

No.06/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2025

SKRIPSI

**VISUALISASI DAN DAMPAK BIAYA *CLASH DETECTION*
PEKERJAAN MEP PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN
BIM DAN *VIRTUAL REALITY*
(STUDI KASUS: PROYEK APARTEMEN THE PREMIERE MTH
JAKARTA TOWER 1)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

**Muhammad Rafli
2101421012**

Pembimbing :

**Safri, S.T., M.T.
NIP 198705252020121010**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**VISUALISASI DAN DAMPAK BIAYA *CLASH DETECTION* PEKERJAAN
MEP PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN BIM DAN
*VIRTUAL REALITY***

**(STUDI KASUS: PROYEK APARTEMEN THE PREMIERE MTH
JAKARTA TOWER 1)**

yang disusun oleh **Muhammad Rafli (2101421012)** telah
disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan
dalam **Sidang Skripsi Tahap 1**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Pembimbing

Safri, S. T., M. T.
NIP 198705252020121010



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

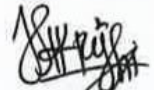
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi berjudul :

**VISUALISASI DAN DAMPAK BIAYA *CLASH DETECTION* PEKERJAAN
MEP PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN BIM DAN
*VIRTUAL REALITY***

**(STUDI KASUS: PROYEK APARTEMEN THE PREMIERE MTH
JAKARTA TOWER 1)**

yang disusun oleh **Muhammad Rafli (2101421012)** telah dipertahankan dalam
Sidang Skripsi Tahap 1 di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 02 Juni 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Rizki Yunita Sari, S.Pd., M.T. NIP 198906052022032006	
Anggota	Nunung Martina, S.T., M.Si. NIP 196703081990032001	
Anggota	Kartika Hapsari, R.A., S.T., M.T. NIP 199005192020122015	

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**



**Istiatun, S.T., M. T.
NIP 196605181990102001**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafli

NIM : 2101421012

Prodi : D-IV Teknik Konstruksi Gedung

Email : muhammad.rafli.ts21@mhs.wpnj.ac.id

Judul : Visualisasi dan Dampak Biaya *Clash Detection* Pekerjaan MEP pada Gedung Bertingkat Menggunakan BIM dan *Virtual Reality* (Studi Kasus: Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta Tower 1)

Dengan ini, saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutsertakan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 23 Mei 2025

Yang menyatakan,

Muhammad Rafli

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Visualisasi dan Dampak Biaya *Clash Detection* Pekerjaan MEP pada Gedung Bertingkat Menggunakan BIM dan *Virtual Reality* (Studi Kasus: Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta Tower 1)”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan kelulusan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan dari Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, semangat, dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Safri, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, dukungan, serta arahan selama proses penyusunan skripsi.
2. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
4. Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas bagi penulis untuk menempuh pendidikan dengan baik.
5. Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta yang telah memberikan izin dari data yang akan dijadikan objek penelitian, serta seluruh staff dan karyawan PT Adhi Persada Gedung yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
6. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, serta dukungan baik moral maupun materil.
7. Uda dan Uni yang telah memberikan doa serta dukungan materil.
8. Teman-teman TKG angkatan 2021 yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting.*

Skripsi ini disusun dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dalam penulisan maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diterima dan diharapkan. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan senantiasa menambah wawasan bagi semua pihak.

Depok, 23 Mei 2025

Muhammad Rafli





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu (<i>State of Art</i>)	7
2.2 Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	11
2.3 Proyek Apartemen.....	13
2.3.1 Definisi dan Fungsi Proyek Apartemen	13
2.3.2 Perbedaan Pekerjaan MEP Gedung Apartemen dengan Gedung Lain ..	13
2.4 Pekerjaan <i>Mechanical, Electrical, and Plumbing</i> (MEP).....	15
2.4.1 Definisi Pekerjaan MEP	15
2.4.2 Lingkup Pekerjaan MEP Gedung Apartemen.....	15
2.4.3 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan MEP	18
2.5 Rencana Anggaran Biaya	20
2.5.1 Definisi RAB.....	20
2.5.2 Pengaruh Biaya dari Terjadinya <i>Clash</i>	21
2.6 <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	21
2.6.1 Definisi <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	21

