

PENELITIAN TESIS

**EVALUASI PENERAPAN *BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM)* PADA PROYEK KONSTRUKSI
DI INDONESIA**



Oleh :

ARY WIBOWO

NIM : 20201800050

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2021

HALAMAN PERSETUJUAN PENELITIAN TESIS

**EVALUASI PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)
PADA PROYEK KONSTRUKSI DI INDONESIA**

Disusun Oleh :

**ARY WIBOWO
NIM : 20201800050**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tanggal,

Tanggal,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Henny Pratiwi Adi, ST, MT.
NIK. 210200030

Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si.
NIK. 210299028

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبنوع الإسلامية

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**EVALUASI PENERAPAN BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM) PADA PROYEK KONSTRUKSI DI
INDONESIA**

Disusun oleh :

ARY WIBOWO

NIM : 20201800050

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal : 14 Agustus 2021

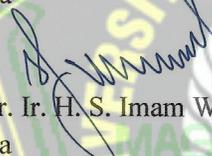
Tim Penguji:

1. Ketua



Dr. Hj. Hermin Poedjastoeti, S.Si., M.Si

2. Anggota



Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA

3. Anggota



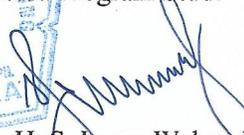
Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, Agustus 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA

NIK. 210291014

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

NIK. 210293018

MOTTO

” Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan ?”

(QS. Ar-Rahman : 13)

” Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat ”

(QS. Al-Mujadilah : 11)

” Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh – sungguh (urusan) yang lain ”

(QS. Al-Insyirah : 6-7)

” Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri ”

(QS. Ar Ra’d : 11)

” Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya ”

(QS. An Najm : 39)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan Tesis ini kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan nikmat yang luar biasa dalam kehidupan ini yang tiada satupun makhluk di dunia ini yang mampu untuk menghitung nikmat yang telah Allah berikan.
2. Orang tua penulis, Bapak Achmad Santosa, Ah.T dan Ibu Kuswati serta Bapak H. Suhartoyo, SE dan Ibu Hj. Andayani, S.Pd yang telah mendidik, merawat serta tak pernah letih memanjatkan do'a untuk penulis dan selalu memberi kasih sayang dan motivasi yang luar biasa kepada penulis.
3. Istri penulis, Ghesie Merita Herdhiani, SH dan anak – anak penulis, Muhammad Danish Naufal, Muhammad Raysha Raqilla dan Sheza Azzahra Shaqueena yang tidak pernah letih untuk mendoakan dan memberi motivasi untuk penulis.
4. Dr. Henny Pratiwi Adi, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tesis, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
5. Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing II Tesis, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran, dan dorongan semangat.
6. Bapak / ibu dosen pengajar Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, terimakasih atas ilmu yang sangat bermanfaat.
7. Seluruh staf dan karyawan Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
8. Teman–teman di lingkungan Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 41 yang telah banyak membantu penulis.
9. Direksi dan seluruh karyawan PT. Yodya Karya (Persero) yang telah memberikan support yang luar biasa kepada penulis.

EVALUASI PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PADA PROYEK KONSTRUKSI DI INDONESIA

ABSTRAK

Perkembangan konstruksi di Indonesia saat ini masih terdapat banyak permasalahan yang terjadi pada pelaksanaan konstruksi, antara lain masih sering terjadi perubahan gambar yang diakibatkan adanya *clash design*, dimana hal tersebut mengakibatkan pekerjaan menjadi tidak efisien. Perkembangan dan inovasi dunia konstruksi saat ini memperkenalkan *Building Information Modeling* (BIM) sebagai solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan di bidang konstruksi yang terjadi saat ini.

Penelitian ini menggunakan analisis SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities, Treats*) untuk menganalisis penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia, antara lain proyek gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum di Semarang, proyek pembangunan bendungan Temef di Nusa Tenggara Timur dan proyek renovasi stadion Manahan di Surakarta. Data penelitian didapatkan melalui wawancara dan FGD (*Focus Group Discussion*) dengan melibatkan narasumber dari *stakeholder* proyek konstruksi di Indonesia.

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa *Building Information Modeling* (BIM) dapat diterapkan untuk semua bidang pekerjaan konstruksi baik proyek baru maupun proyek renovasi bangunan. Penggunaan teknologi BIM sangat berguna dalam menghadapi tantangan dunia konstruksi saat ini yaitu *zero tolerance for errors, time constraint, high precision* serta *big responsibility*. BIM memiliki beberapa kelebihan, yang paling utama yaitu dapat mendeteksi kesalahan lebih awal dan mampu mencegahnya karena pada BIM terdapat fitur *Clash Detection*, sedangkan kekurangan yang paling utama yaitu nilai investasi yang relatif besar yang berupa lisensi, *hardware* dan biaya pelatihan. Hasil evaluasi penerapan BIM pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia pada umumnya sudah berjalan dengan baik namun masih terdapat beberapa permasalahan, seperti belum terjadinya sinergi antar unsur proyek karena pengguna jasa sebagian besar belum memahami tentang BIM. Berdasarkan analisis SWOT dihasilkan strategi *Strengths – Opportunities*. Strategi yang dihasilkan agar implementasi BIM pada proyek konstruksi di Indonesia dapat optimal antara lain intensif melakukan sosialisasi dan promosi tentang manfaat BIM kepada para industri, perusahaan dan professional baik di pusat maupun di daerah, melakukan peningkatan pemahaman, pelatihan dan sertifikasi BIM bagi pengguna jasa dan penyedia jasa, serta menyiapkan dan melengkapi kurikulum Politeknik PUPR dengan BIM dan diikuti oleh perguruan tinggi lainnya dan memberikan fasilitas magang BIM untuk mahasiswa di proyek infrastruktur di lingkungan Kementerian PUPR.

Kata kunci : Proyek Konstruksi, *Building Information Modeling* (BIM), SWOT

EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN CONSTRUCTION PROJECTS IN INDONESIA

ABSTRACT

The development of construction in Indonesia at this time there are still many problems that occur in construction implementation, among others, there are still frequent changes in drawing due to clash design, where this result in inefficient. Developments dan innovations in construction are currently introducing Building Information Modeling (BIM) as a solution to solve various problems in the construction sector.

This study uses a SWOT (Strengths, Weakness, Opportunities, Treats) analysis to analyze the application of Building Information Modeling (BIM) in 3 (three) projects in Indonesia, including Public Works Polytechnic workshop building of the Ministry Of Public Works in Semarang, the Temef dam construction project in East Nusa Tenggara and renovation of Manahan stadium project in Surakarta. The research data of this study involved interviewees from construction project stakeholders in Indonesia.

The results of this study explain that Building Information Modeling (BIM) can be applied to all fields of construction work, either new project and building renovation projects. The use of BIM technology is very useful in facing the challenges of today's construction world, namely zero tolerance for errors, time constraints, high precision and big responsibility. BIM has several advantages, the most important is BIM can detect errors early and be able to prevent them because in BIM has a Clash Detection feature, while the main drawback is the relatively large investment value in the form of licenses, hardware and training cost. Based on the SWOT analysis, strategies Strengths - Opportunities are generated. The result of the evaluation of the application of Building information Modeling (BIM) in 3 (three) construction projects in Indonesia have generally been going well but there are still some problems, such as the absence of synergy between project elements because most project owners do not understand about Building Information Modeling (BIM). The resulting strategy to optimize the implementation of BIM on the Public Works Polytechnic Workshop building include intensive socialization and promotion of the benefits of BIM to industry, companies, and professionals, increasing understanding, training and BIM certification for service users and service providers on an ongoing basis as well as preparing and completing the Public Work Polytechnique curriculum with BIM also providing BIM internship facilities for students in infrastructure projects within the Ministry of Public Works.

Keywords: Construction Project, Building Information Modeling (BIM), SWOT.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARY WIBOWO
NIM : 20201800050

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

EVALUASI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PROYEK KONSTRUKSI DI INDONESIA

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini yang berjudul “Evaluasi Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat Starata 2 pada (S2) Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang. Penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dari berbagai pihak, dan untuk itu dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada :

1. Dr. Henny Pratiwi Adi, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I atas perhatian serta kesediaan membimbing, membantu dan mendukung penelitian ini dari awal hingga akhir.
2. Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing II atas perhatian serta kesediaan membimbing, membantu dan mendukung penelitian ini dari awal hingga akhir.
3. Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA selaku Ketua Program Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang.
4. Seluruh Dosen dan staf dan seluruh karyawan di lingkungan Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Sultan Agung Semarang.
5. Kedua orang tua penulis, yang selalu mendoakan, memberi perhatian serta dukungan moral dan spiritual kepada penulis.
6. Istri dan anak-anak yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini.

7. Teman-teman Magister Teknik Sipil Angkatan 41 yang telah banyak membantu kami.

Semarang, Agustus 2021

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Proyek Konstruksi.....	7
2.2 Tahapan Proyek Konstruksi	7
2.3 Unsur-Unsur Pelaksanaan Proyek Konstruksi	9
2.3.1. Pemilik Proyek (<i>owner</i>).....	9
2.3.2. Konsultan Perencana	10
2.3.3. Kontraktor.....	11
2.3.4. Konsultan Pengawas.....	11

2.4 <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	12
2.4.1. Manfaat Penggunaan BIM.....	13
2.4.2. Keuntungan Menggunakan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	14
2.4.3. Penggunaan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	15
2.4.4. Penggunaan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dalam Manajemen Konstruksi.....	15
2.4.5. Dimensi Konstruksi <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	16
2.5 Analisis SWOT	20
2.6 <i>Review</i> Terhadap Penelitian Sebelumnya	22
2.7 Rencana Penelitian	27
2.8 Kerangka Teori.....	30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian.....	32
3.2 Lokasi Penelitian	32
3.3 Jenis dan Sumber Data	32
3.4 Populasi dan Sampel.....	33
3.5 Teknik Pengumpulan Data	33
3.6 Teknik Analisis Data	34
3.6.1 Analisis SWOT.....	34
3.6.2 Matrik SWOT	38
3.7 Desain Kuesioner.....	39
3.8 Bagan Alir Penelitian.....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Pada Proyek Konstruksi di Indonesia	42
4.2 Data Proyek Yang Ditinjau	42

4.2.1	Gedung <i>Workshop</i> Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR	42
4.2.2	Pembangunan Bendungan Temef.....	44
4.2.3	Renovasi Stadion Manahan Solo.....	46
4.3	Responden Penelitian	48
4.4	Kelebihan dan Kekurangan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	55
4.4.1.	Kelebihan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	55
4.4.2.	Kekurangan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	56
4.4.3.	Kelebihan dan kekurangan dari <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dibandingkan metode konvensional.....	57
4.5	Evaluasi Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) di Proyek Konstruksi	62
4.5.1	Penerapan Teknologi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) pada Perencanaan Gedung <i>Workshop</i> Politeknik Kementerian PUPR.....	62
4.5.2	Penerapan Teknologi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Pada Pembangunan Bendungan Temef.	66
4.5.3	Penerapan Teknologi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) pada Renovasi Stadion Manahan.....	71
4.6	Hasil Evaluasi Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) di proyek Konstruksi.....	77
4.7	Analisis SWOT	82
4.7.1.	Kekuatan (<i>Strengths</i>).	82
4.7.2.	Kelemahan (<i>Weakness</i>).....	83
4.7.3.	Peluang (<i>Opportunities</i>).	83
4.7.4.	Ancaman (<i>Threats</i>).	84
4.7.5.	Perhitungan IFAS dan EFAS.....	85
4.7.6.	Kuadran SWOT	89
4.7.7.	Matrik SWOT.....	90
4.7.8.	Strategi Yang Dihasilkan	91

4.8 Implementasi dan Pemetaan Peran.....	92
--	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	95
----------------------	----

5.2 Saran.....	96
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	23
Tabel 2.2. Rencana Penelitian	29
Tabel 3.1 <i>External Factor Analysis Strategy</i> (EFAS)	36
Tabel 3.2 <i>Internal Factor Analysis Strategy</i> (IFAS)	36
Tabel 3.3 Matrik SWOT	38
Tabel 4.1 Responden Penelitian	53
Tabel 4.2 Kelebihan <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	55
Tabel 4.3 Kekurangan <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	56
Tabel 4.4 Perbandingan Penggunaan BIM dan Metode Konvensional.....	58
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) di Proyek Konstruksi	78
Tabel 4.6 Perhitungan <i>Internal Factor Analysis Strategy</i> (IFAS).....	85
Tabel 4.7 Perhitungan <i>External Factor Analysis Strategy</i> (EFAS)	87
Tabel 4.8 Nilai IFAS dan EFAS.....	89
Tabel 4.9 Matrik SWOT.....	90
Tabel 4.10 Implementasi dan Pemetaan Peran	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tahapan Dimensi Konstruksi BIM	16
Gambar 2.2. 3D BIM (Desain Tiga Dimensi).....	17
Gambar 2.3. 4D BIM (<i>Time Scheduling</i>).....	17
Gambar 2.4. 5D BIM (<i>Quantity Take Off</i>).....	18
Gambar 2.5. 6D BIM (<i>Sustainability and Energy Analysis</i>).....	19
Gambar 2.6. 7D BIM (<i>Facility Management Application</i>).....	20
Gambar 2.7. Analisis Kuadran Dalam SWOT	22
Gambar 2.8. Kerangka Teori.....	31
Gambar 3.1. Diagram Analisis Kuadran Dalam SWOT	37
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1. Perspektif Gedung <i>Workshop</i> Politeknik Kementerian PUPR	43
Gambar 4.2. Data Teknis Bendungan Temef	45
Gambar 4.3. Foto Udara Bendungan Temef.....	45
Gambar 4.4. Foto Udara Stadion Manahan.....	47
Gambar 4.5. Foto Udara Stadion Manahan.....	47
Gambar 4.6. Pelaksanaan FGD (<i>Focus Group Discussion</i>)	48
Gambar 4.7. Pelaksanaan FGD (<i>Focus Group Discussion</i>)	48
Gambar 4.8. Pelaksanaan FGD (<i>Focus Group Discussion</i>)	49
Gambar 4.9. Pelaksanaan FGD (<i>Focus Group Discussion</i>)	49
Gambar 4.10. Pelaksanaan FGD (<i>Focus Group Discussion</i>)	50
Gambar 4.11. <i>License</i> BIM PT. Yodya Karya (Persero)	62
Gambar 4.12. Pembuatan 3D Gedung Politeknik PU	62
Gambar 4.13. Pembuatan 3D Interior Gedung Politeknik PU	63

Gambar 4.14. <i>Quantity Take Off</i> Gedung Politeknik PU.....	64
Gambar 4.15. <i>Cek Clash</i> Menggunakan Fitur <i>Clash Detective</i>	64
Gambar 4.16. <i>Clash Report</i> Gedung Politeknik PU	65
Gambar 4.17. <i>Document Management</i> Gedung Politeknik PU	65
Gambar 4.18. Dimensi Konstruksi BIM Pada Proyek Bendungan Temef	66
Gambar 4.19. <i>Ploting Existing Ground</i> Bendungan Temef.....	67
Gambar 4.20 Membuat <i>Surface</i> Galian <i>Maindam</i> Bendungan Temef.....	67
Gambar 4.21. <i>Alinyemen Horizontal dan Vertical Maindam</i>	68
Gambar 4.22. <i>Alinyemen Horizontal dan Vertical Saluran Pengelak</i>	68
Gambar 4.23. Pemodelan Konduit Bendungan Temef	69
Gambar 4.24. Pembuatan Animasi Bendungan Temef.....	69
Gambar 4.25. <i>Scheduling</i> Bendungan Temef	70
Gambar 4.26. <i>Quantity Take Off</i> Bendungan Temef	70
Gambar 4.27. <i>Document Management</i> Bendungan Temef.....	71
Gambar 4.28. <i>Virtual Reality</i> Stadion Manahan	72
Gambar 4.29. Perspektif Stadion Manahan	73
Gambar 4.30. Proses <i>Approval Material</i> Stadion Manahan	73
Gambar 4.31. <i>As Built Drawing</i> Stadion Manahan.....	74
Gambar 4.32. BIM 4D Stadion Manahan	74
Gambar 4.33. BIM 5D Stadion Manahan	75
Gambar 4.34. BIM 7D Stadion Manahan	75
Gambar 4.35. BIM 7D Stadion Manahan	76
Gambar 4.36. BIM 7D Stadion Manahan	76
Gambar 4.37. <i>Document Management</i> Stadion Manahan	77



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur saat ini terus menerus dilakukan seiring dengan perkembangan dunia konstruksi yang pesat. Indonesia adalah salah satu negara yang sibuk melakukan berbagai pembangunan infrastruktur, seperti pembangunan gedung, jalan tol, jalan raya, jembatan, bendungan dan berbagai infrastruktur lainnya. Semua pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi memiliki harapan yang sama akan hasil pekerjaan yang baik. Keberhasilan suatu pekerjaan konstruksi diawali dengan manajemen yang baik, baik manajemen dalam segi anggaran, penggunaan sumber daya alam dan ketepatan waktu pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Namun tidak semua proyek berjalan dengan baik. Beberapa diantaranya tidak berjalan sesuai rencana yang di antaranya disebabkan oleh banyak faktor baik itu yang sudah diperkirakan sebelumnya maupun yang belum diperkirakan sebelumnya oleh perencana. Menurut Ervianto (2005) dalam penyelesaian suatu proyek dibutuhkan manajemen proyek yang baik. Perencanaan yang baik dapat menghemat biaya, sedangkan perencanaan yang kurang baik dapat menimbulkan kebocoran anggaran.

Pelaksanaan konstruksi di Indonesia saat ini sebagian besar perusahaan konstruksi yang masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti *Autocad* untuk desain gambar, *Microsoft Excel* untuk perhitungan volume dan biaya dan *Microsoft Project* untuk penjadwalan. Semua masih dilakukan dengan cara yang *paper-based* dan banyak hal yang akhirnya menjadi sia-sia karena terdapat perubahan-perubahan yang terjadi sepanjang proses konstruksi. Dengan masih digunakannya metode konvensional pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia masih terdapat banyak permasalahan yang terjadi pada pelaksanaan konstruksi. Permasalahan tersebut antara lain : masih sering terjadi perubahan volume pekerjaan yang disebabkan oleh adanya perubahan gambar karena desain yang saling berbenturan antar disiplin ilmu (*clash*) yang mengakibatkan terjadinya *Contract Change Order* (CCO), dimana hal tersebut mengakibatkan pekerjaan tidak efisien karena harus ada pekerjaan ulang (*rework*), dokumentasi pekerjaan yang masih mengandalkan media cetak membuat informasi tersebut dapat rusak/hilang.

Media cetak juga rentan mengalami kerusakan akibat penyimpanan yang tidak teratur dan susah untuk direplikasi. Informasi yang tersedia dapat terpisah-pisah. Dokumen yang dimiliki oleh konsultan dan kontraktor dapat saja berbeda akibat perubahan yang terjadi di lapangan. Dokumen yang diserahkan kepada pemilik pekerjaan pun dapat mengalami perubahan dan tidak menggambarkan bangunan yang sudah selesai dibangun.

Konflik antar *stakeholder* konstruksi terkait apa yang dikerjakan pada proses konstruksi saat ini banyak terjadi seiring dengan semakin kompleksnya proses konstruksi. Banyak hal yang terbuang sia-sia akibat hal tersebut seperti waktu, biaya, material, sumber daya manusia dan masih banyak lagi hal yang lainnya. Perkembangan dan inovasi teknologi bidang konstruksi saat ini memperkenalkan sebuah teknologi yang bernama *Building Information Modeling* (BIM) sebagai solusi untuk menangani beberapa permasalahan yang terjadi dan mempermudah proses konstruksi. *Building Information Modeling* (BIM) adalah suatu konsep teknologi berbasis model 3D yang berisi semua data dan informasi tentang objek sebenarnya dari model tersebut. *Building Information Modeling* (BIM) bukanlah suatu aplikasi atau sebuah perangkat lunak (*software*). Menurut Ozorhon dan Cinar (2017) BIM merupakan suatu proses digitalisasi suatu proyek konstruksi mulai dari tahap membuat model 3D, menginput semua informasi terkait bangunan tersebut sampai dengan memanfaatkan model dan informasi tersebut sebagai sarana komunikasi untuk semua pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi.

Frans dan Messner (2019) lebih lanjut menjelaskan bahwa BIM dapat memberikan visualisasi nyata terhadap suatu obyek yang akan dibangun lengkap dengan semua informasi obyek tersebut sebelum diimplementasikan secara nyata di lapangan sehingga dapat menjadikan proses konstruksi menjadi lebih efektif dan efisien karena segala bahasan terkait proses konstruksi dapat dibahas dan diselesaikan di awal.

Menurut Azhar (2011) BIM merupakan suatu teknologi informasi yang dapat mempelajari suatu bangunan tanpa harus membangun bangunan tersebut terlebih dahulu. BIM sudah banyak diaplikasikan di negara maju. BIM memperkenalkan suatu proses untuk mengembangkan desain dan dokumentasi konstruksi dan mengubah seluruh konsep perencanaan. Dengan BIM semua dokumen konstruksi dapat dengan mudah saling terkait.

BIM dapat mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah dan melakukan analisis dampak potensial terhadap suatu proses konstruksi karena BIM secara konsep dapat membayangkan sebuah konstruksi virtual sebelum proses konstruksi yang sebenarnya (Smith, 2007). Menurut Eastman et al (2008) BIM dapat membuat proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat sehingga dapat berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi karena BIM secara nyata memberikan perubahan dengan mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda.

Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada konstruksi di Indonesia sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pembangunan Gedung Negara yang mana pada salah satu poinnya menjelaskan bahwa penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) wajib diterapkan pada bangunan negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai. Terkait dengan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian terkait evaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini yang menjadi dasar pokok permasalahan terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia adalah:

1. Bagaimana kelebihan dan kekurangan dari *Building Information Modeling* (BIM) dibandingkan metode konvensional?
2. Bagaimana evaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia antara lain sebagai berikut :
 - a. Gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR di Semarang Jawa Tengah.
 - b. Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur..
 - c. Renovasi Stadion Manahan di Surakarta Jawa Tengah.
3. Strategi apa yang direkomendasikan supaya penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia bisa optimal?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kelebihan dan kekurangan dari *Building Information Modeling* (BIM) dibandingkan metode konvensional.
2. Mengevaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia antara lain sebagai berikut :
 - a. Gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR di Semarang Jawa Tengah.
 - b. Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur.
 - c. Renovasi Stadion Manahan di Surakarta Jawa Tengah.
3. Menganalisis strategi yang paling optimal terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut :

1. Bagi dunia konstruksi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang strategi yang paling optimal terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi sehingga dapat memberikan gambaran kepada *Stakeholder* terkait dalam menentukan kebijakan di bidang konstruksi di Indonesia.
2. Bagi dunia pendidikan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi untuk pengembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang konstruksi terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis SWOT terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia dengan tidak melakukan penggambaran teknik, melakukan perhitungan struktur maupun perhitungan biaya pekerjaan.
2. Responden dalam penelitian ini adalah penyedia jasa konsultansi, penyedia jasa

konstruksi dan ASN Kementerian PUPR selaku pemilik proyek yang mempunyai pengalaman menggunakan *Building Information Modeling* (BIM).

3. Penelitian ini mengambil lokasi penelitian pada 3 (tiga) pekerjaan konstruksi di lingkungan Kementerian PUPR yang sudah menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Gedung Negara antara lain sebagai berikut :
 - a. Gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR di Semarang Jawa Tengah.
 - b. Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur.
 - c. Renovasi Stadion Manahan di Surakarta Jawa Tengah.

1.6. Sistematika Penulisan

Rancangan sistematika penulisan pada tesis ini terdiri dari 5 bab. Adapun uraian untuk masing-masing bab adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang pengambilan tema penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, mamfaat penelitian, sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat studi literature terkait permasalahan yang diteliti. Hasil studi ini selanjutnya dikembangkan menjadi landasan teori yang akan menjadi dasar untuk menjawab permasalahan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian, bentuk penelitian, lokasi penelitian, jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, responden penelitian, teknik pengolahan data, metode analisis data dan bagan alir tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian serta pembahasannya yang bersifat terpadu.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mengandung suatu kesimpulan akhir dari penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi daftar referensi yang digunakan dalam penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proyek Konstruksi

Proyek merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya yang terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan. Menurut Rani (2016) dalam mencapai hasil akhir, proyek dibatasi tiga kendala (*triple constrain*) yaitu anggaran, jadwal pekerjaan dan mutu. Rani (2016) menjelaskan definisi konstruksi sebagai susunan dari elemen-elemen suatu bangunan dimana kedudukan setiap bagian-bagian tersebut sesuai dengan fungsinya. Proyek konstruksi membutuhkan beberapa faktor yaitu sumber daya (*resources*), manusia (*man*), bahan bangunan (*material*), peralatan (*machine*), metode pelaksanaan (*method*), uang (*money*), informasi (*information*) dan waktu (*time*).

Suatu proyek konstruksi tidak hanya dilihat pada pembangunan fisik saja, tetapi termasuk sistem secara lengkap pada suatu bangunan tersebut. Pelaksanaan proyek konstruksi adalah merubah gambar perencanaan dan perancangan struktur sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan dalam persyaratan spesifikasi teknis sebagai acuan untuk mewujudkan bangunan fisik dengan biaya dan jangka waktu tertentu (Rani, 2016).

2.2. Tahapan Proyek Konstruksi

Dipohusodo (1996) menjelaskan beberapa tahapan proyek konstruksi yang dibagi menjadi 5 tahap sebagai berikut :

a. Tahap pengembangan konsep.

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan yaitu melakukan survei pendahuluan dan investigasi lapangan terhadap proyek yang akan dilaksanakan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam pembuatan konsep proyek, seperti informasi terkait upah tenaga kerja setempat, harga material, perizinan pemerintah setempat, kemampuan penyedia jasa setempat, baik konsultan maupun kontraktor dan informasi mengenai iklim dan cuaca di sekitar proyek yang dapat digunakan untuk mengantisipasi berbagai kendala yang mungkin terjadi yang disebabkan oleh cuaca dan lain sebagainya.

b. Tahap perencanaan.

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah pengajuan proposal, survey lanjutan, pembuatan *preliminary design* (desain awal/sketsa rencana) dan *detail design* (perancangan detail) yang mana kegiatan-kegiatan tersebut saling terkait dan berpengaruh serta tidak dapat di pisahkan satu sama lainnya. Tujuan dari tahap perencanaan adalah mendapatkan rencana kerja final yang memuat pengelompokan pekerjaan dan kegiatan secara terperinci. Sasaran pokok rencana kerja final adalah sebagai berikut :

- 1) Mendapatkan harga kontak konstruksi dan material yang lebih pasti, bernilai tetap dan bersaing sehingga tidak akan melewati batas anggaran yang tersedia.
- 2) Mendapatkan hasil pekerjaan sesuai dengan kualitas dan dalam rentang waktu seperti yang telah direncanakan sebelumnya.

c. Tahap pelelangan.

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah kegiatan administrasi untuk tender sampai dengan ditetapkannya pemenang lelang.

d. Tahap Pelaksanaan Konstruksi.

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan antara lain persiapan lapangan, pelaksanaan konstruksi fisik proyek sampai dengan selesainya konstruksi fisik. Kegiatan pengendalian biaya dan jadwal konstruksi merupakan salah satu kegiatan yang cukup penting pada saat pelaksanaan konstruksi. Pada pengendalian biaya konstruksi terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain alokasi biaya untuk sumber daya proyek muali dari tenaga kerja, peralatan dan material konstruksi. Sedangkan pengendalian jadwal pekerjaan dilakukan optimalisasi waktu agar setiap kegiatan yang ada dalam proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana, untuk itu semua pihak terkait diharapkan dapat menggunakan berbagai sumber daya yang dimiliki agar tujuan proyek dapat tercapai dengan baik.

e. Tahap pengoperasian.

