



© Hak Cipta milik 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.16/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2022

SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN DAN BBS ANTARA METODE BIM DENGAN KONVENSIONAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BOX TRAFFIC

Studi Kasus : Proyek Ruas Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3



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

Disusun Oleh :

Saskia Tri Puspawati

NIM 1801411007

Pembimbing :

Nunung Martina, S.T., M.Si

NIP 196703081990032001

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN
DAN JEMBATAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN DAN BBS ANTARA
METODE BIM DENGAN KONVENSIIONAL PADA PEKERJAAN
STRUKTUR BOX TRAFFIC**

(Studi Kasus : Proyek Ruas Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3)

yang disusun oleh **Saskia Tri Puspadewi (NIM 1801411007)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Pembimbing



Nunung Martina, S.T., M.Si

NIP 196703081990032001

© Hak Cipta milik 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, pennisan 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



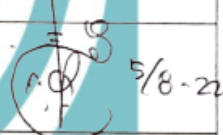
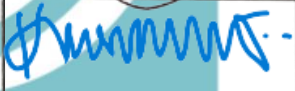

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN DAN BBS ANTARA METODE BIM DENGAN KONVENSIONAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BOX TRAFFIC

(Studi Kasus : Proyek Ruas Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3)


yang disusun oleh **Saskia Tri Puspadewi (NIM 1801411007)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi** di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 25 Juli 2022

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Safri, S.T., M.T. NIP 198705252020121010	 5/8-22
Anggota	Kusumo Dradjad Sutjahjo, S.T., M.Si. NIP 196001081985041002	
Anggota	Iwan Supriyadi, BSCE, M.T. NIP 196401041996031001	 12/8 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta




Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars
NIP. 197407061999032001



© Hak Cipta milik 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DEKLARASI ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Saskia Tri Puspadewi

NIM : 1801411007

Program Studi : D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul “ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN DAN BBS ANTARA METODE BIM DENGAN KONVENSIONAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BOX TRAFFIC (Studi Kasus : Proyek Ruas Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3)” ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi ataupun konsekuensi atas perbuatan saya.

Depok, 16 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Saskia Tri Puspadewi

NIM. 1801411007

© Hak Cipta milik 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





KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, shalawat serta salam ditujukan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan bagi mahasiswa program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan. Adapun Judul skripsi ini adalah “Analisis Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan dan BBS Antara Metode BIM dengan Konvensional Pada Pekerjaan Struktur Box Traffic (Studi Kasus : Pekerjaan Struktur Box Traffic pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3). Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan perhitungan volume pekerjaan metode BIM dengan konvensional.

Dalam menyelesaikan laporan ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat, pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua penulis, Ibu, Bapak, dan Kakak dan Adik yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dorongan semangat, dukungan moril serta materil yang tiada hentinya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Ibu Nunung Martina, selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan dorongan dan semangat, yang selalu meyakinkan bahwa saya bisa, sabar dalam memberikan pengarahan, solusi dan bimbingan dalam penulisan Skripsi.
3. Ibu Dyah Widyaningrum, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, selaku Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
5. Teman seperbimbingan yang berjuang dari awal mencari pembimbing dan membantu banyak untuk penelitian ini.
6. Teman-teman kelas PJJ 2018 yang telah menemani saat susah dan senang selama perkuliahan, dan banyak membantu saat dibangku perkuliahan dan saat penulisan Skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu penyusunan kripsi ini.

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

Semoga Allah SWT selalu membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari dengan segala kerendahan hati bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik membangun sehingga dapat memberikan hasil yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri.

