



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.21/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2022

SKRIPSI

ANALISIS PERHITUNGAN *QUANTITY TAKEOFF* PEKERJAAN
STRUKTUR ATAS KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT
MENGUNAKAN AUTODESK REVIT 2022
(STUDI KASUS : PROYEK MENARA DANAREKSA)



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV

Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Farhan Alfiansyah

NIM 1801421033

Pembimbing :

I Ketut Sucita, S.Pd, S.S.T., M.T.

NIP 197202161998031001

Safri, S.T., M.T.

NIP 198705252020121010

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



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 PERSETUJUAN


Skripsi berjudul :

ANALISIS PERHITUNGAN *QUANTITY TAKEOFF* PEKERJAAN STRUKTUR ATAS KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN AUTODESK REVIT 2022 (STUDI KASUS : PROYEK MENARA DANAREKSA) yang disusun oleh **Farhan Alfiansyah (NIM 1801421033)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**



Pembimbing 1.

Pembimbing 2.


Ketut Sucita, S.Pd., S.S.T., M.T.
NIP : 197202161998031001


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



© 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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

ANALISIS PERHITUNGAN *QUANTITY TAKEOFF* PEKERJAAN STRUKTUR ATAS KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN AUTODESK REVIT 2022 (STUDI KASUS : PROYEK MENARA DANAREKSA)

yang disusun oleh **Farhan Alfiansyah (NIM 1801421033)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 1 di depan Tim Penguji pada hari Jumat, tanggal 15 Juli 2022

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Iwan Supriyadi, BSCE., M.T. NIP 196401041996031001	
Anggota	Kusumo Dradjad Sutjahjo, S.T., M.Si., CSP, IPU. NIP 196001081985031002	

POLITEKNIK NEGERI

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



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

NIP. 197407061999032001



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, Skripsi dengan judul “Analisis Perhitungan *Quantity Takeoff* Pekerjaan Struktur Atas Konstruksi Gedung Bertingkat Menggunakan Autodesk Revit 2022 (Studi Kasus : Proyek Menara Danareksa)” dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan bagi mahasiswa program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil Program Studi D-IV Teknik Konstruksi Gedung.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, dorongan, serta do’a dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai, diantaranya:

1. Allah SWT, atas izin dan kehendak-Nya penulis mampu menyelesaikan Skripsi dengan sebagaimana mestinya.
2. Mamah, Papah, Kakak, serta anggota keluarga lainnya atas bantuan, do’a, serta kasih sayangnya kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bapak I Ketut Sucita, S.Pd., S.S.T., M.T. dan Bapak Safri, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penulis yang selalu memberikan pengarahan, solusi, dan semangat kepada penulis.
4. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Dr. Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng. selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
6. Bapak Yanuar Setiawan, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik penulis di kelas 4TKG2 angkatan 2018.
7. Staf dan Tim Proyek Menara Danareksa PT. PP (Persero) Tbk, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
8. Ahlia Sajdah Rhazak yang selalu menemani dan mendukung untuk menyelesaikan Skripsi 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 mengumumkannya 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

9. Teman-teman Program Studi D-IV Teknik Konstruksi Gedung angkatan 2018 yang selalu setia mengingatkan, menyemangati dan memberikan motivasi untuk menyelesaikan Skripsi ini.

10. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung penulis.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis secara terbuka menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun dalam penulisan Skripsi ini. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan, dan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan kita semua.