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah penyerahan pekerjaan fisik dari penyedia jasa kepada pengguna jasa untuk dapat dioperasikan dengan baik dimana penyedia jasa masih memiliki tanggungjawab pemeliharaan bangunan tersebut sebagaimana yang telah diatur dalam kontrak kerja.

2.3. Unsur Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2005) unsur pelaksanaan proyek merupakan factor utama dalam merealisasikan kegiatan-kegiatan pembangunan yang ada di suatu proyek. Orang atau badan yang membiayai, merencanakan dan melaksanakan bangunan tersebut disebut sebagai unsur pelaksanaan proyek konstruksi. Unsur-unsur pelaksana pembangunan yang terlibat dalam kegiatan pembangunan yaitu : owner, konsultan perencana, kontraktor/pemborong, dan konsultan pengawas. Keberhasilan dalam usaha pembangunan proyek tergantung dari kerja sama yang diciptakan oleh ketiga unsur pelaksana pembangunan, yakni pengaturan masing-masing unsur serta pengaturan kerja yang tertib dan teratur dalam menciptakan kesatuan fungsional dan tindakan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Disamping itu keempat unsur tersebut harus bekerja sesuai dengan peraturan dalam surat perjanjian pemborong atau dokumen kontrak yang telah disepakati dan ditandatangani bersama.

2.3.1. Pemilik Proyek (*owner*)

Menurut Ervianto (2005) pemilik proyek atau pemberi tugas adalah orang atau badan yang memiliki proyek, memberikan pekerjaan kepada penyedia jasa serta membayar biaya pekerjaan tersebut.

Pada surat perjanjian pemborongan pemberi kerja bertindak sebagai pihak pertama yang dapat mengambil keputusan sepihak untuk mengambil alih pekerjaan dengan cara menulis surat kepada kontraktor apabila terjadi hal-hal diluar kontrak yang ditetapkan dalam undang-undang yang diatur di dalam surat perjanjian kerja. Pemberi kerja juga mempunyai kewenangan untuk memberitahukan hasil lelang secara tertulis kepada penyedia jasa.

Menurut Ervianto (2005) tugas dan wewenang pemilik proyek adalah sebagai berikut :

1. Menunjuk penyedia jasa konsultan dan kontraktor.
2. Meminta laporan secara periodik mengenai pelaksanaan pekerjaan yang telah dilakukan oleh penyedia jasa.
3. Memberikan fasilitas baik sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh pihak penyedia jasa untuk kelancaran pekerjaan.
4. Menyediakan lahan untuk tempat pelaksanaan pekerjaan.
5. Menyediakan dana dan membayar kepada pihak penyedia jasa sejumlah biaya

yang diperlukan untuk mewujudkan sebuah bangunan.

6. Ikut mengawasi jalannya pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan dengan cara menempatkan atau menunjuk suatu badan atau orang untuk bertindak atas nama pemilik.
7. Mengesahkan perubahan dalam pekerjaan (bila ada).
8. Menerima dan mengesahkan pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan oleh penyedia jasa jika produk yang dihasilkan telah sesuai dengan apa yang dikehendaki.
9. Memberikan hasil lelang secara tertulis kepada kontraktor.
10. Dapat mengambil alih pekerjaan secara sepihak dengan cara memberitahukan secara tertulis kepada kontraktor jika telah terjadi hal-hal diluar kontrak yang ditetapkan.

2.3.2. Konsultan Perencana

Menurut Ervianto (2005) konsultan perencana adalah suatu badan hukum atau perorangan yang diberi tugas oleh pemberi tugas untuk merencanakan serta mendesaian bangunansesuai dengan keinginan pemilik proyek. Konsultan perencana juga bertugas untuk memberikan saran dan pertimbangan tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan proses pelaksanaan pekerjaan tersebut serta memberikan jawaban dan penjelasan terhadap hal-hal yang kurang jelas terkait gambar perencanaan dan produk perencanaan lainnya. Konsultan perencana juga diharuskan membuat revisi gambar bila terjadi perubahan-perubahan rencana selama pelaksanaan proyek. Pekerjaan perencanaan meliputi perencanaan arsitektur, struktur, mekanikal elektrik plumbing, anggaran biaya serta memberikan saran yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan.

Adapun tugas dan kewajiban konsultan perencana menurut Ervianto (2005) adalah sebagai berikut :

1. Membuat produk perencanaan secara lengkap yang terdiri dari gambar perencanaan, rencana kerja dan syarat, perhitungan struktur serta rencana anggaran biaya (RAB).
2. Memberikan saran serta pertimbangan kepada pihak proyek yang terlibat dalam suatu proyek terkait pelaksanaan pekerjaan.
3. Membuat revisi gambar apabila terjadi perubahan dilapangan.

4. Menghadiri rapat koordinasi pelaksanaan dan pengelolaan proyek.
5. Memberikan jawaban dan penjelasan kepada penyedia jasa konstruksi apabila ditemukan hal-hal yang kurang jelas dalam dokumen perencanaan.

2.3.3. Kontraktor

Menurut Ervianto (2005) kontraktor merupakan orang atau badan hukum yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar perencanaan, peraturan dan syarat yang sudah ditetapkan dalam sebuah kontrak kerja.

Adapun tugas dan wewenang kontraktor menurut Ervianto (2005) adalah sebagai berikut :

1. Melaksanakan pekerjaan sesuai gambar perencanaan dan persyaratan yang ditetapkan oleh pemilik proyek yang diatur dalam kontrak kerja.
2. Membuat *shop drawing* dan *asbuilt drawing* dan berkoordinasi dengan konsultan manajemen konstruksi atau konsultan supervisi.
3. Membuat laporan hasil pekerjaan seperti laporan harian, mingguan dan bulanan dan berkoordinasi dengan konsultan manajemen konstruksi atau konsultan supervisi.
4. Menyediakan sarana dan prasarana keselamatan kerja dan keamanan kerja di lokasi proyek.
5. Menyerahkan seluruh atau sebagian pekerjaan yang telah selesai dilaksanakan kepada pemilik proyek sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

2.3.4. Konsultan Pengawas

Menurut Ervianto (2005) yang dimaksud dengan konsultan pengawas adalah orang atau badan hukum yang mempunyai tugas untuk mengawasi dan mengontrol jalannya pelaksanaan proyek agar mencapai hasil yang optimal sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

Ervianto (2005) menjelaskan beberapa tugas konsultan pengawas adalah sebagai berikut :

1. Mengawal penyelesaian pelaksanaan pekerjaan fisik agar tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dalam kontrak kerja.
2. Melaksanakan pendampingan dan pengawasan pelaksanaan pekerjaan fisik

secara periodik.

3. Melaksanakan perhitungan prestasi pekerjaan fisik dan melaporkannya kepada pemilik proyek.
4. Melaksanakan koordinasi dan pengendalian kegiatan konstruksi termasuk berbagai informasi di dalamnya agar pelaksanaan pekerjaan berjalan dengan baik dan lancar.
5. Mendeteksi permasalahan yang mungkin terjadi sedini mungkin serta menghindari pembengkakan anggaran biaya fisik.
6. Memberikan solusi serta memecahkan permasalahan yang timbul di lapangan selama proses konstruksi agar di capai hasil akhir sesuai kualitas, kuantitas dan waktu yang telah ditetapkan.
7. Berwenang untuk menerima atau menolak material dan peralatan kerja dari kontraktor apabila tidak sesuai dengan persyaratan yang sudah di tetapkan pada kontrak kerja.
8. Berwenang untuk menghentikan sementara proses konstruksi apabila di temukan hal-hal yang tidak sesuai dengan peraturan dan persyaratan yang berlaku.
9. Membuat laporan kemajuan pekerjaan konstruksi dan melaporkannya kepada pemilik proyek.
10. Mengidentifikasi dan melakukan perhitungan terhadap kemungkinan adanya pekerjaan tambah dan pekerjaan kurang.

2.4. Building Information Modeling (BIM)

Menurut Succar (2013) menjelaskan bahwa *Building Information Modeling* (BIM) merupakan serangkaian teknologi, proses dan kebijakan konstruksi yang memungkinkan berbagai pihak terkait untuk dapat melakukan perancangan secara terintegrasi, membangun dan mengoperasikan fasilitas tersebut secara kolaboratif.

Succar (2013) lebih lanjut menjelaskan *Building Information Modeling* (BIM) merupakan suatu proses pengelolaan data suatu bangunan selama siklus hidup bangunan tersebut dengan menggunakan *software* 3D, *real time* dan memodelkan sebuah bangunan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam pelaksanaan desain dan konstruksi suatu bangunan. Tahapan produksi *Building Information Modeling* (BIM) meliputi geometri bangunan, hubungan antar ruang,

informasi geografis serta kuantitas dan kualitas komponen bangunan. *Building Information Modeling* (BIM) juga dapat digunakan untuk menunjukkan siklus hidup suatu bangunan yang dihasilkan seperti proses awal konstruksi sampai dengan *operational and maintenance* dari bangunan tersebut. Konsep *Building Information Modeling* (BIM) memberikan visualisasi sebuah konstruksi bangunan sebelum bangunan tersebut di bangun untuk mengurangi ketidakpastian dalam proses konstruksi, meningkatkan keselamatan, meminimalisir masalah yang mungkin terjadi saat pelaksanaan konstruksi, mensimulasi dan menganalisis suatu proyek konstruksi. *Building Information Modeling* (BIM) juga mampu mencegah dan mendeteksi suatu konflik atau benturan desain dan komputer secara visual akan memberikan informasi dimana saja bagian-bagian dari bangunan tersebut seperti misalnya terjadi perpotongan antara pipa dan bangunan struktural sebuah bangunan (Nelson & Sekarsari, 2019).

Menurut Succar (2013) *Building Information Modeling* (BIM) dapat membantu layanan AEC (*Architectural, Engineering, Construction*) untuk meningkatkan akurasi, efisiensi serta produktivitas yang dapat menghasilkan penghematan dari sisi waktu dan biaya. *Building Information Modeling* (BIM) secara signifikan membuat proses pengesahan dokumen proyek menjadi lebih cepat, hasil lebih dapat diprediksi dengan baik, desain yang berkelanjutan, layanan analisis, peningkatan kolaborasi antar pihak terkait.

2.4.1. Manfaat Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM)

Menurut BIM Handbook (2008) *Building Information Modeling* (BIM) dapat mendukung dan meningkatkan Pratik bisnis industri AEC (*Architectural, Engineering, Construction*) dan *facility management*. Seiring dengan perkembangan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) diharapkan mampu memberikan perubahan yang baik di dunia konstruksi. Adapun beberapa manfaat *Building Information Modeling* (BIM) adalah sebagai berikut :

1. Manfaat prakonstruksi untuk pemilik proyek :
 - a. Konsep, kelayakan dan manfaat desain konstruksi.
 - b. Peningkatan kinerja dan kualitas bangunan yang akan dibangun.
2. Manfaat desain :
 - a. Visualisasi desain yang lebih akurat.

- b. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain.
 - c. Menghasilkan gambar 2D yang lebih akurat dan konsisten di setiap tahapan desain.
 - d. Memungkinkan untuk terjadinya kolaborasi antar disiplin desain.
 - e. Memudahkan untuk melakukan pemeriksaan desain.
 - f. Dapat memperkirakan biaya selama tahap desain.
 - g. Meningkatkan efisiensi energi yang berkelanjutan.
3. Manfaat konstruksi dan fabrikasi :
- a. Mampu mengurangi konflik dalam tahap konstruksi karena BIM dapat mendeteksi adanya kesalahan desain.
 - b. Lebih cepat dalam mengatasi permasalahan yang terjadi selama proses konstruksi.
 - c. Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi.
 - d. Implementasi konstruksi yang lebih baik dan teknik konstruksi ramping.
 - e. Lebih mudah dilakukan sinkronisasi antara desain dan konstruksi.
4. Manfaat pasca konstruksi :
- a. Pengelolaan dan pengoperasian fasilitas bangunan yang lebih baik.
 - b. Terintegrasi dengan operasi sistem untuk manajemen fasilitas.

2.4.2. Keuntungan Menggunakan *Building Information Modeling* (BIM)

Menurut Soemardi (2014) beberapa keuntungan menggunakan BIM adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kolaborasi antar *stakeholder* sehingga dapat meminimalisir desain *lifecycle* selama proses konstruksi.
2. Dokumentasi selama proses konstruksi memiliki akurasi dan kualitas tinggi.
3. BIM dapat digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan termasuk *operational and maintenance* (operasi dan pemeliharaan).
4. Produk yang dihasilkan berkualitas tinggi dan dapat memperkecil kemungkinan terjadinya konflik selama proses konstruksi.
5. BIM dapat meminimalisir limbah bahan konstruksi sehingga ada penghematan biaya proyek.
6. BIM dapat meningkatkan manajemen konstruksi karena dapat memberikan informasi yang akurat dan detail terkait proses konstruksi suatu bangunan.

2.4.3. Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM)

BIM dibutuhkan oleh pihak yang terlibat dalam proyek skala besar khususnya dalam hal koordinasi serta komunikasi :

1. Konsultan (Arsitektur, Struktur dan MEP).
2. Kontraktor.
3. Owner (Developer, Bank, Rumah Sakit, Mall, Gedung Perkantoran, dll)
4. Retail (*Restaurant, Coffee Shop, Electronic, Clothing, Sport*, dll).
5. Infrastruktur (Jalan Tol, Jembatan, Bangunan Air, Pelabuhan, Bandara, dll)

Pada akhirnya akhir dari proses BIM itu sendiri, datanya digunakan untuk kebutuhan *maintenance*. Ini termasuk salah satu hal penting yang menjadi alasan kenapa menggunakan BIM.

2.4.4. Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam Manajemen Konstruksi

Menurut Mehmet (2011) ada banyak kegunaan dari *Building Information Modeling* (BIM) pada setiap tahapan proyek mulai dari tahap konsep rencana, desain, konstruksi sampai dengan tahap operasional dan pemeliharaan.

Selama tahap desain, penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dapat mengurangi dampak buruk terhadap proyek karena kemampuan menghitung biaya proyek yang baik. BIM memberikan solusi sebelum masalah mengakibatkan permasalahan yang berdampak pada biaya proyek yang tinggi. Hal ini dapat diwujudkan melalui kerjasama dan koordinasi dari seluruh staf proyek, oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki kerjasama yang baik. Menggunakan BIM dapat meningkatkan upaya kolaborasi dari tim proyek. Para *engineer* dapat menguji ide-ide desain mereka termasuk analisis energi. BIM juga bisa memulai koordinasi 3D antara subkontraktor dan *vendor* selama tahap-tahap awal desain. Pemilik proyek dapat secara visual melihat desain yang diinginkan. Secara keseluruhan, BIM mempromosikan kolaborasi semua peserta proyek (Mehmet, 2011).

2.4.5. Dimensi Konstruksi *Building Information Modeling* (BIM)

Pemodelan *Building Information Modeling* (BIM) tidak hanya merepresentasikan 2D dan 3D saja namun keluaran yang dihasilkan oleh BIM dapat diperoleh 4D, 5D, 6D bahkan 7D. Tahap BIM 3D berbasis obyek pemodelan parametric, tahap BIM 4D merupakan urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu dan lainnya. Tahap BIM 5D merupakan perhitungan estimasi biaya dan semua detailnya. Tahap BIM 6D memperhitungkan analisis energi suatu bangunan dan memperhitungkan dampak lingkungan. Sedangkan tahap BIM 7D digunakan untuk fasilitas manajemen. Adapun tahapan Dimensi Konstruksi pada *Building Information Modeling* (BIM) adalah sebagai berikut :



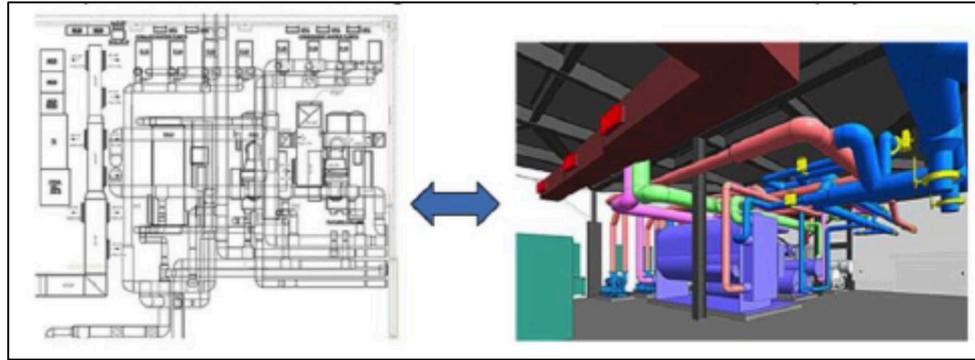
Gambar 2.1 Tahapan Dimensi Konstruksi BIM

(Sumber : BIM PUPR, 2019)

Gambar dimensi konstruksi *Building Information Modeling* (BIM) mulai dari 3D sampai dengan 7D seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.

1) 3D BIM

BIM 3D merupakan tahapan yang memperlihatkan kondisi *existing* suatu proyek serta memvisualisasikan keluaran konstruksi dari bangunan tersebut.



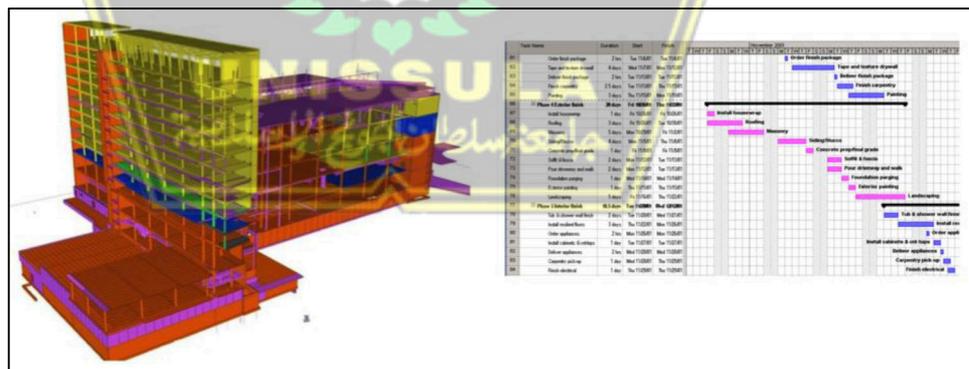
Gambar 2.2 3D BIM (Desain Tiga Dimensi)

(Sumber : BIM PUPR, 2019)

BIM 3D disebut juga dengan model 3 (tiga) dimensi yang berisi parameter informasi komponen yang lebih detail dan dapat diintegrasikan ke berbagai platform dan dapat ditingkatkan ke dimensi selanjutnya.

2) 4D BIM (*Time Scheduling*)

Model 4D BIM dihasilkan dengan memvisualisasikan urutan konstruksi yaitu integrasi fase konstruksi dan urutan model 3 (tiga) dimensi yang di dalamnya mengandung berbagai tingkat rincian untuk digunakan dalam berbagai fase konstruksi oleh pihak proyek.



Gambar 2.3 4D BIM (*Time Scheduling*)

(Sumber : BIM PUPR, 2019)

Keterangan kode warna:

orange = telah selesai, biru = minggu ini, hijau = minggu depan, kuning = dijadwalkan lebih dari dua minggu mendatang, ungu = dijadwalkan lebih dari dua minggu mendatang dan kontraktor yang berbeda.

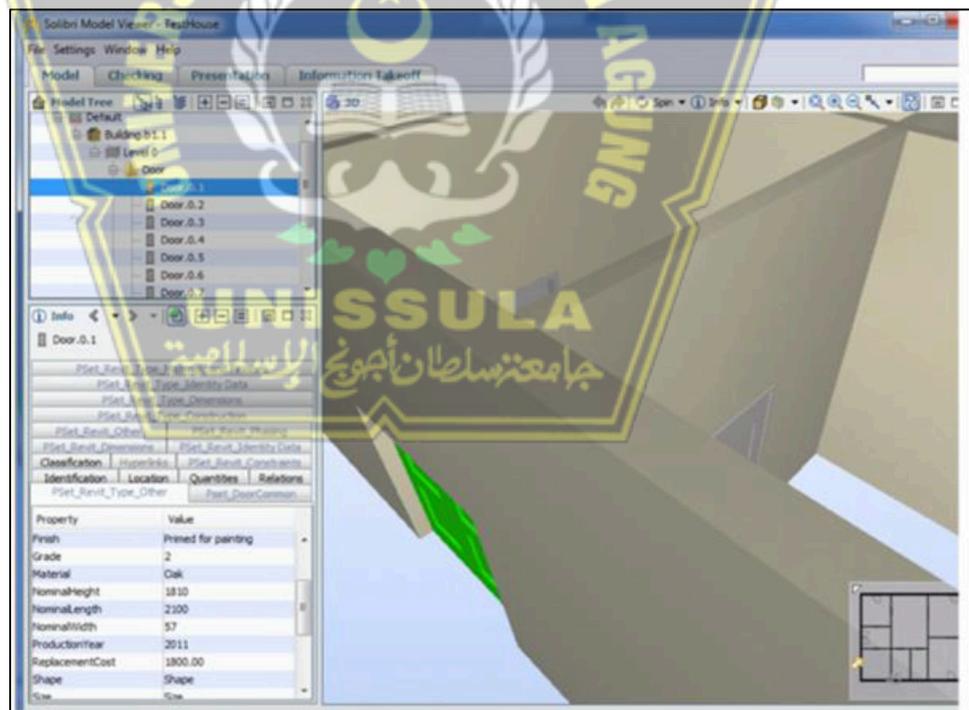
BIM 4D adalah tingkatan selanjutnya dari 3D. Pada tingkatan ini bentuk model 3D dikombinasikan dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan yang akan menghasilkan animasi urutan pekerjaan sesuai jadwal pekerjaan.

BIM 4D ini menjadi menarik karena selama ini jadwal pelaksanaan pekerjaan tidak bisa divisualkan dan hanya mengandalkan software microsoft project. Namun dengan adanya BIM, jadwal pelaksanaan dalam MS Project bisa diintegrasikan ke model 3D sehingga menghasilkan jadwal pelaksanaan dalam bentuk 3D.

Kelebihan menggunakan BIM 4D ini adalah lebih mudah dipahami dan tentunya lebih menarik untuk dipresentasikan ke *owner*.

3) 5D BIM (*Quantity Take Off*)

Dengan menambahkan biaya proyek terhadap model, BIM dapat mencetak *Quantity Take-Off* (QTO) dan biaya estimasi termasuk menyusun hubungan antara kuantitas, biaya dan lokasi.



Gambar 2.4 5D BIM (*Quantity Take-Off*)

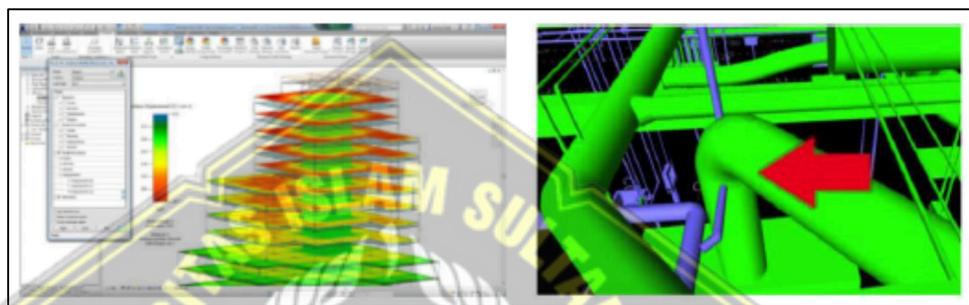
(Sumber : BIM PUPR, 2019)

Jika pada metode konvensional perhitungan volume pekerjaan masih dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan excel maka dengan

menggunakan BIM perhitungan volume dapat dilakukan secara otomatis dan hasilnya lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan perhitungan dengan bantuan *excel*.

4) 6D BIM (*Sustainability and Energy Analysis*)

Pada tahap ini BIM dapat melakukan analisis energi suatu bangunan dan memberikan informasi secara detail kepada pengguna tentang pemodelan energi secara akurat pada suatu bangunan.



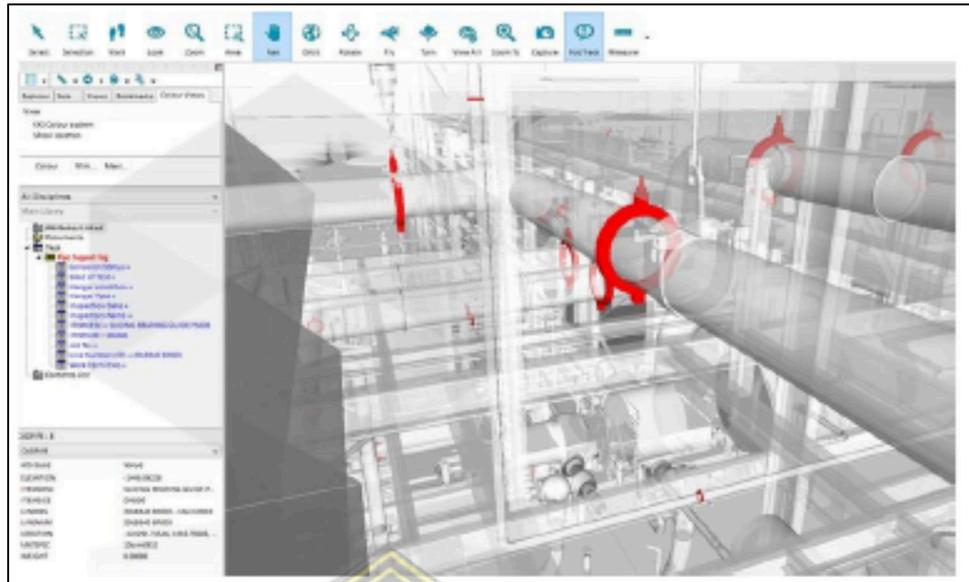
Gambar 2.5 6D BIM Analisis Energi (kiri) dan *Collision Detection* (kanan)

(Sumber : BIM PUPR, 2019)

BIM 6D merupakan analisis energi pada suatu bangunan yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar rencana penggunaan energi suatu bangunan yang akan dibangun melalui model digital.

5) 7D BIM (*Facility Management Application*)

7D BIM dapat digunakan dalam operasi dan pemeliharaan fasilitas sepanjang siklus hidup suatu bangunan. 7D BIM memungkinkan pemilik proyek untuk melacak data seperti status komponen, spesifikasi, pemeliharaan / manual operasi, data garansi dan banyak hal lainnya sehingga pemeliharaan gedung dapat lebih mudah dan lebih cepat.



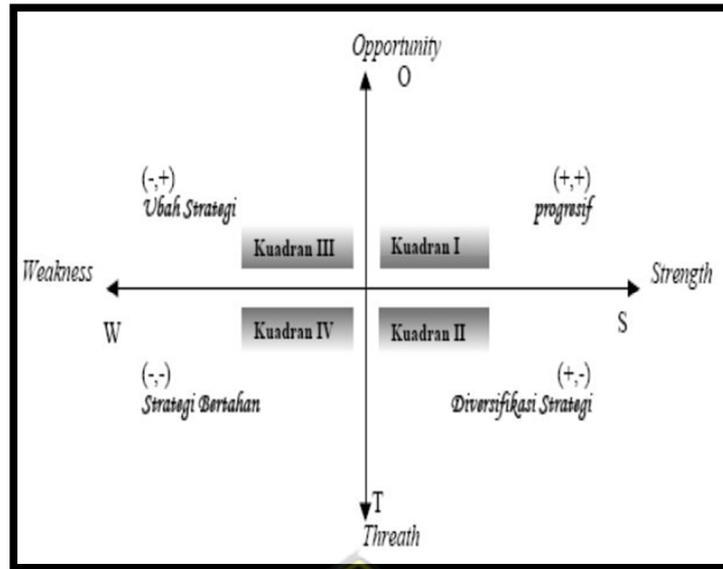
Gambar 2.6 Facility Management Application

(Sumber : BIM PUPR, 2019)

BIM 7D disebut juga fasilitas manajemen yaitu biasa digunakan saat bangunan memasuki masa operasional dan pemeliharaan. BIM 7D digunakan dengan tujuan memudahkan koordinasi ketika perawatan rutin aset bangunan seperti AC, pemipaan, pompa, kaca, cat dan lain sebagainya. BIM 7D sangat memudahkan koordinasi karena semua data bangunan dan aset dalam satu *platform* dan disimpan dalam *cloud*.