Depok, Juli 2022

Saskia Tri Puspadewi



- 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



ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan industri konstruksi saat ini, para pelaku konstruksi seperti konsultan dan kontraktor dituntut untuk dapat menyelesaikan proyek konstruksi secara efektif dan efisien. Perhitungan volume pekerjaan memiliki peranan yang penting. Sebagian besar perusahaan konstruksi masih melakukan perhitungan volume pekerjaan secara konvensional. Metode konvensional merupakan metode perhitungan volume yang mengacu pada gambar proyek dengan dibantu perangkat lunak Autocad dan Microsoft Excel, metode ini membutuhkan waktu yang lama pada proses pengerjaannya dan rawan terjadi kesalahan perhitungan. BIM adalah salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan membuat BIM model struktur dan penulangan box traffic di software Autodesk Revit 2022 dan selanjutnya hasil penelitian berupa volume pekerjaan beton dan tulangan akan dibandingkan dengan volume metode konvensional yang berasal dari proyek, serta melakukan wawancara dengan BIM Engineer yang sudah berpengalaman. Hasil volume pekerjaan beton metode BIM didapatkan sebesar 3954,008 m³ dan hasil volume pekerjaan beton metode konvensional didapatkan sebesar 3955,047 m³. Sedangkan, hasil volume pekerjaan tulangan metode BIM didapatkan sebesar 513007,283 kg dan hasil volume pekerjaan tulangan metode konvensional didapatkan sebesar 513842,930 kg. Keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM dipengaruhi oleh kedetailan pemodelan yang dibuat dan standar yang digunakan dalam software.

Kata kunci : BIM (Building Information Modelling), BBS (*Bar Bending Schedule*), Quantity Takeoff

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah Penelitian	2
1.2.1 Identifikasi Masalah	2
1.2.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 State of the art.....	6
2.2 Kebaruan Penelitian (Novelty).....	9
2.3 Perbandingan	10
2.4 Volume Pekerjaan	10
2.5 Baja Tulangan.....	11
2.5.1 Jenis Baja Tulangan.....	11
2.5.2 Standar Penulangan	15
2.5.3 <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS).....	19

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerjemahan 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



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	Perhitungan Volume Pekerjaan Metode Konvensional.....	20
2.7	Building Information Modelling (BIM)	22
2.7.1	Pengertian Building Information Modelling (BIM).....	22
2.7.2	Dimensi BIM.....	22
2.7.3	BIM Based Quantity Takeoff	24
2.8	Quantity Takeoff Antara Metode Konvensional dengan Metode BIM.....	25
2.9	Autodesk Revit.....	26
2.10	Sofistik.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Objek dan Lokasi Penelitian.....	28
3.2	Alat Penelitian	29
3.3	Jadwal Penelitian	29
3.4	Rancangan Penelitian	30
3.5	Teknik Pengumpulan Data	32
3.6	Teknik Pengolahan Data	33
3.6.1	Pemodelan 3D BIM di Autodesk Revit 2022.....	33
3.6.2	Pemodelan Tulangan dengan Sofistik Reinforcement Detailing	38
3.6.3	Perhitungan Volume Pekerjaan Metode BIM	42
3.6.4	Perhitungan Volume Pekerjaan Metode Konvensional dengan Autocad Dan Microsoft Excel	43
3.6.5	Perbandingan Volume Pekerjaan Antara Metode BIM dengan Konvensional	46
3.6.6	Pembuatan <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS) di Autodesk Revit 2022	46
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Data Primer.....	48
4.2	Data Sekunder	49
4.2.1	Box Culvert	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

4.2.2	Wing Wall	51
4.2.3	Plat Injak.....	52
4.3	Pengecekan Kesesuaian BBS Dari Proyek Dengan SNI.....	54
4.4	Hasil Pemodelan Struktur Box Traffic Menggunakan BIM.....	67
4.5	Perbandingan Volume Pekerjaan antara Metode BIM dengan Konvensional 70	
4.5.1	Beton	70
4.5.2	Tulangan.....	73
4.6	Perbandingan <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS) antara Metode BIM dengan Konvensional	77
4.7	Faktor yang Mempengaruhi Keakuratan Hasil Volume Pekerjaan Metode BIM	84
BAB V PENUTUP.....		88
5.1	Kesimpulan.....	88
5.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		90

