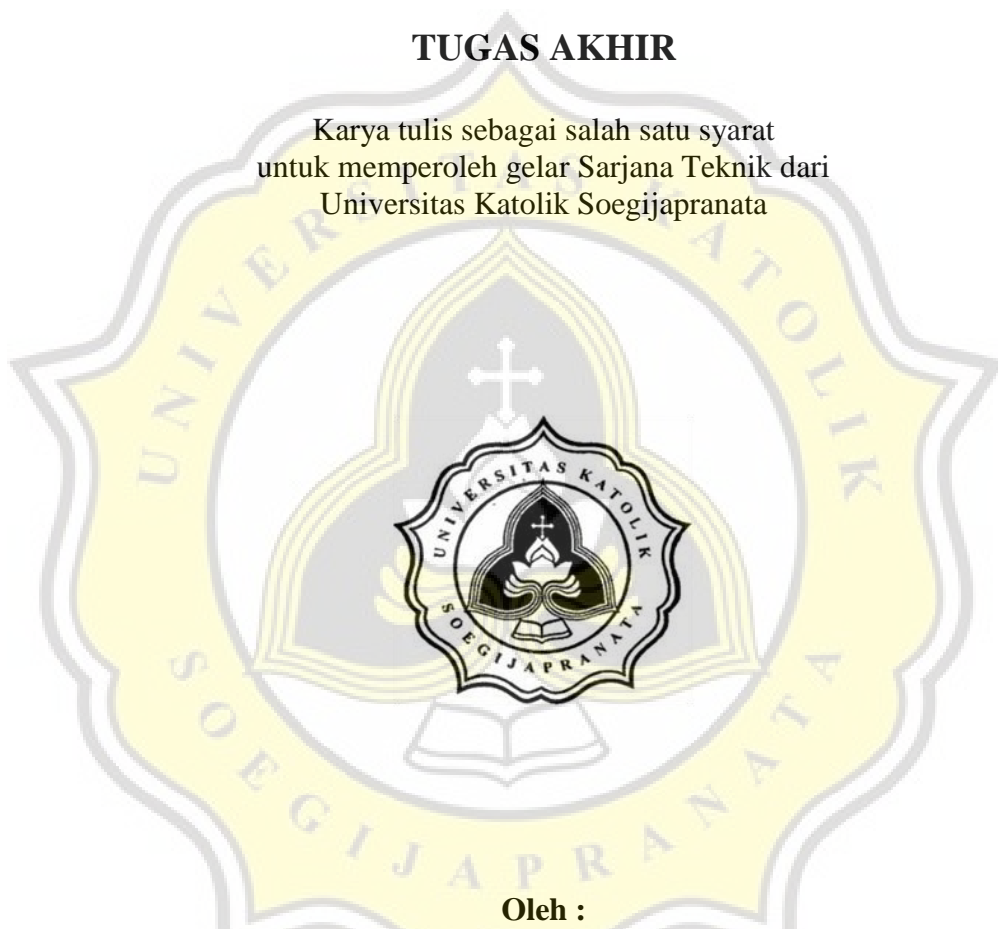


**STUDI PERBANDINGAN ESTIMASI *BILL OF QUANTITY*
PADA PEKERJAAN PENULANGAN *PILE CAP*, PILAR
TUNGGAL DAN GANDA JALAN LAYANG ANTARA
METODE KONVENSIONAL DAN BIM (*BUILDING
INFORMATION MODELING*)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh :

**OEI, NATANAEL INDRAWAN WIHARNO
ATANASIUS AGRI PERMADI PUTRA**

**NIM: 17.B1.0010
NIM: 17.B1.0100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
Juni 2022**

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : Studi Perbandingan Estimasi Bill of Quantity pada Pekerjaan Penulangan Pile Cap, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode Konvensional dan BIM (Building Information Modeling)

Diajukan oleh : Oei, Natanael Indrawan Wiharno

NIM : 17.B1.0010

Tanggal disetujui : 03 Juni 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Budi Hasiholan Siregar Ph.D

Penguji 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 2 : Budi Hasiholan Siregar Ph.D

Penguji 3 : Ir. Widiya Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 4 : Ir. David Widiyanto M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0010

