



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

No. 07/TA/S.Tr-TPJJ/2021

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME, DIMENSI DAN  
GAMBAR KERJA (*SHOP DRAWING*) DENGAN METODE BIM  
TERHADAP METODE KONVENSIONAL**

(Studi Kasus : Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah)



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

Disusun Oleh :

Ravhan Anugrah Yuliano

NIM. 4117010022

Pembimbing :

Nunung Martina, S.T., M.Si.

NIP. 196703081990032001

Safri, S.T., M.T

NIP. 198705252020121010

Taufiq Imam Hidayat, S.T (PT. Waskita Karya (Persero) Tbk)

NIP. 182408931

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN  
JEMBATAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2021



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

Tugas Akhir berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME, DIMENSI DAN GAMBAR KERJA  
(SHOP DRAWING) DENGAN METODE BIM TERHADAP METODE  
KONVENSIONAL** yang disusun oleh **Rayhan Anugrah Yuliano (4117010022)**,  
telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Tugas Akhir**

**Tahap II**



Pembimbing 1

Pembimbing 2

**Nunung Martina. S.T., M.Si.**  
NIP 196703081990032001

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

## HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME, DIMENSI DAN GAMBAR KERJA (SHOP DRAWING) DENGAN METODE BIM TERHADAP METODE KONVENSIONAL** yang disusun oleh **Rayhan Anugrah Yuliano (4117010022)** telah dipertahankan dalam **Sidang Tugas Akhir Tahap II** di depan Tim Penguji pada hari Jumat Tanggal 13 Agustus 2021

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
<b>Ketua</b>	Edy Pramono NIP 52000000000000000328	
<b>Anggota</b>	Kusumo Dradjad Sutjahjo, S.T., M.Si NIP 196001081985031002	
<b>Anggota</b>	Erlina Yanuarini, S.T., M.Sc NIP 198901042019032013	



Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta**

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





## DEKLARASI ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rayhan Anugrah Yuliano  
NIM : 4117010022  
Program Studi : Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “**ANALISIS PERBANDINGAN VOLUME, DIMENSI DAN GAMBAR KERJA (SHOP DRAWING) DENGAN METODE BIM TERHADAP METODE KONVENSIONAL (Studi Kasus: Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah)**” 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, 5 Agustus 2021  
Yang Membuat Pernyataan

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Rayhan Anugrah Yuliano  
NIM. 4117010022

### 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 kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, shalawat serta salam ditujukan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini adalah “Analisis Perbandingan Volume, Dimensi dan Gambar Kerja (*Shop Drawing*) dengan Metode BIM terhadap Metode Konvensional”. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk membandingkan hasil antara metode konvensional dan metode BIM pada *Overpass* proyek pembangunan Simpang Susun Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah

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

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya agar penulisan Tugas Akhir ini selesai dengan sebagaimana mestinya.
2. Kedua orang tua penulis, Mama, Papa, Abang Rifqi dan Adek Dinda yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dorongan semangat, dukungan moril serta materiil yang tiada hentinya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
3. 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 Tugas Akhir.
4. Bapak Safri, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan semangat dan perhatian dalam proses pengerjaan penelitian, memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir.
5. Ibu Dyah Nurwidyaningrum, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
6. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, selaku Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.

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

7. Bapak Taufiq Imam Hidayat, selaku Pembimbing Industri PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, yang telah banyak membantu dan membimbing dalam penulisan Tugas Akhir ini terutama dalam proses *Modelling* dan pengolahan serta analisis data.
8. Staf dan Tim Proyek Pembangunan Simpang Susun Kawasan Industri Batang PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Teman seperbimbingan Karina dan Liana yang berjuang dari awal mencari pembimbing dan membantu banyak untuk penelitian ini.
10. Teman-teman kelas PJJ 2017 yang telah menemani saat susah dan senang selama berkuliah, dan banyak membantu saat dibangku perkuliahan dan saat penulisan Tugas Akhir ini.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Depok, Agustus 2021