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baja Tulangan Polos (BjTP)	11
Gambar 2. 2 Jenis Baja Tulangan Sirp/Ulir	13
Gambar 2. 3 Pemutusan Tulangan Lentur.....	18
Gambar 2. 4 Pemutusan Tulangan Lentur yang Diterapkan di Lapangan	19
Gambar 2. 5 Alur Proses Quantity Takeoff Selama Konstruksi	24
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pekerjaan Struktur Box.....	28
Gambar 3. 2 Tampilan <i>Menu New Family</i> Di Autodesk Revit	34
Gambar 3. 3 Tampilan <i>Template Metric Structure Beam And Braces</i>	34
Gambar 3. 4 <i>Family Box Culvert</i>	35
Gambar 3. 5 <i>Parameter Properties</i>	35
Gambar 3. 6 Pengaturan <i>Material</i> Pemodelan Struktur	36
Gambar 3. 7 Format <i>Import CAD</i>	37
Gambar 3. 8 <i>Tools Load Family</i>	37
Gambar 3. 9 3D Struktur Box Traffic	37
Gambar 3. 10 <i>Identity Data</i> Struktur Pada <i>Panel Properties</i>	38
Gambar 3. 11 Tampak Potongan Box Culvert dan Wing Wall.....	39
Gambar 3. 12 Pengaturan Jumlah dan Jarak Tulangan.....	39
Gambar 3. 13 Pemodelan Tulangan Atas Box Culvert.....	39
Gambar 3. 14 Pengaturan <i>Split Rebars</i>	40
Gambar 3. 15 Pengaturan metode perhitungan panjang tulangan.....	41
Gambar 3. 16 <i>Identity Data</i> Tulangan pada <i>Panel Properties</i>	42
Gambar 3. 17 <i>Tools schedules</i> pada <i>menu bar view</i>	42
Gambar 3. 18 Tampilan <i>Schedules Properties</i> untuk Volume Beton Box Culvert ...	43
Gambar 3. 19 Detail box culvert box traffic arisuta.....	44
Gambar 3. 20 Hasil kalkulasi luas penampang 1 box culvert menggunakan Autocad	44
Gambar 3. 21 Detail penulangan pelat injak box traffic arisuta	45
Gambar 3. 22 Tipe tulangan S2 D19-100	45
Gambar 3. 23 Tampilan <i>Schedules Properties</i> untuk BBS.....	47
Gambar 4. 1 Dimensi Box Culvert Arisuta.....	50
Gambar 4. 2 BBS Penulangan Box Culvert Arisuta	50

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 milik 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

