

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proyek Konstruksi Gedung

Proyek pembangunan gedung adalah serangkaian kegiatan sementara yang bertujuan untuk membangun suatu gedung dengan spesifikasi tertentu dalam batas waktu, biaya, dan kualitas yang sudah ditentukan. Proyek ini memiliki awal dan akhir yang jelas serta melibatkan berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, bahan baku, alat, metode, dan manajemen.

Gedung yang dibangun bisa berupa tempat tinggal atau tempat non-tinggal seperti perkantoran, rumah sakit, hotel, pusat belanja, dan sekolah. Proyek pembangunan gedung cenderung kompleks karena melibatkan banyak pihak yang terkait, ada ketergantungan antar pekerjaan, serta berbagai risiko teknis dan non-teknis.

Secara umum, proyek konstruksi gedung terdiri dari beberapa tahapan utama:

1. Tahap Perencanaan

Meliputi studi kelayakan, perencanaan desain, estimasi biaya, penjadwalan, dan perizinan.

2. Tahap Pelelangan dan Pengadaan

Pemilihan kontraktor, konsultan, serta pengadaan material dan peralatan.

3. Tahap Pelaksanaan Konstruksi

Pelaksanaan pekerjaan fisik di lapangan sesuai dengan gambar rencana, spesifikasi teknis, dan jadwal.

4. Tahap Pengendalian Proyek

Pengendalian waktu, biaya, mutu, keselamatan, dan lingkungan selama pelaksanaan proyek.

5. Tahap Serah Terima dan Pemeliharaan Awal

Penyelesaian pekerjaan, pemeriksaan akhir, serah terima bangunan, dan masa pemeliharaan.

Kinerja proyek konstruksi gedung umumnya diukur berdasarkan konsep triple constraint, yaitu:

1. Kinerja Waktu

Menggambarkan kemampuan proyek dalam menyelesaikan pekerjaan sesuai jadwal yang direncanakan.

2. Kinerja Biaya

Menunjukkan kesesuaian antara biaya aktual dengan anggaran yang telah ditetapkan.

3. Kinerja Mutu

Menunjukkan tingkat kesesuaian hasil pekerjaan dengan spesifikasi teknis, standar, dan kebutuhan pengguna.

Ketidakseimbangan salah satu aspek tersebut dapat menyebabkan proyek mengalami keterlambatan, pembengkakan biaya, atau penurunan mutu.

2.2. Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya proyek untuk mencapai tujuan proyek.

Tujuan utama manajemen proyek adalah memastikan proyek selesai sesuai waktu, biaya, dan mutu yang direncanakan. Fungsi utama manajemen proyek konstruksi meliputi:

- Manajemen waktu
- Manajemen biaya
- Manajemen mutu
- Manajemen risiko
- Manajemen sumber daya
- Manajemen komunikasi

Keberhasilan proyek sangat ditentukan oleh kemampuan manajemen dalam mengintegrasikan seluruh aspek tersebut secara terpadu.

2.3. *Building Information Modeling*

Building Information Modeling (BIM) adalah pendekatan terintegrasi untuk perencanaan, desain, konstruksi, dan manajemen fasilitas yang menggunakan model digital 3D untuk menggambarkan informasi fisik dan karakteristik lainnya dari bangunan atau infrastruktur. BIM melibatkan penggunaan perangkat lunak khusus BIM untuk membuat, mengelola, dan berbagi model digital ini, yang mengandung data dan informasi yang diperlukan untuk seluruh siklus hidup proyek

konstruksi. Tujuan utama BIM adalah meningkatkan kolaborasi, efisiensi, dan kualitas dalam seluruh tahapan proyek konstruksi, mulai dari perencanaan hingga operasi dan pemeliharaan (Permen PUPR No.9,2021).