Rayhan Anugrah Yuliano



## ABSTRAK

Perkembangan era industri 4.0 sangat pesat, salah satunya pada dunia konstruksi adalah metode BIM (*Building Information Modelling*) untuk kegiatan *surveying*, yaitu *3D Scanning*. Metode *3D Scanning* yang dapat memperoleh jutaan titik berupa *point cloud* dalam satu kali *scanning* diharapkan dapat memberikan akurasi yang lebih tinggi dan waktu pengoperasian yang jauh lebih efektif dan efisien dibandingkan metode konvensional. Sebelumnya metode konvensional seperti *human plotting* membutuhkan waktu dan SDM yang lebih banyak dikarenakan harus berpindah dari satu titik ke titik lainnya dan akurasi sangat bergantung pada kualitas SDM. Penelitian ini dilakukan di Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah dan bertujuan untuk membandingkan hasil dimensi, volume dan *shop drawing* metode konvensional dengan metode *3D Scanning* serta apa saja kelebihan dan kekurangan dari metode *3D Scanning*. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah terdapat selisih rata – rata dimensi sebesar 0.007 m dari gambar *shop drawing*, kemudian terdapat selisih titik koordinat rata – rata sebesar 0.028 m yang menyebabkan posisi Abutment bergeser dari gambar *shop drawing*. Untuk mendapatkan volume, diperlukan metode BIM lainnya yaitu *Modelling* dan didapatkan hasil bahwa selisih antara metode BIM dengan konvensional pada volume beton yaitu sebesar 1.156% dan 1.292% pada tumpukan granular. Kelebihan pada 2 metode BIM ini adalah cara pengoperasiannya yang sudah otomatisasi dan lebih singkat serta membutuhkan waktu yang lebih sedikit.

Kata Kunci: BIM (*Building Information Modelling*), *Surveying*, *3D Scanning*, *Point Cloud*, Metode Konvensional,

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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
<b>BAB 1.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Masalah Penelitian.....	2
1.2.1 Identifikasi Masalah.....	2
1.2.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2.....</b>	<b>6</b>
2.1 State Of The Art .....	6
2.2 Kebaruan Penelitian ( <i>Novelty</i> ).....	13
2.3 Metode Perhitungan Konvensional .....	14
2.4 BIM (Building Information Modelling).....	15
2.4.1 Pengertian BIM.....	15
2.4.2 Metode BIM (3D Laser Scanning).....	16
2.4.3 Konsep Pengukuran Terrestrial Laser Scanner.....	17
2.5 Point Cloud.....	20
2.6 Georeferensi ( <i>Georeferencing</i> ).....	21
<b>BAB 3.....</b>	<b>24</b>
3.1 Objek dan Lokasi Penelitian.....	24
3.2 Bagan Alir Penelitian .....	26
3.3 Tahapan Penelitian .....	27
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	28
3.5 Tahapan Pengolahan Data .....	29
3.5.1 Pengolahan Volume Konvensional.....	29

### 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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

3.5.2	Pengolahan metode BIM.....	29
•	<i>Modelling</i> .....	35
<b>BAB 4</b>	.....	<b>51</b>
4.1	Data untuk proses <i>3D Scanning</i> .....	51
4.2	Data untuk proses <i>Modelling</i> .....	52
4.3	Data dimensi konvensional.....	58
4.4	Data titik koordinat konvensional .....	60
4.5	Data volume konvensional .....	63
4.6	Data pertanyaan wawancara .....	70
<b>BAB 5</b>	.....	<b>66</b>
5.1	Analisis BIM .....	66
5.1.1	3D Scanning .....	66
5.1.2	Modelling .....	70
5.2	Analisis Dimensi .....	72
5.3	Analisis Koordinat.....	75
5.4	Analisis Volume .....	84
5.5	Analisis Wawancara .....	89
<b>BAB 6</b>	.....	<b>91</b>
6.1	Kesimpulan.....	91
6.2	Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>93</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>95</b>