Gambar 4. 3 Dimensi Wing Wall Arisuta.....	51
Gambar 4. 4 BBS Penulangan Wing Wall Arisuta	52
Gambar 4. 5 Detail Dimensi Plat Injak Arisuta	53
Gambar 4. 6 BBS Penulangan Plat Injak Arisuta	54
Gambar 4. 7 Pola Pembengkokan Tulangan B1, B2, B3, B4 Box Culvert Ramp 4..55	
Gambar 4. 8 Pola Pembengkokan Tulangan B15, B16, B17 Box Culvert Ramp 4...55	
Gambar 4. 9 Pola Pembengkokan Tulangan B5 Box Culvert Ramp 4	56
Gambar 4. 10 Letak B5 pada Struktur Box Culvert Ramp 4	56
Gambar 4. 11 Pola Pembengkokan Tulangan Tulangan B2-1, B4-1 Box Culvert Ramp 4.....	57
Gambar 4. 12 Letak B4-1 pada Struktur Box Culvert Ramp 4.....	57
Gambar 4. 13 Hasil Pemodelan Struktur Box Traffic Arisuta.....	67
Gambar 4. 14 Hasil pemodelan Penulangan Struktur Box Traffic Arisuta.....	67
Gambar 4. 15 Pemodelan Box Culvert	68
Gambar 4. 16 Pemodelan Penulangan Box Culvert.....	68
Gambar 4. 17 Pemodelan Wing Wall	69
Gambar 4. 18 Pemodelan Penulangan Wing Wall.....	69
Gambar 4. 19 Pemodelan Plat Injak.....	70
Gambar 4. 20 Pemodelan Penulangan Plat Injak	70
Gambar 4. 21 Bagian box culvert yang berpotongan dengan wing wall	72
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Persentase Volume Pekerjaan Antara Metode BIM dengan Metode Konvensional pada Box Culvert.....	76
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Persentase Volume Pekerjaan Antara Metode BIM dengan Metode Konvensional pada Wing Wall.....	76
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Persentase Volume Pekerjaan Antara Metode BIM dengan Metode Konvensional pada Plat Injak.....	77
Gambar 4. 25 Grafik Persentase Perbedaan Volume Pekerjaan Beton dan Tulangan Antara Metode BIM dengan Konvensional pada Keseluruhan Box Traffic.....	77
Gambar 4. 26 Pola Pembengkokan Tulangan BBS Metode Konvensional	83
Gambar 4. 27 Pola Pembengkokan Tulangan BBS Metode BIM.....	83
Gambar 4. 28 BBS Tulangan Wing Wall Metode Konvensional	83
Gambar 4. 29 BBS Tulangan Wing Wall Metode BIM.....	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. 2 Ukuran Baja Tulangan Polos	12
Tabel 2. 3 Ukuran Baja Tulangan Sirip/Ulir	13
Tabel 2. 4 Ketebalan selimut beton untuk komponen struktur nonprategang yang dicor di tempat.....	15
Tabel 2. 5 Geometri Kait Standar Untuk Penyaluran Batang Ulir.....	16
Tabel 2. 6 Geometri kait standar untuk sengkang.....	16
Tabel 2. 7 Perbedaan Quantity Takeoff Antara Metode Konvensional dengan Metode BIM	25
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	30
Tabel 4. 1 Daftar pertanyaan wawancara.....	48
Tabel 4. 2 Tipe Dan Dimensi Box Culvert	49
Tabel 4. 3 Dimensi Wing Wall	51
Tabel 4. 4 Dimensi Plat Injak.....	52
Tabel 4. 5 Pengecekan Tulangan Utama.....	59
Tabel 4. 6 Pengecekan BBS Tulangan Bagi	61
Tabel 4. 7 Pengecekan BBS Tulangan Ekstra.....	65
Tabel 4. 8 Volume Pekerjaan Beton Struktur Box Traffic antara Menggunakan BIM dan Konvensional.....	71
Tabel 4. 9 Perbandingan Persentase Volume Pekerjaan Beton Antara Metode BIM Dengan Konvensional	73
Tabel 4. 10 Volume Pekerjaan Tulangan Struktur Box Traffic antara Menggunakan BIM dan Konvensional	73
Tabel 4. 11 Perbandingan Persentase Volume Pekerjaan Tulangan Antara Metode BIM Dengan Konvensional.....	75
Tabel 4. 12 BBS Box Culvert Arisuta Metode Konvensional	79
Tabel 4. 13 Hasil BBS Box Culvert Arisuta dari Autodesk Revit.....	80
Tabel 4. 14 Hasil Wawancara dengan BIM Engineer.....	84

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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Quantity takeoff adalah suatu pengukuran mendetail mengenai jumlah material dan pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi (Leonard et al., 2005). Perhitungan *quantity takeoff* ini digunakan pada seluruh tahapan konstruksi. Pada tahap tender, perhitungan *quantity takeoff* digunakan sebagai dasar untuk penentuan biaya perkiraan proyek dan penentuan nilai penawaran (Liu et al., 2016). Sedangkan pada tahap konstruksi, perhitungan *quantity takeoff* digunakan untuk merencanakan besaran jumlah material dan durasi pekerjaan konstruksi, serta mengontrol biaya konstruksi (Olanrewaju & Anahve, 2015).