Depok, 4 Juli 2022

Penulis



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



ABSTRAK

Perkembangan teknologi, salah satunya *Building Information Modelling* (BIM) dapat membantu menghasilkan produk infrastruktur yang yang berkualitas dan efisien. Melalui penggunaan BIM pada Proyek Menara Danareksa, dapat meminimalisir terjadinya kesalahan, khususnya pada perhitungan *quantity takeoff* yang menggunakan metode CAD konvensional. Perhitungan *quantity takeoff* yang menggunakan metode CAD konvensional menghasilkan nilai yang kurang akurat, akibat dari proses kerja yang detail dan memungkinkan terjadinya *human error*. Pada penelitian ini dilakukan studi kasus pada Proyek Menara Danareksa untuk membandingkan hasil perhitungan *quantity takeoff* antara metode BIM dan CAD konvensional, serta melakukan wawancara kepada para pakar BIM. Berdasarkan penelitian yang dilakukan. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah penggunaan Autodesk Revit 2022 pada perhitungan QTO lebih besar 5,01% pada pekerjaan pembetonan, dan 9,39% pada pekerjaan bekisting, serta lebih kecil 7,25% pada pekerjaan pembesian dibandingkan CAD konvensional. Sedangkan dengan volume realisasi, penggunaan Autodesk Revit 2022 lebih besar 2,56% pada pekerjaan pembetonan, dan 6,58% pada pekerjaan bekisting, serta lebih kecil 3,73% pada pekerjaan pembesian. Faktor penyebab perbedaan antara BIM dan CAD konvensional adalah adanya perbedaan asumsi dan pemahaman dalam proses perhitungan QTO, tingkat keahlian dari pengguna, dan terdapat detail, keterangan, serta deskripsi yang tidak lengkap.

Kata Kunci: *Quantity Takeoff*, *Bill of Quantity*, *Building Information Modelling*, CAD Konvensional, Autodesk Revit 2022

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



ABSTRACT

Technological developments, one of which is Building Information Modeling (BIM), can help produce quality and efficient infrastructure products. Through the use of BIM on the Danareksa Tower Project, errors can be minimized, especially in the calculation of quantity takeoff using conventional CAD methods. Quantity takeoff calculations using conventional CAD methods produce less accurate values as a result of detailed work processes and allow human error to occur. In this study, a case study was conducted on the Danareksa Tower Project to compare the results of the quantity takeoff calculation between the conventional BIM and CAD methods, as well as conduct interviews with BIM experts. Based on the research conducted, the results obtained from this study are that the use of Autodesk Revit 2022 in the calculation of QTO is 5.01% greater in concrete work, 9.39% in formwork work, and 7.25% smaller in rebar work. Meanwhile, with the realization volume, the use of Autodesk Revit 2022 was 2.56% greater in concrete work, 6.58% in formwork work, and 3.73% smaller in rebar work. The factors that cause the difference between BIM and conventional CAD are the differences in assumptions and understanding in the QTO calculation process, the level of expertise of the user, and incomplete details, descriptions, and descriptions.

Keywords: Autodesk Revit 2022, Bill of Quantity, Building Information Modelling, Conventional CAD, 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



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
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>State of the Art</i>	6
2.2 Kebaruan Penelitian (<i>Novelty</i>).....	9
2.3 <i>Quantity Takeoff</i>	9
2.3.1 Faktor Penting dalam Perhitungan <i>Quantity takeoff</i>	11
2.3.2 <i>Bill of Quantity</i>	11
2.4 Metode CAD Konvensional.....	11
2.5 Perhitungan Volume Pekerjaan	12
2.6 <i>Building Information Modelling</i> (BIM).....	13
2.6.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi BIM dalam Perhitungan QTO	14
2.6.2 Penerapan 5D BIM dalam Perhitungan QTO	15



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

2.7	Autodesk Revit 2022	16
2.8	Perbedaan CAD Konvensional dan BIM.....	17
2.9	Struktur Atas Bangunan Gedung	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Metode Penelitian	19
3.2	Lokasi Penelitian.....	19
3.3	Alat Penelitian.....	20
3.4	Kerangka Pemikiran Penelitian	20
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.6	Teknik Pengolahan dan Analisis Data	23
3.6.1	Permodelan 3D dengan Autodesk Revit 2022	23
3.6.2	Konversi QTO pada 5D BIM.....	24
3.6.3	Perhitungan Volume Menggunakan CAD Konvensional.....	24
3.6.4	Analisa Hasil Perhitungan	27
3.6.5	Analisis Faktor-Faktor Perbedaan Antara CAD Konvensional dan BIM.....	27
3.7	Luaran	27
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Data Umum Proyek	29
4.2	Data Sekunder.....	29
4.2.1	Struktur Kolom	29
4.2.2	Struktur Balok.....	30
4.2.3	Struktur Pelat	32
4.2.4	Struktur <i>Shear Wall</i>	33
4.3	Data Primer	34
4.4	Hasil Permodelan dan Perhitungan Struktur Atas Menggunakan Autodesk Revit 2022.....	38