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.2	Autodesk Revit 2024.....	23
2.7	<i>Virtual Reality</i> (VR).....	24
2.7.1	<i>Virtual Reality</i> (VR) pada Proyek Konstruksi	24
2.7.2	<i>Virtual Reality</i> (VR) <i>Box</i>	25
2.7.3	Autodesk Rendering 360.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Objek dan Lokasi Penelitian	27
3.2	Alat Penelitian	28
3.3	Tahapan Penelitian	28
3.4	Teknik Pengumpulan Data	31
3.5	Teknik Pengolahan Data	32
3.5.1	Pemodelan BIM 3D Pekerjaan MEP	32
3.5.2	Identifikasi <i>Clash Detection</i> Pekerjaan MEP.....	36
3.5.3	Visualisasi <i>Clash Detection</i> Pekerjaan MEP	38
3.6	Analisis Data	40
3.6.1	Wawancara dengan Tenaga Ahli/Pakar	40
3.6.2	Cara Penanganan Hasil Identifikasi <i>Clash Detection</i>	42
3.6.3	Perbandingan Biaya MEP Saat <i>Clash</i> dan Setelah Perbaikan	42
3.7	Luaran	43
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Data Proyek.....	44
4.1.1	Data Umum Proyek.....	44
4.1.2	Model BIM 3D Struktur dan Arsitektur.....	44
4.1.3	Gambar <i>Shop Drawing</i> Pekerjaan MEP.....	45
4.2	Data Peraturan.....	58
4.3	Pengolahan Data.....	58
4.3.1	Pemodelan BIM 3D Pekerjaan MEP	58
4.3.2	Identifikasi <i>Clash Detection</i> Pekerjaan MEP.....	74
4.3.3	Visualisasi <i>Clash Detection</i> Pekerjaan MEP	84
4.4	Analisis Data	95
4.4.1	Wawancara dengan Tenaga Ahli/Pakar	95
4.4.2	Cara Penanganan Hasil Identifikasi <i>Clash Detection</i>	98
4.4.3	Perbandingan Biaya MEP Saat <i>Clash</i> dan Setelah Perbaikan	108
BAB V PENUTUP		113



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.1	Kesimpulan	113
5.2	Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN.....		119





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2.2 Keterbaruan Penelitian	11
Tabel 2.3 Tabel Perbedaan Gedung Apartemen dengan Gedung Lainnya	14
Tabel 3.1 Alat Penelitian	28
Tabel 3.2 Contoh Tabel Hasil Identifikasi <i>Clash Detection</i>	38
Tabel 3.3 Contoh Tabel Hasil Visualisasi <i>Clash Detection</i> Tampilan VR	40
Tabel 3.4 Daftar Pertanyaan Wawancara	40
Tabel 3.5 Contoh Tabel Penanganan Hasil Identifikasi <i>Clash detection</i>	42
Tabel 3.6 Contoh Tabel Perbandingan Biaya Pekerjaan MEP	42
Tabel 4.1 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Mekanikal dengan Arsitektur	74
Tabel 4.2 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Elektrikal dengan Arsitektur.....	76
Tabel 4.3 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Plumbing dengan Arsitektur	76
Tabel 4.4 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Mekanikal dengan Struktur	78
Tabel 4.5 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Elektrikal dengan Struktur.....	79
Tabel 4.6 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Plumbing dengan Struktur	79
Tabel 4.7 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Mekanikal dengan MEP	81
Tabel 4.8 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Elektrikal dengan MEP.....	82
Tabel 4.9 <i>Clash Detection</i> Pekerjaan Plumbing dengan MEP	83
Tabel 4.10 Hasil Visualisasi <i>Clash Detection</i> Tampilan VR	89
Tabel 4.11 Daftar Narasumber Wawancara Penelitian	95
Tabel 4.12 Jawaban Wawancara Narasumber.....	95
Tabel 4.13 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Mekanikal dengan Arsitektur	99
Tabel 4.14 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Elektrikal dengan Arsitektur.....	100
Tabel 4.15 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Plumbing dengan Arsitektur.....	101
Tabel 4.16 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Mekanikal dengan Struktur	102
Tabel 4.17 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Elektrikal dengan Struktur.....	102
Tabel 4.18 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Plumbing dengan Struktur.....	103
Tabel 4.19 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Mekanikal dengan MEP	104
Tabel 4.20 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Elektrikal dengan MEP.....	105
Tabel 4.21 Penanganan <i>Clash</i> Elemen Plumbing dengan MEP.....	106
Tabel 4.22 Perbandingan Biaya Pekerjaan Mekanikal.....	108
Tabel 4.23 Perbandingan Biaya Pekerjaan Elektrikal	109