2.5. Analisis SWOT

SWOT merupakan singkatan dari Strengths (kekuatan), Weakness (kelemahan), Opportunities (peluang) dan Threats (ancaman) yang merupakan lingkungan internal dan eksternal dalam dunia bisnis (Rangkuti, 2014). Penelitian ini menggunakan analisis SWOT untuk mengetahui strategi yang paling optimal terkait penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia dengan cara menganalisis faktor internal dan faktor eksternal yang ada pada BIM.



Gambar 2.7 Analisis Kuadran Dalam SWOT

(Sumber : Rangkuti, 2014)

- Kuadran 1 Posisi ini menjelaskan kondisi yang sangat menguntungkan karena perusahaan memiliki peluang dan kekuatan sehingga perusahaan harus mendukung kebijakan pertumbuhan agresif.
- Kuadran 2 Posisi ini menjelaskan bahwa perusahaan memiliki sebuah ancaman namun masih ada kekuatan dari segi internal sehingga ancaman tersebut dapat diatasi dengan kekuatan yang ada. Strategi yang paling tepat untuk posisi ini adalah diversifikasi produk dengan menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka Panjang.
- Kuadran 3 Posisi ini menjelaskan bahwa perusahaan memiliki peluang besar namun ada kelemahan internal sehingga harus memilih strategi yang tepat agar kelemahan tersebut tidak mengurangi peluang besarnya. Strategi yang paling tepat untuk posisi ini adalah dengan meminimalkan masalah-masalah internal sehingga dapat merebut peluang pasar yang lebih baik.
- Kuadran 4 Posisi ini menjelaskan bahwa perusahaan berada pada kondisi yang sangat merugikan karena harus menghadapi berbagai ancaman dengan kondisi internal yang lemah. Strategi yang harus diterapkan adalah mendukung strategi *defensive*.

2.6. *Review Terhadap Penelitian Sebelumnya*

Penelitian yang saat ini dilakukan sebelumnya sudah terdapat beberapa penelitian terdahulu yang sifatnya diperbarui. Pada penelitian terdahulu mempunyai kesamaan pembahasan yaitu membahas mengenai kelebihan dan kekurangan *Building Information Modeling* (BIM) pada dunia konstruksi.

Berikut ini kami jabarkan hasil dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan sesuai pada table berikut yang merupakan kumpulan penelitian penelitian mengenai *Building Information Modeling* (BIM) pada dunia konstruksi.



Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	PENULIS DAN TAHUN PENELITIAN	JUDUL	TUJUAN	HASIL PENELITIAN
1.	Nelson, Jane Sekarsari, 2019	Faktor yang Mempengaruhi Penerapan <i>Building Information Modeling (BIM)</i> Dalam Tahap Prakonstruksi Gedung Bertingkat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui kelebihan dan kelemahan BIM. 2. Membuat analisis tentang apa saja yang menjadi faktor pendukung dan penghambat bagi penggunaan teknologi BIM di Indonesia dengan cara menggunakan kuesioner kepada beberapa responden, kemudian data tersebut dianalisis dengan beberapa pengujian statistic dengan menggunakan bantuan program statistik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dari hasil analisis yang dilakukan didapatkan 5 faktor pendukung penggunaan teknologi BIM yaitu : <ol style="list-style-type: none"> a. BIM mampu mendeteksi konflik/kesalahan lebih awal dan mampu mencegahnya. b. BIM mampu membagikan informasi secara lengkap dan cepat. c. BIM membantu dalam penarikan keputusan baik saat proses perencanaan dan desain. d. Penggunaan Teknologi BIM membantu membangun kepercayaan dan mengurangi risiko. e. Implementasi BIM membangun sinergi antara pemangku kepentingan konstruksi (owner, kontraktor, konsultan, dsb). 2. Dari hasil analisis yang dilakukan, didapat 2 (dua) faktor penghambat penggunaan teknologi BIM yaitu : <ol style="list-style-type: none"> a. Keberhasilan individu maupun tim pengguna BIM sangat menentukan keberhasilan proyek. b. Aplikasi / Program yang digunakan tiap orang berbeda-beda sehingga sulit menyatukan informasinya.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	PENULIS DAN TAHUN PENELITIAN	JUDUL	TUJUAN	HASIL PENELITIAN
2.	Senot Sangadji, S.A. Kristiawan, dan Inton Kurniawan Saputra, 2019	Pengaplikasian <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung.	<p>Membuat analisis tentang implementasi teknologi BIM pada perencanaan Gedung dengan beberapa kasus :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengeksplorasi kemampuan BIM pada sebuah desain gedung 2. Mengeksplorasi kemampuan BIM dengan cara mengganti kolom persegi ukuran 60x60 cm menjadi kolom lingkaran dengan diameter 60 cm 3. Mengeksplorasi kemampuan BIM dengan cara mengganti penutup lantai dari kayu menjadi penutup lantai dari keramik Roman. <p>Hasil akhir dari ketiga kasus ini adalah rekapitulasi anggaran biaya pada masing-masing kasus.</p>	<p>Dari hasil analisis dan pembahasan didapat kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil dari kasus I adalah total biaya yang akan dikeluarkan untuk membangun gedung secara struktural (tanpa tangga dan pondasi) sebesar Rp 4.032.522.088. 2. Hasil dari kasus II didapat total biaya pekerjaan struktur kolom persegi ukuran 60x60 cm adalah Rp. 252.192.944,71 dan total biaya pekerjaan struktur kolom lingkaran diameter 60 cm adalah Rp. 153.060.636,33. 3. Hasil dari kasus III didapat total biaya pekerjaan penutup lantai kayu merbabu ukuran 5x50 cm ketebalan 1 cm adalah Rp. 44.550.000 dan total biaya pekerjaan Penutup Lantai dari Keramik Roman ukuran 60x60 cm adalah Rp. 39.352.500. 4. Pekerjaan konstruksi menjadi lebih transparan dan koordinasi menjadi lebih cepat dan mudah. Integrasi antar <i>software</i> BIM dan otomatisasi memudahkan <i>engineer</i> untuk mengganti komponen bangunan. BIM juga membantu owner karena dapat melihat langsung biaya yang akan dikeluarkan dan segala pekerjaan dapat dilakukan tanpa adanya batasan jarak dan waktu antar stakeholders.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	PENULIS DAN TAHUN PENELITIAN	JUDUL	TUJUAN	HASIL PENELITIAN
3.	Cindy F. Mieslenna dan Andreas Wibowo, 2019.	Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Dunia Konstruksi Indonesia dari Persektif Pengguna.	Mengetahui : 1. Sejauh mana penerapan BIM oleh pelaku industri konstruksi nasional. 2. Keunggulan dan kelemahan BIM dari perspektif pengguna. 3. Potensi penerapan BIM pada pelaksanaan industri konstruksi nantinya.	<ol style="list-style-type: none"> 1. BIM sudah mulai diadopsi di Indonesia oleh beberapa penyedia jasa walaupun masih sangat terbatas. 2. Kelebihan BIM antara lain dapat mengendalikan proyek konstruksi, mendeteksi konflik saat tahap perencanaan, mengurangi limbah material, mengestimasi biaya, mengurangi kerja ulang, menghemat SDM, mempermudah dokumentasi dan mendapatkan proyek baru. 3. Faktor-faktor penghambat dalam adopsi BIM antara lain kebutuhan investasi yang cukup besar, komunikasi antar divisi dalam internal organisasi, ketersediaan tenaga spesialis BIM, kebutuhan pelatihan yang berkesinambungan, transisi budaya kerja dari konvensional ke BIM. 4. Potensi BIM untuk diterapkan kedepan sangat prospektif dengan sudah munculnya kesadaran industry atau tren pasar untuk implementasi BIM

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	PENULIS DAN TAHUN PENELITIAN	JUDUL	TUJUAN	HASIL PENELITIAN
4.	Cinthia Ayu Berlian P., Randy Putranto Adhi, Arif Hidayat, Hari Nugroho, 2016.	Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia Antara Metode <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)	Mengetahui apa saja kelebihan dan kekurangan BIM dengan cara membandingkan antara metode BIM dengan metode konvensional pada pekerjaan perencanaan gedung.	<ol style="list-style-type: none"> 1. BIM dapat menghemat waktu perencanaan sebesar 50%, meminimalisir kebutuhan sumber daya manusia sebesar 26,66%, dan menghemat pengeluaran biaya sebesar 52,25%. 2. BIM juga memiliki kekurangan seperti mahalnya lisensi, dibutuhkan spesifikasi hardware yang tinggi, dan kurang mampu mendetailkan gambar dengan skala yang cukup kecil.
5.	Rayendra, Biemo W. Soemardi, 2014	Studi Aplikasi Teknologi <i>Building Information Modeling</i> untuk Pra-Konstruksi	Mengkaji pengaplikasian BIM terhadap perencanaan logistic proyek konstruksi Gedung dengan menggunakan <i>software Revit</i> dengan melakukan pemodelan logistic pada persiapan proyek Gedung <i>Centre for Infrastructure and Built Environment</i> (CIBE) ITB.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat berintegrasi dengan aplikasi lain, sehingga dapat menghemat waktu dan mempercepat kinerja proyek, selain itu memungkinkan untuk meningkatkan desain yang lebih baik. 2. Meminimalisir desain lifecycle dengan meningkatkan kolaborasi antara owner, konsultan dan kontraktor. 3. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi. 4. Teknologi BIM digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan. 5. Produk dengan kualitas tinggi dan memperkecil kemungkinan konflik.

Berdasarkan *review* penelitian diatas, penelitian ini memiliki beberapa persamaan dan perbedaan dengan kelima penelitian sebelumnya. Walaupun memiliki tema yang sama mengenai *Building Information Modeling* (BIM) dimana pada beberapa penelitian sebelumnya sudah dijelaskan beberapa kelebihan dan kekurangan penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) namun penelitian ini memiliki beberapa perbedaan, antara lain perbedaan objek penelitian, lokasi penelitian, dan tahun penelitian. Objek pada penelitian ini adalah proyek – proyek di lingkungan Kementerian PUPR yang menerapkan *Building Information Modeling* (BIM), dimana penelitian dilakukan pada tahun 2020. Perbedaan lainnya adalah metode pengumpulan data menggunakan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan format dan pertanyaan yang berbeda dengan penelitian sebelumnya dan dianalisis dengan metode SWOT, sehingga penelitian ini layak untuk dilakukan.

2.7. Rencana Penelitian

Dari hasil *review* terhadap penelitian sebelumnya maka selanjutnya dapat dibuat rencana penelitian terkait persamaan topik penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan, kemudian dari persamaan topik tersebut dianalisis lebih detail lagi terkait mana saja yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini, yaitu analisis tentang evaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek – proyek di lingkungan Kementerian PUPR.

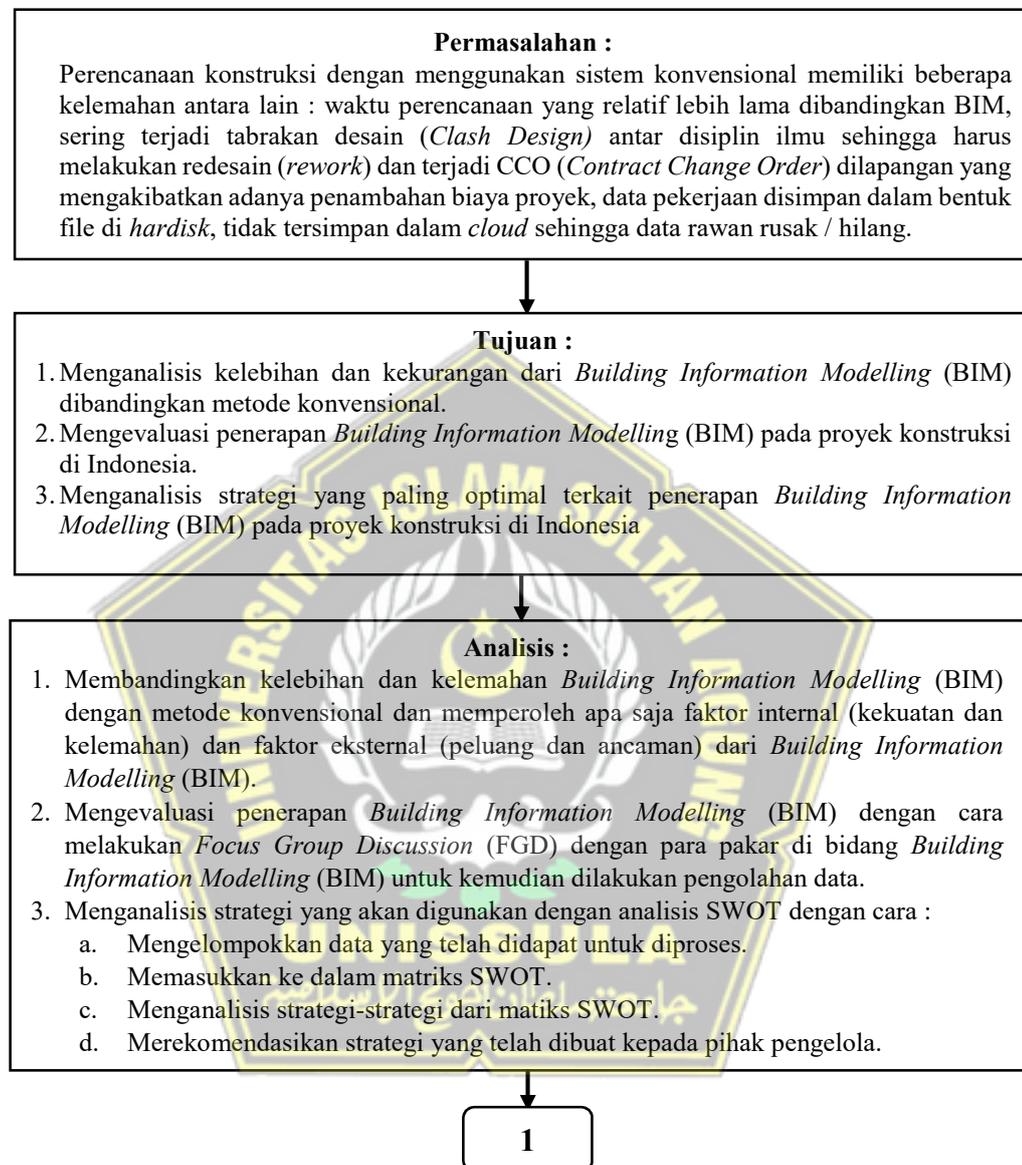
Berikut ini kami jabarkan rencana penelitian yang akan dilakukan sesuai pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Rencana Penelitian

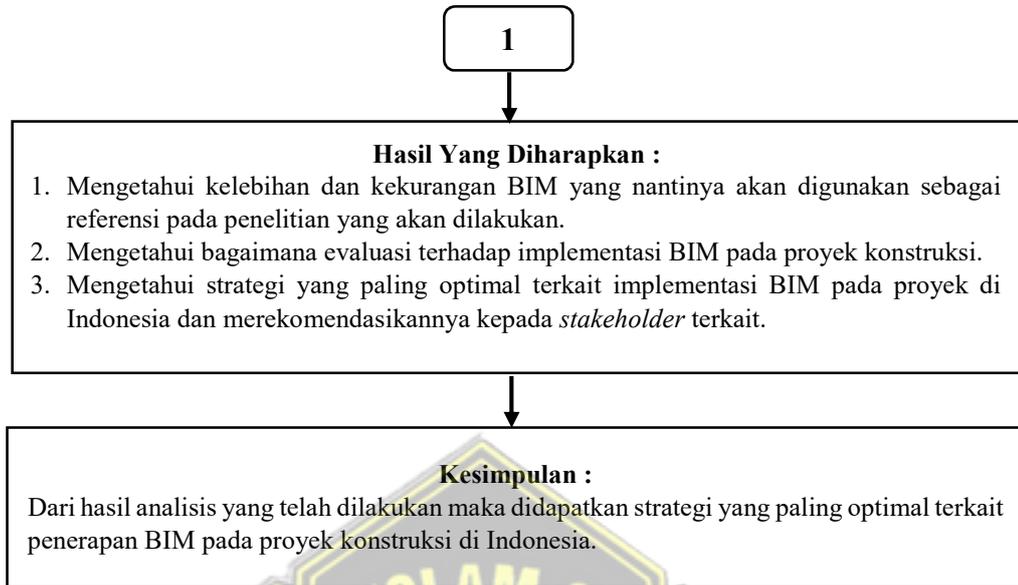
No.	JUDUL	VARIABEL	TUJUAN	METODE YANG DIGUNAKAN	HASIL YANG DIHARAPKAN
1.	Evaluasi Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Pada Proyek Konstruksi di Indoensia	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Strengths</i> (Kekuatan) 2. <i>Weakness</i> (Kelemahan) 3. <i>Opportunities</i> (Peluang) 4. <i>Threats</i> (Ancaman) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk menganalisis kelebihan dan kekurangan dari <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dibandingkan dengan metode konvensional. 2. Untuk mengevaluasi penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia yang di tinjau. 3. Untuk menganalisis strategi yang paling optimal terkait penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) pada industri konstruksi di Indonesia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membandingkan kelebihan dan kelemahan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dibandingkan dengan metode konvensional. 2. Mengevaluasi penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dengan cara melakukan <i>Focus Group Discussion</i> (FGD) dengan para pakar di bidang <i>Building Information Modeling</i> (BIM) untuk kemudian dilakukan pengolahan data. 3. Menganalisis strategi yang akan digunakan dengan analisis SWOT dengan cara : <ol style="list-style-type: none"> a. Mengelompokkan data yang telah didapat untuk diproses. b. Memasukkan ke dalam matriks SWOT. c. Menganalisis strategi-strategi dari matriks SWOT. d. Merekomendasikan strategi yang telah dibuat kepada pihak pengelola. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui kelebihan dan kekurangan BIM serta faktor internal dan faktor eksternal <i>Building Information Modeling</i> (BIM). 2. Mengetahui hasil evaluasi terhadap penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia yang di tinjau. 3. Mengetahui strategi yang paling optimal terkait penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia dan memberi rekomendasi kepada <i>stakeholder</i> terkait.

2.8. Kerangka Teori

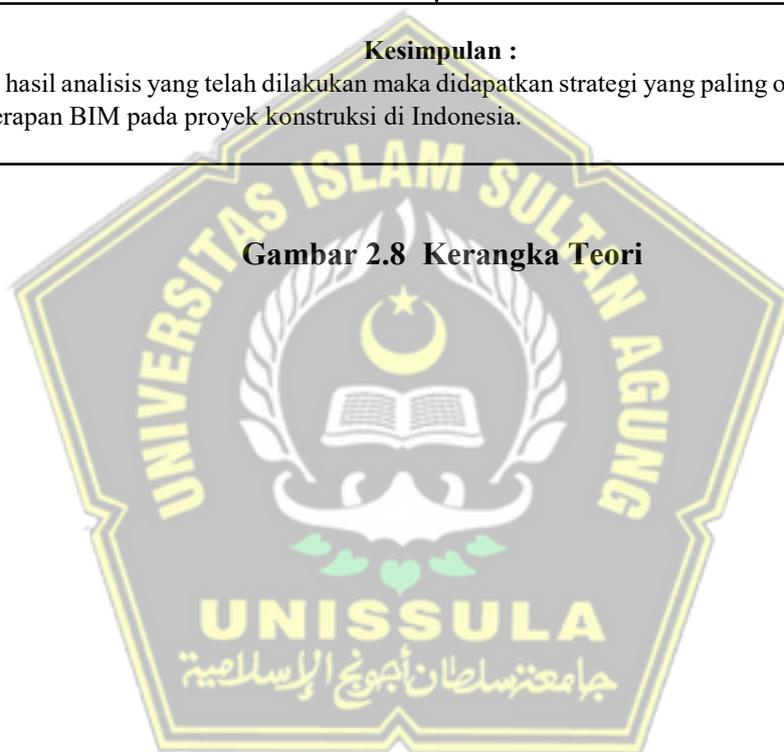
Tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan dalam proses penelitian dapat dilihat pada diagram alur kerja dibawah ini.



Lanjutan Gambar 2.8 Kerangka Teori



Gambar 2.8 Kerangka Teori



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bentuk Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dimana penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian yang sistematis, terencana dan terstruktur dengan jelas dari awal penelitian hingga pembuatan desain penelitian. Sugiyono (2015) menjelaskan pengertian deskriptif adalah metode yang berfungsi memberikan gambaran terhadap objek penelitian melalui data atau sampel yang telah dikumpulkan tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku umum.

Pada penelitian ini pengolahan data dilakukan secara kuantitatif karena penelitian ini dilakukan dengan analisis SWOT yang nantinya digunakan untuk menentukan beberapa alternative strategi yang paling optimal terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia.

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada beberapa proyek yang menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) di lingkungan Kementerian PUPR, antara lain sebagai berikut :

- 1) Gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR di Semarang, Jawa Tengah.
- 2) Bendungan Temef di Nusa Tenggara Timur.
- 3) Renovasi Stadion Manahan di Surakarta, Jawa Tengah.

3.3. Jenis dan Sumber Data

Data adalah bahan keterangan tentang sesuatu objek penelitian yang diperoleh dilokasi penelitian. Adapun data yang diambil dan digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dan data primer. Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh langsung dari sumber asli sedangkan data sekunder adalah sumber data yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara (Indriarto dan Supomo, 2013).

- a. Data primer pada penelitian ini berupa data kelebihan dan kekurangan

Building Information Modeling (BIM) dibandingkan dengan metode konvensional dan faktor internal (*Strengths* dan *Weakness*) dan faktor eksternal (*Opportunities* dan *Threats*) *Building Information Modeling* (BIM) yang diperoleh dari hasil pengkajian studi-studi literatur, penelitian sejenis sebelumnya dan data hasil *Focus Group Discussion* (FGD)

- b. Data Sekunder berupa Gambar, rencana anggaran biaya, rencana kerja dan syarat dan data lain yang dibutuhkan pada pekerjaan di lingkungan Kementerian PUPR yang diperoleh dari penyedia jasa pada pekerjaan tersebut.

3.4. Populasi dan Sampel

Menurut Sugiyono (2015), populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan. Sampel merupakan sebagian dari unit-unit yang ada di dalam populasi dimana ciri-ciri atau karakteristiknya benar-benar diselidiki.

Dalam Penelitian ini, melibatkan narasumber yang terdiri dari tenaga ahli atau praktisi konstruksi yang memiliki pengalaman menangani pekerjaan konstruksi baik perencanaan konstruksi, manajemen konstruksi maupun pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM). Perhitungan bobot dan *rating* menggunakan kuesioner pada *Focus Group Discussion* (FGD). Masing-masing peserta diminta untuk menilai bobot dan *rating* untuk masing-masing indikator. Peserta dari FGD ini berjumlah 5 sampai 10 orang yang terdiri dari Tenaga Ahli di bidang *Building Information Modeling* (BIM) yang memiliki latar belakang sebagai konsultan teknik, kontraktor atau praktisi konstruksi dengan pengalaman kerja minimal 5 (lima) tahun. Dasar pemilihan Tenaga Ahli tersebut dipilih karena dianggap mengerti tentang permasalahan dunia konstruksi terutama terkait *Building Information Modeling* (BIM) sehingga dapat memberikan informasi yang penulis butuhkan.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literature merupakan teknik pengumpulan data berupa karya-karya ilmiah yang membahas mengenai topik terkait *Building Information Modeling* (BIM). Dalam sebuah penelitian dibutuhkan data pendukung untuk membantu dalam melaksanakan penelitian. Literatur-literatur yang dibutuhkan dapat berupa jurnal ilmiah, artikel, buku dan lain-lain. Selanjutnya literature tersebut dianalisis untuk memperkuat pendapat dan mengembangkan kuesioner (Sarwono, 2006)

2. FGD (*Focus Group Discussion*)

Responden penelitian diminta untuk menilai bobot dan rating untuk masing-masing indikator.

3.6. Teknik Analisis Data

3.6.1. Analisis SWOT

Penelitian ini menggunakan analisis SWOT untuk menganalisis factor-faktor internal berupa kekuatan dan kelemahan yang ada pada *Building Information Modeling* (BIM), serta menganalisis faktor-faktor eksternal yang berupa peluang dan ancaman yang dimiliki oleh *Building Information Modeling* (BIM). Berdasarkan hasil analisis SWOT yang dilakukan nantinya akan diperoleh beberapa alternatif kebijakan terpilih dalam mengambil keputusan strategis. Tahapan kegiatan yang dilakukan pada analisis SWOT sebagai berikut:

a. Identifikasi Faktor Eksternal dan Faktor Internal

Kegiatan pertama yang dilakukan dalam analisis SWOT adalah identifikasi faktor-faktor internal dan eksternal yang merupakan tahapan penting karena merupakan dasar untuk kegiatan analisis selanjutnya. Kegiatan yang dilakukan adalah merumuskan faktor-faktor internal dan eksternal, yang dalam penelitian ini dilakukan dengan mempelajari literatur kepustakaan, dokumen-dokumen, serta wawancara langsung dengan berbagai pihak (narasumber) yang diyakini mengetahui (*expert*) permasalahan yang sedang diteliti. Pada tahap ini peneliti menggunakan dua model, yaitu matrik faktor strategi eksternal dan matrik faktor strategi internal.

a. Penyusunan Kuesioner

Faktor-faktor internal dan eksternal yang telah dirumuskan, kemudian diminta masukan dari narasumber yang diyakini menguasai permasalahan untuk melakukan pengurangan, penambahan, maupun penajaman terhadap faktor-faktor tersebut. Tahapan ini sangat penting untuk mendapatkan faktor-faktor internal dan eksternal yang signifikan dalam rangka mencapai tujuan penelitian yaitu strategi yang paling optimal dalam penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia. Untuk mengantisipasi adanya faktor-faktor penting lainnya yang belum termasuk, maka dalam kuesioner diberi tempat kosong di urutan bawah, sehingga responden dapat menambahkan faktor lainnya yang dianggap relevan dengan permasalahan yang ada.

b. Analisis Data

Persepsi ahli yang didapatkan dari hasil kuesioner terhadap penilaian indikator-indikator pada faktor internal dan faktor eksternal *Building Information Modeling* (BIM). Dalam menentukan strategi yang tepat maka pada proses pengambilan keputusan membutuhkan analisis terhadap factor internal maupun eksternal yang objektif yang diperoleh dari hasil penilaian peserta *Focus Group Discussion* (FGD) terhadap kuesioner yang diberikan. Hasil penilaian faktor internal dan eksternal tersebut akan menghasilkan sebuah kelompok faktor yaitu kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang selanjutnya dilakukan analisis matriks SWOT dengan melakukan interkasi penggabungan factor internal (kekuatan dan kelemahan) dengan kelompok eksternal (peluang dan ancaman).

Tabel 3.1 EFAS

FAKTOR-FAKTOR STRATEGI EKSTERNAL	BOBOT	RATING	BOBOT X RATING	KOMENTAR
PELUANG :				
1.				
2.				
....				
ANCAMAN :				
1.				
2.				
....				
TOTAL				

Sumber : Rangkuti, 2014.

Berdasarkan tabel 3.1 menunjukkan beberapa factor eksternal. Nilai total yang di dapatkan menunjukkan bagaimana sebuah perusahaan atau produk bereaksi terhadap faktor-faktor strategis eksternalnya.

Tabel 3.2 IFAS

FAKTOR-FAKTOR STRATEGI INTERNAL	BOBOT	RATING	BOBOT X RATING	KOMENTAR
KEKUATAN :				
1.				
2.				
....				
KELEMAHAN :				
1.				
2.				
....				
TOTAL				

Sumber : Rangkuti, 2014.

