2021)	Proyek Jaringan Irigasi Waduk Sambogunung Kabupaten Gresik	Implementasi Model 4D (BIM) dengan <i>Network Planning</i> Pada Pelaksanaan Jaringan Irigasi Waduk Sambogunung Kabupaten Gresik	menggunakan metode 4D dan memvisualisasikan jadwal pekerjaan, serta penyesuaian jadwal melalui <i>network planning</i>	Dari analisis menggunakan <i>network planning</i> yaitu CPM (<i>Critical Path Method</i>) perencanaan awal yang berdurasi 150 hari diperoleh jalur kritis yaitu total 35 hari yang kemungkinan akan mengalami keterlambatan. Setelah dilakukan perubahan kegiatan dari awal perencanaan sebelumnya dan diolah kembali menggunakan CPM, maka jalur kritis yang diperoleh menjadi 14 hari saja sehingga dapat membantu mengurasi durasi total waktu pekerjaan menjadi 136 hari penyelesaian dari jadwal perencanaan.
9.	Naufal Alhafidz Rizal (2020)	Proyek Pembangunan Infrastruktur Gedung Dan Laboratorium Lipi Cibinong	Implementasi <i>Building Information Modeling</i> (Bim) Untuk Pengendalian Waktu Pada Pelaksanaan Proyek	Menggunakan metode BIM 3D dan 4D	Adapun BIM dapat mengendalikan waktu dengan cara mengetahui lebih dini mengenai <i>clash detection</i> pada semua disiplin pekerjaan agar di lapangan tidak membuang waktu dan

No.	Peneliti	Studi Kasus	Judul	Metode	Hasil Penelitian
			Pembangunan Infrastruktur Gedung Dan Laboratorium Lipi Cibinong		biaya pekerjaan akibat kesalahan gambar kerja. Pada praktiknya, di Indonesia khususnya teknologi BIM ini masih dikembangkan, dimana belum semua orang khususnya bidang konstruksi mengetahui mengenai manfaat teknologi BIM ini.
10.	Ardy Rifqi Pratama (2022)	Proyek Gedung 3 Lantai	Implementasi Konsep BIM 4 Tahap Perencanaan Dalam Percepatan Waktu Pada Pekerjaan Struktural Gedung 3 Lantai	BIM 3D 4D dan metode <i>fast track</i>	Sebelum melakukan pengimplementasian BIM 4D dan <i>fast track</i> durasi awal proyek sebesar 105 hari. Dari hasil percepatan penjadwalan tersebut diperoleh durasi 93 hari. Percepatan penjadwalan dilakukan pada tahap perencanaan untuk mendapatkan waktu optimum penyelesaian proyek konstruksi.