Sebagian besar perusahaan konstruksi masih menggunakan metode konvensional untuk menghitung volume pekerjaan yaitu dengan cara memasukan dimensi yang diperoleh dari gambar proyek yang diukur dengan bantuan perangkat lunak Autocad, kemudian dihitung menggunakan rumus sesuai dengan volume pekerjaan yang akan dihitung dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel (Liu et al., 2016). Metode konvensional ini membutuhkan waktu yang lama pada proses pengerjaannya dan rawan terjadi kesalahan perhitungan (Olsen & Taylor, 2017).

Material baja tulangan merupakan material yang memiliki pengaruh tinggi terhadap biaya konstruksi (Formoso et al., 2002). Untuk mengestimasi kebutuhan baja tulangan biasanya dibuat *bar bending schedule* yang mengacu pada gambar kerja. Pembuatan *bar bending schedule* masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama, kurang efektif, dan kurang efisien (Chandra, 2014). Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi baru yang dapat mengatasi permasalahan dalam proses perhitungan volume pekerjaan dan pembuatan *bar bending schedule*.

Perkembangan teknologi BIM memperkenalkan pendekatan baru untuk perhitungan kuantitas yang disebut BIM-based *quantity takeoff* (Sacks et al., 2018). Metode ini mengekstrak kuantitas langsung dari model BIM dan menghasilkan hasil yang akurat, serta dapat mengurangi waktu dan biaya pekerjaan (Sattineni & Bradford, 2011). Selain itu, BIM juga dapat digunakan untuk visualisasi pekerjaan, penjadwalan,



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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

estimasi biaya, analisis energi, manajemen fasilitas (BPSDM PU, 2019), dan pembuatan *bar bending schedule* (Chidambaram, 2019).

Pada tahun 2021 Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat (PUPR) mengeluarkan surat edaran direktur No. 11/SE/Db/2021 tentang penerapan BIM pada perencanaan teknis, konstruksi dan pemeliharaan jalan dan jembatan di direktorat jenderal bina marga. Penerapan BIM bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi dan meminimalisasi kesalahan dalam perencanaan teknis jalan dan jembatan secara keseluruhan. Namun hal tersebut belum cukup kuat bagi mayoritas perusahaan konstruksi untuk mengubah metode konvensional menjadi metode BIM karena pertimbangan antara lain tingkat keahlian sumber daya manusia yang belum merata, membutuhkan waktu untuk melatih karyawan, biaya untuk meningkatkan perangkat keras dan lunak , dan perubahan mendasar dalam proses kerja jika menggunakan BIM (Langar & Pearce, 2014).

Proyek jalan tol ruas Cinere-Jagorawi seksi 3 merupakan proyek jalan tol yang akan menghubungkan kawasan Kukusan-Krukut yang tersambung dengan jalan Tol Depok-Antasari (Desari) dan Krukut-Cinere. Terdapat berbagai pekerjaan struktur diantaranya pekerjaan struktur jembatan, box saluran, box traffic, dan retaining wall. Pada umumnya box culvert yang digunakan adalah tipe precast, namun pada proyek ini box culvert yang digunakan adalah tipe cast in situ. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan volume pekerjaan strukturnya yang antara lain meliputi beton, bekisting, dan baja tulangan, serta *bar bending schedule* (BBS) untuk pekerjaan pembesian. Pada proyek ini, proses perhitungan volume pekerjaan dan pembuatan *bar bending schedule* nya masih menggunakan metode konvensional.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan membandingkan perhitungan volume pekerjaan dan BBS antara metode BIM dengan konvensional pada pekerjaan struktur box traffic dan mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM.

1.2 Masalah Penelitian

1.2.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka ditemui bahwa proses perhitungan volume pekerjaan dan pembuatan *bar bending schedule* pada Proyek



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

Pembangunan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3 masih menggunakan metode konvensional dengan bantuan perangkat lunak Autocad dan Microsoft Excel. Metode konvensional ini membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya dan besar kemungkinan terjadinya kesalahan dalam perhitungan.