Berdasarkan tabel 3.2 menunjukkan beberapa faktor eksternal. Nilai total menunjukkan bagaimana sebuah perusahaan bereaksi terhadap faktor strategis internal yang ada.

c. Analisis Data

Perhitungan bobot dan rating dalam SWOT dapat menggunakan 2 (dua) cara sebagai berikut :

- 1) Menggunakan *Focus Group Discussion* (FGD), dimana masing-masing peserta menilai bobot dan rating untuk masing-masing indikator.
- 2) Menggunakan kuesioner, dimana masing-masing responden memberikan penilaian mulai 1 (penting), sampai dengan 5 (sangat penting).

d. Analisis Kuadran Dalam SWOT

Analisis SWOT dilakukan dengan menggunakan alat kumpul data yaitu pedoman observasi, wawancara serta dokumentasi dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Mengelompokkan data yang telah didapatkan untuk diproses.
- b. Melakukan analisis SWOT.
- c. Memasukkan ke dalam matrik SWOT.
- d. Menganalisis strategi-strategi dari matrik SWOT.
- e. Merekomendasikan strategi yang telah dibuat kepada pihak pengelola.

Berikut ini diagram analisis kuadran dalam SWOT menurut Rangkuti (2014).



Gambar 3.1 Diagram Analisis Kuadran Dalam SWOT

(Sumber : Rangkuti, 2014)

- Kuadran 1 Posisi ini menjelaskan kondisi yang sangat menguntungkan karena perusahaan memiliki peluang dan kekuatan sehingga perusahaan harus mendukung kebijakan pertumbuhan agresif.
- Kuadran 2 Posisi ini menjelaskan bahwa perusahaan memiliki sebuah ancaman namun masih ada kekuatan dari segi internal sehingga ancaman tersebut dapat diatasi dengan kekuatan yang ada. Strategi yang paling tepat untuk posisi ini adalah diversifikasi produk dengan menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka Panjang.
- Kuadran 3 Posisi ini menjelaskan bahwa perusahaan memiliki peluang besar namun ada kelemahan internal sehingga harus memilih strategi yang tepat agar kelemahan tersebut tidak mengurangi peluang besarnya. Strategi yang paling tepat untuk posisi ini adalah dengan meminimalkan masalah-masalah internal sehingga dapat merebut peluang pasar yang lebih baik.
- Kuadran 4 Posisi ini menjelaskan bahwa perusahaan berada pada kondisi yang sangat merugikan karena harus menghadapi berbagai ancaman dengan kondisi internal yang lemah. Strategi yang harus diterapkan adalah mendukung strategi *defensive*.

3.6.2. Matrik SWOT

Matrik SWOT merupakan cara sistematis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang tercakup dalam analisis yang menggambarkan kecocokan terbaik diantaranya. Analisis SWOT digunakan untuk mengembangkan empat tipe alternatif strategi yaitu Strategi SO (Strength Opportunities), strategi WO (Weakness Opportunities), strategi ST (Strength Threats) serta strategi WT (Weakness Threats). Tahapan membentuk matriks SWOT sebagai berikut :

1. Mencocokkan kekuatan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan strategi SO.
2. Mencocokkan kelemahan internal dengan peluang eksternal dan mencatat resultan strategi WO.
3. Mencocokkan kekuatan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan strategi ST.

4. Mencocokkan kelemahan internal dengan ancaman eksternal dan mencatat resultan strategi WT.

Adapun bentuk Matrik SWOT sebagai berikut :

Tabel 3.3 Matrik SWOT

IFAS EFAS	STRENGTH (S) Tentukan 5-10 faktor kekuatan internal	WEAKNESS (W) Tentukan 5-10 faktor kelemahan internal
OPPORTUNITY (O) Tentukan 5-10 faktor peluang eksternal	Strategi SO Menciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang yang ada.	Strategi WO Menciptakan strategi untuk meminimalisir kelemahan untuk memanfaatkan peluang yang ada.
THREAT (T) Tentukan 5-10 faktor ancaman eksternal	Strategi ST Menciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	Strategi WT Menciptakan strategi untuk meminimalisir kelemahan dan menghindari ancaman

Sumber : Rangkuti, 2014.

Tabel matrik SWOT seperti ditunjukkan pada tabel 3.3 menjelaskan tentang pengembangan empat tipe alternatif strategi.

3.7. Desain Kuesioner

Penelitian ini menggunakan desain kuesioner *Strategic Formulation* menggunakan analisis SWOT. Kuesioner pada penelitian ini merupakan kuesioner yang disusun berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, wawancara atau riset eksploratif.

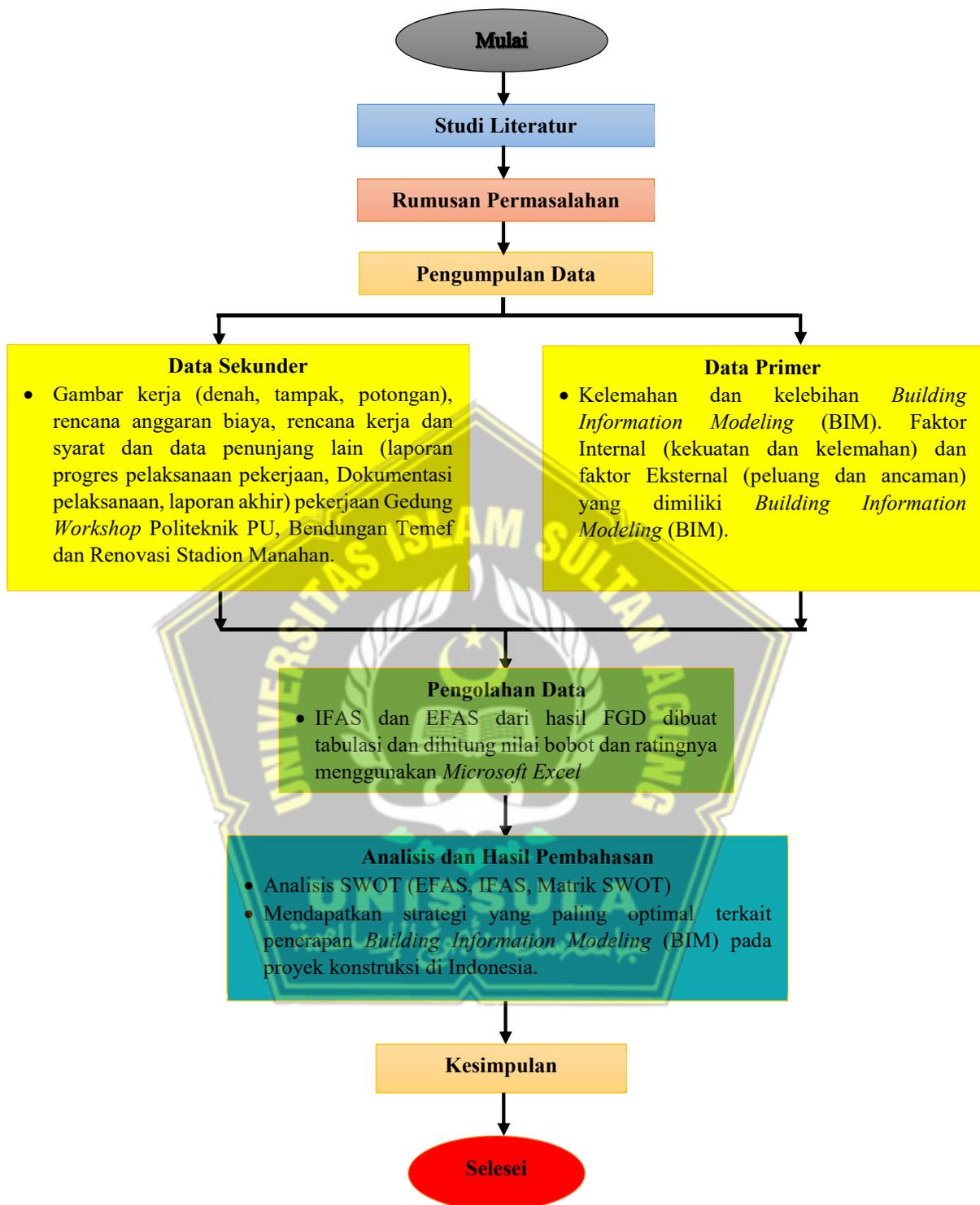
Tujuan pengolahan kuesioner pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis dan mengklasifikasi secara kuantitatif faktor internal dan faktor eksternal yang mempengaruhi *Building Information Modeling* (BIM).
2. Menganalisis faktor pendorong, memetakannya serta mendefinisikan strategi berdasarkan pemetaan tersebut.
3. Mendapatkan berbagai alternatif kebijakan yang memungkinkan untuk dilakukan berdasarkan peluang dan ancaman kedepan berikut alternatif solusinya.
4. Hasil kuesioner berupa angka. Setiap pertanyaan yang dijawab oleh responden dalam bentuk skala yang akan dihitung sehingga akan

mendapatkan rincian faktor inernal dan faktor eksternal, kemudian kita akan mengetahui kuadran hasil pengolahan dengan menghitung jumlah setiap faktor yang telah dikalikan dengan tingkat urgensinya. Kuadran ini berfungsi sebagai peta strategi. Berdasarkan pemetaan ini kita dapat menentukan rumusan prioritas strategi yang selanjutnya akan diformulasikan.



3.8. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) Pada Proyek Konstruksi di Indonesia.

Building Information Modeling (BIM) dapat di terapkan pada seluruh bidang industri konstruksi, seperti gedung, jalan tol, jembatan, bendungan, bandara dan pekerjaan infrastruktur lainnya.

Building Information Modeling (BIM) merupakan teknologi yang dapat meniru proses bangunan yang sebenarnya, dimana bangunan tersebut dimodelkan dari elemen konstruksi nyata seperti dinding, jendela, atap dan lainnya. Pada BIM semua obyek yang digambar memiliki informasi mulai dari material, dimensi, ketebalan dengan penggambaran langsung pada 3 (tiga) dimensi. BIM bersifat *bi-directional relationship* yang mana obyek gambar memiliki keterkaitan dengan obyek yang lainnya. Pemodelan pada *Building Information Modeling* (BIM) tidak hanya merepresentasikan 2d dan 3D saja, namun keluarannya dapat diperoleh 4D, 5D, 6D bahkan sampai dengan 7D. BIM 3D berbasis obyek pemodelan parametrik. BIM 4D adalah urutan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu dan lainnya. BIM 5D merupakan estimasi biaya termasuk detail itemnya. BIM 6D merupakan analisis energi suatu bangunan termasuk didalamnya memperhitungkan dampak lingkungan. Sedangkan BIM 7D digunakan untuk fasilitas manajemen yaitu untuk operasional dan perawatan suatu bangunan.

4.2 Data Proyek Yang Ditinjau

4.2.1. Gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR

- 1) Nama Pekerjaan : Gedung Workshop Politeknik Pekerjaan Umum
- 2) Pemilik Proyek : Kementerian PUPR
- 3) Sumber Anggaran : APBN
- 4) Tahun Anggaran : 2019
- 5) Konsultan Perencana : PT. Yodya Karya (Persero)
- 6) Rencana Mulai Konstruksi : 2021

7) Rencana Mulai Operasi : 2023

8) Deskripsi Pekerjaan :

Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR yang terletak pada lahan Bina Marga di Jalan Soekarno Hatta, Kelurahan Siwalan, Kecamatan Gayamsari, Semarang Timur, Jawa Tengah.

Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR akan dibangun menjadi 2 masa bangunan. Bangunan pertama berada di lahan sebelah selatan. Bangunan ini terdapat beberapa gedung yaitu Gedung A. *Workshop* Jalan dan Jembatan, Gedung B. *Workshop* Mektan dan Bahan, Gedung C. *Workshop* Mansory dan Gedung, dan Gedung D. *Workshop* Kayu dan Perancah sedangkan bangunan kedua berada di lahan sebelah utara. Bangunan ini terdapat beberapa gedung yaitu Gedung E. *Workshop* Material dan Peralatan, Gedung F. *Workshop* Laboratorium, Gedung G. *Workshop* Baja dan Plumbing/Utilitas, dan Gedung H. *Workshop* Hidraulika dan Bangunan Air.



Gambar 4.1 Perspektif Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR
(Sumber : DED Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR Tahun 2019)

Gambar perspektif Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR seperti ditunjukkan pada gambar 4.1. memperlihatkan 2 masa bangunan yang berada di lahan sebelah utara dan selatan.

4.2.2. Pembangunan Bendungan Temef

- 1) Nama Pekerjaan : Pembangunan Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur.
- 2) Pemilik Proyek : Kementerian PUPR
- 3) Sumber Anggaran : APBN
- 4) Tahun Anggaran : 2017 - 2021
- 5) Kontraktor : PT. Waskita Karya (Persero) Tbk (Paket 1)
PT. Nindya Karya (Persero) Tbk (Paket 2)
- 6) Rencana Mulai Konstruksi : 2017
- 7) Rencana Mulai Operasi : 2022
- 8) Deskripsi Pekerjaan :

Lokasi Bendungan Temef mencakup di dua desa pada dua kecamatan yakni Desa Oenino, Kecamatan Oenino dan Desa Konbaki, Kecamatan Polen, Kabupaten Timor Tengah Selatan, NTT.

Bendungan Temef merupakan salah satu dari tujuh Proyek Strategis Nasional (PSN) di NTT dengan nilai investasi Rp 1,4 triliun. Kapasitas volume tampungan 45,78 juta meter kubik dengan luas genangan 380 hektar. Konstruksi bendungan dikerjakan oleh PT Waskita Karya (Persero) Tbk pada paket 1 yaitu pekerjaan bangunan pengelak dan pekerjaan bendungan utama. Sedangkan pada paket 2 dikerjakan oleh PT Nindya Karya (Persero) yaitu pekerjaan jalan masuk dan pekerjaan bangunan pelimpah. Bendungan Temef akan memberikan manfaat pasokan air irigasi 4.500 hektar, reduksi banjir (Area Hilir) 230 m³/detik, dan air baku 0,13 m³/detik. Selain itu, bendungan yang menggunakan luas tanah 480,46 hektar ini juga memiliki potensi listrik PLTMH sebesar 1 X 2 MW. Bendungan dengan tinggi 53 meter dan panjang puncak 535 meter ini akan diresmikan pada tahun 2023 mendatang.



Gambar 4.2 Data Teknis Bendungan Temef

(Sumber : BBWS NTT, 2017)

Gambar data teknis Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan seperti ditunjukkan pada gambar 4.2 berisi data – data bendungan utama, saluran pengelak, nama daerah alisan sungai, kapasitas tampungan waduk, saluran pelimpah, dan lain-lain.



Gambar 4.3 Foto Udara Bendungan Temef

(Sumber : BBWS NTT, 2020)

Gambar foto udara Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan seperti ditunjukkan pada gambar 4.3 diambil menggunakan *drone*.

4.2.3. Renovasi Stadion Manahan Solo

- 1) Nama Pekerjaan : Renovasi Stadion Manahan Solo
- 2) Pemilik Proyek : Kementerian PUPR
- 3) Sumber Anggaran : APBN
- 4) Tahun Anggaran : 2019
- 5) Kontraktor : PT. Adhi Karya (Persero) Tbk
- 6) Rencana Mulai Konstruksi : 2018
- 7) Rencana Mulai Operasi : 2019
- 8) Deskripsi Pekerjaan :

Stadion Manahan terletak di Solo, Jawa Tengah. Stadion manahan dibangun oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk bersama PT. Penta Rekayasa melalui Kerja Sama Operasional (KSO). Pelaksanaan kontrak kerja sama selama 407 hari dan mulai dikerjakan sejak Agustus 2018.

Sebagai mini SUGBK, Stadion Manahan dipercantik dan diperbarui agar sesuai dengan standarisasi FIFA, seperti pada pemilihan rumput, stadion ini secara khusus memilih menggunakan jenis *zoysia japonica* yang memiliki keunggulan lebih hijau dan berakar kuat. Rumput ini merupakan rumput yang berstandar internasional.

Selain itu, renovasi juga dilakukan pada tribun penonton yang di desain dengan warna merah, kuning dan biru. Warna tribun dibuat dari representasi motif batik kawung khas Solo. Setelah direnovasi, kini Stadion Manahan telah dilengkapi dengan papan skor LED dan CCTV. Stadion Manahan telah rampung dan diresmikan pada September 2019.



Gambar 4.4 Foto Udara Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

Gambar foto udara Stadion Manahan yang diambil menggunakan *drone*. Tampak di gambar beberapa bagian Stadion Manahan seperti lapangan sepak bola, lintasan atletik dan beberapa bagian tribun.



Gambar 4.5 Foto Udara Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

Gambar foto udara Stadion Manahan yang diambil menggunakan *drone*. Tampak di gambar beberapa bagian Stadion Manahan seperti lapangan sepak bola, lintasan atletik dan beberapa bagian tribun seperti beberapa *gate* tribun, *score monitor*, dan bangku penonton.

4.3. Narasumber Penelitian

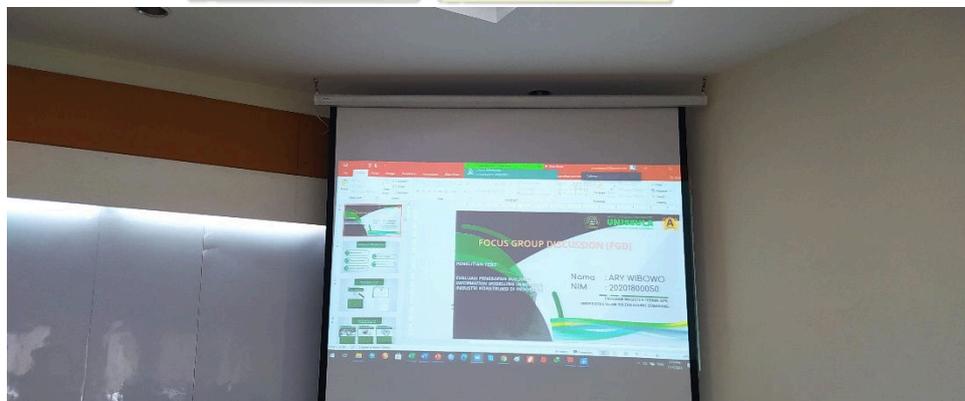
Pada penelitian ini yang bertindak sebagai narasumber penelitian adalah tenaga ahli atau praktisi konstruksi yang memiliki pengalaman menangani pekerjaan konstruksi baik perencanaan konstruksi, manajemen konstruksi maupun pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM). Narasumber memberikan informasi yang penulis butuhkan melalui FGD (*Focus Group Discussion*) yang diikuti oleh 13 responden yang terdiri dari perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR.

Berikut dokumentasi pelaksanaan FGD (*Focus Group Discussion*) sebagai berikut :



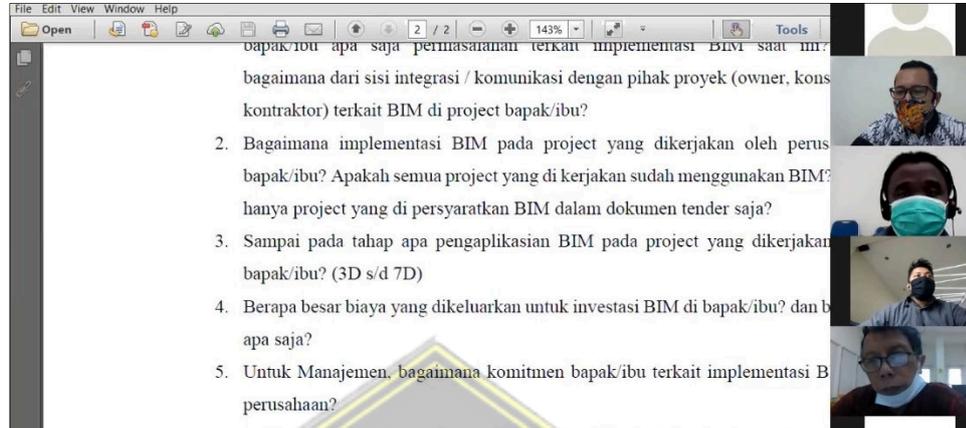
Gambar 4.6 Pelaksanaan FGD (*Focus Group Discussion*)
(Sumber : Penulis)

Gambar dokumentasi pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan peserta yang terdiri dari perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR.



Gambar 4.7 Pelaksanaan FGD (*Focus Group Discussion*)
(Sumber : Penulis)

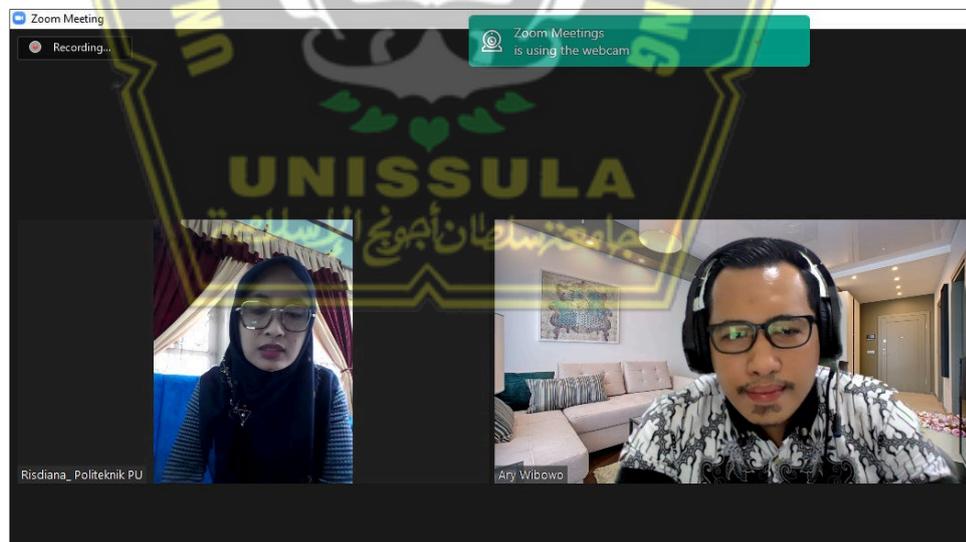
Gambar dokumentasi pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan peserta yang terdiri dari perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR.



Gambar 4.8 Pelaksanan FGD (*Focus Group Discussion*)

(Sumber : <https://zoom.us/>)

Gambar dokumentasi pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan peserta yang terdiri dari perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR.



Gambar 4.9 Pelaksanan FGD (*Focus Group Discussion*)

(Sumber : <https://zoom.us/>)

Gambar dokumentasi pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan peserta yang terdiri dari perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR.



Gambar 4.10 Pelaksanaan FGD (*Focus Group Discussion*)

(Sumber : <https://zoom.us/>)

Gambar dokumentasi pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan peserta yang terdiri dari perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR.



Berikut daftar peserta FGD (*Focus Group Discussion*) sebagai berikut :

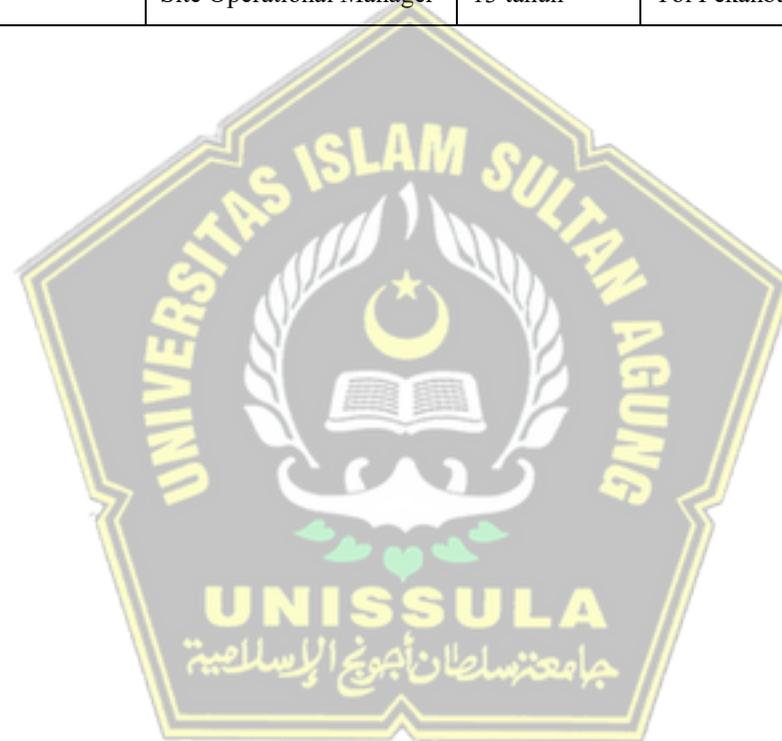
Tabel 4.1 Responden Penelitian

No	Nama Lengkap	Instansi	Jabatan	Pengalaman Kerja	Pekerjaan yang pernah atau sedang ditangani yang menggunakan <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	Email
1	Maya Fieva Desi L, ST	PT. Yodya Karya (Persero)	BIM Manager	15 tahun	DED Universitas Islam Malang, DED Yogyakarta Tower, DED Workshop Politeknik PU Semarang	maya.fieva@gmail.com
2	Muhammad Yusuf, ST	PT Yodya Karya (Persero)	Mechanical Engineer	15 tahun	DED Perencanaan Gedung Workshop Politeknik PUPR Semarang	yusuf_mech98@yahoo.com
3	Danang Rujito Wibowo, ST., M.Si	PT. Yodya Karya (Persero)	Kepala Wilayah 1	18 tahun	DED Yogya Tower, DED Ged Workshop Politeknik PU	bacalahaku@yahoo.com
4	Risdiana Cholifatul Afifah, ST., MT.	Politeknik Pekerjaan Umum	Dosen	10 tahun	Pengembangan e maintenance pada pekerjaan pemeliharaan dan perawatan bangunan hijau gedung pemerintah berbasis WBS dengan menggunakan BIM untuk meningkatkan kinerja pemeliharaan dan perawatan gedung	risdiana.afifah@gmail.com
5	Anton Purwoko, ST	PT. Adhi Karya (Persero)	Civil Engineer	12 Tahun	Renovasi Stadion Manahan Solo	anton.pw@gmail.com
6	Kurnia Denny Prabowo, ST	PT. Yodya Karya	Mechanical Engineer	7 tahun	Politeknik PU Semarang	denniprabowo21@gmail.com
7	Ir. Bambang Riyanto, MT	PT. Yodya Karya (Persero)	Senior Architect	27 tahun	DED Gedung Workshop Politeknik PU Semarang, MK Gedung Serbaguna Universitas Diponegoro Semarang	briyanto_tropis@yahoo.com
8	Ganda Bachtiar S, ST	PT Yodya Karya (Persero)	Civil Engineer	7 tahun	DED Workshop Politeknik Pekerjaan Umum	projectganda@yahoo.co.id
9	Wahyu Asra Adi Kurniawan, ST	Kementerian PUPR	Staf	8 tahun	Politeknik PU Semarang	wahyu.asra@gmail.com
10	Ryan Florenda, ST	PT PP (Persero) Tbk	Site Engineering Manager	11 tahun	Grand Kamala Lagoon Apartment	ryanflorenda@gmail.com
11	Galieh Alfanto, ST	PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk	Kepala Seksi Engineering	8 tahun	La tour de Goree Senegal Apartment	galieh.alfanto@gmail.com

Lanjutan Tabel 4.1 Responden Penelitian

No	Nama Lengkap	Instansi	Jabatan	Pengalaman Kerja	Pekerjaan yang pernah atau sedang ditangani yang menggunakan <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	Email
12	Ary Aprianto, ST	PT Waskita Karya (Persero)	Civil Engineer	10 tahun	Pembangunan Bendungan Temef NTT	aprianto.ary@gmail.com
13	Wibowo Kurniawan, ST	PT. Hutama Karya Infrastruktur	Site Operational Manager	13 tahun	Tol Pekanbaru - Bangkinang	wb_kurnia@yahoo.com

Sumber : Hasil Analisis, 2021.