Menurut *BIM Handbook*, ada tiga definisi BIM, yaitu:

1. Proses desain dan pembangunan yang lebih terintegrasi daripada pendekatan tradisional untuk menghasilkan infrastruktur berkualitas lebih tinggi dengan biaya lebih rendah dan waktu tunggu proyek lebih pendek.
2. Model yang mencakup geometri yang benar dan data yang diperlukan untuk mendukung pembuatan dan konstruksi
3. Mendukung fungsionalitas yang diperlukan untuk mendukung siklus hidup proyek, menyediakan aspek fundamental dari desain baru, kemampuan bangunan, dan hubungan dengan anggota tim” (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008).

Apriansyah (2021) mengemukakan bahwa *building information modelling* (BIM) merupakan suatu pendekatan dalam perancangan, konstruksi, dan pengelolaan bangunan. Ruang lingkup BIM untuk mendukung desain proyek, jadwal dan informasi yang lain harus terkoordinasi dengan baik. Pada dasarnya *Building Information Modeling* (BIM) merupakan gabungan dari dua ide penting, yaitu:

1. Menyimpan informasi desain utama secara digital, sehingga lebih mudah untuk diperbarui dan dibagikan antara perusahaan perencanaan dan pihak yang menggunakannya.

2. Menciptakan kontak yang berkesinambungan dan *real-time* antara data desain digital dan inovasi teknologi dalam pemodelan bangunan, menghemat waktu dan uang, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas proyek.

Oleh karena itu, BIM hanyalah representasi digital dari fitur fisik dan fungsional bangunan termasuk seluruh elemen bangunan yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup bangunan, mulai dari desain hingga pembongkaran.

Dalam proses penerapan BIM, ada lima dimensi yang sering digunakan, yaitu 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D. Setiap dimensi memiliki tujuan unik, dan pengertian masing-masing dimensi diberikan di bawah ini:

1. BIM 3D

Banyak orang mengetahui BIM 3D sebagai model digital tiga dimensi, tetapi banyak yang salah memahaminya. Yang dimaksud dengan BIM 3D adalah model bangunan tiga dimensi dengan parameter dan komponen yang lebih detail, yang dapat diintegrasikan ke berbagai platform dan dapat ditingkatkan ke dimensi berikutnya.

2. BIM 4D

Selama ini jadwal pelaksanaan pekerjaan hanya dapat divisualkan melalui program Microsoft Project, tetapi dengan BIM, jadwal pelaksanaan dapat diintegrasikan ke model 3D dalam Microsoft Project, yang menghasilkan jadwal pelaksanaan dalam bentuk 3D.

3. BIM 5D

Perhitungan volume dengan BIM 5D, juga dikenal sebagai Quantity Take Off, dapat dilakukan secara otomatis, akurat, dan cepat dengan menggunakan model BIM. Kelebihan BIM 5D adalah perhitungannya lebih akurat karena menggunakan model 3D, dan BBS akan dibuat secara otomatis saat menghitung volume tulangan.

4. BIM 6D

Analisis energi bangunan termasuk dalam BIM 6D. Tujuannya adalah untuk menggunakan model digital untuk menentukan berapa besar rencana penggunaan energi bangunan. Hasil dari BIM 6D ini menunjukkan jumlah listrik yang digunakan dalam satuan kilowatt-hour selama satu tahun. Kita dapat mengetahui apakah bangunan akan hemat energi atau tidak berdasarkan output ini.