**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

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Dimensi dalam BIM.....	16
Gambar 2.2 Prinsip Perekaman Data dengan Scanner.....	18
Gambar 2.3 <i>Point Clouds</i> Abutment OP SS KIB.....	21
Gambar 2.4 Georeferensi secara langsung.....	22
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Plan Simpang Susun KIB.....	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3.4 TLS Trimble SX 10.....	30
Gambar 3.5 Tampilan Job pada Pad Monitor Control TLS Trimble SX 10.....	31
Gambar 3.6 Tampilan Electronic Level untuk menjaga keseimbangan TLS Trimble SX 10.....	32
Gambar 3.7 Tampilan Key in point pada TLS Trimble SX 10.....	33
Gambar 3.8 Tampilan Station setup pada TLS Trimble SX 10.....	33
Gambar 3.9 Tampilan opsi <i>Scanning</i> Trimble SX 10.....	34
Gambar 3.10 Proses registrasi <i>point cloud</i> menggunakan Trimble Business Center	34
Gambar 3.11 Proses export file hasil georeferensi menjadi format .RCP atau .RCS	35
Gambar 3.12 Hasil Pembuatan Alinyemen Horizontal SS KIB menggunakan Civil3D.....	36
Gambar 3.13 Hasil Pembuatan Alinyemen Vertikal SS KIB menggunakan Civil3D.....	37
Gambar 3.14 Hasil Pembuatan Sub Assembly menggunakan Civil3D.....	40
Gambar 3.15 Hasil Pembuatan Corridor pada Jalan Akses.....	41
Gambar 3.16 Hasil Pembuatan 3D Polyline Slab dan Girder.....	42
Gambar 4.1 Plan Koordinat berdiri alat TLS <i>Trimble SX 10</i> .....	51
Gambar 4.2 Plan Profile OP SS KIB.....	53
Gambar 4.3 Tulangan Pilecap A1 OP SS KIB.....	53
Gambar 4.4 Tulangan Pilecap A2 OP SS KIB.....	54
Gambar 4.5 Dimesi Abutment A1 OP SS KIB.....	54
Gambar 4.6 Potongan 2 Dimensi Abutment A1 OP SS KIB.....	55
Gambar 4.7 Potongan 3 Dimensi Abutment A1 OP SS KIB.....	55
Gambar 4.8 Dimensi Abutment A2 OP SS KIB.....	56
Gambar 4.9 Potongan 1 Dimensi Abutment A2 OP SS KIB.....	56

### 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





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 Potongan 3 Dimensi Abutment A2 OP SS KIB .....	57
Gambar 4.11 Plan & Detail Parapet dan Barrier OP SS KIB.....	57
Gambar 4.12 Plan Profile Granular Backfill OP SS KIB.....	58
Gambar 4.13 Denah ABT 1 dan Kode Dimensi.....	58
Gambar 4.14 Denah ABT 2 dan Kode Dimensi.....	59
Gambar 4.15 Plan Koordinat Abutment 1 menggunakan metode konvensional .....	61
Gambar 4.16 Plan Koordinat Abutment 2 menggunakan metode konvensional .....	62
Gambar 5.1 Hasil pengolahan <i>point cloud</i> ABT 1 OP SS KIB.....	66
Gambar 5.2 Hasil pengolahan <i>point cloud</i> ABT 2 OP SS KIB.....	67
Gambar 5.3 Hasil visualisasi <i>modelling</i> OP SS KIB.....	70
Gambar 5.4 Kurva perbandingan selisih dimensi ABT 2 antara 3D Scanning - <i>Shop Drawing</i> .....	73
Gambar 5.5 Kurva perbandingan selisih dimensi ABT 2 antara 3D Scanning - <i>Shop Drawing</i> .....	75
Gambar 5.6 Perbandingan titik koordinat <i>easting</i> antara 3D Scanning dan <i>Shop Drawing</i> pada ABT 1.....	76
Gambar 5.7 Perbandingan titik koordinat <i>northing</i> antara 3D Scanning dan <i>Shop Drawing</i> pada ABT 1.....	78
Gambar 5.8 Perbandingan titik koordinat <i>elevation</i> antara 3D Scanning dan <i>Shop Drawing</i> pada ABT 1.....	79
Gambar 5.9 Perbandingan titik koordinat <i>easting</i> antara 3D Scanning dan <i>Shop Drawing</i> pada ABT 2.....	81
Gambar 5.10 Kurva perbandingan selisih <i>northing</i> ABT 2 antara 3D Scanning - <i>Shop Drawing</i> .....	82
Gambar 5.11 Kurva perbandingan selisih <i>elevation</i> ABT 2 antara 3D Scanning - <i>Shop Drawing</i> .....	84
Gambar 5.12 Kurva perbandingan jumlah volume beton ABT 1 antara metode BIM dengan metode konvensional.....	85
Gambar 5.13 Kurva perbandingan jumlah volume beton ABT 2 antara metode BIM dengan metode konvensional.....	87
Gambar 5.14 Kurva perbandingan jumlah volume beton ABT 1 - ABT 2 antara metode BIM dengan metode konvensional .....	88
Gambar 5.15 Kurva perbandingan jumlah timbunan granular ABT 1 dan ABT 2 antara metode BIM dengan metode konvensional.....	88