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Instalasi <i>Ducting</i> AC	16
Gambar 2.2 Instalasi Distribusi Listrik Rak Kabel.....	16
Gambar 2.3 Instalasi Air Bersih dan Air Limbah.....	17
Gambar 2.4 Instalasi Pipa Pemadam Kebakaran.....	18
Gambar 2.5 Contoh dari <i>Hard Clash</i>	19
Gambar 2.6 Contoh dari <i>Soft Clash</i>	19
Gambar 2.7 Contoh dari <i>Workflow Clash</i>	20
Gambar 2.8 Dimensi BIM	22
Gambar 2.9 Logo Autodesk Revit 2024.....	23
Gambar 2.10 Fitur <i>Interference Check</i> pada Autodesk Revit 2024	24
Gambar 2.11 Penerapan <i>Virtual Reality</i> (VR) dalam Proyek Konstruksi	25
Gambar 2.12 Perangkat <i>Virtual Reality</i> (VR) Box	25
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	29
Gambar 3.3 Pemilihan <i>Template</i>	33
Gambar 3.4 Pembuatan <i>Grid</i> dan <i>Level</i>	34
Gambar 3.5 Menautkan Model BIM 3D Struktur dan Arsitektur	35
Gambar 3.6 Mengimpor Gambar CAD <i>Shop Drawing</i> Pekerjaan MEP	35
Gambar 3.7 Identifikasi <i>Clash Detection</i> Dengan <i>Interference Check</i>	37
Gambar 3.8 <i>Dialog Box</i> dari <i>Interference Report</i>	37
Gambar 3.9 Tahapan <i>Render in Cloud</i>	38
Gambar 3.10 Pilihan pada <i>Render in Cloud</i>	39
Gambar 3.11 Hasil Proses <i>Render</i> Autodesk Rendering 360.....	39
Gambar 4.1 Model BIM 3D Struktur	45
Gambar 4.2 Model BIM 3D Arsitektur	45
Gambar 4.3 Denah Instalasi HVAC Lantai 1	46
Gambar 4.4 Denah Instalasi HVAC Lantai 2 dan 3	46
Gambar 4.5 Denah Instalasi HVAC Lantai 4	47
Gambar 4.6 Denah Instalasi Rak Kabel Lantai 1	47
Gambar 4.7 Denah Instalasi Rak Kabel Lantai 2	48
Gambar 4.8 Denah Instalasi Rak Kabel Lantai 3	48
Gambar 4.9 Denah Instalasi Rak Kabel Lantai 4 Zona 1	49

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.10	Denah Instalasi Rak Kabel Lantai 4 Zona 2	49
Gambar 4.11	Denah Instalasi Rak Kabel Lantai 4 Zona 3	50
Gambar 4.12	Denah Instalasi Air Bersih Lantai 1.....	50
Gambar 4.13	Denah Instalasi Air Bersih Lantai 2.....	51
Gambar 4.14	Denah Instalasi Air Bersih Lantai 3.....	51
Gambar 4.15	Denah Instalasi Air Bersih Lantai 4.....	52
Gambar 4.16	Denah Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 1	52
Gambar 4.17	Denah Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 2	53
Gambar 4.18	Denah Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 3	53
Gambar 4.19	Denah Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 4	54
Gambar 4.20	Denah Instalasi Air Hujan Lantai 1	54
Gambar 4.21	Denah Instalasi Air Hujan Lantai 2 dan 3	55
Gambar 4.22	Denah Instalasi Air Hujan Lantai 4	55
Gambar 4.23	Denah Instalasi Pemadam Kebakaran Lantai 1	56
Gambar 4.24	Denah Instalasi Pemadam Kebakaran Lantai 2	56
Gambar 4.25	Denah Instalasi Pemadam Kebakaran Lantai 3	57
Gambar 4.26	Denah Instalasi Pemadam Kebakaran Lantai 4	57
Gambar 4.27	Pemodelan Instalasi HVAC Lantai 1.....	59
Gambar 4.28	Pemodelan Instalasi HVAC Lantai 2.....	59
Gambar 4.29	Pemodelan Instalasi HVAC Lantai 3.....	60
Gambar 4.30	Pemodelan Instalasi HVAC Lantai 4.....	60
Gambar 4.31	3D Pemodelan Instalasi HVAC Lantai 1 - 4	61
Gambar 4.32	Pemodelan Instalasi Kabel Tray Lantai 1	61
Gambar 4.33	Pemodelan Instalasi Kabel Tray Lantai 2.....	62
Gambar 4.34	Pemodelan Instalasi Kabel Tray Lantai 3	62
Gambar 4.35	Pemodelan Instalasi Kabel Tray Lantai 4.....	63
Gambar 4.36	3D Pemodelan Instalasi Kabel Tray Lantai 1 - 4.....	63
Gambar 4.37	Pemodelan Instalasi Air Bersih Lantai 1	64
Gambar 4.38	Pemodelan Instalasi Air Bersih Lantai 2	64
Gambar 4.39	Pemodelan Instalasi Air Bersih Lantai 3	65
Gambar 4.40	Pemodelan Instalasi Air Bersih Lantai 4	65
Gambar 4.41	3D Pemodelan Instalasi Air Bersih Lantai 1 – 4	66
Gambar 4.42	Pemodelan Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 1	66
Gambar 4.43	Pemodelan Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 2	67