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

4.4.1	Hasil Permodelan Struktur Atas	38
4.4.2	Hasil Perhitungan QTO Menggunakan Autodesk Revit 2022.....	42
4.4.3	Hasil Analisa Perbandingan.....	45
4.5	Hal-Hal Penyebab Perbedaan Hasil Perhitungan QTO	57
BAB V PENUTUP.....		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		71





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 TABEL

Tabel 2 1 Meta Analisa	6
Tabel 2 2 Faktor Penting dalam Quantity Takeoff.....	11
Tabel 2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi BIM dalam Perhitungan QTO	14
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	20
Tabel 3.2 Perhitungan Bekisting Kolom.....	25
Tabel 3.3 Perhitungan Volume Beton Kolom.....	25
Tabel 3.4 Perhitungan Pembesian Kolom.....	27
Tabel 4.1 Dimensi Kolom.....	29
Tabel 4 2 Dimensi Balok.....	31
Tabel 4 3 Dimensi Pelat	32
Tabel 4.4 Dimensi Shear Wall	33
Tabel 4.5 Data Pakar	34
Tabel 4.6 Daftar Pertanyaan.....	34
Tabel 4.7 Hasil QTO Struktur Kolom.....	43
Tabel 4.8 Hasil QTO Struktur Balok	43
Tabel 4.9 Hasil QTO Struktur Pelat	44
Tabel 4.10 Hasil QTO Struktur Shear Wall	44
Tabel 4.11 Analisa Hasil Perbandingan	46
Tabel 4.12 Rekapitulasi Persentase Perbedaan QTO BIM dan BQ.....	48
Tabel 4.13 Rekapitulasi Persentase Perbedaan QTO BIM dan Volume Realisasi	48
Tabel 4.14 Rekapitulasi Persentase Perbedaan QTO BQ dan Volume Realisasi	49
Tabel 4.15 Rekapitulasi Persentase Perbedaan Volume Material BIM dan BQ.....	53
Tabel 4.16 Rekapitulasi Persentase Perbedaan Volume Material BIM dan Realisasi	53
Tabel 4.17 Rekapitulasi Persentase Perbedaan Volume Material BQ dan Realisasi .	53
Tabel 4.18 Hasil Validasi Pakar.....	58
Tabel 4.19 Hasil Wawancara	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pekerjaan Quantity Takeoff di Antara Stakeholders.	10
Gambar 2.2 Sudut Kolom dan Balok.	13
Gambar 2.3 Manfaat Implementasi BIM.	14
Gambar 2.4 Proses Perhitungan QTO Menggunakan BIM.	15
Gambar 2.5 Keunggulan BIM dalam Perhitungan QTO.	16
Gambar 2.6 Software BIM yang Digunakan.	17
Gambar 2.7 Perbandingan CAD Konvensional dan BIM.	18
Gambar 3.1 Denah Lokasi Penelitian.	19
Gambar 3.2 Kerangka Pemikiran.	21
Gambar 3.3 Detail Kolom.	24
Gambar 3.4 Berat Besi.	26
Gambar 4.1 Detail Kolom.	30
Gambar 4.2 Denah Pembalokan Lantai 5.	32
Gambar 4.3 Detail Pelat.	33
Gambar 4.4 Detail Shear Wall.	34
Gambar 4.5 Permodelan Struktur Atas.	38
Gambar 4.6 Permodelan Struktur Kolom.	39
Gambar 4.7 Permodelan Struktur Balok.	39
Gambar 4.8 Permodelan Struktur Pelat.	40
Gambar 4.9 Permodelan Shear Wall.	40
Gambar 4.10 Permodelan Pembesian Kolom.	41
Gambar 4.11 Permodelan Pembesian Balok.	41
Gambar 4.12 Permodelan Pembesian Pelat.	42
Gambar 4.13 Permodelan Pembesian Shear Wall.	42
Gambar 4.14 Perbandingan Volume Beton.	50
Gambar 4.15 Persentase Perbedaan Volume Beton.	51
Gambar 4.16 Perbandingan Volume Bekisting.	51
Gambar 4.17 Persentase Perbedaan Volume Bekisting.	52
Gambar 4.18 Perbandingan Volume Pembesian.	52
Gambar 4.19 Persentase Perbedaan Volume Pembesian.	53
Gambar 4.20 Perbandingan Total Volume Beton.	55
Gambar 4.21 Persentase Perbedaan Total Volume Beton.	55