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Meta Analisa .....	7
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat TLS Trimble SX 10 (Trimble Geospatial, 2018).....	30
Tabel 4.1 Data Koordinat berdiri alat TLS <i>Trimble SX 10</i> .....	52
Tabel 4.2 Data dimensi metode konvensional ABT 1.....	59
Tabel 4.3 Data dimensi metode konvensional ABT 2.....	60
Tabel 4.4 Hasil titik koordinat pada Abutment 1 menggunakan metode konvensional .....	61
Tabel 4.5 Hasil titik koordinat pada Abutment 2 menggunakan metode konvensional .....	62
Tabel 4.6 Volume Struktur A1 OP SS KIB menggunakan metode konvensional ....	68
Tabel 4.7 Volume Struktur A2 OP SS KIB menggunakan metode konvensional ....	69
Tabel 4.8 Volume Struktur A1 - A2 OP SS KIB menggunakan metode konvensional .....	69
Tabel 4.9 Daftar Pertanyaan mengenai kelebihan metode BIM .....	70
Tabel 5.1 Hasil dimensi pada Abutment 1 menggunakan metode <i>3D Scanning</i> .....	67
Tabel 5.2 Hasil dimensi pada Abutment 2 menggunakan metode <i>3D Scanning</i> .....	68
Tabel 5.3 Hasil titik koordinat pada Abutment 1 menggunakan metode <i>3D Scanning</i> .....	69
Tabel 5.4 Hasil titik koordinat pada Abutment 2 menggunakan metode <i>3D Scanning</i> .....	69
Tabel 5.5 Volume Struktur A1 OP SS KIB menggunakan metode BIM.....	71
Tabel 5.6 Volume Struktur A2 OP SS KIB menggunakan metode BIM.....	71
Tabel 5.7 Volume Struktur A1 – A2 OP SS KIB menggunakan metode BIM.....	71
Tabel 5.8 Perbandingan dimensi ABT 1 antara <i>3D Scanning</i> dengan metode konvensional .....	72
Tabel 5.9 Perbandingan dimensi ABT 2 antara <i>3D Scanning</i> dengan metode konvensional .....	73
Tabel 5.10 Perbandingan geometri titik koordinat x ( <i>easting</i> ) ABT 1 antara <i>3D</i> <i>Scanning</i> dengan metode konvensional .....	75

### 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



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

Tabel 5.11 Perbandingan geometri titik koordinat y ( <i>northing</i> ) ABT 1 antara 3D <i>Scanning</i> dengan metode konvensional .....	77
Tabel 5.12 Perbandingan geometri titik koordinat z (elevation) ABT 1 antara 3D <i>Scanning</i> dengan metode konvensional .....	78
Tabel 5.13 Perbandingan geometri titik koordinat x (easting) ABT 2 antara 3D <i>Scanning</i> dengan metode konvensional .....	80
Tabel 5.14 Perbandingan geometri titik koordinat y ( <i>northing</i> ) ABT 2 antara 3D <i>Scanning</i> dengan metode konvensional .....	81
Tabel 5.15 Perbandingan geometri titik koordinat z ( <i>northing</i> ) ABT 2 antara 3D <i>Scanning</i> dengan metode konvensional .....	82
Tabel 5.16 Perbandingan jumlah volume struktur jembatan OP SS KIB ABT 1 dari metode BIM dengan metode konvensional.....	84
Tabel 5.17 Perbandingan jumlah volume struktur jembatan OP SS KIB ABT 2 dari metode BIM dengan metode konvensional.....	86
Tabel 5.18 Perbandingan jumlah volume struktur jembatan OP SS KIB ABT 1-2 dari metode BIM dengan metode konvensional.....	87
Tabel 5.19 Identitas Narasumber, Daftar Pertanyaan dan Jawaban.....	89