4.4. Kelebihan dan Kekurangan *Building Information Modeling* (BIM)

4.4.1. Kelebihan *Building Information Modeling* (BIM)

Building Information Modeling (BIM) memiliki beberapa kelebihan dibandingkan *software* konvensional. Adapun beberapa kelebihan *Building Information Modeling* (BIM) dijelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Kelebihan BIM

Uraian	Sumber
a. Mendeteksi konflik atau kesalahan lebih awal dan mampu mencegahnya.	(Azhar et al., 2012), (Hwang et al., 2019), (Gu & London, 2010), (Nelson & Sekarsari, 2019), (Mieslenna & Wibowo, 2019), (Rayendra & Soemardi, 2014), dan (Wilis et al., 2017)
b. Memberikan informasi secara lengkap dan cepat.	(Jin et al., 2017), (Nelson & Sekarsari, 2019).
c. Kemudahan pengambilan keputusan baik saat proses perencanaan dan desain.	(Xu et al., 2018), (Nelson & Sekarsari, 2019).
d. Sinergi antara pemangku kepentingan konstruksi (owner, kontraktor, konsultan, dsb).	(Eadie et al., 2013), (Nelson & Sekarsari, 2019), (Raflis et al., 2019).
e. Efisiensi terhadap waktu pengerjaan proyek.	(Azhar et al., 2012), (Giel & Issa, 2013), (Rayendra & Soemardi, 2014), dan (Wilis et al., 2017).
f. Meminimalisir <i>rework</i> .	(Rayendra & Soemardi, 2014), (Mieslenna & Wibowo, 2019)
g. Dokumentasi proses konstruksi memiliki kualitas dan akurasi tinggi.	(Rayendra & Soemardi, 2014), (Wilis et al., 2017) dan (Azhar et al., 2012).
h. Digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan.	(Eadie et al., 2013), (Rayendra & Soemardi, 2014).
i. Transparansi data bagi semua pihak pekerja proyek.	(Gu & London, 2010), (Migilinkas et al., 2013), dan (Hardin, 2009)
j. Kemudahan dalam koordinasi antar pekerja.	(Azhar et al., 2012), (Gu & London, 2010) (Hardin, 2009), (Barlish & Sullivan, 2012), dan (Wilis et al., 2017)

Sumber : Hasil Analisis, 2021.

Building Information Modeling (BIM) mampu melakukan deteksi awal terhadap konflik atau kesalahan dan mampu mencegahnya karena BIM memiliki fitur *Clash Detection* yang berfungsi untuk identifikasi, meninjau dan melaporkan adanya gangguan dalam suatu model proyek dalam tahap desain dan prakonstruksi. *Clash Detection* pada BIM dipergunakan untuk mengecek pekerjaan yang sedang berlangsung maupun yang sudah selesai dikerjakan. *Clash*

Detection dapat meminimalisir resiko terjadinya *human error* yang kemungkinan terjadi dalam tahap konstruksi. Pekerjaan ini perlu dilakukan melalui proses integrasi berbagai model yang berasal dari multi disiplin ilmu, baik arsitektur, sipil maupun mekanikal elektrikal dan plumbing. Kesalahan yang biasanya terjadi di lapangan akan langsung terdeteksi pada tahap pemodelan, bahkan sebelum kegiatan di lapangan dilakukan. Proses ini bahkan bisa melihat konflik atau bentrok yang terjadi pada obyek, misal batang besi yang ada dalam dinding beton, sehingga secara keseluruhan adanya *clash detection* akan menurunkan biaya tinggi, meminimalisir perubahan jadwal pembangunan dan lain sebagainya.

Building Information Modeling (BIM) merupakan sebuah sistem, manajemen, metode atau urutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian di proyeksikan ke dalam model 3 (tiga) dimensi. Didalam BIM melekat semua informasi bangunan tersebut yang berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan konstruksi serta pemeliharaan bangunan tersebut beserta infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait di dalam proyek seperti konsultan, kontraktor dan pemilik proyek. Penggunaan teknologi BIM sangat berguna dalam menghadapi tantangan dunia konstruksi saat ini yaitu *zero tolerance for errors, time constraint, high precision* serta *big responsibility*.

4.4.2. Kekurangan *Building Information Modeling* (BIM)

Building Information Modeling (BIM) dengan berbagai kelebihanannya juga memiliki beberapa kekurangan. Adapun beberapa kekurangan *Building Information Modeling* (BIM) dijelaskan pada tabel 4.3 seperti berikut :

Tabel 4.3 Kekurangan BIM

Topik	Sumber
1. Biaya investasi besar	(Azhar et al., 2012), (Barlish & Sullivan, 2012), (Gardezi, et al., 2014), (Juan et al., 2016), (Nelson & Sekarsari, 2019), dan (Wilis et al., 2017).
2. Dibutuhkan spesifikasi <i>hardware</i> yang tinggi	(Berlian P. et al., 2016), (Mieslenna & Wibowo, 2019).
3. SDM spesialis BIM terbatas	(Frans & Messner, 2019), (Mieslenna & Wibowo, 2019)
4. Transisi budaya kerja dari konvensional ke BIM butuh waktu yang lama	(Frans & Messner, 2019), (Mieslenna & Wibowo, 2019)

Sumber : Hasil Analisis, 2021

Building Information Modeling (BIM) memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan yang paling utama adalah nilai investasi *software Building Information Modeling* (BIM) hingga kini masih relatif mahal sehingga jenis proyek yang lebih efisien dan efektif untuk memakai BIM adalah proyek *Design and Built* yang saat ini banyak dipakai dalam proyek-proyek percepatan nasional.

Besarnya nilai investasi *Building Information Modeling* (BIM) antara lain terdiri dari beberapa hal berikut :

- a. *License* per tahun dengan kisaran harga puluhan juta hingga ratusan juta rupiah tergantung paket pembelian yang dipilih.
- b. *Hardware* yang digunakan relatif memiliki spesifikasi tinggi, seperti : processor Intel Core i7 , minimum memory 16 Gb, minimum graphic card 8 Gb, dengan kisaran harga sekitar 40 juta per unit.
- c. Training / pelatihan untuk meningkatkan kompetensi personil, dimana pelatihan harus dilakukan secara rutin sampai dengan personil memiliki kemampuan untuk mengoperasikan *Building Information Modeling* (BIM).

Selain hal tersebut diatas, kelemahan secara teknis dari *Building Information Modeling* (BIM) adalah adaptasi dari sistem konvensional ke *Building Information Modeling* (BIM) memerlukan waktu yang relatif lama, tergantung kemampuan masing-masing personil. Personil harus benar-benar memahami *Standard Operating Procedure* (SOP) dan *workflow* BIM untuk masing-masing fase konstruksi mulai pradesain sampai dengan pelaksanaan konstruksi hingga ke pemeliharaan bangunan. Personil harus memahami beberapa dimensi konstruksi BIM dimana untuk masing-masing dimensi konstruksi BIM harus mendapatkan

pelatihan dan sertifikasi level keahlian tertentu sebelum personil tersebut dapat menangani pekerjaan menggunakan BIM. Pemakaian BIM juga harus selalu terhubung dengan akses internet dan *document management* BIM yang mengharuskan pengguna BIM untuk menyewa sistem *cloud* dengan biaya tertentu dalam jangka waktu tertentu.

4.4.3. Kelebihan dan Kekurangan *Building Information Modeling* (BIM) Dibandingkan Metode Konvensional

Building Information Modeling (BIM) memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan dibandingkan metode konvensional. Adapun beberapa perbandingan BIM dan metode konvensional di jelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.4 Perbandingan Penggunaan BIM dan Metode Konvensional

No	Parameter	BIM	Konvensional
1.	Waktu	Pelaksanaan pekerjaan yang menggunakan BIM mampu memberikan efisiensi waktu pelaksanaan jika di bandingkan metode konvensional, karena mampu mendeteksi kesalahan lebih awal dan mampu mencegahnya. BIM dapat memberikan visualisasi nyata terhadap suatu obyek yang akan dibangun lengkap dengan semua informasi obyek tersebut sebelum diimplementasikan secara nyata di lapangan sehingga proses konstruksi menjadi lebih efektif dan efisien karena segala permasalahan konstruksi dapat dibahas dan diselesaikan di awal.	Pelaksanaan pekerjaan menggunakan metode konvensional relatif lebih membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan menggunakan BIM karena semua masih dilakukan dengan berbagai perangkat dan belum terintegrasi antar perangkat tersebut serta cara yang <i>paper-based</i> dan banyak hal yang akhirnya menjadi sia-sia jika terdapat perubahan-perubahan yang terjadi sepanjang proses konstruksi, karena harus mengulang proses desain dari awal, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

Lanjutan Tabel 4.4 Perbandingan Penggunaan BIM dan Metode Konvensional

No	Parameter	BIM	Konvensional
2.	Biaya	<p>BIM mampu memberikan efisiensi biaya dari jumlah tenaga ahli yang diperlukan untuk menangani suatu proyek. Tenaga Ahli yang dibutuhkan pada pekerjaan yang menggunakan BIM lebih sedikit dibanding tenaga ahli pada pekerjaan yang menggunakan metode konvensional.</p> <p>Dari sisi investasi, BIM membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan pada metode konvensional. Besarnya nilai investasi BIM terdiri dari beberapa hal seperti lisensi BIM, <i>hardware</i> yang digunakan relatif memiliki spesifikasi tinggi, serta biaya pelatihan personil yang cukup besar sampai pada tahap personil tersebut mampu mengoperasikan BIM dan mengaplikasikannya pada suatu proyek.</p>	<p>Jumlah tenaga ahli yang diperlukan untuk menangani suatu proyek dengan menggunakan metode konvensional relatif lebih banyak jika dibanding menggunakan BIM, sehingga dari sisi biaya penggunaan metode konvensional membutuhkan biaya yang lebih besar dibanding jika menggunakan BIM.</p> <p>Besarnya nilai investasi menggunakan metode konvensional jauh lebih kecil jika dibandingkan menggunakan BIM. Secara umum sebagian besar <i>Engineer</i> di Indonesia sudah memiliki beberapa <i>software</i> teknik yang digunakan untuk menangani suatu proyek serta sudah mampu untuk mengoperasikan <i>software</i> tersebut. Sebagian besar <i>software</i> yang digunakan menggunakan lisensi yang tidak asli (<i>crack</i>) dan akan di <i>banned</i> jika <i>software</i> terkoneksi dengan internet.</p>

Lanjutan Tabel 4.4 Perbandingan Penggunaan BIM dan Metode Konvensional

No	Parameter	BIM	Konvensional
3.	Sumber Daya Manusia	<p>BIM mampu meminimalisir kebutuhan tenaga ahli pada suatu proyek dibandingkan penggunaan metode konvensional.</p> <p>BIM dapat memberikan kemudahan sinergi antara pemangku kepentingan pada suatu proyek konstruksi. Serta memudahkan dalam pengambilan keputusan baik saat proses perencanaan maupun saat pelaksanaan konstruksi.</p> <p>Untuk dapat mengoperasikan BIM dengan baik memerlukan waktu yang relatif lama tergantung kemampuan masing-masing personil dalam memahami BIM dan sebelumnya personil tersebut harus mengikuti beberapa pelatihan BIM sampai pada tahap mampu untuk mengaplikasikannya pada proyek yang sesungguhnya.</p>	<p>Pada proyek yang menggunakan metode konvensional, kebutuhan tenaga ahli lebih banyak dibandingkan menggunakan BIM.</p> <p>Secara umum pekerja konstruksi di Indonesia sudah memiliki kemampuan untuk mengoperasikan beberapa <i>software</i> teknik yang digunakan pada proyek konstruksi dengan metode manual, seperti : Autocad, SAP, Microsoft Excel, Microsoft Project, dll.</p>

Lanjutan Tabel 4.4 Perbandingan Penggunaan BIM dan Metode Konvensional

No	Parameter	BIM	Konvensional
4.	Kualitas	<p>Pada BIM dokumentasi proses konstruksi memiliki kualitas dan akurasi tinggi. BIM dapat digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan sehingga memudahkan pemilik proyek saat akan melakukan perawatan berkala sebuah bangunan yang sudah di serahterimakan.</p> <p>BIM menggunakan <i>Document Management</i> yang sudah menggunakan sistem <i>cloud</i> sehingga memudahkan mencari informasi secara detail dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan serta data pekerjaan tidak mudah rusak / hilang.</p>	<p>Pada pekerjaan yang masih menggunakan metode konvensional dokumentasi pekerjaan masih mengandalkan media cetak sehingga membuat informasi tersebut dapat mudah rusak/hilang. Media cetak juga rentan mengalami kerusakan akibat penyimpanan yang tidak teratur dan susah untuk direplikasi.</p> <p>Informasi yang tersedia dapat terpisah-pisah. Dokumen yang dimiliki oleh konsultan dan kontraktor dapat saja berbeda akibat perubahan yang terjadi di lapangan. Dokumen yang diserahkan kepada pemilik pekerjaan pun dapat mengalami perubahan dan tidak menggambarkan bangunan yang sudah selesai dibangun.</p>

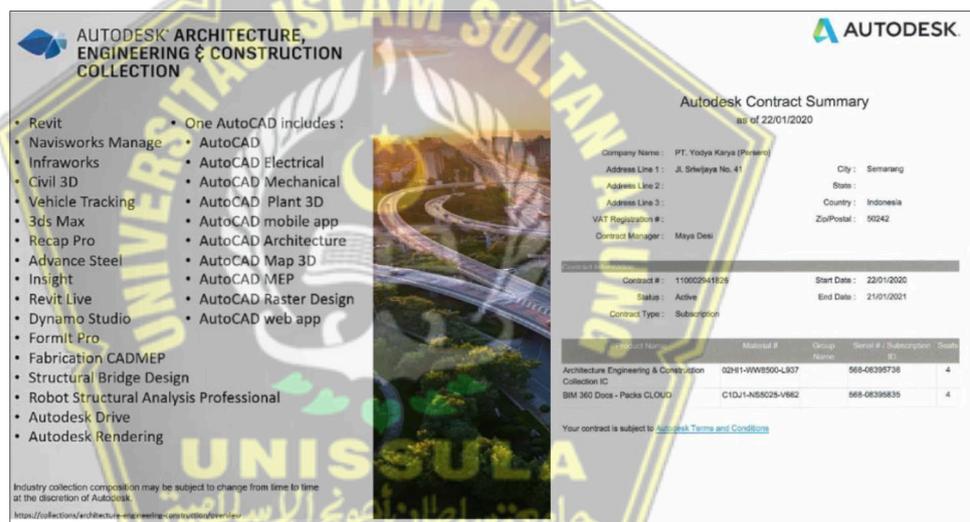
Tabel diatas menjelaskan tentang perbandingan *Building Information Modeling* (BIM) dibandingkan dengan metode konvensional dari beberapa parameter, seperti waktu, biaya, sumber daya manusia dan kualitas.

4.5. Evaluasi Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) di Proyek Konstruksi

Berdasarkan FGD (*Focus Group Discussion*) terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) yang sudah dilaksanakan terdapat beberapa hal sebagai berikut :

4.5.1. Penerapan Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) pada Perencanaan Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR.

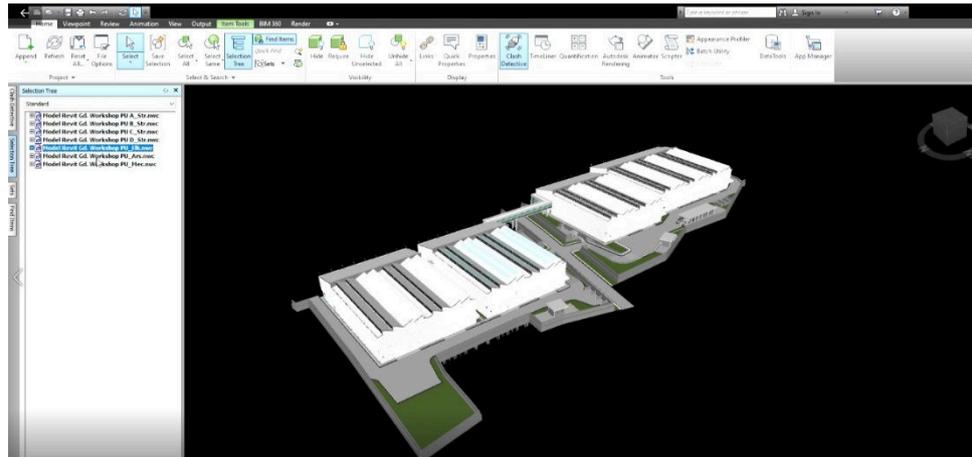
PT. Yodya Karya (Persero) selaku konsultan perencana menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek Perencanaan Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR. Pengaplikasian BIM ini berbasis perangkat lunak khusus, seperti Autodesk Revit, Naviswork, Infraworks, BIM 360Docs, Lumion, Cubicost dan *software* lainnya.



Gambar 4.11 License BIM PT. Yodya Karya (Persero)

(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

Gambar lisensi *Building Information Modeling* (BIM) yang dimiliki oleh PT. Yodya Karya (Persero) seperti ditunjukkan pada gambar 4.11 yang digunakan pada proyek Perencanaan Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR.



Gambar 4.12 Pembuatan 3D Gedung Politeknik PU

(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

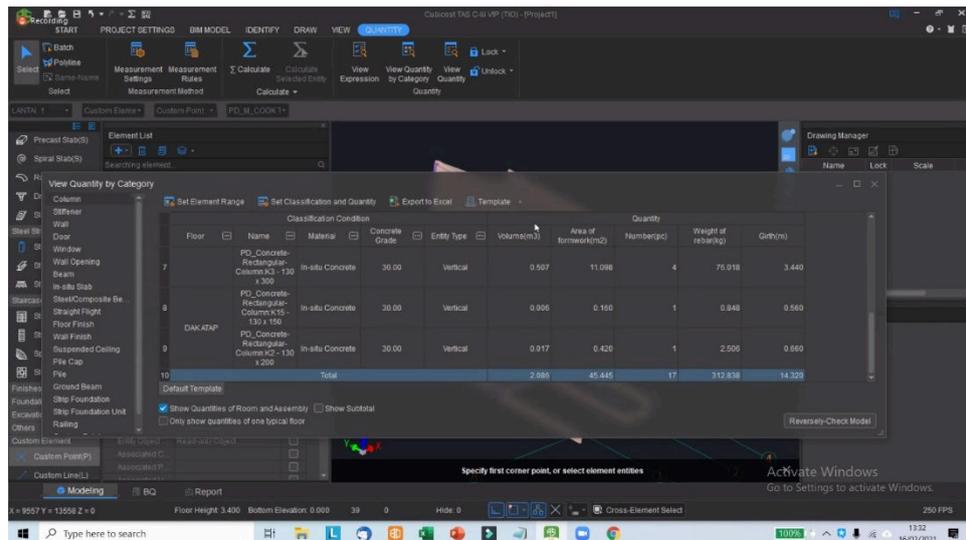
Gambar pembuatan gambar 3 (tiga) dimensi gedung Politeknik Pekerjaan Umum dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling* (BIM) yaitu Revit.



Gambar 4.13 Pembuatan 3D Interior Gedung Politeknik PU

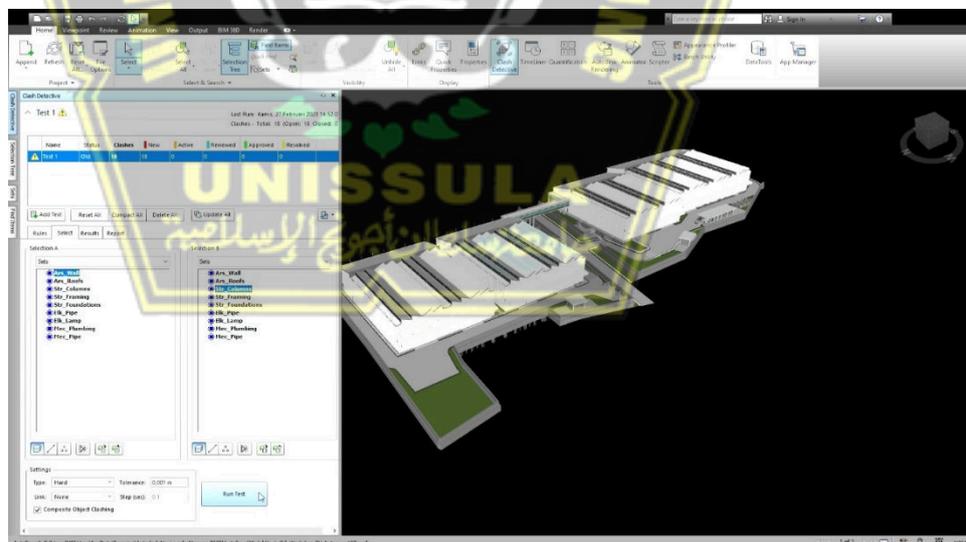
(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

Gambar pembuatan gambar 3 (tiga) dimensi bagian interior bangunan gedung Politeknik Pekerjaan Umum dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling* (BIM) yaitu Revit.



Gambar 4.14 Quantity Take Off Gedung Politeknik PU
(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

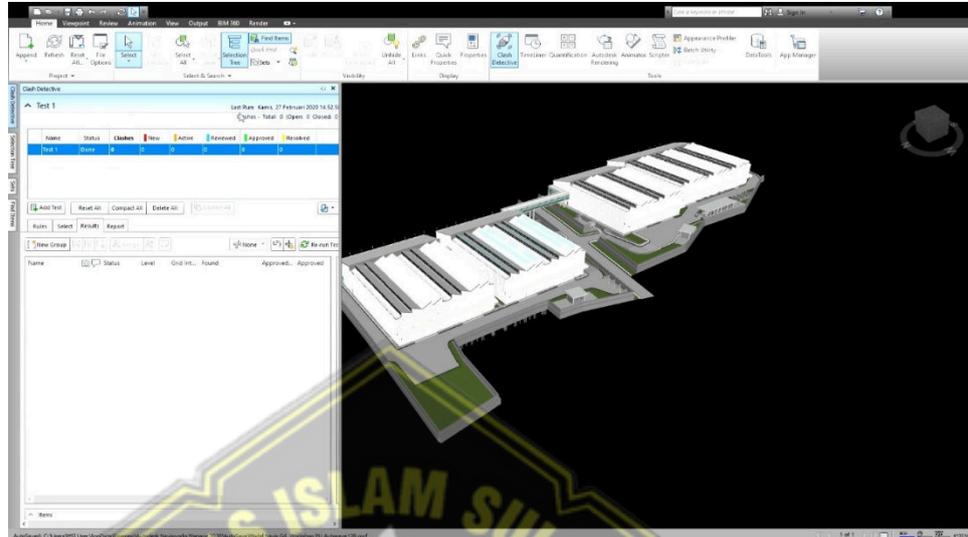
Gambar perhitungan volume pekerjaan gedung Politeknik Pekerjaan Umum dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling* (BIM) yaitu Cubicost. File gambar yang sudah dibuat dengan menggunakan *software Revit* bisa secara langsung di *import* ke *software Cubicost* untuk secara otomatis dilakukan perhitungan volume.



Gambar 4.15 Cek Clash Menggunakan Fitur Clash Detective
(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

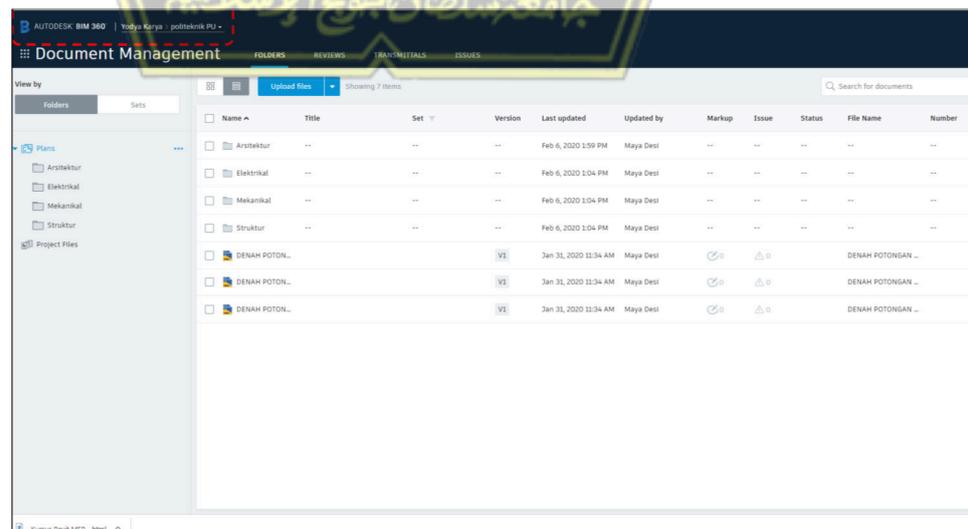
Gambar pengecekan *clash* pada desain gedung Politeknik Pekerjaan Umum dengan menggunakan fitur *Clash Detective* pada *software Building Information Modeling* (BIM). Dengan fitur *Clash Detective* dapat mengetahui

apabila ada pekerjaan yang saling berbenturan, misalnya pada pekerjaan struktur kolom atau balok dengan pekerjaan mekanikal elektrikal dan plumbing, sehingga dapat meminimalisir permasalahan saat pelaksanaan.



Gambar 4.16 Clash Report Gedung Politeknik PU
(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

Gambar hasil pengecekan *clash* pada desain gedung Politeknik Pekerjaan Umum dengan menggunakan fitur *Clash Detective* pada *software Building Information Modeling* (BIM) dengan tidak ditemukannya *clash* antar komponen pekerjaan baik pekerjaan struktural, arsitektural maupun mekanikal elektrikal dan plumbing.



Gambar 4.17 Document Management BIM
(Sumber : PT. Yodya Karya (Persero), 2020)

Pada pekerjaan Perencanaan Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR sudah digunakan *Document Management* dari Autodesk BIM360 yang sudah menggunakan system *Cloud* sehingga memudahkan dokumentasi dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan diharapkan akan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan.

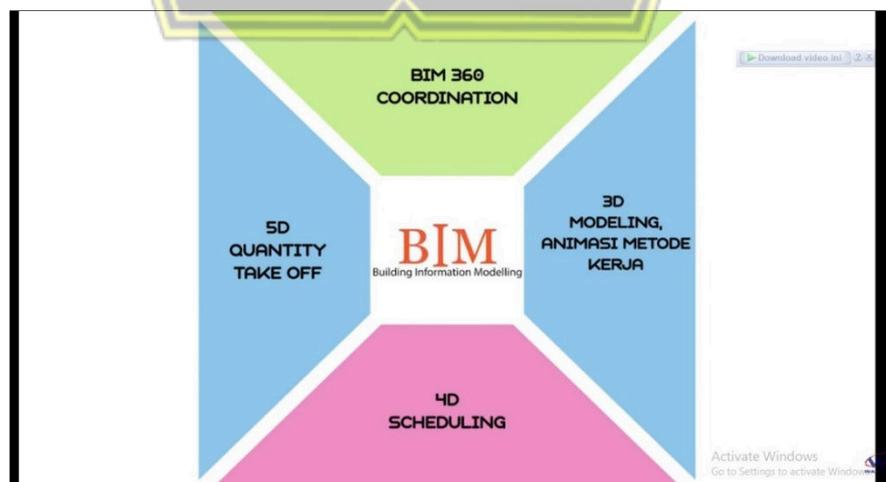
Pada Perencanaan Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR PT. Yodya Karya (Persero) melaksanakan BIM sampai dengan Tahap 5D yaitu Tahap *Quantity Take Off*.

PT. Yodya Karya (Persero) dalam pelaksanaan pekerjaan Perencanaan Gedung *Workshop* Politeknik Kementerian PUPR dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) terdapat beberapa kendala berikut ini:

1. Belum adanya sinergi BIM pada proyek karena pemilik proyek belum sepenuhnya memahami BIM.
2. Pada kontrak pekerjaan belum diatur secara detail terkait keluaran produk BIM yang diminta oleh pengguna jasa.