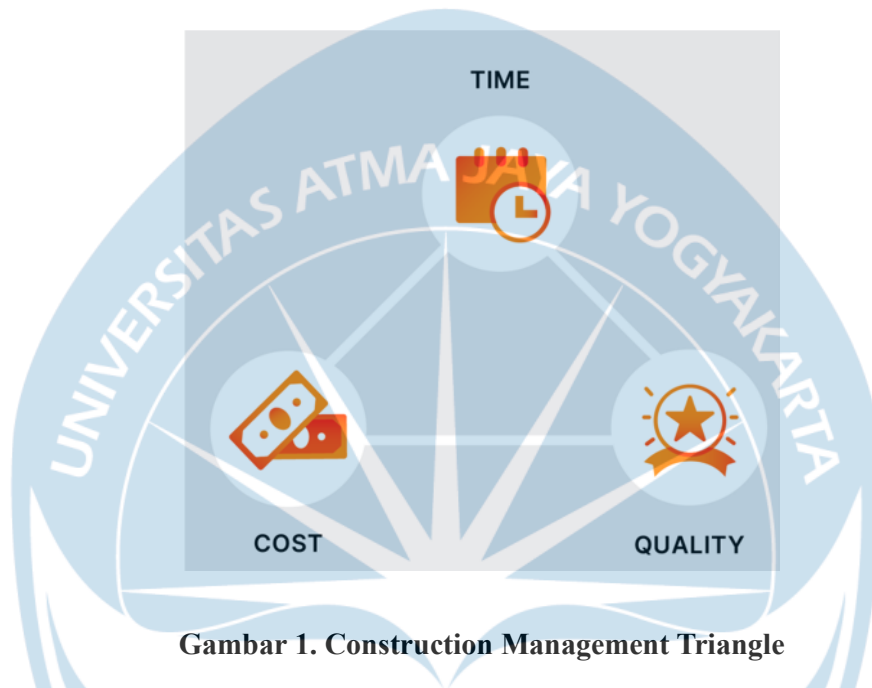
5. BIM 7D

Ketika bangunan memasuki masa operasional dan perawatan, BIM 7D biasanya disebut manajemen fasilitas. Ketika BIM 7D digunakan, koordinasi aset bangunan seperti AC, pipa, pompa, kaca, dan lainnya menjadi lebih mudah. Koordinasi dengan BIM 7D sangat mudah karena data 3D model berada di satu platform dan disimpan di cloud.

2.4. Efisiensi Proyek Konstruksi

Efisiensi proyek konstruksi merupakan tingkat kemampuan suatu proyek dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya untuk mencapai tujuan proyek secara tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi standar mutu yang telah

ditetapkan. Konsep efisiensi dalam proyek konstruksi tidak hanya menekankan penghematan biaya, tetapi juga mencakup pengendalian waktu pelaksanaan dan pencapaian mutu pekerjaan (Hendrickson & Au, 2008).



Gambar 1. Construction Management Triangle

Pada manajemen konstruksi, efisiensi biasanya diartikan sebagai cara membandingkan jumlah input yang digunakan dalam sebuah proyek dengan hasil yang dihasilkan. Sebuah proyek dikatakan efisien jika mampu memberikan hasil terbaik dengan penggunaan sumber daya yang sedikit (Cooper, Seiford, & Tone, 2007). Dalam penelitian ini, efisiensi proyek konstruksi gedung didefinisikan sebagai hubungan antara waktu, biaya, dan sumber daya sebagai input terhadap hasil proyek dari segi waktu, biaya, dan kualitas sebagai output. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) juga diperhitungkan sebagai faktor yang membantu meningkatkan efisiensi.

2.5. Data Envelopment Analysis (DEA)

Data Envelopment Analysis (DEA) merupakan metode non-parametrik berbasis pemrograman linear yang digunakan untuk mengukur efisiensi relatif suatu unit pengambilan keputusan (Decision Making Unit/DMU) dengan membandingkan input dan output secara simultan. Metode DEA pertama kali diperkenalkan oleh *Charnes, Cooper, dan Rhodes* (1978) melalui model CCR. DEA banyak digunakan untuk mengevaluasi efisiensi organisasi, proyek, dan sistem yang memiliki banyak input dan output tanpa memerlukan asumsi bentuk fungsi produksi.

Pengukuran efisiensi proyek konstruksi dapat dilakukan melalui pendekatan kuantitatif berbasis input dan output. Metode Data Envelopment Analysis (DEA) banyak digunakan dalam penelitian konstruksi untuk mengevaluasi efisiensi relatif antar proyek karena mampu menangani multi-input dan multi-output secara simultan (Cooper et al., 2007; El-Mashaleh et al., 2010). Pendekatan DEA dinilai sesuai untuk menilai efisiensi proyek konstruksi gedung berbasis BIM, karena mampu membandingkan kinerja proyek dari aspek waktu, biaya, dan mutu secara objektif.