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 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang merupakan Proyek yang dibangun sebagai infrastruktur dasar menuju Kawasan Industri Terpadu Batang yang terintegrasi dengan Jalan Tol Batang – Semarang. Proyek ini direncanakan akan dibangun sepanjang 3,1 km di ruas Jalan Tol Batang – Semarang KM 371 + 750 selama 6 bulan. Proyek ini dikerjakan oleh PT. Waskita Karya (Persero) Tbk dalam mewujudkan visi dan misinya sebagai perusahaan Indonesia Terpercaya dan Berkelanjutan di Bidang Konstruksi dan dapat meningkatkan nilai Perusahaan yang berkelanjutan melalui pengembangan sistem dan teknologi yang terintegrasi serta membentuk SDM kompeten dan unggul, dapat menjadi acuan dalam keseriusan perusahaan akan pentingnya perkembangan teknologi dalam beberapa waktu terakhir. Perkembangan teknologi yang dapat mempercepat, mempermudah dan menambah akurasi ketelitian proses pekerjaan diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi kemajuan perusahaan, termasuk perkembangan teknologi survei dan pemetaan.

Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (Kementerian PUPR RI) Nomor 22 Tahun 2018, bahwa Penggunaan BIM (*Building Information Modelling*) wajib diterapkan pada Bangunan Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m<sup>2</sup>. Karena Proyek Pembangunan Simpang Susun Kawasan Industri Batang memiliki luas lebih dari 2000 m<sup>2</sup>, maka penerapan metode BIM wajib diimplementasikan pada proyek ini. Dan metode BIM yang coba ingin penulis bahas dalam penelitian ini adalah *3D Scanning* dan *Modelling*.

Sebelum adanya metode *3D Scanning*, telah banyak digunakan alat survey seperti Theodolite dan Total Station untuk keperluan *surveying*. Permasalahan utama dengan penggunaan alat tersebut adalah teknologi *surveying* yang masih menerapkan *human plotting*, artinya *surveyor* harus menuju titik yang diinginkan untuk memperoleh data koordinat, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih banyak (Ezil Defri Maharfi, 2018).

Pada era industri 4.0 sekarang ini, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) saat ini sangat pesat, tidak terkecuali perkembangan teknologi di dunia survei





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

dan pemetaan. Pemanfaatan Metode BIM, yang salah satunya adalah *3D Scanning* dapat menawarkan solusi untuk pengarsipan suatu bangunan, topografi, dimensi bahkan volume sebuah bangunan. Metode ini dinilai sangat efektif jika dibandingkan dengan metode *surveying* konvensional. Hasil *surveying 3D Scanning* berupa *point cloud* yang mempunyai koordinat 3 dimensi. Perhitungan dimensi dan volume bisa dilakukan menggunakan *3D Scanning* ini dengan cepat. Jika dibandingkan dengan alat ukur lainnya, BIM memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi serta waktu pengoperasian yang jauh lebih efektif dan efisien dibanding metode konvensional (Alfred B S Simbolon, 2017).

Untuk itu, karena kebutuhan data spasial pada proyek yang makin cepat dan akurat serta untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam dunia *surveying*, para *surveyor* terutama yang berkecimpung di dunia *surveying* dituntut untuk adaptif dengan perkembangan teknologi yang ada. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan Volume, Dimensi dan Gambar Kerja (*Shop Drawing*) dengan Metode *3D Scanning* Terhadap Metode Konvensional” sebagai referensi untuk mendapatkan output yang lebih akurat.