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : Studi Perbandingan Estimasi Bill of Quantity pada Pekerjaan Penulangan Pile Cap, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode Konvensional dan BIM (Building Information Modeling)

Diajukan oleh : Atanasius Agri Permadi Putra

NIM : 17.B1.0100

Tanggal disetujui : 03 Juni 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Budi Hasiholan Siregar Ph.D

Penguji 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 2 : Budi Hasiholan Siregar Ph.D

Penguji 3 : Ir. Widiya Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 4 : Ir. David Widiyanto M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0100

HALAMAN PENGESAHAN



**Studi Perbandingan Estimasi Bill of Quantity pada Pekerjaan Penulangan
Pile Cap, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode
Konvensional dan BIM (Building Information Modeling)**

Diajukan oleh:

Oei, Natanael Indrawan Wiharno

Telah disetujui, tanggal 03 Juni 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Hermawan S.T., M.T.

NPP. 5812000237

Budi Hasiholan Siregar Ph.D

NPP. 5852022305

Mengetahui

Ka. Progdil Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

HALAMAN PENGESAHAN



**Studi Perbandingan Estimasi Bill of Quantity pada Pekerjaan Penulangan
Pile Cap, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode
Konvensional dan BIM (Building Information Modeling)**

Diajukan oleh:

Atanasius Agri Permadi Putra

Telah disetujui, tanggal 03 Juni 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Hermawan S.T., M.T.

Budi Hasiholan Siregar Ph.D

NPP. 5812000237

NPP. 5852022305

Mengetahui

Ka. Progdil Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata No. 0047/SK.Rek/X/2013 perihal Pernyataan Keaslian Skripsi, Tugas Akhir, dan Tesis, maka yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Oei, Natanael Indrawan Wiharno NIM : 17.B1.0010

Nama : Atanasius Agri Permadi Putra NIM : 17.B1.0100

Sebagai penulis tugas akhir yang berjudul :

Studi Perbandingan Estimasi *Bill of Quantity* pada Pekerjaan Penulangan *Pile Cap*, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode Konvensional dan BIM (*Building Information Modeling*)

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya akademik yang ditulis oleh penulis, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi lain atau diterbitkan oleh orang lain. secara tertulis, semua rujukan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ditulis dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini terdapat sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka penulis menyatakan sanggup menerima segala akibatnya sesuai dengan hukuman dan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata, dan/atau peraturan serta perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 30 Juni 2022

 <u>Oei, Natanael Indrawan Wiharno</u> 17.B1.0010	 <u>Atanasius Agri Permadi Putra</u> 17.B1.0100
--	--



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : OET, NATANAEL - ATANASIVS AGRIL NIM : 17.B1.0010 - 17.B1.0100
 MT Kuliah : TUGAS AKHIR Semester :
 Dosen : DR. HERMAWAN Dosen Wali :
 Asisten :
 Dimulai : 10 SEPTEMBER 2021
 Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	11 - 09 - 2021	-> Perbaiki Format Penulisan BAB ~ I -> Tambahkan literatur BAB ~ II -> kembangkan Bab I s.d. III.	
2.	18 - 09 - 2021	-> Tambahkan Materi pada Latar Belakang -> Perbaiki Format Uraian	
3.	26 - 09 - 2021	-> Perbaiki typo BAB ~ I -> Perbaiki typo BAB ~ II -> kembangkan BAB ~ III	
4.	01 - 10 - 2021	-> Mulai menarsun cover, dll -> Perbaiki struktur uraian -> Perbaiki sumber (buku)	
5.	17 - 10 - 2021	-> Perbaiki Daftar Pustaka. -> Periksa kalimat sesuai UBR1 -> Tambahkan lampiran gambar uraian.	
6.	29 - 10 - 2021	-> ACC Proposal Tugas Akhir.	