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.44	Pemodelan Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 3	67
Gambar 4.45	Pemodelan Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 4	68
Gambar 4.46	Pemodelan Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 4/5	68
Gambar 4.47	3D Pemodelan Instalasi Air Bekas, Air Kotor, dan <i>Vent</i> Lantai 1 - 4	69
Gambar 4.48	Pemodelan Instalasi Air Hujan Lantai 1	69
Gambar 4.49	Pemodelan Instalasi Air Hujan Lantai 2	70
Gambar 4.50	Pemodelan Instalasi Air Hujan Lantai 3	70
Gambar 4.51	Pemodelan Instalasi Air Hujan Lantai 4	71
Gambar 4.52	3D Pemodelan Instalasi Air Hujan Lantai 1 – 4	71
Gambar 4.53	Pemodelan Instalasi <i>Sprinkler</i> dan <i>Hydrant</i> Lantai 1	72
Gambar 4.54	Pemodelan Instalasi <i>Sprinkler</i> dan <i>Hydrant</i> Lantai 2	72
Gambar 4.55	Pemodelan Instalasi <i>Sprinkler</i> dan <i>Hydrant</i> Lantai 3	73
Gambar 4.56	Pemodelan Instalasi <i>Sprinkler</i> dan <i>Hydrant</i> Lantai 4	73
Gambar 4.57	3D Pemodelan Instalasi <i>Sprinkler</i> dan <i>Hydrant</i> Lantai 1 - 4	74
Gambar 4.58	Denah Penempatan Titik VR Lantai 1	85
Gambar 4.59	Denah Penempatan Titik VR Lantai 2	86
Gambar 4.60	Denah Penempatan Titik VR Lantai 3	87
Gambar 4.61	Denah Penempatan Titik VR Lantai 4	88
Gambar 4.62	Simulasi Perbaikan Pemodelan BIM 3D Pekerjaan MEP	98
Gambar 4.63	Hasil Simulasi Perbaikan Pemodelan BIM 3D Pekerjaan MEP	99
Gambar 4.64	Perbandingan Biaya Pekerjaan Mekanikal	109
Gambar 4.65	Perbandingan Biaya Pekerjaan Elektrikal	110
Gambar 4.66	Perbandingan Biaya Pekerjaan Plumbing	111



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pernyataan Dosen Pembimbing	120
Lampiran 2 Lembar Pengesahan	122
Lampiran 3 Lembar Asistensi Pembimbing	124
Lampiran 4 Lembar Asistensi Penguji	128
Lampiran 5 Lembar Persetujuan Pembimbing	132
Lampiran 6 Lembar Persetujuan Penguji	135
Lampiran 7 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi	139
Lampiran 8 Lembar Bukti Penyerahan Laporan Magang Industri.....	141
Lampiran 9 Perbandingan Biaya Pekerjaan MEP	143





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

The Premiere MTH Jakarta merupakan proyek *mixed-use* pertama yang berlokasi di Jalan Nasional MT Haryono. Proyek ini termasuk ke dalam kawasan *transit oriented development* (TOD) dan dikembangkan oleh PT Adhi Commuter Properti, yaitu anak perusahaan dari PT Adhi Karya (Persero) Tbk., dengan mengusung konsep “*Exclusive Living and Quality of Life*”. The Premiere MTH Jakarta memiliki luas bangunan sebesar 3.288,99 m² dan dirancang untuk menyediakan fasilitas lengkap dalam satu kawasan, seperti perkantoran, apartemen, dan area komersil. Proyek ini dilaksanakan oleh PT Adhi Persada Gedung sebagai kontraktor utama dengan lingkup pekerjaan mencakup pekerjaan struktur, arsitektur, serta *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP).

Dalam pelaksanaannya, pekerjaan MEP merupakan salah satu aspek konstruksi dengan tingkat kompleksitas yang cukup tinggi. Kompleksitas ini disebabkan oleh cakupan pekerjaan MEP yang melibatkan berbagai sistem instalasi vital, seperti instalasi tata udara (HVAC), instalasi kelistrikan, jaringan perpipaan untuk air bersih, air buangan, serta sistem proteksi kebakaran sebagai pendukung fungsi operasional bangunan secara optimal (Bitaraf et al., 2024). Seluruh instalasi ini harus terintegrasi secara presisi dengan elemen lainnya, sehingga membutuhkan koordinasi lintas disiplin yang sangat teliti. Namun, dalam praktik pelaksanaannya seringkali muncul berbagai tantangan teknis yang menghambat kelancaran pekerjaan di lapangan. Salah satu tantangan utama yang paling sering terjadi adalah terjadinya *clash* atau benturan.

Penyebab terjadinya *clash* pada elemen MEP dikarenakan ketidaksesuaian koordinasi antar elemen. *Clash* yang ditimbulkan berupa benturan antara jalur instalasi mekanikal, elektrik dan plumbing dengan elemen struktur maupun arsitektur. Benturan ini pada akhirnya dapat menyebabkan keterlambatan pelaksanaan konstruksi, pembengkakan biaya, bahkan risiko kegagalan fungsi bangunan (Putri et al., 2024). Selain itu, *clash* juga disebabkan oleh pelaksanaan konstruksi yang masih menggunakan gambar (2D) sehingga menimbulkan keterbatasan perspektif. Hal ini akan menyulitkan para pelaksana untuk membayangkan hubungan antar elemen MEP secara menyeluruh. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai *clash detection* elemen MEP pada proyek ini. (Seftiani et al., 2024)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, penerapan dari *Building Information Modeling* (BIM) menjadi salah satu langkah awal untuk mendeteksi adanya *clash* atau benturan yang dikembangkan melalui visualisasi *clash detection* pekerjaan MEP pada bangunan gedung bertingkat dengan menggunakan perangkat *Virtual Reality* (VR). Teknologi *Virtual Reality* (VR) memungkinkan identifikasi dan simulasi benturan desain secara lebih realistis, sehingga memudahkan dalam proses evaluasi dan perbaikan sebelum pekerjaan dilaksanakan di lapangan (Aljagoub & Na, 2023).