## 1.2 Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat ditemui dapat terjadi masalah akurasi, efisiensi dan efektifitas pada pekerjaan *surveying* yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek.

### 1.2.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang dan masalah penelitian yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi masalah – masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya pengetahuan SDM pada Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang tentang pengaplikasian 3D Scanning sebagai media pengambilan data survei untuk menghitung volume dan dimensi data *surveying* dengan Terrestrial Laser Scanner sebagai salah satu solusi untuk meminimalisir keterlambatan proyek.
2. Terdapat perbedaan volume dan dimensi pada pekerjaan struktur Overpass Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang antara hasil data ukur metode konvensional dan menggunakan BIM yang diproduksi untuk *Shop Drawing*



**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

3. Metode Konvensional menghasilkan nilai yang kurang optimal dalam menghitung volume dan dimensi pada Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang.

### 1.2.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian mengenai pokok permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka berikut rumusan masalah yang harus dijawab dalam penelitian ini:

1. Bagaimana perbedaan volume, dimensi dan *shop drawing* pada pekerjaan struktur *Overpass* Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang antara hasil data ukur konvensional dan menggunakan BIM?
2. Apa saja kelebihan metode BIM (*3D Scanning* dan *Modelling*) dibanding metode konvensional ditinjau dari hasil pemodelan (*design*) dan volume (*quantity*) Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbedaan volume, dimensi dan *shop drawing* pada pekerjaan struktur *Overpass* Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang antara hasil data ukur konvensional dan menggunakan BIM?
2. Menganalisis kelebihan metode BIM (*3D Scanning* dan *Modelling*) dibanding metode konvensional ditinjau dari hasil pemodelan (*design*) dan volume (*quantity*) Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, diharapkan agar hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi, antara lain:

1. Bagi kontraktor, dapat dijadikan sebagai salah satu referensi dan kajian terkait perbandingan data ukur *3D Scanning* dan metode Konvensional
2. Bagi lingkungan akademis khususnya mahasiswa, dapat menjadi acuan untuk optimalisasi dan penggunaan metode *3D Scanning* di era industri 4.0
3. Bagi masyarakat luas agar masyarakat dapat lebih mengenal apa itu BIM dan bagaimana penerapan teknologi *3D Scanning*





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

## 1.5 Batasan Masalah

Mengingat waktu penelitian yang terbatas dan dengan tujuan agar penelitian ini terarah pada sasaran yang telah ditetapkan, maka terdapat beberapa batasan dalam pokok bahasan, antara lain:

1. Objek penelitian yang diteliti adalah pekerjaan struktur *Overpass* Simpang Susun Kawasan Industri Batang
2. Pengukuran dimensi dan titik koordinat hanya dilakukan pada struktur Abutment
3. Pengukuran volume dilakukan pada struktur *Overpass* proyek SS KIB
4. Alat yang digunakan untuk *3D Scanning* adalah Terrestrial Laser Scanner (TLS) Trimble SX 10
5. Pengambilan data *3D Scanning* dilakukan oleh Tenaga Ahli Surveyor dan para Surveyor Tim Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang
6. Software pengolah data *3D Scanning* yang digunakan adalah Autodesk Recap Pro dan Trimble Business Center
7. Software *Modelling* BIM yang digunakan adalah Autodesk Revit dan Autodesk Civil 3D
8. Data yang dihasilkan dari *Modelling* BIM adalah pemodelan (*design*) dan volume (*quantity*), tidak termasuk biaya (*cost*)
9. Perhitungan volume hanya untuk beton, tidak termasuk pembesian dan bekisting

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir disusun secara garis besar dari beberapa bab sehingga pembaca bisa memahami isi dari Tugas Akhir ini. Dalam penelitian ini pembahasan dan penyajian hasil Tugas Akhir akan disusun dengan materi sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang dari permasalahan yang diajukan dan merupakan gambaran umum dari isi Tugas Akhir, uraian permasalahan secara umum, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan Tugas Akhir. Dilakukan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana perbandingan volume, dimensi dan gambar kerja (*shop drawing*) dengan Metode *3D Scanning* terhadap Metode Konvensional, faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi dalam penerapannya, serta kendala apa saja yang dialami selama penerapan.