1.2.2 Perumusan Masalah

Setelah pokok permasalahan diuraikan pada sub bab sebelumnya, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan volume pekerjaan antara menggunakan metode BIM dan metode konvensional pada pekerjaan struktur box traffic Proyek Pembangunan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3.
2. Bagaimana perbandingan *bar bending schedule* (BBS) antara menggunakan metode BIM dan metode konvensional pada pekerjaan struktur box traffic Proyek Pembangunan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3.
3. Apa saja faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian skripsi ini membutuhkan batasan masalah agar pembahasannya tidak terlalu melebar dan kompleks. Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian skripsi ini antara lain:

1. Objek penelitian adalah pekerjaan struktur 4 lokasi box traffic (Box Traffic Ramp 4, Ramp 7, Arisuta, Jalan Cakra) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3.
2. Volume pekerjaan yang dihitung adalah volume pekerjaan untuk beton dan baja tulangan.
3. Pekerjaan struktur yang dihitung dan dimodelkan adalah pekerjaan box culvert, wing wall, dan plat injak.
4. Volume pekerjaan metode konvensional yang digunakan adalah menggunakan data dari proyek.
5. Pemodelan struktur yang dibuat mengacu pada gambar Detail Engineering Design (DED) dan untuk pemodelan tulangan mengacu pada BBS dari proyek.
6. Software yang digunakan untuk membuat pemodelan adalah Autodesk Revit 2022 dan plugin Sofistik Reinforcement Detailing.



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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan biaya (cost estimation).
8. Penelitian ini tidak mencakup pekerjaan tanah.
9. Penelitian ini tidak menghitung kebutuhan per batang untuk tipe potongan dan waste dari baja tulangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbandingan volume pekerjaan antara menggunakan metode BIM dan metode konvensional pada pekerjaan struktur box traffic Proyek Pembangunan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3.
2. Menganalisis perbandingan *Bar Bending Schedule* (BBS) antara menggunakan metode BIM dan metode konvensional pada pekerjaan struktur box traffic Proyek Pembangunan Tol Cinere-Jagorawi Seksi 3.
3. Mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi lingkungan akademis khususnya mahasiswa, dapat menjadi bahan acuan untuk mahasiswa yang tertarik tentang implementasi Building Information Modelling (BIM) pada konstruksi.
2. Bagi industri konstruksi, dapat :
 - a. Mendukung industri 4.0 dengan menggunakan teknologi berbasis Building Information Modelling pada proses konstruksi.
 - b. Mengetahui perbedaan hasil perhitungan volume pekerjaan berbasis Building Information Modelling (BIM) dengan perhitungan volume pekerjaan menggunakan metode konvensional.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini tersusun dari beberapa bab yang terdiri dari beberapa sub bab pembahasan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN