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk melakukan visualisasi deteksi benturan pekerjaan MEP dengan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dan *Virtual Reality* (VR). Dengan penerapan teknologi ini dapat mengidentifikasi dan mengeliminasi *clash* yang timbul secara lebih efektif sertaantisipasi terjadinya pembengkakan biaya saat pelaksanaan. Hasil dari penelitian ini akan membandingkan biaya saat terjadi *clash* dan setelah perbaikan serta solusi untuk penanganannya. Dengan demikian, kedepannya penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pelaksanaan konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Apa saja *clash detection* pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta?
2. Bagaimana hasil visualisasi *clash detection* pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta dalam tampilan *Virtual Reality* (VR)?
3. Bagaimana cara penanganan *clash detection* pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta yang teridentifikasi?
4. Berapa deviasi biaya pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta saat terjadi *clash* dan setelah perbaikan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah bertujuan untuk mencegah terjadinya penyimpangan atau pelebaran topik, sehingga penelitian lebih terarah dan pembahasannya menjadi lebih fokus untuk mencapai tujuan penelitian. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian difokuskan berdasarkan Permen PUPR No. 22 Tahun 2018 mengenai bangunan di atas 2 lantai dan luas di atas 2000 m² wajib menggunakan BIM.
2. Penelitian dilakukan pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta Tower 1.
3. Penelitian ini difokuskan pada visualisasi *clash detection* pekerjaan MEP menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) 3D dengan *software* Autodesk Revit 2024.
4. Analisis waktu tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
5. Pemodelan dan identifikasi *clash detection* pekerjaan MEP hanya dilakukan pada lantai 1-4.
6. Pekerjaan MEP yang tidak termasuk dalam penelitian ini, yaitu:
 - a. Sistem transportasi vertikal, seperti lift dan eskalator.
 - b. Sistem jaringan pemadam kebakaran, seperti *fire alarm* dan *smoke detector*.
 - c. Sistem kelistrikan, seperti daya listrik dan lampu untuk pencahayaan.
 - d. Sistem jaringan telekomunikasi dan keamanan, seperti CCTV, akses kontrol, internet, dan jaringan komunikasi.
7. Pekerjaan MEP yang difokuskan dalam penelitian ini, yaitu:
 - a. Sistem tata udara (HVAC), seperti instalasi *ducting*.
 - b. Sistem distribusi kelistrikan, seperti instalasi rak kabel atau *cable tray*.
 - c. Sistem plumbing, seperti instalasi air bersih, air bekas, air bekas dapur, air kotor, dan air hujan.
 - d. Sistem pemadam kebakaran, seperti instalasi *sprinkler* dan *hydrant*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *clash detection* pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta.
2. Memvisualisasikan *clash detection* pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta dalam tampilan *Virtual Reality* (VR).
3. Merumuskan cara penanganan *clash detection* pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta yang teridentifikasi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Menghitung deviasi biaya pekerjaan MEP pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta saat terjadi *clash* dan setelah perbaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Industri (PT Adhi Persada Gedung)
Membantu dalam mendeteksi benturan (*clash*) dalam pekerjaan MEP sebelum pelaksanaan konstruksi, sehingga dapat mengurangi kesalahan desain, mempercepat waktu pengerjaan, dan mencegah terjadinya pembengkakan biaya dengan pemanfaatan perangkat *Building Information Modeling* (BIM) dan *Virtual Reality* (VR).
2. Bagi Industri (Autodesk, Inc.)
Memberikan evaluasi terkait efektifitas *software* Autodesk Revit 2024 dalam deteksi benturan atau *clash detection* pada proyek konstruksi dan membuka peluang dalam pengembangan fitur baru yang lebih akurat dan efisien.
3. Bagi Politeknik Negeri Jakarta
Menjadi referensi akademik untuk penelitian selanjutnya terkait penerapan perangkat *Building Information Modeling* (BIM) dan *Virtual Reality* (VR) dalam deteksi benturan atau *clash detection* pekerjaan MEP pada bangunan bertingkat.
4. Bagi Pembaca
Memberikan wawasan baru mengenai pentingnya *clash detection* dalam proyek konstruksi, manfaat perangkat *Building Information Modeling* (BIM) dan *Virtual Reality* (VR), serta penerapan dalam meningkatkan efisiensi dan koordinasi pada proyek konstruksi bangunan bertingkat.
5. Bagi Peneliti
Memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi D4 Teknik Konstruksi Gedung Politeknik Negeri Jakarta, serta memperluas referensi dan kajian akademik dibidang konstruksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun dalam beberapa bab untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi dari penelitian ini. Adapun penyusunannya sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan mengenai visualisasi *clash detection* pekerjaan MEP bangunan gedung bertingkat menggunakan perangkat *Building Information Modeling* (BIM) dan *Virtual Reality* (VR) pada Proyek Apartemen The Premiere MTH Jakarta Tower 1.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik penelitian ini, keterbaruan penelitian, serta dasar teori mengenai proyek apartemen, pekerjaan MEP, RAB, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 3D Autodesk Revit 2024, dan visualisasi *clash detection* menggunakan perangkat *Virtual Reality* (VR).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai objek dan lokasi pada penelitian, alat penunjang penelitian, tahapan penelitian yang meliputi diagram alir penelitian, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, metode analisis data, dan luaran yang akan dihasilkan dari penelitian ini terkait penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dan visualisasi *clash detection* menggunakan perangkat *Virtual Reality* (VR).