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

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam Tugas Akhir ini, yaitu teknologi berupa *Building Information Modelling* (BIM), perhitungan volume secara konvensional, *Surveying* dan *3D Scanning*. Tinjauan pustaka diperoleh dari buku – buku referensi yang ada, seperti jurnal dan sumber lain serta penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memapakan pembahasan mengenai metodologi penelitian yang mencakup penetapan metode analisis, identifikasi data, pola pengumpulan data dan pola pengolahan data, serta penentuan variabel yang akan digunakan.

## BAB IV DATA

Berisikan data – data yang dibutuhkan dalam penelitian, baik data primer yaitu hasil *surveying* menggunakan TLS pada Proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah. Dan data sekunder berupa Data hasil *surveying* konvensional yang menggunakan alat seperti Theodolite, Total Station ataupun Waterpass

## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan hasil pengolahan data yang dilakukan pada Bab IV dengan menggunakan metode yang diuraikan dalam Bab III Metodologi Penelitian. Yang didalamnya berisi tentang analisis menggunakan software Autodesk Recap Pro yang diolah ke *Trimble Business Center* lalu dilakukan perbandingan TLS dengan metode Konvensional menggunakan CAD.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan saran mengenai temuan – temuan penting untuk dijadikan pertimbangan serta saran tindak lanjut terhadap hasil yang diperoleh dari penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA



**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 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan dimensi, titik koordinat, volume dan *shop drawing* metode BIM dan metode konvensional pada proyek Simpang Susun Kawasan Industri Batang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, bahwa terdapat selisih antara volume, dimensi dan *shop drawing* antara metode BIM dan metode Konvensional. Pada struktur Abutment 1, selisih antara metode konvensional dan metode BIM untuk dimensi Panjang sebesar 0.021 m, lebar sebesar 0.003 m, tinggi sebesar 0.005 m dan jika seluruhnya dirata-ratakan menjadi sebesar 0.009 m. Untuk plotting titik koordinat, ditemukan rata – rata selisih untuk koordinat x sebesar 0.036 m, koordinat y sebesar 0.057 m dan koordinat z sebesar 0.006 m. . Sedangkan pada struktur Abutment 2, selisih antara metode konvensional dan metode BIM untuk dimensi Panjang sebesar 0.003 m, lebar sebesar 0.003 m, tinggi sebesar 0.005 m dan jika seluruhnya dirata-ratakan menjadi sebesar 0.004 m. Untuk plotting titik koordinat, ditemukan rata – rata selisih untuk koordinat x sebesar 0.015 m, koordinat y sebesar 0.037 m dan koordinat z sebesar 0.017 m. Untuk volume pekerjaan beton terdapat selisih rata – rata sebesar 1.156% sedangkan pada timbunan granular terdapat selisih rata – rata 1.292%.
2. Dari hasil analisis *3D Scanning* dan *Modelling*, dapat disimpulkan kelebihan yang ditawarkan yaitu waktu untuk pengambilan dan pengolahan data lebih cepat dibandingkan metode konvensional yang harus membaca gambar potongan dan dijabarkan dengan rumus,, metode BIM sudah memiliki detail dan akurasi yang baik, Hal ini diperkuat dengan jurnal – jurnal yang sudah diterbitkan dan dengan wawancara yang dilakukan oleh peneliti kepada BIM Infrastructure Expert.

### 6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :





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

1. Penelitian kedepannya akan lebih baik jika menggunakan mode “*Super Fine*” sehingga jarak antar grid lebih rapat dan *point cloud* yang dihasilkan akan lebih rapat.
2. Saat pengambilan data penelitian ini dilakukan dalam waktu 2 hari, pemindaian sebaiknya dilakukan dalam interval 1 hari saja agar meningkatkan akurasi dan mempermudah registrasi data ke TBC.
3. Titik acuan atau *Benchmark* harus memiliki akurasi yang tinggi dan patok tidak berubah – ubah.
4. Diperlukannya pelatihan ataupun *workshop* bagi para engineer terkhusus PT. Waskita Karya untuk meningkatkan mutu SDM dan meminimalisir *human error* serta alangkah baiknya para *stakeholder* untuk mencoba beralih menggunakan TLS dibandingkan alat – alat seperti TS dan Theodolite.
5. Untuk penelitian selanjutnya, *3D Scanning* sebaiknya dilakukan saat seluruh struktur *Overpass* sudah selesai dibangun sehingga tidak diperlukan lagi *modelling*.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR PUSTAKA