2.6. Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian sebelumnya merupakan langkah penting dalam penelitian yang memberikan pemahaman tentang penelitian sebelumnya dalam bidang yang relevan. Berikut adalah ringkasan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik efisiensi proyek konstruksi, BIM, dan *Data Envelopment Analysis* (DEA):

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Azhar et al. (2011)	<i>Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks</i>	Studi literatur	Proyek Gedung	BIM meningkatkan koordinasi dan efisiensi proyek
2.	Bryde et al. (2013)	<i>The project benefits of BIM</i>	Survey	Proyek Konstruksi	BIM berdampak positif pada waktu dan biaya
3.	Won et al. (2013)	<i>Where to Focus for Successful BIM Implementation</i>	SEM	Proyek Gedung	Tingkat BIM memengaruhi kinerja proyek
4.	Khoshgoftar et al. (2010))	<i>Efficiency Measurement in Construction Projects</i>	DEA	Proyek konstruksi	DEA cocok untuk proyek
5.	Hardin & McCool (2015)	<i>BIM and Construction Management</i>	Studi kasus	Proyek gedung	BIM 3D-4D meningkatkan koordinasi proyek
6.	Xu et al. (2020)	<i>BIM-based project performance evaluation</i>	DEA-BIM	Proyek gedung	Integrasi BIM-DEA efektif
7.	Pratama et al. (2019)	Analisis Penerapan BIM pada Proyek Gedung di Indonesia	Survey	Proyek gedung	BIM meningkatkan efisiensi waktu proyek
8.	Nugroho & Wibowo (2020)	Evaluasi Kinerja Proyek Gedung Berbasis BIM	Regresi	Proyek gedung	BIM berpengaruh signifikan terhadap biaya dan mutu
9.	Santoso et al. (2021)	Tingkat Kesiapan BIM Kontraktor di Indonesia	SEM-PLS	Kontraktor gedung	Kesiapan BIM memengaruhi kinerja proyek
10.	Rahmawati et al. (2022)	Pengaruh BIM terhadap Rework Proyek Gedung	Statistik	Proyek gedung	BIM menurunkan tingkat rework

2.7. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini berangkat dari permasalahan rendahnya efisiensi pengelolaan proyek gedung yang ditinjau dari aspek waktu, biaya, dan mutu. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM), khususnya BIM 3D diyakini mampu meningkatkan koordinasi desain, visualisasi pekerjaan, serta pengendalian pelaksanaan proyek. Namun demikian, tingkat keberhasilan penerapan BIM pada setiap proyek tidak selalu sama, sehingga diperlukan evaluasi efisiensi secara objektif.

Efisiensi proyek konstruksi dalam penelitian ini dipandang sebagai kemampuan proyek dalam mengelola sumber daya (input) secara optimal untuk menghasilkan kinerja proyek (output). Variabel input yang digunakan meliputi biaya konstruksi aktual, durasi pelaksanaan proyek, dan tingkat penerapan BIM. Sementara itu, variabel output mencerminkan kinerja proyek yang dihasilkan, yaitu kesesuaian mutu pekerjaan, ketepatan waktu penyelesaian, dan efisiensi biaya.

Hubungan antara input dan output tersebut dianalisis menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). DEA memungkinkan penilaian efisiensi relatif antar proyek gedung (*Decision Making Unit*/DMU) yang memiliki karakteristik berbeda. Proyek yang berada pada frontier efisiensi dinyatakan efisien, sedangkan proyek yang berada di bawah frontier dinyatakan tidak efisien dan memerlukan perbaikan.

Melalui analisis DEA model CCR dan BCC berorientasi input, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi tingkat efisiensi proyek gedung berbasis BIM, tetapi juga memberikan rekomendasi perbaikan berupa target pengurangan input

atau peningkatan output. Dengan demikian, kerangka pemikiran penelitian ini menghubungkan penerapan BIM sebagai salah satu faktor input utama dengan efisiensi kinerja proyek gedung melalui pendekatan DEA.