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai informasi umum Proyek The Premiere MTH, model BIM 3D struktur dan arsitektur, gambar *shop drawing* pekerjaan MEP, harga satuan pekerjaan MEP daerah Jakarta, serta tahapan pengolahan data yang mencakup pemodelan BIM 3D, identifikasi *clash detection*, dan visualisasi *clash detection* pekerjaan MEP dengan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dan penggunaan perangkat *Virtual Reality* (VR). Kemudian, berisi pembahasan terkait analisis data yang meliputi wawancara dengan tenaga ahli/pakar, penanganan *clash detection* pekerjaan MEP, dan perbandingan biaya pekerjaan MEP saat *clash* dan setelah perbaikan

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi penjelasan dari kesimpulan serta saran yang diperoleh dalam penelitian ini mengenai penerapan *Building Information Modeling* (BIM) untuk mendeteksi adanya *clash* atau bentrokan pekerjaan MEP yang dikembangkan melalui visualisasi *clash detection* menggunakan perangkat *Virtual Reality* (VR), cara



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

penanganan terhadap hasil identifikasi *clash*, serta deviasi biaya pekerjaan MEP saat terjadi *clash* dan setelah perbaikan pada proyek The Premiere MTH Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan pada Autodesk Revit dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemodelan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) dengan *software* Autodesk Revit 2024, penelitian ini berhasil mengidentifikasi sebanyak 3.491 *clash* (benturan) yang terjadi antara elemen-elemen MEP dengan elemen arsitektur, struktur, dan antar sesama MEP. Diantaranya adalah 2.466 *clash* antara elemen MEP dan arsitektur, 768 *clash* antara elemen MEP dan struktur, dan 257 *clash* antar elemen MEP itu sendiri.
2. Proses visualisasi hasil *clash detection* melalui *Virtual Reality* (VR) terbukti efektif memberikan pengalaman yang lebih realistis terhadap posisi benturan. Teknologi ini berpotensi besar dalam mempermudah diskusi antar tim lintas disiplin untuk mencari solusi yang efektif, terutama jika diterapkan sebelum fase konstruksi.
3. Penanganan dilakukan dengan mencari elemen yang paling sering mengalami benturan yaitu *ducting* (HVAC) dan sistem perpipaan yang membutuhkan kemiringan (*slope*) tertentu. Benturan terbanyak ditemukan di area koridor dan *lobby* yang menjadi pusat integrasi jalur instalasi dari berbagai sistem. Untuk mengatasi hal tersebut, penyesuaian posisi serta elevasi instalasi dilakukan yang umumnya disebabkan oleh ketidaksesuaian elevasi, ketidaksesuaian gambar kerja (*non-composite drawing*), serta penggunaan perencanaan berbasis 2D yang tidak merepresentasikan kondisi secara menyeluruh.
4. Selain itu, analisis perbandingan biaya pekerjaan MEP antara kondisi saat *clash* dan setelah dilakukan perbaikan menunjukkan adanya deviasi yang signifikan. Pada pekerjaan mekanikal terjadi penghematan di beberapa lantai hingga (-2,95%), sementara pada elektrikal terjadi kenaikan biaya yang besar di lantai 4 hingga (+45,93%). Untuk pekerjaan plumbing, deviasi biaya masih dalam batas wajar, yaitu (1,27%–3,02%). Hasil ini menegaskan bahwa deteksi dini melalui BIM dan VR dapat menghindarkan proyek dari pekerjaan ulang yang membutuhkan biaya tambahan dan memakan waktu, serta memperkuat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pentingnya integrasi sistem MEP secara digital sejak awal perencanaan proyek.

5.2 Saran

Berikut ini adalah saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian.