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 ini berisikan latar belakang mengenai implementasi BIM dalam perhitungan volume pekerjaan dan pembuatan BBS, masalah penelitian yang terdiri dari identifikasi masalah dan perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan manfaat penelitian ini dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori-teori pendukung yang akan digunakan dalam penelitian skripsi ini, diantaranya yaitu volume pekerjaan metode konvensional dan quantity takeoff dengan BIM, dan *Bar Bending Schedule* (BBS). Teori-teori tersebut bersumber dari buku, skripsi, tugas akhir, dan jurnal yang berkaitan dengan skripsi ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan objek dan lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, dan teknik pengolahan data untuk menganalisis perbandingan volume pekerjaan dan BBS menggunakan metode BIM dengan konvensional dan mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang informasi umum tentang proyek yang akan ditinjau dan data penting untuk menganalisis perbandingan volume pekerjaan dan BBS menggunakan metode BIM dengan konvensional pada pekerjaan struktur. yang akan di buat pada bab selanjutnya. Bab ini juga berisikan pembahasan mengenai data yang sudah dianalisis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang didapatkan dari analisis dan pembahasan tentang perbandingan volume pekerjaan dan BBS menggunakan metode BIM dengan konvensional dan faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya dan saran yang berkaitan dengan hasil penelitian dan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan volume pekerjaan dan BBS antara metode BIM dan konvensional pada pekerjaan struktur box traffic proyek Tol Cijago seksi 3, dapat ditarik kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Pada struktur box traffic terdiri dari elemen struktur box culvert, wing wall, dan plat injak. Hasil volume pekerjaan beton metode BIM didapatkan sebesar 3954,008 m³ dan hasil volume pekerjaan beton metode konvensional didapatkan sebesar 3955,047 m³. Terdapat perbedaan hasil sebesar 1,04 m³ atau 0,013 %. Hal ini dikarenakan perbedaan asumsi perhitungan volume pada wing wall. Sedangkan Hasil volume pekerjaan tulangan metode BIM didapatkan sebesar 513007,283 kg dan hasil volume pekerjaan tulangan metode konvensional didapatkan sebesar 513842,930 kg. Terdapat perbedaan hasil sebesar 835,647 kg atau 0,081 %. Hal ini dikarenakan perbedaan jumlah tulangan yang digunakan dan panjang tulangan yang berada di sisi yang miring.
2. *Bar bending schedule* (BBS) dibuat sebagai acuan dalam pekerjaan pembesian. Hasil perbandingan BBS antara metode BIM dan konvensional, terdapat perbedaan pada gambar pola pembengkokan untuk besi yang panjangnya lebih dari 12 m dan panjang tulangan yang berada pada sisi miring.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM yaitu :
 - Tingkat kedetailan pemodelan, semakin detail pemodelan maka akan semakin akurat hasil quantity takeoff yang dihasilkan oleh software BIM.
 - Standar yang digunakan pada software BIM, jika standar yang digunakan pada software telah disesuaikan dengan standar yang berlaku di proyek konstruksi maka hasil quantity takeoff BIM akan akurat.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan hasil kesimpulan yang didapat dalam penggunaan BIM untuk perhitungan volume pekerjaan dan pembuatan BBS serta



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

faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil volume pekerjaan metode BIM, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya BIM ini diterapkan di proyek konstruksi sejak tahap tender terutama dalam estimasi kuantitas untuk BOQ karena penggunaan BIM ini mempercepat waktu perhitungan dan meminimalisir kesalahan.
2. Dalam proses pembuatan BBS sebaiknya menggunakan output BBS dari software BIM. Output BBS tersebut telah terintegrasi dengan pemodelan sehingga jika terjadi perubahan desain pada pemodelan maka secara otomatis BBS nya akan berubah dan tulangan dapat tervisualisasikan dengan baik.
3. Sebaiknya dalam proses pemodelan BIM dilakukan sedetail mungkin dan disesuaikan dengan standar yang berlaku di proyek, dikarenakan kedetailan pemodelan dan standar yang digunakan akan mempengaruhi keakuratan hasil quantity takeoff. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat diketahui keakuratan quantity takeoff BIM, hasil tersebut perlu dibandingkan dengan hasil volume realisasi di lapangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anindya, A. A., & Gondokusumo, O. (2020). Kajian Penggunaan Cubicost Untuk Pekerjaan Quantity Take Off Pada Proses Tender. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 4(1), 83. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v4i1.6718>
- BPSDM PU. (2018). *Modul 12 Perhitungan Volume, Analisa Harga Satuan, Rab, Dan Spesifikasi Teknis*. https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/05/24ca6_Modul_12_Volume_dan_Spektek_Air_Baku.pdf
- BPSDM PU. (2019). Pengenalan Building Information Modelling (BIM). *Pelatihan BIM*. https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2019/08/a4dc2_PENGENALAN_BUILDING_INFORMATION_MODELING_BIM_.pdf
- Chandra, W. P. A. (2014). RANCANGAN PROGRAM Pengerjaan BAR BENDING SCHEDULE PENULANGAN CORE LIFT DAN PIT LIFT. *Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret*.
- Chidambaram, S. (2019). Application of building information modelling for reinforcement waste minimisation. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management*, 172(1), 3–13. <https://doi.org/10.1680/jwarm.17.00027>
- Firat, C. E., Stenstrand, J., & Engineer, B. I. M. (2010). QUANTITY TAKE-OFF IN MODEL-BASED SYSTEMS. *Proceedings of the CIB W78 2010: 27 th International Conference –Cairo, Egypt*, 16–18.
- Formoso, C. T., Soibelman, L., De Cesare, C., & Isatto, E. L. (2002). Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(4), 316–325. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2002\)128:4\(316\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2002)128:4(316))
- Kawet, R. S. S. I. (2018). *Konstruksi Bangunan - Google Books*. Deepublish. https://www.google.co.id/books/edition/Konstruksi_Bangunan/WT5VDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=sni+2008+analisa+harga+satuan+pekerjaan&pg=PA71&printsec=frontcover
- König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). *Building Information Modeling : Why? What? How?* Springer, Cham.
- Kusuma, N. H. (2021). *Analisis Perbandingan Volume Pekerjaan Struktur Secara Perhitungan Manual Berbasis SMPI dengan Perangkat Lunak Revit*. Podomoro University. <http://repository.podomorouniversity.ac.id/416/>
- Langar, S., & Pearce, A. (2014). State of Adoption for Building Information Modeling (BIM) in the Southeastern United States. *50th ASC Annual International Conference Proceedings, April, 8*.
- Leonard, H., John, E. S., Dennis, G., & Thomas, C. (2005). *Construction Cost Estimating: Process and Practices*. Prentice Hall. <https://www.amazon.com/Construction-Cost-Estimating-Process->