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : OEL, NATANAEL - ATANASIVS AGRI NIM : 17.BI.0010 - 17.BI.0100
MT Kuliah : TUGAS AKHIR Semester :
Dosen : BUDI HASIHOLOAN, P.HD Dosen Wali :
Asisten :
Dimulai : 10 SEPTEMBER 2021
Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	12 - 09 - 2021	-> Perselas metode konvensional yang dipakai -> Tentukan code / standar estimasi -> Samakan code / standar yang digunakan.	
2.	01 - 10 - 2021	-> Perselas metode BIM, Aliphan hanta sebagai alat bantu -> Perselas metode konvensional	
3.	03 - 10 - 2021	-> Metode konvensional gunakan cara manual -> Rencanakan estimasi di tahap perencanaan proyek sehingga waste tidak perlu dihitung.	
4.	04 - 10 - 2021	-> Tambahkan skema identitas parameter dimeter konvensional (visualisasi) -> Telusuri & Pelajari proses estimasi volume dan penentuanannya.	
5.	29 - 10 - 2021	-> Tambahkan materi QTO di Bab - II -> Lengkapi kerangka pikir penelitian Bab - I	
6.	03 - 11 - 2021	ACC Proposal Tugas Akhir.	

Semarang.....
Dosen/ Asisten

Budi Hasiholan



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Ovi, Natanael Indrawan Wiharsono
 MT Kuliah : Atanasius Agri Permadi Putra
 Dosen : Tugas Akhir
 Dosen : Dr. Hermawan, ST., MT.
 Asisten :
 Dimulai : 28 Desember 2021
 Selesai : 13 Maret 2022

NIM : 17 51 0010
 Semester : IX (sembilan)
 Dosen Wali :

Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	28 Desember 2021	- Pisahkan Bab dengan isi Bab 4 (Data dan Permodelan), Bab 5 (Analisis dan Pembahasan)	
2.	30 Januari 2022	- Perbaiki format bab 1 dan 2 - Perjelas materi Bab 4 dan 5 - Tambahkan korelasi antar bab	
3.	11 Februari 2022	- Perbaiki format Bab 5 - Tambahkan justifikasi aspek volume estimasi (Bab 5) dengan Bab 2	
4.	27 Februari 2022	- Perbaiki format daftar pustaka (ISSN) - Perbaiki isi abstrak - Perbaiki format bab 2 dan 3 - Perbaiki isi bab 5 dan 6 - Perbaiki daftar pustaka	
5.	5 Maret 2022	Perbaiki hipotesis 1 dan 2	
6.	13 Maret 2022	- tambahkan abstrak dalam bahasa Inggris - perbaiki format daftar pustaka untuk jurnal - <u>lap. Orngt 13 OPT di Semarang!</u>	

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Dwi. Natanael Indrawan Wiharso
 Atanasius Agri Permadi Putra
 MT Kuliah : Tugas Akhir
 Dosen : Budi Hasiholan, Ph.D.
 Asisten :
 Dimulai : 16 Desember 2021
 Selesai : 16 Maret 2022

NIM : 17.01.0010
 17.01.0100
 Semester : IX (Sembilan)
 Dosen Wali :
 Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	16 Desember 2021	Urutkan sub bab materi Bab 2 - detailkan kelebihan dan keterbatasan metode konvensional dan BIM di Bab 2 - urutkan tahapan pengerjaan di Bab 3	<i>Budi</i>
2.	30 Desember 2021	detailkan prosedur penelitian di Bab 4 - jelaskan metode penelitian - terapan di Bab pembahasan perlu didukung penelitian sebelumnya - tampilkan sumber literatur untuk rumus aspek waktu	<i>Budi</i>
3.	31 Desember 2021	- tambahkan literatur untuk hasil perbandingan aspek evaluasi - rapikan tabel fitur esensial aspek evaluasi - tambahkan keterangan perbedaan vol. 1 dan 2 di rumus aspek volume - pertanya analisis dan diskusi yang membahas selisih hasil estimasi - penggantian kata, deviasi menjadi selisih	<i>Budi</i>
4.	5 Januari 2022	- tambahkan pembahasan tentang selisih hasil estimasi per 1000 kg - perbaiki rumus selisih hasil estimasi per 1000 kg	<i>Budi</i>
5.	15 Januari 2022	- gunakan asumsi hubungan linear untuk selisih hasil estimasi per ton - aspek volume masih bersifat relatif, perlu ditetapkan variabel pasti - pastikan faktor round up, apakah sebagai penunda perbedaan volume estimasi - jelaskan rumus selisih per 1000 kg volume tulangan - rapikan susunan kalimat sesuai contoh	<i>Budi</i>
6.	6 Februari 2022	- perbaiki diagram kerangka pikir penelitian pada Bab 1 - tambahkan literatur estimasi volume dan biaya, hubungan dengan BOG - perbaiki susunan subbab 4.2 dengan ada tambahan diagram - tambahkan penjelasan pada aspek evaluasi, aspek waktu, aspek volume - tambahkan penjelasan khusus mengenai hubungan aspek evaluasi dengan kedua aspek lain	<i>Budi</i>
7.	9 Februari 2022	- perbaiki penjelasan aspek volume estimasi pada Bab 5	<i>Budi</i>
8.	6 Maret 2022	- tambahkan penjelasan mengenai penyebab adanya perbedaan hasil estimasi volume	<i>Budi</i>
9.	13 Maret 2022	- perbaiki penjelasan aspek volume hasil estimasi pada Bab 5 - perbaiki penjelasan kesimpulan dan saran penelitian pada Bab 6, hubungkan dengan hasil penelitian	<i>Budi</i>
10.	16 Maret 2022	Laporan draft TA ACC	<i>Budi</i>