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

Gambar 4.22 Pebandingan Total Volume Bekisting.....	56
Gambar 4.23 Persentase Perbedaan Total Volume Bekisting.....	56
Gambar 4.24 Pebandingan Total Volume Pembesian.....	57
Gambar 4.25 Persentase Perbedaan Total Volume Pembesian.....	57

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 mengumumkkan 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 LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	72
LAMPIRAN 2 LEMBAR ASISTENSI	71
LAMPIRAN 3 VALIDASI WAWANCARA.....	74
LAMPIRAN 4 PROFIL PAKAR.....	83
LAMPIRAN 5 GAMBAR <i>FOR CONSTRUCTION</i>	87
LAMPIRAN 6 REKAPITULASI VOLUME REALISASI.....	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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek Pembangunan Gedung Menara Danareksa merupakan Proyek Gedung Perkantoran *Grade A* yang memiliki lokasi strategis serta kualitas gedung yang memiliki standar tinggi. Proyek ini dibangun dengan luas bangunan sebesar 55,966 m² dengan jumlah lantai 1 *semi basement*, 21 lantai *tower*, 6 lantai ruang serba guna, dan 9 lantai parkir yang dilaksanakan selama 18 bulan. Proyek ini dilaksanakan oleh PT. PP (Persero) Tbk sebagai salah satu bentuk mewujudkan visi dan misinya sebagai perusahaan konstruksi yang berkualitas, bersinergi, dan berkelanjutan di wilayah Asia Tenggara melalui pembentukan sumber daya manusia yang kompeten, unggul, dan berakhlak serta pengembangan teknologi yang akan memberikan nilai tambah bagi pelaksanaan pembangunan dalam dunia konstruksi. Perkembangan teknologi dapat membantu untuk menghasilkan produk infrastruktur yang berkualitas dan efisien, salah satu teknologi untuk mewujudkannya adalah *Building Information Modelling* (BIM) (Setiawan & Abma, 2021).

Pada Proyek Menara Danareksa terjadi perbedaan kuantitas antara volume perencanaan (*Bill of Quantity*) dan volume realisasi, salah satunya yaitu pekerjaan beton kolom pada volume perencanaan lebih besar 21,95%, volume bekisting kolom 21,24%, dan volume pembesian 3,45%. Terjadinya perbedaan kuantitas ini, menyebabkan tujuan atau hasil akhir dari proyek konstruksi tidak tercapai dengan baik (Safri & Ariostar, 2020). Terjadinya perbedaan perhitungan ini, dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor tenaga kerja (kurangnya keahlian pekerja dan risiko *human error*), faktor manajerial (terdapat komunikasi yang buruk antar *stakeholders*), maupun faktor prosedur dan desain (mengikuti standar perhitungan yang berbeda) (Steven et al., 2013).

Perhitungan *quantity takeoff* merupakan perhitungan volume, yang dijadikan sebagai bahan awal untuk penyusunan *Bill of Quantities* (BQ) dalam proses tender (Laorent et al., 2019). Perhitungan *quantity takeoff* dalam dunia konstruksi merupakan salah satu elemen penting yang apabila terdapat kesalahan dapat menyebabkan kerugian (Novita & Pangestuti, 2021). Hal penting yang harus diperhatikan saat menghitung *quantity takeoff* adalah deskripsi item pekerjaan yang dihitung harus jelas, dimensi dari item pekerjaan, dan keterangan gambar pada item yang dihitung (Jumas



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

et al., 2017). Pada dasarnya, metode apapun dapat digunakan untuk perhitungan QTO, namun hal ini dapat menyebabkan kekeliruan bagi para *stakeholders* karena tidak adanya kesamaan metode ataupun standar perhitungan yang digunakan (Utama et al., 2008).