4.5.2. Penerapan Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) pada Pembangunan Bendungan Temef

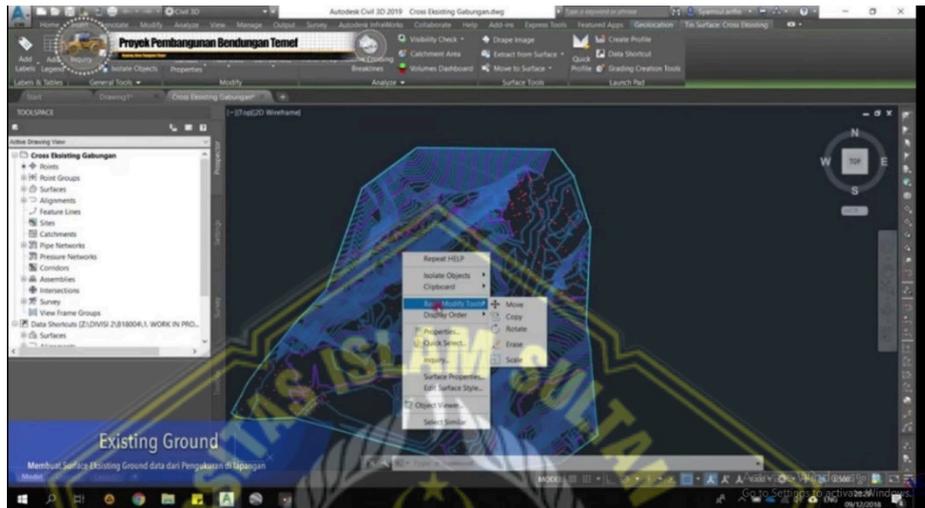
Konstruksi bendungan Temef dikerjakan oleh PT. Waskita Karya (Persero) Tbk pada Paket 1 yaitu pekerjaan bangunan pengelak dan pekerjaan bendungan utama. Pengaplikasian BIM ini berbasis perangkat lunak khusus, seperti Autodesk Revit, Naviswork, Infracore, BIM 360Docs, Lumion dan *software* lainnya.



Gambar 4.18 Dimensi Konstruksi BIM Pada Proyek Bendungan Temef

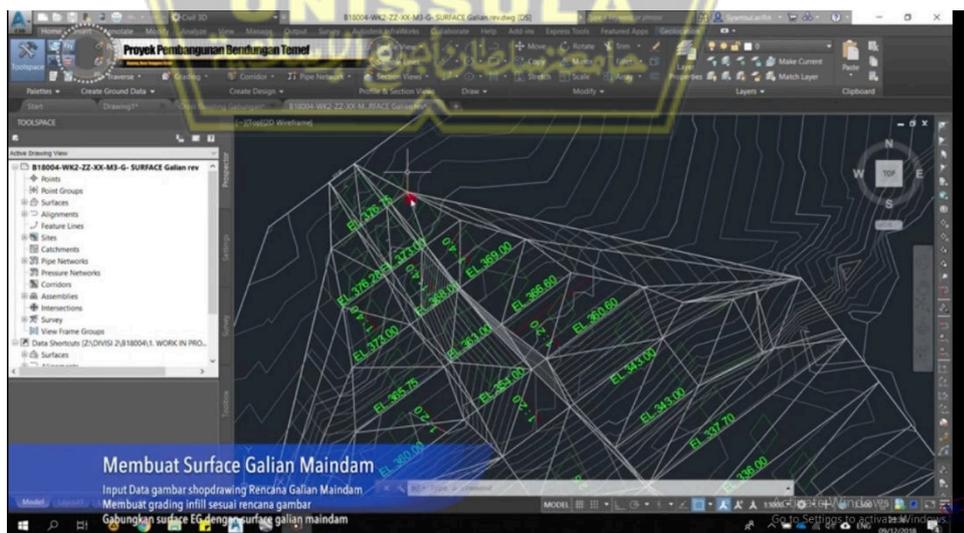
(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

Pada Proyek Bendungan Temef, PT. Waskita Karya (Persero) Tbk melaksanakan BIM sampai dengan Tahap 5D yaitu Tahap *Quantity Take Off*. Berikut ini beberapa proses implementasi *Building Information Modeling* (BIM) pada Proyek Bendungan Temef :



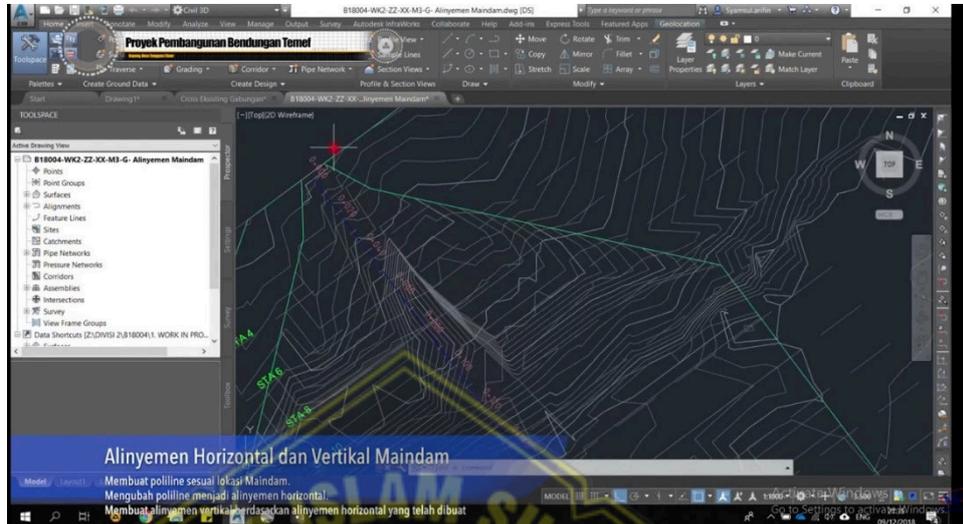
Gambar 4.19 Plotting Existing Ground Bendungan Temef
(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

Gambar *Plotting Existing Ground* Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu software *Building Information Modeling* (BIM) yaitu Autodesk Civil 3D.



Gambar 4.20 Membuat Surface Galian Maendam Bendungan Temef
(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

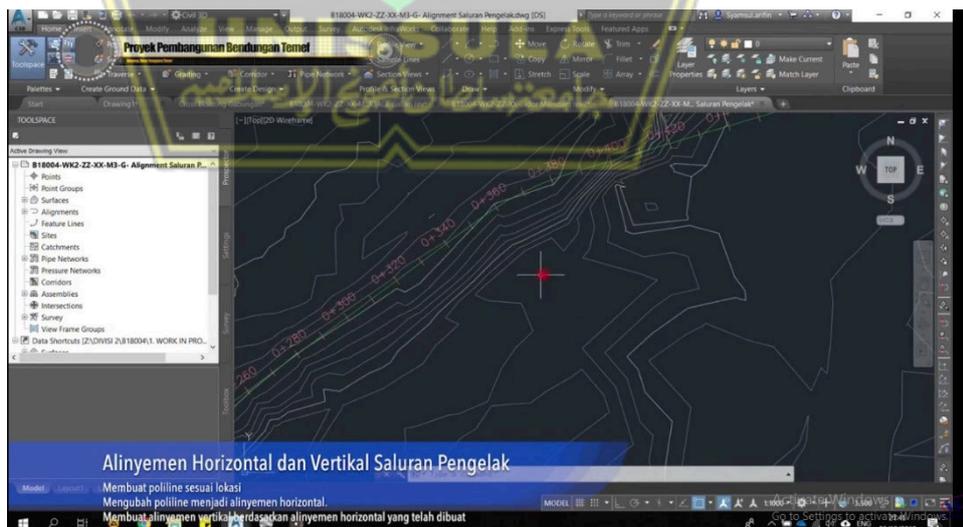
Gambar pembuatan surface galian maindam Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling* (BIM) yaitu Autodesk Civil 3D.



Gambar 4.21 Alinyemen Horizontal dan Vertical Maendam Bendungan Temef

(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

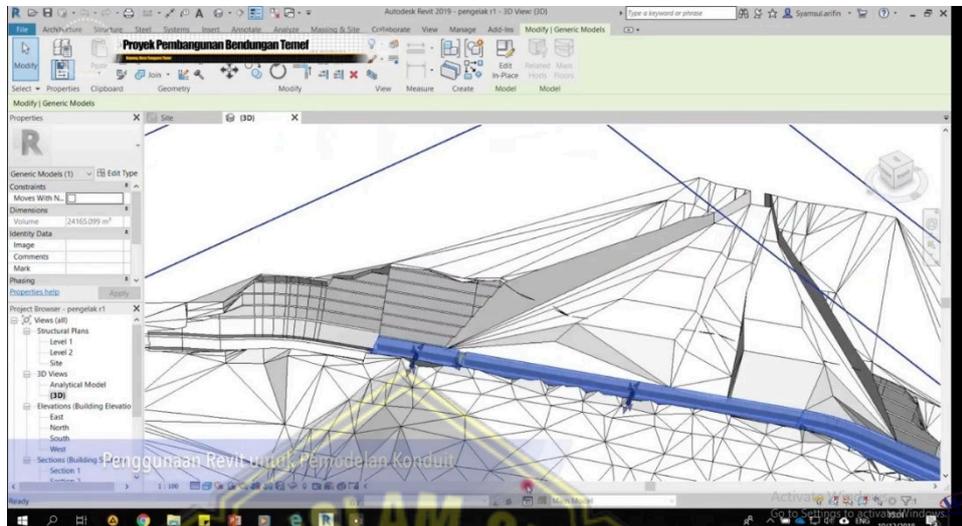
Gambar alinyemen horizontal dan vertical maindam Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling* (BIM) yaitu Autodesk Civil 3D.



Gambar 4.22 Alinyemen Horizontal dan Vertical Saluran Pengelak Bendungan Temef

(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

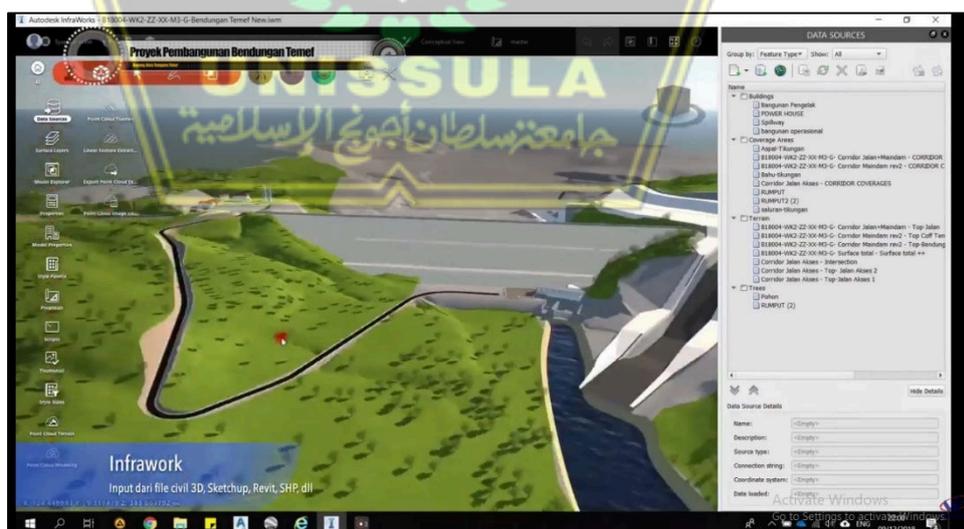
Gambar alinyemen horizontal dan vertical saluran pengelak Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling (BIM)* yaitu Autodesk Civil 3D.



Gambar 4.23 Pemodelan Konduit Bendungan Temef

(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

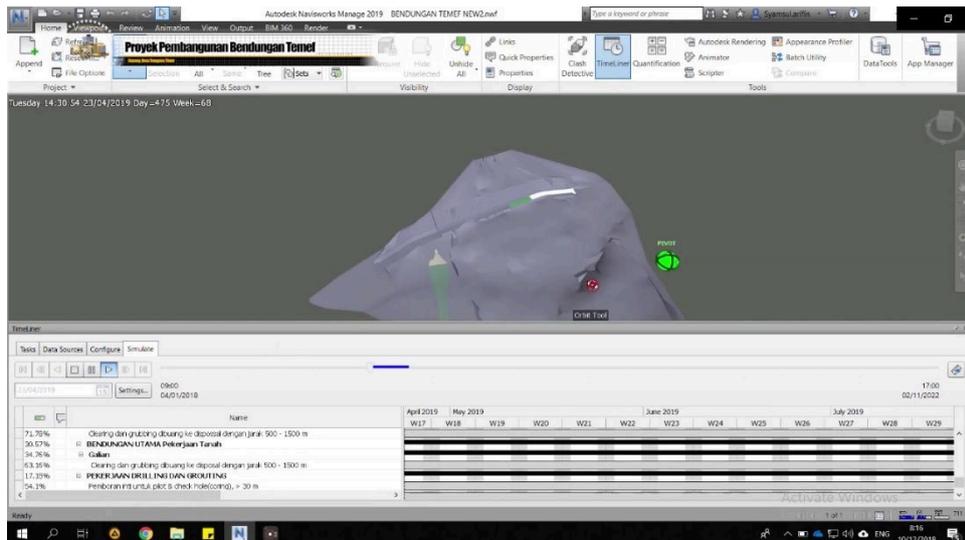
Gambar pembuatan Pemodelan Konduit Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling (BIM)* yaitu Autodesk Revit.



Gambar 4.24 Pembuatan Animasi Bendungan Temef

(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

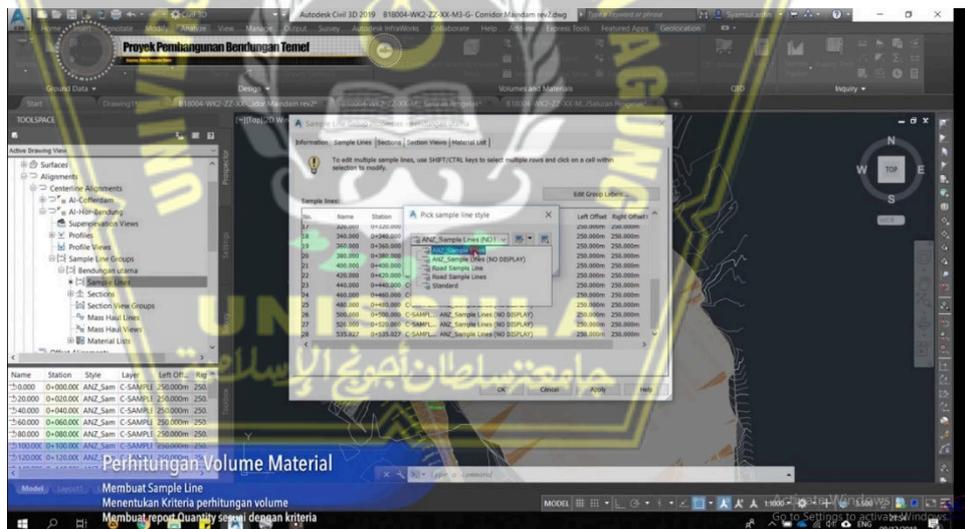
Gambar pembuatan animasi Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling (BIM)* yaitu Infracore.



Gambar 4.25 Scheduling Bendungan Temef

(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

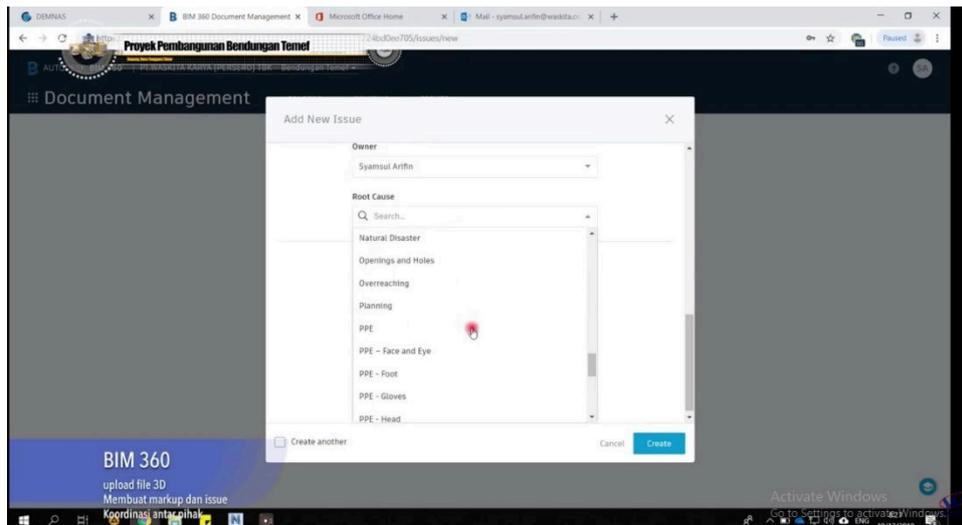
Gambar pembuatan *scheduling* Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu software *Building Information Modeling* (BIM) yaitu Naviswork.



Gambar 4.26 Quantity Take Off Bendungan Temef

(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

Gambar perhitungan volume material (*quantity take off*) Bendungan Temef dengan menggunakan salah satu software *Building Information Modeling* (BIM) yaitu Autodesk Civil 3D.



Gambar 4.27 Document Management BIM
(Sumber : <https://www.waskita.co.id/>)

Pada pekerjaan Bendungan Temef digunakan *Document Management* dari Autodesk BIM 360 yang sudah menggunakan system *Cloud* sehingga memudahkan dokumentasi dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan diharapkan akan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan.

PT. Waskita Karya (Persero) Tbk dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan bendungan Temef dengan menggunakan *Building Information Modeling (BIM)* terdapat beberapa kendala berikut ini :

1. Belum adanya sinergi BIM pada proyek karena pemilik proyek belum sepenuhnya memahami BIM.
2. Pada kontrak pekerjaan belum diatur secara detail terkait keluaran produk BIM yang diminta oleh pengguna jasa.

4.5.3. Penerapan Teknologi *Building Information Modeling (BIM)* Pada Proyek Renovasi Stadion Manahan

PT. Adhi Karya (Persero) Tbk menggunakan aplikasi BIM pada proyek Renovasi Stadion Manahan. Pengaplikasian BIM ini berbasis perangkat lunak khusus, seperti Autodesk Revit, Naviswork, BIM 360Docs, Lumion, VR Oculus Enscape, AR (Augmented Reality) dan software lainnya.

Adanya teknologi ini memudahkan pemilik proyek, Manajemen Konstruksi, dan perencana maupun pekerja proyek memantau dan bertukar informasi mengenai

proyek renovasi Stadion Manahan.

Pada Proyek Renovasi Stadion Manahan, PT. Adhi Karya (Persero) Tbk melaksanakan BIM sampai dengan Tahap 7D yaitu Tahap *Building Life Cycles*. Berikut ini beberapa proses implementasi BIM pada Proyek Renovasi Stadion Manahan :



Gambar 4.28 Virtual Reality Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

Building Information Modeling (BIM) dan *Virtual Reality* dapat dikatakan sebagai kombinasi terbaik karena kombinasi antara keduanya mempunyai banyak sekali keuntungan, antara lain dapat memverifikasi penggunaan ruang dan koordinasi sejak awal, membuat kontrol setiap tahapan pekerjaan dan mendapat banyak *feedback* mengenai proyek yang kemudian dapat meminimalisir kesalahan desain sebelum pindah ke tahapan dimana *real project* tersebut nantinya dilaksanakan. Selain itu bagi pemilik pekerjaan, pemanfaatan teknologi *Virtual Reality* menawarkan kesempatan untuk mengalami bagaimana proyek itu akan dibangun dan juga setelah terbangun sejak tahap awal, disaat proyek tersebut masih dalam tahap desain. Hal ini juga berarti bahwa proyek akan terlihat lebih realistis dari pada model 3D umumnya yang tersaji pada layar komputer. Sementara itu juga banyak permasalahan yang dapat diidentifikasi dan diselesaikan pada tahap awal.



Gambar 4.29 Persepektif Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

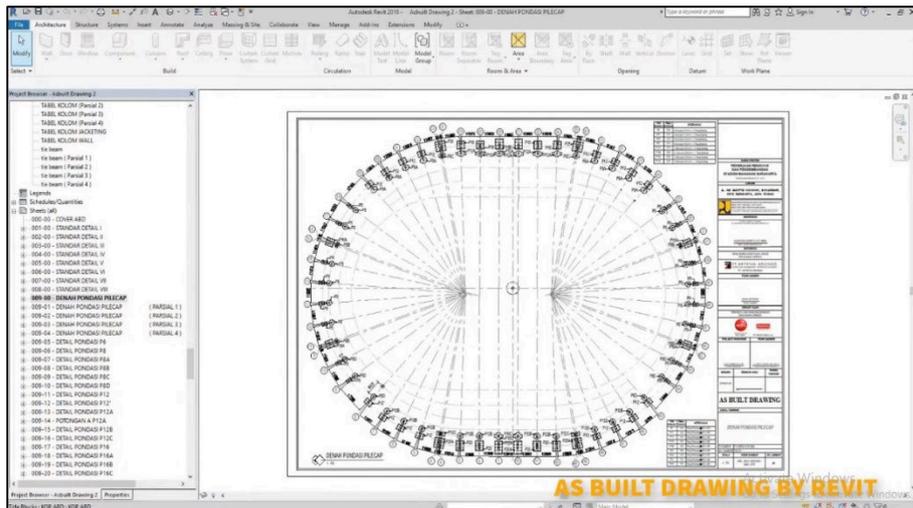
Gambar perspektif Stadion Manahan dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling (BIM)*.



Gambar 4.30 Proses *Approval Material* Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

Gambar proses *approval material* dengan proyek Stadion Manahan dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modelling* dengan menambahkan gambar visual terhadap letak dan detail item pekerjaan yang akan dimintakan *approval* kepada tim proyek sehingga lebih komunikatif dan mudah dipahami.



Gambar 4.31 As Built Drawing Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

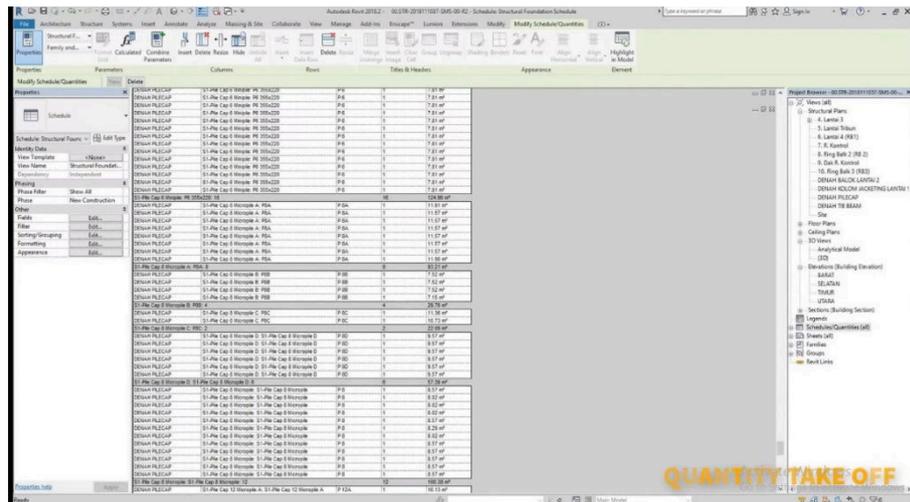
Gambar *asbuilt drawing* proyek Stadion Manahan dengan menggunakan salah satu *software Building Information Modeling (BIM)* yaitu Revit. Dengan menggunakan *Building Information Modelling* tim proyek dapat mengakses data proyek secara cepat dan mudah sehingga semua proses *approval* gambar oleh tim dapat dilakukan dengan cepat.



Gambar 4.32 BIM 4D Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

Gambar BIM 4D yaitu *Scheduling*. Dengan menggunakan BIM 4D memudahkan dalam memberikan gambaran *schedule* dan progress pekerjaan dalam bentuk visual sehingga lebih komunikatif dan mudah dipahami.



Gambar 4.33 BIM 5D Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

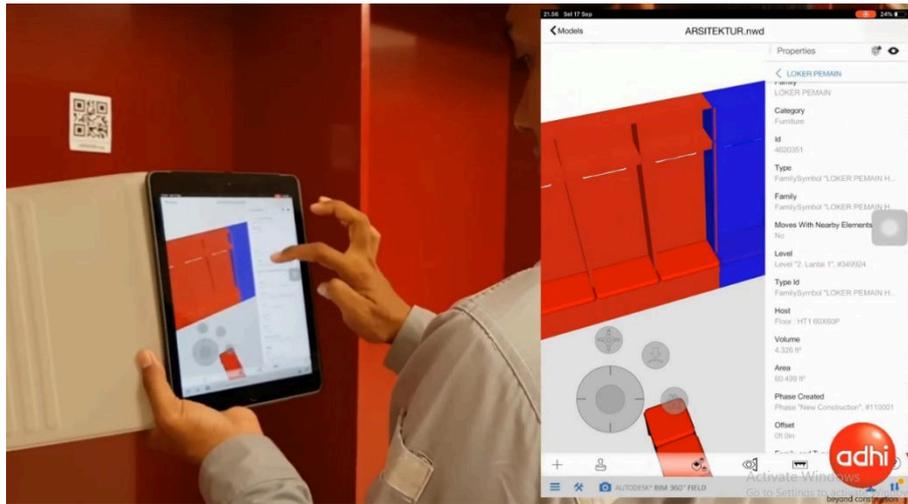
Gambar BIM 5D yaitu *Quantity Take Off*. Dengan menggunakan BIM 5D memudahkan dan mempercepat dalam menghitung volume pekerjaan dan dapat mengurangi kesalahan perhitungan volume yang dilakukan secara manual.



Gambar 4.34 BIM 7D Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

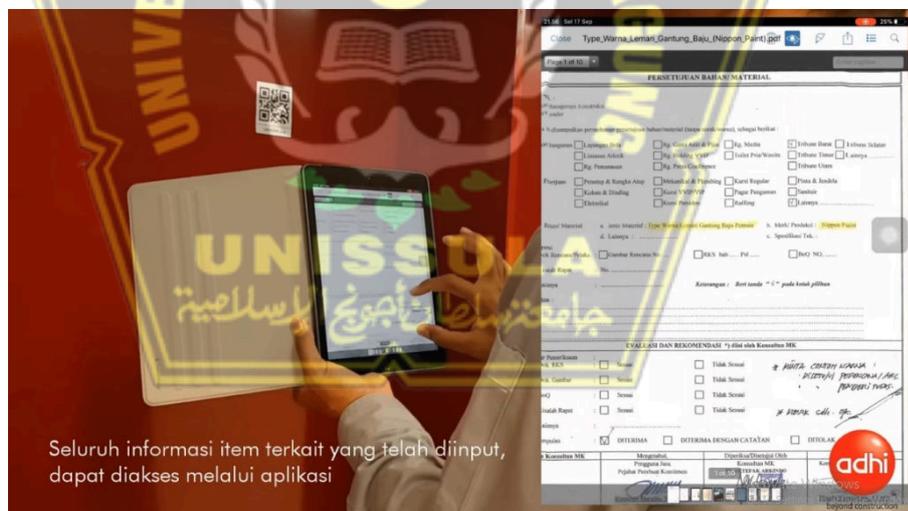
Gambar BIM 7D yaitu *Facility Management Application*. Dengan menggunakan BIM 7D dapat memudahkan dan mempercepat kita dalam mencari informasi semua item yang ada di proyek yang bisa dilakukan dengan *barcode scanning* untuk mendapatkan informasi mengenai item terkait. Hal ini sangat membantu pemilik proyek untuk *maintenance building*.



Gambar 4.35 BIM 7D Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

BIM 7D dapat dengan cepat menampilkan informasi detail setiap item pekerjaan dengan *barcode scanning* pada *barcode* yang tertera pada setiap item pekerjaan. Hal ini sangat membantu pemilik proyek untuk *maintenance building*.