Semarang, 17 Maret 2022

Dosen/Asisten

Budi
 Budi Hasiholan



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : DEL, NATANAEL - ATAMASIVS AGR1.

NIM : 17.81.0010 - 17.81.0100

MT Kuliah : TUGAS AKHIR

Semester : 8

Dosen : DR. HERMAWAN, S.T.M.T.

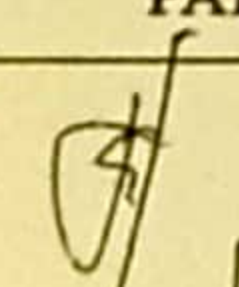
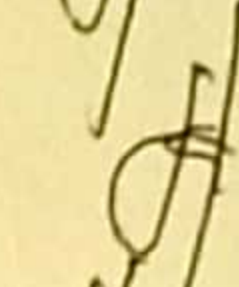
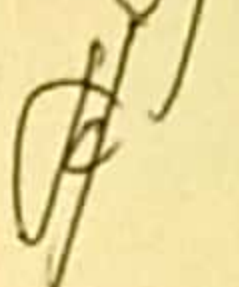
Dosen Wali :

Asisten :

Dimulai :

Selesai :

Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	28 - 04 - 2022	REVISI DRAFT DISETUJUI	
2.	09 - 05 - 2022	DELTA: Seminar Draft telah dilaksanakan dan dinyatakan LULUS.	
3	11 - 05 - 2022	SEMINAR AKHIR DRAFT DILAKSANAKAN!	

Semarang,.....
Dosen/ Asisten

.....



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : OETI, NATANAEL - ATANASIOS AGRI NIM : 17. B1. 0100 - 17. B1. 0010
 MT Kuliah : TUGAS AKHIR Semester : 8
 Dosen : BUDI HASIHOAN, P.H.D Dosen Wali :
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	22 - 04 - 2022	- TAMBAHKAN TABEL CATATAN PEMODELAN (Subbab B20) - TAMBAHLAN KETERANGAN PENGGUNAAN GAMBAR RENCANA CAD KE FLOWCHART METODE KONVENSIONAL.	
2.	29 - 04 - 2022	DELTA = Berusia laporan sudah siap untuk maju sidang TA.	
3.	15 - 05 2022	- Perbaikan pada Flowchart metode konvensional - Perjelas tabel catatan selama proses estimasi (subbab 4.5) - Laporan disetujui untuk seminar akhir TA.	

Semarang,.....

Dosen/ Asisten

Budi Hasiholan, Ph.D

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Studi Perbandingan Estimasi *Bill of Quantity* pada Pekerjaan Penulangan *Pile Cap*, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode Konvensional dan BIM (*Building Information Modeling*)**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Universitas Katolik Soegijapranata Semarang. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berperan bagi penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hermawan, ST. MT. IPM. selaku dosen pembimbing 1 dan Budi Hasiholan Ph.D selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, penulis mengharapkan pula kritik dan saran dari semua pihak agar tugas akhir ini semakin sempurna dimasa mendatang.