Proses perhitungan pekerjaan *quantity takeoff* pada Proyek Menara Danareksa dikerjakan secara CAD konvensional, yaitu metode perhitungan gambar AutoCAD dengan dibantu Microsoft Excel yang berpedoman pada *Standard Method of Measurement* (SMM) (Novita & Pangestuti, 2021). Perhitungan dengan metode tersebut membutuhkan waktu yang lama dan detail yang tinggi, sehingga memungkinkan terjadinya *human error* dalam proses pengerjaannya (Olsen & Taylor, 2017). Oleh karena itu, salah satu solusi dalam mengatasi masalah tersebut adalah penggunaan teknologi BIM yang dapat meminimalisir terjadinya *human error* sehingga meningkatkan efisiensi biaya dan waktu dalam meningkatkan produktifitas proyek konstruksi (Fitriani & Budiarto, 2021).

BIM merupakan salah satu teknologi pada bidang *Architecture, Engineering, dan Construction* (AEC) (Nelson & Sekarsari, 2019). BIM bukanlah sebuah alat atau *software*, melainkan sistem informasi untuk memproses data menjadi sebuah informasi ke dalam bentuk permodelan virtual yang digunakan sebagai acuan dasar bagi para pengambil keputusan (Rizky Hutama & Sekarsari, 2019). BIM mampu merepresentasikan gambar 2D menjadi model 3D yang dapat dikembangkan menjadi model 4D penjadwalan dan 5D estimasi biaya dengan menggunakan *database* yang ada selama siklus proyek konstruksi berjalan (Hidayat et al., 2021). Pada saat BIM diterapkan, model yang dibuat harus dapat menampilkan semua informasi yang diperlukan untuk membuat pilihan tentang desain, proses konstruksi, biaya, dan pemeliharaan fasilitas sebelum dibangun (Tjell, 2010).

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai penerapan BIM pada Proyek Menara Danareksa untuk membuktikan bahwa perhitungan QTO menggunakan metode CAD konvensional membutuhkan waktu yang lama dan memungkinkan terjadinya *human error* yang menyebabkan hasil menjadi kurang akurat dibandingkan dengan perhitungan QTO menggunakan metode BIM. Adanya penerapan BIM dalam sebuah proyek konstruksi gedung, bertujuan untuk mengurangi waktu pengerjaan, menekan biaya pekerjaan yang tidak produktif, mencegah adanya gambar rencana yang tidak dapat diterapkan serta meminimalisir



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

kesalahan perhitungan sehingga meningkatkan nilai (*value*) sebuah proyek konstruksi gedung (Wibowo et al., 2020).

Proyek Menara Danareksa ini merupakan jenis pekerjaan konstruksi bangunan gedung tingkat tinggi yang wajib untuk menerapkan BIM dengan mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 Lampiran Kedua Halaman 1077 yang menyebutkan bahwa “wajib menggunakan BIM paling sedikit sampai dimensi kedelapan” untuk metode pelaksanaan konstruksi bangunan padat modal (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dengan memodelkan elemen struktur atas yang terdiri dari balok, kolom, pelat, serta *shear wall* ke dalam bentuk tiga dimensi menggunakan *software* BIM. Hasil dari penggunaan *software* BIM dapat mengeluarkan nilai kuantitas secara otomatis dari desain yang telah dimodelkan dan meningkatkan keakuratan nilai kuantitas dibandingkan dengan menggunakan metode CAD konvensional (Hasan & Rasheed, 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan metode BIM dibandingkan CAD konvensional, khususnya dalam pekerjaan perhitungan QTO pekerjaan struktur atas sehingga akan meningkatkan nilai (*value*) sebuah proyek konstruksi gedung dan menguraikan hal-hal yang menyebabkan perbedaan perhitungan QTO dengan menggunakan metode BIM dan metode CAD konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa persentase perbandingan perhitungan QTO pekerjaan struktur menggunakan metode BIM dengan metode CAD konvensional (*Bill of Quantity*) dan kondisi realisasi pada Proyek Menara Danareksa?
2. Apa saja hal-hal yang menyebabkan perbedaan perhitungan QTO dengan metode BIM dan metode CAD konvensional (*Bill of Quantity*)?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semua data dokumen diperoleh dari Proyek Menara Danareksa;
2. Penelitian ini hanya membatasi pada pekerjaan struktur atas yang terdiri dari kolom, balok, pelat, serta *shear wall* pada Proyek Menara Danareksa;