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 mengumumikan 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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Practices/dp/0130496650

- Liu, H., Lu, M., & Al-Hussein, M. (2016). Ontology-based semantic approach for construction-oriented quantity take-off from BIM models in the light-frame building industry. *Advanced Engineering Informatics*, 30(2), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.03.001>
- Marhiyanto, B. (2017). Kamus Lengkap Bahasa Indonesia. *Media Centre*, 57.
- Mattern, H., Scheffer, M., & König, M. (2018). BIM-Based Quantity Take-Off. *Springer, Cham*, 383–391.
- Mesároš, P., Smetanková, J., & Mandičák, T. (2019). The Fifth Dimension of BIM-Implementation Survey You may also like Adoption and implementation of building information modeling (BIM) by the government in the Indonesian construction industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/222/1/012003>
- Olanrewaju, A., & Anahve, P. J. (2015). Duties and Responsibilities of Quantity Surveyors in the Procurement of Building Services Engineering. *Procedia Engineering*, 123, 352–360. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.046>
- Olsen, D., & Taylor, J. M. (2017). Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors. *Procedia Engineering*, 196(June), 1098–1105. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.067>
- Ruspiansyah&Adi, M. (2021). Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Drainase antara Metode Precast dan Cast in Situ. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 5(2), 28–38.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers ... - Rafael Sacks, Chuck Eastman, Ghang Lee, Paul Teicholz - Google Buku*. Wiley. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=IU9mDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR18&ots=NflsMr4sAG&sig=X6uJjRFVQCpiTObEvCy9zWZ8tto&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Sattineni, A., & Bradford, R. H. (2011). Estimating with BIM: A survey of US construction companies. *Proceedings of the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2011*, 564–569. <https://doi.org/10.22260/isarc2011/0103>
- SNI 2052. (2017). Baja tulangan beton. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 15.
- SNI 2847. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 8, 720. www.bsn.go.id.
- Sofistik. (n.d.). *Software for 2D 3D design and reinforcement by SOFiSTiK*. Sofistik. Diambil 20 Juni 2022, dari <https://www.sofistik.com/solutions/software-for-design-and-reinforcement-planning>