1. Penelitian mendatang disarankan memperluas ruang lingkup sistem MEP dalam analisis *clash detection* yang mencakup sistem tambahan seperti *fire alarm*, sistem keamanan (CCTV, *access control*), dan jaringan komunikasi. Hal ini bertujuan agar hasil deteksi benturan yang diperoleh menjadi lebih menyeluruh.
2. Penelitian mendatang sebaiknya difokuskan pada bagaimana BIM dapat dimanfaatkan untuk memperkuat proses koordinasi antara arsitektur, struktur, dan MEP secara *real-time*. Hal ini dapat dilakukan melalui penerapan fitur *clash resolution meeting* berbasis model digital, sehingga potensi benturan dapat lebih cepat diidentifikasi dan diselesaikan sejak awal fase desain.
3. Bagi pihak industri, disarankan agar metode BIM dan *Virtual Reality* (VR) dalam deteksi benturan juga diterapkan pada berbagai jenis bangunan lain, seperti sekolah, rumah sakit, dan pusat perbelanjaan. Bangunan-bangunan tersebut memiliki sistem MEP yang kompleks dan karakteristik desain yang beragam. Dengan demikian, efektivitas metode dapat diukur lebih luas dan manfaat penerapannya di industri konstruksi dapat lebih dimaksimalkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- AGUSTININGTYAS, R. S. (2024). Optimizing Life Cycle Energy and Carbon Footprint of Low-Rise Public Rental Apartments (Rusunawa) in Indonesia. (*Doctoral Dissertation, Waseda University*), 15(1), 37–48.
- Aljagoub, D., & Na, R. (2023). *Evaluating the Effectiveness of Building Information Modeling (BIM) and Virtual Reality (VR) in Understanding Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) Blueprints*. 4, 399–389. <https://doi.org/10.29007/ch2n>
- Al-Suwaidi, M. F., Agkathidis, A., Haidar, A., & Lombardi, D. (2024). Towards a Fully Virtualised Architectural Design Studio: A holistic VR-based framework from conception to final design. *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 2, 647–656.
- Alwan, M., Widodo, D., Agustina, H. A., & Ardiansyah, R. P. (2025). *Kajian literatur : implementasi teknologi Virtual Reality (VR) dalam industri konstruksi*. February.
- Arsitektur, P. S., Arsitektur, F., Soegijaparanata, U. K., & Semarang, K. (2023). *VIRTUAL REALITY DAN AUGMENTED REALITY DALAM ARSITEKTUR DIGITAL*. 3(1), 27–33. <https://doi.org/10.24167/joda.v3i1.12648>
- Aulia, H. (2024). *KOEFISIEN MATERIAL PADA PEKERJAAN SISTEM MEKANIKAL*. 316–325.
- Auryn, A. N. (2024). *PERANCANGAN APARTEMEN MIKRO DI MENTENG, KOTA JAKARTA PUSAT DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR PERILAKU*. (*Doctoral Dissertation, UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA*)., 2010, 3–6.
- Bitaraf, I., Salimpour, A., Elmi, P., & Shirzadi Javid, A. A. (2024). Improved Building Information Modeling Based Method for Prioritizing Clash Detection in the Building Construction Design Phase. *Buildings*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/buildings14113611>
- Chahrour, R., Atif Hafeez, M., Mohammad Ahmad, A., Ibnauf Sulieman, H., Dawood, H., Rodriguez-Trejo, S., Kassem, M., Kamal Naji, K., Dawood, N., & Author, C.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- (2020). Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection & resolution. *Ministry of Infrastructure and Transportation, Government of Sudan*.
- Das, A., Brunsgaard, C., & Madsen, C. B. (2022). Understanding the AR-VR Based Architectural Design Workflow among Selected Danish Architecture Practices. *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 1, 381–388. <https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2022.1.381>
- Doloksaribu, H. P., Mohamad, R., & Ibadi, W. (2024). *Fenomena Teknologi Virtual Digital Di Dunia Arsitektur Dalam Proses Perencanaan dan Desain Perancangan Arsitektur*. 3(2), 88–95. <https://doi.org/10.37477/lkr.v>
- Hidayatullah, A. N., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Wijaya, U., Surabaya, K., Surabaya, K., Timur, J., & Apartemen, P. (2024). *Penerapan rekayasa nilai pada proyek pembangunan apartemen westown view tower la chiva surabaya 1&2*. 12(3), 161–170.
- Khalid, M. R. (2023). *Desain Mep (Mechanical Electrical Plumbing) Royal Sentul Park of LRT City. (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)*.
- Khan, A. S. (2025). *Performance Analysis of Residential Green Buildings : A BIM Approach Performance Analysis of Residential Green Buildings : A BIM Approach*. January.
- Khan, M. (2023). *Mep System Installation Related Rework Causes and Impact on Project Performance ; A Case Study of Riyadh Metro Project Saudi Arabian*. November. <https://doi.org/10.31838/ecb/2023.12.s2.400>
- Kusnadi, M. R. (2022). *Analisis Clash Detection Pekerjaan MEP pada Proyek RSUD Dr. Soedomo Trenggalek dengan Metode BIM*.
- Lee, S., & Ahn, Y. (2018). Analyzing the long-term service life of MEP using the probabilistic approach in residential buildings. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su10103803>
- Leksmana, M. T. A. (2022). Penerapan Tema Arsitektur Vintage Pada Apartemen Di Kota Bandung. *Fad*, 2(1), 1–10.
- Mahardika, D., & Windari, A. C. (2025). *Penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam Peningkatan Efisiensi dan Keberlanjutan pada Proyek High Rise Building di Indonesia.pdf*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Natalia, M., Misriani, M., Hamid, D., Zulfajri, M., & Iskandar, A. (2024). *Analisis Clash Detection Perencanaan Proyek X Untuk Meminimalisir Anggaran Biaya dan Waktu*. 21(2), 7–9.
- Nurhasanah, S. (2019). Rancangan “Pasteur Moderne Apartment” Dengan Penerapan Gaya Arsitektur Modern di Bandung. (*Doctoral Dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG*), 2–11.
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasisipil.2021.015.02.4>
- Peraturan Menteri PUPR RI Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara. (n.d.). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara. *JDIH Kementerian PUPR*, 1–20. <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2594/1>
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 16 Tahun 2021. (n.d.). Peraturan Pemerintah RI Nomor 16 Tahun 2021. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 483. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Putri, N. E., Agustina, S., & Saefudin, A. (2024). *ANALISIS CLASH DETECTION PEKERJAAN ARSITEKTUR DAN MEP MENGGUNAKAN BUILDING INFORMATION MODELLING PADA PROYEK PMI*. 9, 138–148.
- Radinal, Novratrilova, L., & Hartinah, T. P. (2022). Rencana Anggaran Biaya Bangunan Penunjang Objek Wisata Teluk Wang Sakti Kabupaten Merangin. *Jurnal Komposits*, 3(1), 1–12.
- Rahmadiano, S. A., Putra Prasetya, B. P., & Soen, W. (2023). Perancangan Aset Visual 3D Virtual Reality (VR) Gedung Universitas Ma Chung Sebagai Media Pengenalan Mahasiswa Baru. *Citradirga : Jurnal Desain Komunikasi Visual Dan Intermedia*, 5(02), 75–85. <https://doi.org/10.33479/cd.v5i02.852>
- Reista, I. A., Annisa, A., & Ilham, I. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, 2(1), 13–22. <https://doi.org/10.26593/josc.v2i1.6135>
- Safri. (2021). *Perhitungan Kuantitas Gedung menggunakan BIM.pdf*.
- Sani, K., Hasibuan, A. Z., & Damayanti, F. (2023). Perancangan Visualisasi 3D Gedung FTK Universitas Harapan Medan Dengan Menggunakan Teknologi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Virtual Reality Dan Augmented Reality Berbasis Android. *Snastikom*, 58–64.
<https://prosiding.snastikom.com/index.php/SNASTIKOM2020/article/download/74/64>