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

3. Penelitian ini hanya membatasi pada pekerjaan struktur atas yang terdiri dari lantai 5, 15, dan 20 pada gedung *tower*;
4. Permodelan elemen struktur menggunakan acuan gambar *for construction*;
5. Pekerjaan Arsitektur, *landscape, Mechanical, Electrical, & Plumbing* (MEP) tidak dibahas dalam penelitian ini;
6. Perhitungan biaya (*cost estimation*) tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Masalah

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

1. Membandingkan persentase perhitungan QTO pekerjaan struktur menggunakan metode BIM dengan metode CAD konvensional (*Bill of Quantity*) dan kondisi realisasi pada Proyek Menara Danareksa.
2. Menguraikan hal-hal penyebab perbedaan perhitungan QTO dengan metode CAD konvensional (*Bill of Quantity*) dan metode BIM pada Proyek Menara Danareksa.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini akan disusun dengan pokok-pokok sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian tugas akhir, yang berisikan teori tentang *State of Art, Quantity Takeoff*, CAD Konvensional, *Building Information Modelling, Autodesk Revit 2022*, dan Perbedaan metode CAD Konvensional dan BIM.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini terdiri dari metode penelitian, lokasi penelitian, alat penelitian, kerangka pemikiran, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan dan analisis data, serta luaran penelitian.



BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri atas data-data yang dibutuhkan dalam penelitian, seperti data umum proyek, data primer yaitu wawancara dan data sekunder yaitu gambar *for construction*, *Bill of Quantity*, dan volume realisasi pada Proyek Menara Danareksa. Pada bab ini juga menjelaskan analisis dan hasil pengolahan data yang didapat dari wawancara dan *software* Autodesk Revit 2022 pada Proyek Menara Danareksa.

BAB V PENUTUP

Bab ini akan menjelaskan kesimpulan yang dibahas pada bab-bab sebelumnya dan saran penting dari penelitian ini yang dijadikan sebagai bahan pertimbangan.

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

Kesimpulan dari hasil penelitian dan analisis terhadap penggunaan *Building Information Modelling* pada proses permodelan Proyek Menara Danareksa, antara lain:

1. Persentase perbedaan perhitungan *quantity takeoff* menggunakan metode BIM dan CAD konvensional menghasilkan nilai lebih besar 5,01% pada pekerjaan pembetonan, dan 9,39% pada pekerjaan bekisting, serta lebih kecil 7,25% pada pekerjaan pembesian, dan perbedaan persentase antara BIM dan volume realisasi menghasilkan nilai lebih besar 2,56% pada pekerjaan pembetonan, dan 6,58% pada pekerjaan bekisting, serta lebih kecil 3,73% pada pekerjaan pembesian. Sedangkan, perbedaan persentase CAD konvensional dan volume realisasi menghasilkan nilai lebih kecil 2,39% pada pekerjaan pembetonan, dan 2,57% pada pekerjaan bekisting, serta lebih besar 3,80% pada pekerjaan pembesian.
2. Hal-hal yang menyebabkan perbedaan hasil perhitungan, antara lain:
 - a) Adanya detail, keterangan, dan deskripsi yang tidak lengkap atau berbeda.
 - b) Perbedaan asumsi dan pemahaman dalam proses perhitungan QTO antara metode BIM dan CAD konvensional.
 - c) Penggunaan metode BIM dan CAD konvensional masih bergantung pada tingkat keahlian pengguna, khususnya dalam perhitungan pembesian yang membutuhkan detail tinggi. Namun, dengan penggunaan BIM dapat meminimalisir terjadinya *human error*, mempersingkat perencanaan, meningkatkan integrasi, serta kolaborasi antar lingkup pekerjaan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh di atas, berikut ini adalah saran-saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian:

1. Proses permodelan BIM sebaiknya dilakukan sedetail mungkin mengikuti desain dan spesifikasi yang tersedia, karena keakuratan perhitungan hasil



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

quantity takeoff dipengaruhi oleh tingkat detail permodelan BIM. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dapat menggunakan *software* tambahan untuk meningkatkan keakuratan hasil perhitungan khususnya pada pekerjaan pembesian.