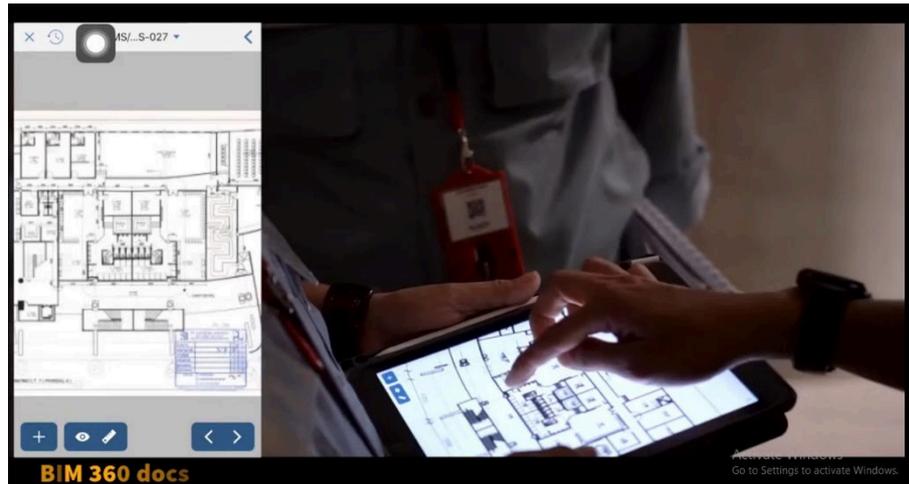


Seluruh informasi item terkait yang telah diinput, dapat diakses melalui aplikasi

Gambar 4.36 BIM 7D Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

BIM 7D dapat dengan cepat menampilkan seluruh informasi item terkait yang telah diinput dan dapat diakses melalui aplikasi.



Gambar 4.37 Document Management Stadion Manahan

(Sumber : <https://www.adhi.co.id/>)

Pada pekerjaan Stadion Manahan digunakan *Document Management* dari Autodesk BIM 360 yang sudah menggunakan system *Cloud* sehingga memudahkan mencari informasi secara detail dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan diharapkan akan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan.

PT. Adhi Karya (Persero) Tbk dalam pelaksanaan pekerjaan Renovasi Stadion Manahan dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) terdapat beberapa kendala berikut ini :

1. Belum adanya sinergi BIM pada proyek karena pemilik proyek belum sepenuhnya memahami BIM.
2. Pada kontrak pekerjaan belum diatur secara detail terkait keluaran produk BIM yang diminta oleh pengguna jasa.

4.6. Hasil Evaluasi Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) Pada Proyek Konstruksi

Hasil evaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi yang di tinjau dijelaskan pada table 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Penerapan BIM di Proyek Konstruksi

No.	Nama Proyek	Kelebihan	Kekurangan
1.	Gedung <i>Workshop</i> Politeknik Pekerjaan Umum Kementerian PUPR	<p>a. BIM mempunyai fitur <i>Clash Detective</i> yang dapat digunakan untuk mendeteksi konflik / kesalahan desain lebih awal sehingga dapat meminimalisir <i>rework</i> dan pada akhirnya dapat memberikan efisiensi terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan.</p> <p>b. Pelaksanaan pekerjaan sampai pada tahap 5D (<i>Quantity Take Off</i>) dimana hasil perhitungan volume bisa dilakukan secara cepat, akurat dan bisa meminimalisir kesalahan jika dibandingkan dengan perhitungan volume secara manual.</p> <p>c. Menggunakan <i>Document Management</i> dari <i>Autodesk BIM 360</i> yang sudah menggunakan sistem <i>cloud</i> sehingga memudahkan mencari informasi secara detail dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan dan data pekerjaan tidak mudah rusak / hilang.</p> <p>d. Konsultan Perencana menyerahkan file BIM model kepada pengguna jasa untuk nantinya digunakan pada proses konstruksi.</p>	<p>a. Pada kontrak pekerjaan belum dijelaskan pada tahapan dimensi konstruksi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) mana yang harus dilaksanakan oleh penyedia jasa dan belum diatur secara detail output produk <i>Building Information Modeling</i> (BIM) yang diminta oleh pengguna jasa.</p> <p>b. Belum adanya sinergi antara unsur proyek karena pengguna jasa belum sepenuhnya memahami BIM. Tim teknis pekerjaan dan pengguna jasa belum memiliki sertifikasi BIM dan belum memahami <i>Standard Operating Procedure</i> dan <i>workflow</i> implementasi BIM pada setiap fase konstruksi. Pengguna jasa memiliki pemahaman berbeda-beda dalam menerjemahkan BIM karena regulasi pemerintah berlaku saat ini yaitu Permen PUPR No 22 Tahun 2018 belum secara detail mengatur tentang prosedur, tahapan dan output implementasi BIM.</p>
2.	Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan.	<p>a. BIM mempunyai fitur <i>Clash Detective</i> yang dapat digunakan untuk mendeteksi konflik / kesalahan desain lebih awal sehingga dapat meminimalisir <i>rework</i> dan pada akhirnya dapat memberikan efisiensi terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan.</p>	<p>a. Pada kontrak pekerjaan belum dijelaskan pada tahapan dimensi konstruksi BIM mana yang harus dilaksanakan oleh penyedia jasa dan belum diatur secara detail output produk <i>Building Information Modeling</i> (BIM) yang diminta oleh pengguna jasa.</p>

Lanjutan Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Penerapan BIM di Proyek Konstruksi

No.	Nama Proyek	Kelebihan	Kekurangan
2.	Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan.	<p>b. <i>Scheduling</i> pekerjaan dibuat secara detail dengan menggunakan <i>software</i> BIM yaitu Naviswork yang dapat menampilkan visualisasi pada setiap tahapan pekerjaan yang dilaksanakan sehingga dapat dengan mudah dipahami oleh unsur proyek. Hal ini juga dapat meminimalisir keterlambatan pekerjaan dilapangan.</p> <p>c. Pelaksanaan pekerjaan sampai pada tahap 5D (<i>Quantity Take Off</i>) dimana hasil perhitungan volume bisa dilakukan secara cepat, akurat dan bisa meminimalisir kesalahan jika dibandingkan dengan perhitungan volume secara manual.</p> <p>d. Menggunakan <i>Document Management</i> dari <i>Autodesk</i> BIM 360 yang sudah menggunakan sistem <i>cloud</i> sehingga memudahkan mencari informasi secara detail dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan data pekerjaan tidak mudah rusak / hilang.</p>	<p>b. Tidak ada file BIM model dari konsultan perencana karena pekerjaan perencanaan dilakukan sebelum di keluarkannya Permen PU No. 22/2018 sehingga proses perencanaan masih menggunakan metode konvensional. Penyedia jasa konstruksi membuat BIM model mulai dari pemodelan topografi menggunakan fotogrametri, pemodelan setiap bagian dari bendungan Temef, <i>scheduling</i>, perhitungan <i>quantity take off</i> dan <i>material take off</i> hingga pembuatan animasi bendungan Temef. Setiap tahapan pekerjaan akan selalu dilakukan <i>updating</i> berdasarkan kemajuan pekerjaan yang telah dilakukan sampai dengan pekerjaan konstruksi selesai 100% dan selanjutnya akan diserahkan ke pengguna jasa untuk keperluan pengelolaan.</p> <p>c. Belum adanya sinergi antara unsur proyek karena pengguna jasa belum sepenuhnya memahami BIM. Tim teknis perwakilan dari pengguna jasa belum memiliki sertifikasi BIM dan belum memahami <i>Standard Operating Procedure</i> dan <i>workflow</i> implementasi BIM pada setiap fase konstruksi. Pengguna jasa memiliki pemahaman berbeda dalam menerjemahkan BIM karena belum diatur secara jelas di Kerangka Acuan Kerja dan dokumen kontrak kerja.</p>

Lanjutan Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Penerapan BIM di Proyek Konstruksi

No.	Nama Proyek	Kelebihan	Kekurangan
3.	Renovasi Stadion Manahan di Surakarta Jawa Tengah.	<p>a. BIM bisa diimplementasikan untuk semua pekerjaan konstruksi baik kegiatan baru maupun renovasi bangunan.</p> <p>b. Menggunakan fotogrametri dan <i>laser scanning</i> untuk mendapatkan model kondisi eksisting secara tepat dan akurat.</p> <p>c. BIM mempunyai fitur <i>Clash Detective</i> yang dapat digunakan untuk mendeteksi konflik / kesalahan desain lebih awal sehingga dapat meminimalisir <i>rework</i> dan pada akhirnya dapat memberikan efisiensi terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan.</p> <p>d. <i>Scheduling</i> pekerjaan dibuat secara detail dengan menggunakan <i>software</i> BIM yaitu Naviswork yang dapat menampilkan visualisasi pada setiap tahapan pekerjaan yang dilaksanakan sehingga dapat dengan mudah dipahami oleh unsur proyek. Hal ini juga dapat meminimalisir keterlambatan pekerjaan dilapangan.</p> <p>e. Pelaksanaan pekerjaan sampai pada tahap 7D (<i>Building Life Cycle</i>) dimana dapat memudahkan dan mempercepat unsur proyek dalam mencari informasi semua item pekerjaan yang ada di proyek yang bisa dilakukan dengan <i>barcode scanning</i> untuk mendapatkan informasi mengenai item terkait. Hal ini sangat membantu pemilik proyek untuk <i>maintenance building</i>.</p>	<p>a. Pada kontrak pekerjaan belum dijelaskan pada tahapan dimensi konstruksi <i>Building Information Modeling</i> (BIM) mana yang harus dilaksanakan oleh penyedia jasa dan belum diatur secara detail output produk <i>Building Information Modeling</i> (BIM) yang diminta oleh pengguna jasa.</p> <p>b. Belum adanya sinergi antara unsur proyek karena pengguna jasa belum sepenuhnya memahami BIM. Tim teknis pekerjaan dan pengguna jasa belum memiliki sertifikasi BIM dan belum memahami <i>Standard Operating Procedure</i> dan <i>workflow</i> implementasi BIM pada setiap fase konstruksi. Pengguna jasa memiliki pemahaman berbeda-beda dalam menerjemahkan BIM karena regulasi pemerintah berlaku saat ini yaitu Permen PUPR No 22 Tahun 2018 belum secara detail mengatur tentang prosedur, tahapan dan output implementasi BIM.</p>

Lanjutan Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Penerapan BIM di Proyek Konstruksi

No.	Nama Proyek	Kelebihan	Kekurangan
3.	Renovasi Stadion Manahan di Surakarta Jawa Tengah.	<p>f. Menggunakan <i>Document Management</i> dari <i>Autodesk BIM 360</i> yang sudah menggunakan sistem <i>cloud</i> sehingga memudahkan mencari informasi secara detail dari awal sampai dengan akhir pekerjaan dan lebih memudahkan komunikasi antar unsur proyek selama proses pekerjaan data pekerjaan tidak mudah rusak / hilang.</p> <p>g. Kombinasi antara BIM dan <i>Virtual Reality</i> memiliki banyak keuntungan antara lain dapat memverifikasikan penggunaan ruang dan koordinasi sejak awal pekerjaan, membuat control setiap tahapan pekerjaan dan dapat meminimalisir kesalahan desain sebelum secara riil proyek tersebut dilaksanakan. Selain hal tersebut bagi pemilik proyek, pemanfaatan teknologi <i>Virtual Reality</i> ini dapat memberikan gambaran secara virtual bagaimana sebuah proyek tersebut dibangun dan juga setelah terbangun.</p>	

Sumber : Hasil Analisis, 2021.

4.7. Analisis SWOT

Analisis SWOT digunakan untuk menganalisis faktor internal dan faktor eksternal yang ada pada *building Information Modeling* (BIM) sehingga dapat diketahui berbagai macam faktor yang menjadi kekuatan, kelemahan, peluang serta ancamannya. Hal yang sangat penting untuk dilakukan dalam menjabarkan strategi untuk menentukan langkah-langkah strategis yang akan diambil adalah dengan mengenali kekuatan dan kelemahan yang ada serta pemahaman akan peluang dan ancaman yang ada. Pengenalan karakteristik lingkungan usaha dilakukan dengan harapan mampu memanfaatkan setiap peluang yang ada dan dapat mengantisipasi setiap kemungkinan buruk yang akan dihadapi. Setelah diuraikan tentang kondisi lingkungan infustrik konstruksi, maka dapat disimpulkan hal-hal apa saja yang menjadi kekutan, kelemahan, peluang serta ancaman bagi *Building Information Modeling* (BIM).

4.7.1. Kekuatan (*Strengths*)

Kekuatan adalah keadaan positif di dalam internal *Building Information Modeling* (BIM) yang dapat membantu meningkatkan daya saing terhadap kompetitor. Beberapa kekuatan yang dimiliki oleh *Building Information Modeling* (BIM) yang dapat diidentifikasi di antaranya :

1. Kemampuan mendeteksi konflik / kesalahan lebih awal sehingga dapat meminimalisir *rework*.
2. Kemampuan memberikan informasi secara lengkap dan cepat.
3. Kemudahan sinergi dan pengambilan keputusan antar *stakeholder* baik saat proses perencanaan dan desain.
4. Kemampuan untuk dapat dikolaborasikan dengan teknologi *Virtual Reality*.
5. Efisiensi terhadap waktu pengerjaan proyek.
6. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi.
7. Kemampuan untuk dapat digunakan pada siklus hidup seluruh operasi dan pemeliharaan.

4.7.2. Kelemahan (*Weakness*)

Kelemahan merupakan kekurangan atau hal-hal negatif yang terdapat di dalam *Building Information Modeling* (BIM) yang dapat mengancam daya saing *Building Information Modeling* (BIM). Adapun beberapa kelemahan yang dimiliki oleh *Building Information Modeling* (BIM) adalah sebagai berikut :

1. Biaya investasi besar.
2. Dibutuhkan spesifikasi hardware yang tinggi.
3. Kompetensi SDM yang lemah dalam pengoperasian BIM.
4. Transisi budaya kerja dari konvensional ke BIM butuh waktu yang lama.
5. Kurangnya peraturan/standar prosedur operasional BIM yang ditetapkan perusahaan.
6. Rencana mutu yang belum jelas sehingga sulit untuk diaplikasikan dalam proyek.
7. Kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan.

4.7.3. Peluang (*Opportunities*)

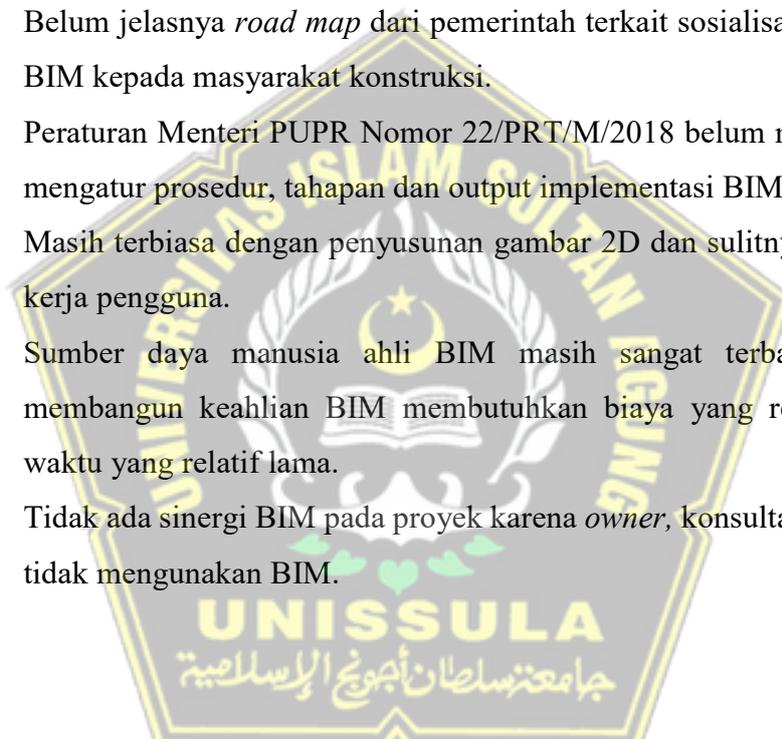
Peluang merupakan kondisi eksternal yang dapat membantu *Building Information Modeling* (BIM) mencapai daya saing strateginya. Adapun beberapa peluang yang dapat diperoleh *Building Information Modeling* (BIM) di antaranya adalah :

1. *Stakeholder* konstruksi mengadopsi BIM.
2. Penyusunan standar BIM Nasional (SNI).
3. Di mulainya pasar digital untuk sektor konstruksi.
4. Implementasi *Virtual Design* dan *Lean Construction*.
5. Implementasi BIM (3D s/d 7D).
6. Implementasi *Cloud Construction Management*.
7. Integrasi sistem proses konstruksi (perizinan, *claim*, *commissioning*, *handover*, dan lain-lain).

4.7.4. Ancaman (*Threats*)

Ancaman merupakan suatu kondisi eksternal *Building Information Modeling* (BIM) yang dapat mengganggu daya saing *Building Information Modeling* (BIM). Adapun beberapa ancaman yang dihadapi oleh *Building Information Modeling* (BIM) di antaranya adalah :

1. Kurangnya permintaan BIM dan adanya penolakan untuk berubah yang disebabkan kurangnya pengetahuan tentang potensi dan manfaat penggunaan BIM.
2. Penerapan BIM di Indonesia tertinggal jauh dari negara lain seperti Singapura, USA.
3. Belum jelasnya *road map* dari pemerintah terkait sosialisasi dan pelatihan BIM kepada masyarakat konstruksi.
4. Peraturan Menteri PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 belum menjelaskan dan mengatur prosedur, tahapan dan output implementasi BIM secara detail.
5. Masih terbiasa dengan penyusunan gambar 2D dan sulitnya merubah alur kerja pengguna.
6. Sumber daya manusia ahli BIM masih sangat terbatas dan untuk membangun keahlian BIM membutuhkan biaya yang relatif besar dan waktu yang relatif lama.
7. Tidak ada sinergi BIM pada proyek karena *owner*, konsultan dan kontaktor tidak menggunakan BIM.



4.7.5. Perhitungan IFAS dan EFAS

Dari analisis SWOT, didapat skor IFAS dan EFAS *Building Information Modelling* dari partisipasi responden sebagai berikut :

TABEL 4.6 PERHITUNGAN INTERNAL FACTOR ANALYSIS STRATEGY (IFAS)

Tabel Internal Factor Analysis Strategy (IFAS)

FAKTOR-FAKTOR STRATEGI INTERNAL		BOBOT X RATING RESPONDEN												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
STRENGTHS (S) :														
1	Kemampuan mendeteksi konflik / kesalahan lebih awal sehingga dapat meminimalisir <i>rework</i> .	0.70	0.60	0.70	0.57	0.55	0.50	0.65	0.50	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80
2	Kemampuan memberikan informasi secara lengkap dan cepat.	0.35	0.15	0.30	0.33	0.34	0.23	0.40	0.35	0.55	0.15	0.30	0.23	0.30
3	Kemampuan untuk dapat digunakan pada siklus hidup seluruh operasi dan pemeliharaan.	0.15	0.10	0.15	0.19	0.15	0.23	0.15	0.15	0.18	0.19	0.15	0.05	0.15
4	Efisiensi terhadap waktu pengerjaan proyek	0.60	0.23	0.60	0.57	0.50	0.50	0.60	0.50	0.30	0.60	0.20	0.15	0.20
5	Kemudahan pengambilan keputusan baik saat proses perencanaan dan desain.	0.15	0.10	0.08	0.15	0.11	0.15	0.19	0.23	0.15	0.11	0.15	0.40	0.20
6	Kemudahan sinergi antara pemangku kepentingan (owner, kontraktor, konsultan).	0.11	0.23	0.11	0.20	0.15	0.30	0.15	0.23	0.20	0.37	0.30	0.40	0.40
7	Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi.	0.11	0.15	0.11	0.15	0.11	0.20	0.15	0.15	0.08	0.11	0.15	0.11	0.11
Jumlah (S)		2.18	1.55	2.05	2.16	1.91	2.10	2.29	2.10	2.05	2.13	1.95	2.04	2.16
Jumlah Total Rata - Rata (S)		2.05												

LANJUTAN TABEL 4.6 PERHITUNGAN INTERNAL FACTOR ANALYSIS STRATEGY (IFAS)

Tabel Internal Factor Analysis Strategy (IFAS)

FAKTOR-FAKTOR STRATEGI INTERNAL		BOBOT X RATING												
		RESPONDEN												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
WEAKNESSES (W) :														
1	Biaya investasi besar.	0.50	0.30	0.60	0.57	0.50	0.50	0.50	0.55	0.70	0.55	0.60	0.50	0.60
2	Dibutuhkan spesifikasi hardware yang tinggi.	0.23	0.10	0.23	0.26	0.40	0.30	0.23	0.26	0.50	0.21	0.40	0.40	0.35
3	Kompetensi SDM yang lemah dalam pengoperasian BIM.	0.50	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.45	0.15	0.50	0.15	0.26	0.15
4	Transisi budaya kerja dari konvensional ke BIM butuh waktu yang lama	0.11	0.15	0.11	0.08	0.15	0.08	0.11	0.08	0.08	0.11	0.05	0.05	0.08
5	Kurangnya peraturan/standar prosedur operasional BIM yang ditetapkan perusahaan.	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08	0.04	0.08	0.08	0.05	0.08	0.15	0.11
6	Rencana mutu yang belum jelas sehingga sulit untuk diaplikasikan dalam proyek.	0.04	0.08	0.04	0.04	0.08	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04	0.05	0.05	0.05
7	Kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan.	0.04	0.10	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.08	0.05
Jumlah (W)		1.46	1.08	1.48	1.46	1.73	1.54	1.35	1.49	1.60	1.49	1.38	1.49	1.39
Jumlah Total Rata - Rata (W)		1.45												
Selisih (S-W)		0.60												

TABEL 4.7 PERHITUNGAN EXTERNAL FACTOR ANALYSIS STRATEGY (EFAS)

Tabel External Factor Analysis Strategy (EFAS)

FAKTOR-FAKTOR STRATEGI EKSTERNAL		BOBOT X RATING												
		RESPONDEN												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
OPPORTUNITIES (O) :														
1	Stakeholder konstruksi mengadopsi BIM.	0.60	0.30	0.60	0.53	0.55	0.50	0.50	0.50	0.60	0.55	0.40	0.40	0.40
2	Penyusunan standar BIM Nasional (SNI).	0.60	0.30	0.40	0.53	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.55	0.40	0.30	0.30
3	Dimulainya pasar digital untuk sektor konstruksi.	0.60	0.10	0.60	0.53	0.38	0.50	0.50	0.50	0.30	0.55	0.50	0.50	0.50
4	Implementasi <i>Virtual Design</i> dan <i>Lean Construction</i> .	0.08	0.10	0.11	0.08	0.11	0.11	0.08	0.11	0.10	0.23	0.10	0.10	0.10
5	Implementasi BIM (3D s/d 7D).	0.23	0.30	0.26	0.23	0.26	0.23	0.30	0.23	0.26	0.23	0.23	0.23	0.23
6	Implementasi <i>Cloud Construction Management</i> .	0.08	0.10	0.08	0.08	0.05	0.05	0.08	0.11	0.10	0.08	0.10	0.15	0.10
7	Integrasi sistem proses konstruksi (perizinan, <i>claim</i> , <i>commissioning</i> , <i>handover</i> , dan lain-lain).	0.08	0.23	0.08	0.08	0.05	0.13	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Jumlah (O)		2.25	1.43	2.13	2.04	1.90	2.02	2.03	2.03	1.94	2.25	1.80	1.75	1.70
Jumlah Total Rata - Rata (O)		1.94												

LANJUTAN TABEL 4.7 PERHITUNGAN EXTERNAL FACTOR ANALYSIS STRATEGY (EFAS)

Tabel External Factor Analysis Strategy (EFAS)

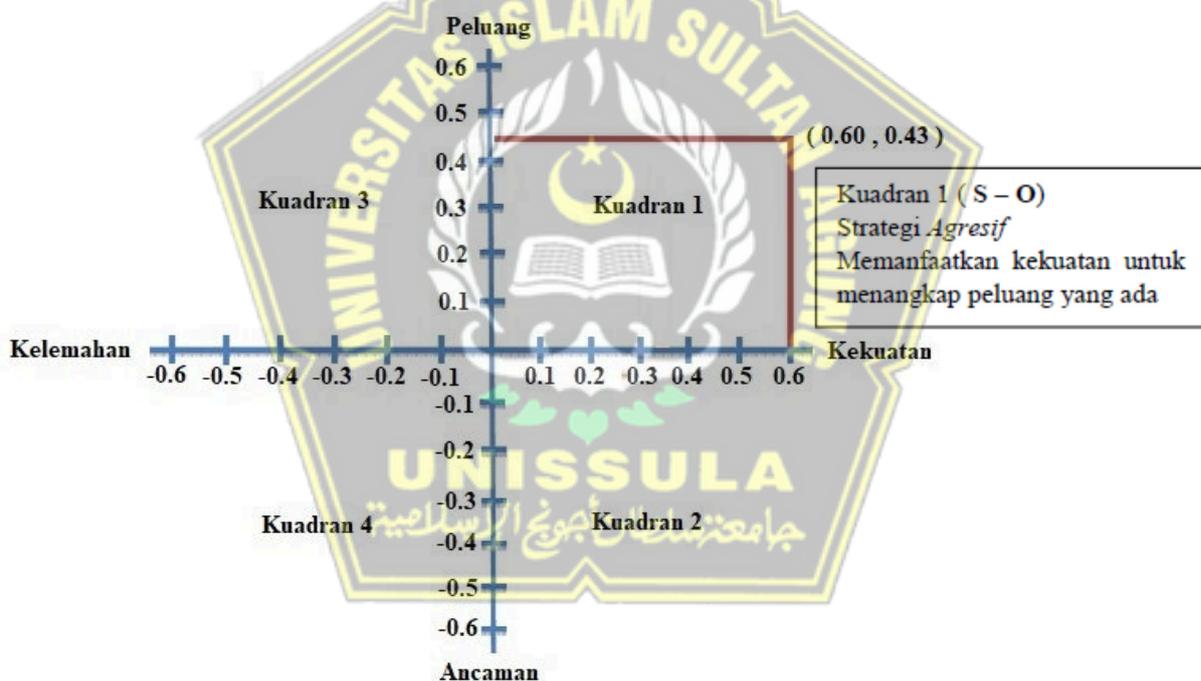
FAKTOR-FAKTOR STRATEGI EKSTERNAL		BOBOT X RATING												
		RESPONDEN												
		Maya Fieva, ST	Muhammad Yusuf, ST	Danang Rujito W, ST., M.Si	Achmad Syamsuddin, ST	Taqdir Ali Syabana, ST	Kurnia Denni Prabowo, ST	Ir. Bambang Riyanto, MI	Ganda Bachtiar Saputra, S.T.	Wahyu Asra Adi Kurniawan, ST	Ryan Florenda, ST	Galieh Alfanto, ST	Ary Aprianto, ST	Wibowo Kurniawan, ST
THREATS (T) :														
1	Kurangnya permintaan BIM dan penolakan untuk berubah disebabkan kurangnya pengetahuan tentang potensi dan manfaat penggunaan BIM.	0.30	0.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.30	0.40	0.40	0.38	0.50	0.25
2	Penerapan BIM di Indonesia tertinggal jauh dari negara lain seperti Singapura, USA.	0.08	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.50	0.05	0.15	0.05	0.15	0.10	0.10
3	Belum jelasnya road map dari pemerintah terkait sosialisasi dan pelatihan BIM kepada masyarakat konstruksi.	0.35	0.15	0.26	0.40	0.40	0.25	0.50	0.40	0.19	0.30	0.26	0.26	0.26
4	Peraturan Menteri PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 belum menjelaskan dan mengatur tahapan implementasi BIM secara detail.	0.25	0.30	0.25	0.31	0.25	0.40	0.08	0.40	0.20	0.20	0.30	0.30	0.23
5	Terbiasa dengan penyusunan gambar 2D dan sulit merubah alur kerja pengguna.	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.11	0.30	0.15	0.15	0.11	0.15	0.15	0.10
6	Sulitnya menemukan SDM ahli BIM dan membangun keahlian BIM bagi SDM.	0.20	0.23	0.15	0.25	0.15	0.20	0.08	0.15	0.08	0.20	0.11	0.15	0.11
7	Tidak ada sinergi BIM pada proyek karena konsultan dan kontaktor tidak menggunakan BIM.	0.20	0.10	0.15	0.11	0.15	0.20	0.08	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.10
Jumlah (T)		1.53	1.18	1.41	1.67	1.55	1.61	2.03	1.60	1.31	1.46	1.50	1.66	1.15
Jumlah Total Rata - Rata (T)		1.51												
Selisih (O-T)		0.43												

4.7.6. Kuadran SWOT

Setelah mendapatkan hasil perhitungan IFAS dan EFAS, langkah selanjutnya adalah membuat Kuadran SWOT. Koordinat Kuadran SWOT di dapatkan hasil berikut ini :

Tabel 4.8 Nilai IFAS dan EFAS

IFAS		EFAS	
Kategori	Total Skor	Kategori	Total Skor
Kekuatan (S)	2.050	Peluang (O)	1.940
Kelemahan (W)	1.450	Ancaman (T)	1.510
Total (S-W)	0.600	Total (O-T)	0.430



Gambar 4.38 Kuadran SWOT

Berdasarkan hasil plotting koordinat X (IFAS) dan Y (EFAS) berada pada posisi Kuadran 1 dimana hal ini menunjukkan situasi yang sangat menguntungkan karena *Building Information Modeling* (BIM) memiliki peluang dan kekuatan, sehingga pada posisi ini harus dapat memanfaatkan kekuatan yang dimiliki oleh *Building Information Modeling* (BIM) untuk menangkap peluang yang ada.