- Seftiani, N., Widiyanti, I., & Wangi, I. P. (2024). Pemanfaatan BIM dalam Integrasi Arsitektur dan MEP Pada Proyek Konstruksi Gedung Lab PUT PNJ. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 232. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i1.432>
- Setyawan, H. A. (2021). PERANCANGAN MIXED-USE BUILDING DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR BIOKLIMATIK DI KOTA SURABAYA. (*Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surabaya*), 4–45.
- Shehadeh, A., Alshboul, O., Taamneh, M. M., Jaradat, A. Q., & Alomari, A. H. (2024a). Enhanced clash detection in building information modeling: Leveraging modified extreme gradient boosting for predictive analytics. *Results in Engineering*, 24(November), 103439.
- Shehadeh, A., Alshboul, O., Taamneh, M. M., Jaradat, A. Q., & Alomari, A. H. (2024b). Enhanced clash detection in building information modeling: Leveraging modified extreme gradient boosting for predictive analytics. *Results in Engineering*, 24(October). <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103439>
- Shitole, S., Choudhary, U., Kilachatwar, S., & Chambhare, B. (2020). *Revit in Mechanical , Electrical , Plumbing (MEP) for Facility Management of College Hostel Building*. 2.
- Sihotang, H., Sibarani, P. H. P., & Mulia, E. M. (2025). *ANALISIS PENERAPAN BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) PADA TAHAP PERENCANAAN GEDUNG SNOWDON TOWER Studi Kasus : PT . Razasa Karya*. 22(02).
- Siregar, B. A. S. (2024). Teknologi BIM (Building Information Modeling) dalam Manajemen Proyek Konstruksi. *Circle Archive*, 1–8.
- Sumardiyanto, D., Rozy, F., & Tan, A. (2024). Perancangan Sistem Mekanikal Elektrikal Plumbing (MEP) pada Gedung Akademi Keperawatan Husada Karya Jaya. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 9(1), 20–24.
<https://doi.org/10.52447/jkts.v9i1.7332>
- Varouqa, I. F., & Alnsour, M. A. (2024). A method of building information modelling implementation for structural engineering firms. *MethodsX*, 12(April), 102685.
<https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102685>