2. Proses perbandingan antara hasil perhitungan QTO menggunakan BIM dengan volume realisasi disarankan melakukan permodelan menggunakan gambar *as built drawing*, agar hasil yang didapat lebih akurat.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat melakukan perbandingan perhitungan *quantity takeoff* menggunakan *software* BIM yang berbeda.





DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., & Susanto, A. (2015). KAJIAN QUANTITY SURVEYOR PADA TAHAP PRE CONTRACT DAN POST CONTRACT STUDY KASUS PROYEK AD-PREMIER OFFICE – JAKARTA. *Rekayasa Sipil*, 4(1), 27–38.
- 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>
- Antunes, B. G. M. (2018). *Quantity take-off in traditional and BIM environments : Comparative analysis of concrete and formworks of building structures Traditional methods of quantity*. May, 1–10.
- ARCADIS, & IQSI. (2015). *SMPI*. Ikatan Quantity Surveyor Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 2052-2017 Baja tulangan beton. *Standar Nasional Indonesia*, 15.
- BPSDM. (2018). *MODUL PERHITUNGAN VOLUME, ANALISA HARGA SATUAN, RAB, DAN SPESIFIKASI TEKNIS*. Kementerian PUPR.
- Choi, J., Kim, H., & Kim, I. (2015). Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage. *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(1), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2014.11.002>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sack, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook, a Guide to Building Information Modelling 2nd ed. In *John Wiley & Sons, Inc, Hoboken*.
- Fitriani, H., & Budiarto, A. (2021). Analisis Persepsi Perusahaan Architecture, Engineering, Construction (AEC) terhadap Adopsi Building Information Modeling (BIM). *Media Teknik Sipil*, 19(1), 25–32. <https://doi.org/10.22219/jmts.v19i1.14281>
- Ginting, R., Marbun, R. Y., & Agung, U. D. (2021). *RUMAH SAKIT GRAND MITRA MEDIKA MEDAN – SUMATERA UTARA*. 10(1), 19–30.
- Hasan, A. N., & Rasheed, S. M. (2019). The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry. *Civil Engineering Journal*, 5(2), 412–421. <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091255>
- Hidayat, M. R., Purnamasari, E., & Gazali, A. (2021). *Penerapan Metode Building Information Modeling (Bim) Pada Struktur Pembangunan Gedung Fkppi Kota Banjarmasin*.
- Ismail, N. A. A., Idris, N. H., Ramli, H., Sahamir, S. R., & Rooshdi, R. R. R. M. (2018). Sustainable BIM-Based Cost Estimating for Quantity Surveyors. *Chemical Engineering Transactions*, 63(2002), 235–240. <https://doi.org/10.3303/CET1863040>
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271. <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10473>

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

Jumas, D., Sesmiwati, & Tela, N. (2017). Analisa Kebutuhan Standarisasi Pengukuran Kuantitas (Standard Method of Measurement) pada Industri Konstruksi di Indonesia. *Jurnal REKAYASA*, 07(January), 016–026.

Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>

Liu, H., Cheng, J. C. P., Gan, V. J. L., & Zhou, S. (2022). A knowledge model-based BIM framework for automatic code-compliant quantity take-off. *Automation in Construction*, 133(June 2021), 104024. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104024>

Marizan, Y. (2019). Penggunaan Software Autodesk Revit. *Jurnal Ilmiah Beering's*, 06(01), 15–26.

Masrizal. (2012). r MIXED METHOD RESEARCH Masrizal *. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, Vol 6, No, 53–56.