4.7.7. Matrik SWOT

Matrik SWOT berdasarkan hasil dari Kuadran SWOT menghasilkan strategi sebagai berikut :

Tabel 4.9 Matrik SWOT

<p style="text-align: center;">IFAS</p>	<p style="text-align: center;">STRENGTH (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kemampuan mendeteksi konflik / kesalahan lebih awal sehingga dapat meminimalisir <i>rework</i>. 2. Kemampuan memberikan informasi secara lengkap dan cepat. 3. Kemudahan pengambilan keputusan baik saat proses perencanaan dan desain. 4. Kemudahan sinergi antara pemangku kepentingan (owner, kontraktor, konsultan). 5. Efisiensi terhadap waktu pengerjaan proyek. 6. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi. 7. Kemampuan untuk dapat digunakan pada siklus hidup seluruh operasi dan pemeliharaan. 	<p style="text-align: center;">WEAKNESS (W)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya investasi besar. 2. Dibutuhkan spesifikasi hardware yang tinggi. 3. Kompetensi SDM yang lemah dalam pengoperasian BIM. 4. Transisi budaya kerja dari konvensional ke BIM butuh waktu lama. 5. Kurangnya peraturan/standar prosedur operasional BIM yang ditetapkan perusahaan. 6. Rencana mutu yang belum jelas sehingga sulit untuk diaplikasikan dalam proyek. 7. Kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan.
<p style="text-align: center;">EFAS</p> <p style="text-align: center;">OPPORTUNITY (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Stakeholder</i> konstruksi mengadopsi BIM. 2. Penyusunan standar BIM Nasional (SNI) 3. Dimulainya pasar digital untuk sektor konstruksi. 4. Implementasi <i>Virtual Design</i> dan <i>Lean Construction</i>. 5. Implementasi BIM (3D s/d 7D). 6. Implementasi <i>Cloud Construction Management</i>. 7. Integrasi sistem proses konstruksi (perizinan, claim, commissioning, handover, dan lain-lain). 	<p style="text-align: center;">Strategi SO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Intensif melakukan sosialisasi dan promosi tentang manfaat BIM kepada para industri, perusahaan, dan profesional serta memberikan bimbingan profesional pada para pengguna BIM dalam implementasi proyek pertama. 2. Peningkatan pemahaman, pelatihan dan sertifikasi BIM bagi pengguna jasa dan penyedia jasa baik di pusat maupun di daerah, disertai penyusunan SOP dan <i>Workflow</i> implementasi BIM dalam berbagai fase proyek. 3. Mendorong pemerintah agar perguruan tinggi menyiapkan kurikulum BIM, dan memberikan fasilitas magang BIM pada proyek infrastruktur di Kemen PUPR. 4. Memperluas Permen PUPR No 22 tahun 2018 dengan sasaran pelaksanaan BIM di setiap unit organisasi Kementerian PUPR. 5. Pemerintah mulai membuat database proyek mana saja yang sudah melaksanakan BIM dan memilih proyek mana saja yang layak dijadikan <i>best practice</i> untuk implementasi BIM pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia. 6. Menentukan <i>Key Performance Indicators</i> (KPI) penerapan BIM pada proyek konstruksi di Indonesia untuk <i>stakeholder</i> industri konstruksi di Indonesia. 	<p style="text-align: center;">Strategi WO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diadakannya pelatihan-pelatihan dan sertifikasi penggunaan BIM. 2. Mendefinisikan proses proyek berbasis BIM. 3. Pembentukan komite BIM dengan peran dan tanggungjawab yang jelas. 4. Mendefinisikan visi dan tujuan BIM, topik fokus BIM, manajemen perubahan. Serta kebutuhan hardware dan software. 5. Menentukan peta kompetensi BIM, peta jalan pelatihan BIM dan Peran BIM (Manajer BIM, Koordinator BIM).
<p style="text-align: center;">THREAT (T)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya permintaan BIM dan penolakan untuk berubah disebabkan kurangnya pengetahuan tentang potensi dan manfaat penggunaan BIM. 2. Penerapan BIM di Indonesia tertinggal jauh dari negara lain seperti Singapura, USA. 3. Belum jelasnya road map dari pemerintah selaku regulator untuk sosialisasi BIM. 4. Belum adanya peraturan /standar BIM di Indonesia. 5. Terbiasa dengan penyusunan gambar 2D dan sulit merubah alur kerja pengguna. 6. Sulitnya menemukan SDM ahli BIM dan membangun keahlian BIM bagi SDM. 7. Tidak ada sinergi BIM pada proyek karena konsultan dan kontaktor tidak menggunakan BIM. 	<p style="text-align: center;">Strategi ST</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemerintah melalui Kementerian PUPR sebaiknya segera mulai membentuk <i>stakeholders</i> penerapan BIM terutama agency khusus agar ada yang mengurus BIM secara terfokus dan progresif. 2. Indonesia dapat bekerjasama dengan perusahaan yang telah <i>expert</i> dalam manajemen dan strategi BIM contohnya <i>Accenture company</i>. Juga bagi Institut BIM yang sudah ada diharapkan dapat lebih gencar lagi mensosialisasikan dan membangun keahlian BIM di Indonesia. 3. Mengadakan pelatihan-pelatihan dan sertifikasi penggunaan BIM. 4. Lebih intensif mengembangkan pelatihan dan sertifikasi BIM bagi pengguna BIM baik profesional, umum maupun mahasiswa serta mengembangkan format, pedoman dan panduan penggunaan BIM. 5. Mengembangkan format, pedoman, dan panduan dari proses baru penggunaan BIM. 	<p style="text-align: center;">Strategi WT</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemerintah membuat kebijakan, dimulai dengan mensyaratkan penggunaan BIM sebagai syarat bagi industri untuk mengikuti proyek pemerintah. 2. Pemerintah memalui kementerian PUPR secara intensif melakukan monitoring dan evaluasi progress implementasi BIM di proyek konstruksi di Indonesia. 3. Mengadakan pelatihan-pelatihan dan sertifikasi penggunaan BIM. 4. Pemerintah bekerjasama dengan lembaga profesional bidang konstruksi dan akademisi merumuskan dan menyusun kurikulum BIM untuk perguruan tinggi. 5. Merumuskan program adopsi BIM.

Sumber : Hasil Analisis, 2021.

Berdasarkan tabel 4.9. Matrik SWOT di dapatkan beberapa 4 strategi terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM), yaitu Strategi S-O (*Strengths – Opportunities*), Strategi W-O (*Weakness – Opportunities*), Strategi S-T (*Strengths – Threats*) dan Strategi W-T (*Weakness – Threats*).

Dari masing-masing strategi tersebut memiliki beberapa usulan seperti yang tercantum pada table 4.9 Matrik SWOT.

4.7.8. Strategi Yang Dihasilkan

Berdasarkan hasil *ploting* koordinat X (IFAS) dan Y (EFAS) berada pada posisi Kuadran 1 (*Strengths – Opportunities*) seperti yang dijelaskan pada gambar 4.38. Adapun hasil dari strategi (*Strengths – Opportunities*) yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

1. Intensif dalam melakukan sosialisasi dan promosi tentang manfaat BIM kepada industri, perusahaan dan professional serta memberikan bimbingan profesional pada para pengguna BIM dalam implementasi proyek pertama.
2. Peningkatan pemahaman, pelatihan dan sertifikasi BIM bagi pengguna jasa dan penyedia jasa baik di pusat maupun di daerah, disertai penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) dan *Workflow* implementasi BIM dalam berbagai fase proyek termasuk Standar dan Protokol BIM yang memuat standar informasi yang diinginkan dalam sebuah BIM model. Dokumen ini juga menjadi bagian yang tidak terpisahkan dengan dokumen KAK. Mensyaratkan dalam KAK agar konsultan perencana menyerahkan file BIM model kepada pengguna jasa.
3. Mempercepat proses edukasi dan peningkatan kompetensi BIM dengan menyiapkan dan melengkapi kurikulum Politeknik PUPR dengan BIM dan diikuti oleh perguruan tinggi lainnya dan memberikan fasilitas magang BIM untuk mahasiswa di proyek infrastruktur di lingkungan Kementerian PUPR.
4. Memperluas Permen PUPR No 22 tahun 2018 dengan sasaran pelaksanaan BIM di setiap unit organisasi Kementerian PUPR.
5. Pemerintah melalui Kementerian PUPR mulai membuat database proyek mana saja yang sudah melaksanakan BIM dan memilih proyek mana saja yang layak untuk dijadikan *best practice* implementasi BIM pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia kedepan.
6. Menentukan *Key Performance Indicators* (KPI) penerapan BIM pada proyek konstruksi di Indonesia untuk *stakeholder* industri konstruksi di Indonesia.

4.8. Implementasi dan Pemetaan Peran

Implementasi dan pemetaan peran disusun untuk mengetahui apa saja saran strategi terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dan kepada siapa saran strategi tersebut ditujukan. Berikut uraian tabel implementasi dan pemetaan peran terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia.

Tabel 4.10 Implementasi dan Pemetaan Peran

No.	Uraian	Sasaran (PIC)
1.	Kementerian PUPR cq. Direktorat Jenderal Bina Konstruksi bersama Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, Asosiasi Profesi, vendor BIM dan lembaga terkait lainnya secara intensif melakukan sosialisasi dan promosi tentang manfaat BIM kepada industri, perusahaan dan profesional melalui kegiatan bimbingan teknis ataupun kegiatan <i>distance learning</i> yang dilaksanakan secara menyeluruh di wilayah Indonesia. Kementerian PUPR bersama asosiasi jasa konstruksi di Indonesia membentuk suatu forum BIM Nasional sebagai sarana untuk memberikan bimbingan profesional dalam implementasi proyek kepada para pengguna BIM yang terdaftar dalam forum tersebut.	Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, Asosiasi Profesi Jasa Konstruksi, Vendor BIM di Indonesia.
2.	Kementerian PUPR beserta LPJK, Perguruan Tinggi, Asosiasi Jasa Konstruksi, Pemerintah Daerah dan lembaga terkait lainnya melakukan peningkatan pemahaman, pelatihan dan sertifikasi BIM yang berkesinambungan bagi pengguna jasa dan penyedia jasa baik di pusat maupun di daerah melalui beberapa kegiatan <i>workshop</i> pemberdayaan kompetensi tenaga ahli bidang konstruksi baik secara daring maupun luring yang dapat dilaksanakan melalui Sistem Informasi Belajar Intensif Mandiri Bidang Konstruksi (SIBIMA Konstruksi) atau melalui beberapa Balai Jasa Konstruksi di Indonesia sebagai upaya untuk mempercepat implementasi BIM pada industri konstruksi di Indonesia. Menyusun <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) dan <i>Workflow</i> implementasi BIM dalam berbagai fase proyek menyusun standar dan protokol yang harus memuat standar informasi yang diinginkan dalam sebuah BIM model dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dengan dokumen KAK serta mensyaratkan agar konsultan perencana menyerahkan file BIM model kepada pengguna jasa.	Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Ristekdikti, Institute BIM Indonesia, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, Asosiasi Profesi Jasa Konstruksi.

Lanjutan Tabel 4.10 Implementasi dan Pemetaan Peran

No.	Uraian	Sasaran (PIC)
3.	Mempercepat proses edukasi dan peningkatan kompetensi BIM dengan menyiapkan dan melengkapi kurikulum Politeknik PUPR dengan BIM dan diikuti oleh perguruan tinggi lainnya. Kementerian PUPR mengeluarkan surat edaran yang ditujukan kepada seluruh unit organisasi Kementerian PUPR dan Asosiasi Jasa Konstruksi di Indonesia untuk dapat memberikan fasilitas magang BIM untuk mahasiswa di proyek infrastruktur di lingkungan Kementerian PUPR khususnya pada proyek-proyek strategis nasional serta menjadikan BIM sebagai standart kurikulum profesi pada Asosiasi Profesional.	Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Ristekdikti, Asosiasi Profesi Jasa Konstruksi, BUMN Karya.
4.	Memperluas Permen PUPR No 22 tahun 2018 dengan sasaran pelaksanaan BIM di setiap unit organisasi Kementerian PUPR sehingga penerapan BIM tidak hanya dominan pada proyek bangunan gedung tapi kedepan dapat diterapkan di seluruh proyek infrastruktur PUPR. Melengkapi Permen PUPR No 22 tahun 2018 dengan beberapa prosedur dan <i>workflow</i> serta output implementasi BIM pada beberapa fase konstruksi sehingga dapat menjadi <i>guidance</i> kepada pengguna jasa dan penyedia jasa konstruksi untuk mengimplementasi BIM sehingga diharapkan tidak ada permasalahan pada pelaksanaan konstruksi karena perbedaan pemahaman terkait prosedural implementasi BIM termasuk didalamnya juga diatur tentang pemanfaatan BIM yang tidak hanya diterapkan pada tahap perencanaan, pelaksanaan hingga operasional saja namun juga mencakup pada tahap pengadaan barang dan jasa serta audit.	Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, Asosiasi Profesi Jasa Konstruksi.
5.	Kementerian PUPR membuat surat edaran ke seluruh instansi PUPR baik di pusat, provinsi sampai dengan kabupaten / kota yang ada di seluruh wilayah di Indonesia untuk menyiapkan file BIM dari proyek-proyek yang sudah selesai dilaksanakan untuk selanjutnya diserahkan ke Kementerian PUPR untuk dibuatkan <i>database</i> BIM dan memilih proyek mana saja yang layak dijadikan <i>best practice</i> untuk implementasi BIM pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia.	Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi, Asosiasi Profesi Jasa Konstruksi, BUMN Karya.
6.	Kementerian PUPR bersama lembaga terkait merumuskan <i>Key Performance Indicators</i> (KPI) penerapan BIM pada proyek konstruksi yang kemudian di sosialisasikan melalui forum konstruksi nasional untuk dapat diterapkan oleh <i>stakeholder</i> konstruksi di Indonesia. KPI digunakan sebagai pedoman untuk memonitor dan mengarahkan program agar sesuai dengan rencana dan tujuan semula yaitu percepatan implementasi BIM pada industri konstruksi di Indonesia.	Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Institute BIM Indonesia, Asosiasi Jasa Konstruksi, BOD (<i>Board of Directors</i>) Perusahaan Jasa Konstruksi.

Lanjutan Tabel 4.10 Implementasi dan Pemetaan Peran

No.	Uraian	Sasaran (PIC)
6.	<p>Daftar jenis <i>Key Performance Indicators (KPI)</i> yang digunakan meliputi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat Proyek, seperti : % proyek yang dilaksanakan menggunakan BIM, % pihak luar yang terlibat, tahapan proyek yang menggunakan BIM (konsep, skematik, DED, As-Built, dst), Jumlah layanan tambahan yang ditawarkan, tingkat akurasi dari delivery BIM (tingkat error). 2. Tingkat Organisasi, seperti : kepemimpinan, perencanaan dan hasil, proses dan informasi, SDM dan kapabilitas, keterlibatan <i>stakeholder</i> dan <i>customer</i>, metode baru dalam pelaksanaan. 3. Tingkat Kapabilitas Karyawan, seperti : % Karyawan yang sudah di training BIM, % karyawan yang bersertifikat BIM, tingkat ketrampilan BIM, % jenis ketrampilan BIM yang diaplikasikan dalam proyek, % karyawan yang di training sebagai : BIM Manager, BIM Coordinator, pemodel BIM. 	<p>Pemerintah cq. Kementerian PUPR, Institute BIM Indonesia, Asosiasi Jasa Konstruksi, BOD (<i>Board of Directors</i>) Perusahaan Jasa Konstruksi.</p>

Sumber : Hasil Analisis, 2021.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada uraian awal hingga akhir dari penelitian ini maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. *Building Information Modeling* (BIM) dapat diterapkan untuk semua bidang pekerjaan konstruksi baik untuk proyek baru maupun proyek renovasi bangunan. Penggunaan teknologi BIM sangat berguna dalam menghadapi tantangan dunia konstruksi saat ini yaitu *zero tolerance for errors, time constraint, high precision* serta *big responsibility*. Secara umum BIM memiliki beberapa kelebihan utama dibandingkan dengan metode konvensional yaitu mampu mendeteksi konflik / kesalahan lebih awal dan mampu mencegahnya karena pada BIM terdapat fitur *Clash Detection* (deteksi bentrok) yang berfungsi untuk mengidentifikasi, meninjau, dan melaporkan adanya gangguan dalam suatu model proyek, dalam tahap desain dan prakonstruksi sehingga dapat memberikan efisiensi terhadap waktu pelaksanaan proyek. Kelemahan *Building Information Modeling* (BIM) yang paling utama adalah nilai investasi yang relatif mahal yang antara lain terdiri dari lisensi, *hardware* dan biaya pelatihan dan sertifikasi BIM.
2. Hasil evaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada 3 (tiga) proyek konstruksi di Indonesia antara lain : Gedung *Workshop* Politeknik Pekerjaan Umum di Semarang Jawa Tengah, Bendungan Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Renovasi Stadion Manahan di Surakarta Jawa Tengah, secara umum telah berjalan dengan baik namun masih terdapat beberapa permasalahan. Permasalahan utama yang terjadi adalah belum adanya sinergi antara unsur proyek karena pengguna jasa belum sepenuhnya memahami BIM. Pengguna jasa banyak yang belum memiliki sertifikasi BIM dan belum memahami *Standard Operating Procedure* (SOP) dan *workflow* implementasi BIM pada setiap fase konstruksi. Pengguna jasa memiliki pemahaman berbeda dalam menerjemahkan tahapan kerja dan *output* dari BIM

karena belum diatur secara jelas di dokumen Kerangka Acuan Kerja dan dokumen kontrak kerja. Permen PUPR No 22 tahun 2018 belum secara detail mengatur tentang prosedur dan *workflow* serta *output* implementasi BIM pada beberapa fase konstruksi sehingga diperlukan pengembangan peraturan tersebut agar dapat menjadi *guidance* yang lengkap dalam implementasi BIM pada proyek konstruksi di Indonesia

3. Strategi yang didapatkan terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia antara lain : intensif melakukan sosialisasi dan promosi tentang manfaat BIM kepada para industri, perusahaan dan profesional baik di pusat maupun di daerah, melakukan peningkatan pemahaman, pelatihan dan sertifikasi BIM bagi pengguna jasa dan penyedia jasa disertai penyusunan standar dan protokol BIM yang memuat standar informasi yang diinginkan dalam sebuah BIM model, serta menyiapkan dan melengkapi kurikulum Politeknik PUPR dengan BIM dan diikuti oleh perguruan tinggi lainnya dan memberikan fasilitas magang BIM untuk mahasiswa di proyek infrastruktur di lingkungan Kementerian PUPR sehingga tujuan memenuhi kebutuhan dunia industri terhadap tenaga konstruksi terampil dalam menghadapi tantangan global dan tantangan nasional pembangunan infrastruktur ke PU-an dapat tercapai.

5.2. Saran

Setelah melakukan analisis dan mendapatkan suatu kesimpulan penelitian yang telah dilakukan maka terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi sangat disarankan oleh para responden yang terlibat pada FGD (*Focus Group Discussion*) yang diikuti oleh perwakilan konsultan, kontraktor, akademisi dan ASN Kementerian PUPR. BIM dapat di implementasikan ke semua pekerjaan bidang konstruksi baik Diperlukan adanya dukungan dari pemerintah dan *stakeholder* terkait beberapa hal seperti sosialisasi dan promosi tentang manfaat BIM kepada para industri, perusahaan, dan profesional, program pengembangan kompetensi melalui pelatihan, seminar dan sertifikasi BIM secara intensif dan menyeluruh bagi para pemilik proyek dan penyedia jasa

konstruksi baik di pusat maupun di daerah disertai penyusunan Standar dan Protokol BIM yang memuat standar informasi yang diinginkan dalam sebuah BIM model.

2. Untuk kelanjutan dari penelitian ini dapat dilakukan dengan melibatkan forum yang lebih luas, dengan melibatkan lebih banyak praktisi di bidang konstruksi baik dari konsultan, kontraktor, akademisi, Kementerian PUPR, asosiasi Jasa konstruksi, LPJK dan lebih banyak lagi, sehingga bisa mendapatkan saran dan masukan informasi yang lebih luas dan dapat memperoleh hasil analisis yang lebih detail terkait implementasi BIM pada proyek konstruksi di Indonesia sehingga BIM dapat di implementasikan secara cepat dan menyeluruh pada proyek konstruksi di Indonesia dan industri konstruksi di Indonesia bisa lebih maju dan mampu bersaing di industri konstruksi global.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, Y.H., Y.H. Kwak, dan S.J. Suk. 2016. Contractor Transformation Strategies for Adopting Building Information Modeling. *Journal of Management in Engineering* 32 (1) : 5015005.56
- Azhar, S. 2011. Building Information Modeling (BIM) ; Trends, benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry. *Leadership dan Management in Engineering* 11 (3) : 241-252.
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. 2012. Building Information Modeling (BIM) : Now and Beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12 (4), 15-28.
- B.Succar. *Building Information Modeling. Conceptual Constructs and Performance Improvement Tools*. Newcastle : Research Gate, 2013.
- Barlish, K., & Sullivan, K. 2012. How to Measure the Benefits of BIM - A Case Study Approach. *Automation in Construction*, 24, 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>
- Berlian P., Chinthia Ayu, et al. Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil S1 Undip*, vol. 5, no. 2, 2016, pp. 220-229.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Kanisius. Jogjakarta.
- Eadie, R., M. Browne, H. Odeyinka, C. McKeown, dan S. McNiff. 2013. BIM Implementation Throughout the UK Construction Project Lifecycle : an Analysis. *Automation in Construction* 36 : 145-151.
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. 2008. *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling For Owners, managers, Architects, Engineers, Contractors and Fabricators*, Wiley, Hoboken, N.J.
- Endro Yuwono, B., & Rayshanda, R. 2019. Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders.
- Ervianto, I.W. 2005. *manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta. Andi.
- Frans, B., dan J. Messner. 2019. Evaluating the impact of building information modeling on project performance. *Journal of Computing in Civil Engineering* 33(3): 04019015.
- Gardezi, S.S.S., N. Shafiq, M.F. Nurudin, S.A. Farhan, dan U.A. Umar. 2014. Challenges for Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Malaysian Construction Industry. *Applied Mechanics and materials* 567 : 559-564.
- Giel, B.K., dan R.R.A. Issa. 2013. Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction. *Journal of Computing in Civil Engineering* 27 (5) : 511-521.

- Grimsholm, E., dan L. Poblete. 2010. Internal and External Factors Hampering SME Growth: A Qualitative Case Study of SMEs in Thailand. Master Thesis. Gotland: Gotland University.
- Hafnidar, Rani A. 2016, Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Deepublish.
- Hardin, B. 2009. BIM and Construction Management. Wiley Publishing. Indianapolis.
- Hergunsel Mehmet F. 2011. Benefits of Building Information Modeling for Construction Manager and BIM Based Scheduling. Civil Engineering. Worcester Polytechnic Institute. United States of America.
- Herr, C.M., dan T. Fischer. 2018. BIM adoption across the Chinese AEC industries: an extended BIM adoption model. Journal of Computational Design and Engineering: in press.
- Indriantoro, Nur., dan SUPomo, Bambang. 2013. Metodologi Penelitian Bisnis untuk Akuntansi dan Manajemen. Yogyakarta : BPFE.
- Jamshed, S. 2014. Qualitative Research Method Interviewing and Observation. Journal of Basic and Clinical Pharmacy 5 (4) : 87-88.
- Jensen, P.A., dan E.I. Johannesson. 2013. Building Information Modeling in Denmark and Iceland. Engineering, Construction and Architectural management 20 (1) : 99-110.
- Juan, Y-K., W. Lai, dan S-G. Shih. 2016. Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms. Journal of Civil Engineering and Management 23 (3): 1-12.
- Kurniawan, K. 2018. Aplikasi Building Informasi Modeling (BIM) Tekla Structure Pada Konstruksi Atap Dome Gedung Olahraga UTP Surakarta. 3(2), 273–281.
- Maulana, A. 2016. Faktor Penyebab Terjadinya *Contract Change Order* (CCO) Dan Pengaruhnya Terhadap Pelaksanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Bendung (Vol. 2).
- Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. 2019. Mengeksplorasi Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna.
- Nasution. 2003. Metode Penelitian Naturalistik Kualitatif. Bandung: Tarsito.
- Nelson dan Sekarsari, 2019. Faktor Yang Mempengaruhi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. In *Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 2, Issue 4).
- Nurcahyadi, G. 2017. BIM Efisienkan Sektor Konstruksi. 9 Oktober 2017. <http://mediaindonesia.com/read/detail/126254-bim-efisiensikan-sektor-konstruksi>.
- Ozorhon, B., dan E. Cinar. 2017. Critical success factors of building information modeling implementation. Journal of Management in Engineering 33 (3): 4016054.
- Raflis & Yuwono, Bambang & Rayshanda, Ripsky. 2019. Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders. Indonesian Journal Of Construction Engineering And Sustainable Development (CESD). 1. 62. 10.25105/cesd.v1i2.4197.
- Rangkuti, Freddy. 2014. Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Rayendra, Soemardi, B. W. 2014. “Studi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling untuk Pra-Konstruksi”. Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Reinhardt. 2009. BIM Tools. Di dalam skripsi : Mehmet F. Hergunsel (Ed). Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers and BIM Based Scheduling. 2011. Amerika Serikat : 23-26.
- Rizky Hutama, H., & Sekarsari, J. 2019. Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi (Vol. 4, Issue 1).
- Sangadji, S., Kristiawan, S., & Inton Kurniawan Saputra, (2019). Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung.
- Sarwono, Jonathan. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif. Graha Ilmu, Yogyakarta. ISBN 978-979-756-146-8.
- Smith, D., 2007. An Introduction to Building Information Modeling (BIM). Journal of Building Information Modeling, 4-12.
- Soeharto, I., 1997. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Erlangga, Jakarta.
- Sugiyono. 2015. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Syifahani, H. R. 2018. Studi Komparasi Implementasi Building Information Modelling (BIM) di Singapura dan Inggris Ditinjau dari Aspek Kelembagaan.
- Wilis, Furry & Larasati Zr, Dewi & Suhendri, Suhendri. 2017. The Challenges of Implementing Building Information Modeling in Small-Medium Enterprises Architecture Firms in Indonesia.