- Monserrat, O. & Crosetto, M. 2007. Deformation Measurement using Terrestrial Laser Scanning Data and Least Squares 3D Surface Matching. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. Institute of Geomatics, Parc Mediterrani de la Tecnologia. Barcelona.
- Quintero, M. S., Genechten, B. V., Bruyne, M. D., Ronald, P., Hankar, M., dan Barnes, S., 2008, Theory and practice on Terrestrial Laser Scanning. Project (3DriskMapping).
- Ezil Defri Maharfi (2018) Studi Pemanfaatan Teknologi Terrestrial Laser Scanner Untuk Menghitung Volume Pengupasan Overburden Di Pit 2 Elektrifikasi Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan
- Hardin, B. (2009) *BIM and Construction Management*, Indianapolis: Wiley Publishing, IN
- Sekar Melati Ramdhani (2020) Analisis Ketelitian Point Clouds Kombinasi Teknologi Terrestrial Laser Scanner Dan Unmanned Aerial Vehicle (Studi Kasus: Dekanat Lama Fakultas Teknik)
- Wang P, Li R, Bu G, Zhao R (2019) Automated low-cost terrestrial laser scanner for measuring diameters at breast height and heights of plantation trees. PLoS ONE 14(1): e020988
- Xinlian Liang, et al Terrestrial laser scanning in forest inventories. ISPRS J Photogramm Remote Sens 115:63–77
- Boehler, W. and Marbs, A. (2002) 3D Scanning Instruments. Proceedings of the CIPA WG 6 International Workshop, Corfu, 1-2 September 2002, 9-12
- Mendy. S and Chen. W. 2006. Application of Terrestrial Laser Scanning In 3D Reconstruction of Building Models. Dept. of Civil Engineering, National Taipei University of Technology 1, Sec. 3, ChungHsiao E. Rd., Taipei 106, Taiwan
- Jacobs, Geoff. 2005. High Definition Surveying : 3D Laser Scanning Use in Building and Architectural. Professional Surveyor Magazin
- Thomson, C. 2016. From Point Cloud to Building Information Model: Capturing and Processing Survey Data Towards Automation for High Quality 3D Models to Aid a BIM Process. UCL (University College London)
- Reshetyuk, Y. 2009. Terrestrial Laser Scanning, Error Source, Self-calibration, And Direct Georeferencing. Saarbrucken, Germany: VDM Verlag Dr. Muller
- <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-sx10>
- Alfred B S Simbolon, dkk (2017). Analisis Perbandingan Ketelitian Metode Registrasi Antara Metode Kombinasi Dan Metode Traverse Dengan Menggunakan *Terrestrial Laser Scanner* Dalam Pemodelan Objek 3 Dimensi
- Rizqi Wahyu Priambodo (2016). Studi Ketelitian Planimetrik Pada Model 3D Pengukuran *Terrestrial Laser Scanner* (Studi Kasus : Jembatan Suramadu, Jawa Timur)
- Sastraatmadja, A. S. (1994). Analisa anggaran biaya pelaksanaan. Nova. Jakarta.
- Wicaksono, Handoko Putro. 2006. Pemetaan Candi Pawon Dengan 3D Laser Scanner HDS 3000 (Target to Target Registration). Skripsi, Yogyakarta: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Akhmad Syaripudin (2019) Pengantar Survey dan Pengukuran

### 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

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2018, Modul 5 Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modelling* (BIM). Bandung

Setiabudi, Adam Bagus. (2016) Laporan Individu Praktik Pengalaman Lapangan. Yogyakarta: Lumbung Pustaka Universitas Negeri Yogyakarta

R. Jonathan and B. Anondho, “Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 271, 2021,.



### 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



# LAMPIRAN

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