Nelson, & Sekarsari, J. (2019). Faktor Yang Memengaruhi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 241. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6305>

Novita, R. D., & Pangestuti, E. K. (2021). Quantity Take Off Analysis and Cost Budget Plan Using Building Information Modeling (Bim) Method Using Autodeks Revit 2019 Software. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 14(Juli), 27–31.

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>

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *PP Nomor 16 Tahun 2021 - Lamp. Bagian 2*.

Rizky Hutama, H., & Sekarsari, J. (2019). Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1), 25–31. <https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v4i1.716>

Safri, & Ariostar. (2020). PENGEMBANGAN ALUR KOMUNIKASI PERAN QS (QUANTITY SURVEYOR) PADA DEVELOPER SWASTA DINILAI DARI SEGI RISIKO (Studi kasus: PT. XYZ). *Jurnal Komposit*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.32832/komposit.v3i1.3746>

Setiawan, E. B., & Abma, V. (2021). Penerapan Konsep BIM Dari Studi Kasus dan Perspektif Pengguna. *Prosiding CEEDRiMS 2021*, 22, 269–276.

Smith, P. (2017). Sustainable Development & BIM – The Role of the 5D Quantity Surveyor. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1–11. <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/124185/6/5541217F-3A6A-48C9-9E08-48A754A24810.pdf>

Steven, Robby, & Andi. (2013). Perhitungan Percent Plan Completed Dan Identifikasi Faktor Konstruksi. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 2.



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

- Suasira, I. W., Tapayasa, I. M., Santiana, I. M. A., & Wibawa, I. G. S. (2021). Analisis Komparasi Metode Building Information Modelling (BIM) dan Metode Konvensional pada Perhitungan RAB Struktur Proyek (Studi Kasus Pembangunan Pasar Desa Adat Pecatau). *Jurnal Teknik Gradien*, 13(01). <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- Tanrifaisal, S., Matasik, Y. D. S., & Limanto, S. (2020). Analisa Biaya Pada Proyek Rumah Tinggal Dua Lantai di Surabaya Barat. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 9(1), 228–235.
- Tjell, J. (2010). Building Information Modeling (BIM) - in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems. *The Technical University of Denmark Conducted at University of California, Berkeley*, 1–148.
- Travis, K., Martina, N., & Safri. (2021). Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol “X.” *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(2), 23–31. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v2i2.244>
- Utama, W. P., Peli, M., & Jumas, D. Y. (2008). Standarsasi Pengukuran Kuantitas Pekerjaan Konstruksi di Indonesia: Suatu Gagasan. *Prosiding PPIS Bandung*, 1–13. [http://www.bsn.or.id/files/@Litbang/PPIS_2008/PPIS_Bandung/3 - STANDARDISASI PENGUKURAN KUANTITAS PEKERJAAN KONSTRUKSI DI INDONESIA.pdf](http://www.bsn.or.id/files/@Litbang/PPIS_2008/PPIS_Bandung/3-STANDARDISASI_PENGUKURAN_KUANTITAS_PEKERJAAN_KONSTRUKSI_DI_INDONESIA.pdf) on 7 April 2012
- Wibowo, Purwanto, E., & Winarno, A. Y. (2020). Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) dalam Rancangan Pembangunan Gedung Induk Universitas Aisyiyah Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 8(4), 400. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v8i4.45612>
- Widjaja, I. P., Brunner, T., & Dhipawardana, M. D. (2011). Pengaruh perhitungan volume pekerjaan terhadap margin profit sebagai acuan penentuan harga satuan pekerjaan, studi kasus pada pekerjaan rs. boromeus bandung. *Jurnal Arsitekur*, 2(1), 49–58.
- Wu, S., Ginige, K., Wood, G., & Jong, S. W. (2014). How can building information modelling (BIM) support the new rules of measurement (NRM1). *Vasa, January*. <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Yudi, A., Shoful Ulum, M., Titan Nugroho, M., Studi Teknik Sipil, P., Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, J., Teknologi Sumatera, I., & Studi Arsitektur, P. (2020). PERANCANGAN DETAIL ENGINEERING DESIGN GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS BUILDING INFORMATION MODELING (Studi Kasus: Asrama Institut Teknologi Sumatera). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 00(00).