Semarang, 30 Juni 2022



Penulis

ABSTRAK

STUDI PERBANDINGAN ESTIMASI *BILL OF QUANTITY* PADA PEKERJAAN PENULANGAN *PILE CAP*, PILAR TUNGGAL DAN GANDA JALAN LAYANG ANTARA METODE KONVENSIONAL DAN BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

Oleh

**OEI, NATANAEL INDRAWAN WIHARNO
ATANASIVS AGRI PERMADI PUTRA**

**NIM: 17.B1.0010
NIM: 17.B1.0100**

Salah satu material konstruksi dengan tingkat kebutuhan yang besar adalah baja tulangan. Secara global, kebutuhan baja tulangan mengalami peningkatan hingga empat kali lipat, sejak tahun 1960 hingga 2005 dan diprediksi meningkat hingga dua kali lipat pada tahun 2050. Dalam suatu proyek, baja tulangan mencakup 16% hingga 60% dari total anggaran proyek. Oleh karena itu, apabila volume baja tulangan tidak diestimasi dengan benar maka akan berdampak pada pemborosan anggaran dan pembengkakan anggaran proyek. Pemborosan anggaran proyek diindikasikan dengan adanya volume sisa material dalam jumlah besar, sementara pembengkakan anggaran ditunjukkan dengan adanya pengadaan baja tulangan tambahan karena kebutuhan material ternyata lebih besar dari estimasi awal. Untuk meminimalisir hal ini, diperlukan pemahaman yang komprehensif mengenai estimasi volume. Saat ini, metode estimasi volume penulangan yang digunakan secara luas yaitu metode estimasi konvensional dan metode estimasi berbasis BIM (*Building Information Modeling*). Meskipun kedua metode ini digunakan secara luas, namun terdapat keterbatasan dan keunggulan yang menjadi pertimbangan untuk memilih metode yang paling tepat. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu penelitian untuk membuktikan dan membandingkan akurasi estimasi volume penulangan antara metode konvensional dan metode berbasis BIM. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan antara metode estimasi konvensional dan berbasis BIM ditinjau dari (1) aspek evaluasi metode estimasinya, (2) aspek waktu penyelesaian estimasi, serta (3) berdasarkan aspek volume hasil estimasinya. Estimasi konvensional dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dan *AutoCAD* sebagai alat bantu. Data dimensi, bentuk, dan spesifikasi baja tulangan, didapatkan dari gambar rencana pilar tunggal dan pilar ganda jalan layang. Estimasi berbasis BIM dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Allplan Engineering* sebagai alat bantu pemodelan baja tulangan. Dimensi dan bentuk baja tulangan didapatkan dari gambar rencana pilar tunggal dan ganda jalan layang dalam format *dwg/CAD* yang di *import* ke *Allplan Engineering*. Hasil akhir dari estimasi kedua metode berupa (1) volume baja tulangan (kg) yang disusun dalam laporan QTO (*Quantity Take Off*) dan (2) data

durasi pengerjaan. Hasil akhir estimasi dari kedua metode kemudian dibandingkan menggunakan tiga aspek perbandingan yaitu aspek evaluasi metode estimasi, aspek waktu penyelesaian estimasi dan aspek volume hasil estimasi. Hasil perbandingan pada aspek evaluasi metode estimasi menunjukkan bahwa metode estimasi konvensional memenuhi lima dari sembilan fitur esensial, sementara metode estimasi berbasis BIM memenuhi tujuh dari sembilan fitur esensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode berbasis BIM dinilai lebih ideal dibanding metode konvensional dalam aspek evaluasi metode estimasi. Hasil perbandingan pada aspek waktu penyelesaian estimasi menunjukkan bahwa metode estimasi konvensional 24,58 % lebih cepat dibandingkan metode estimasi berbasis BIM. Hasil perbandingan pada aspek volume hasil estimasi menunjukkan bahwa volume baja tulangan metode berbasis BIM pada struktur pilar tunggal dan pilar ganda menghasilkan volume lebih kecil sehingga lebih akurat dari metode konvensional. Metode berbasis BIM mampu mengimplementasikan standar acuan secara menyeluruh serta memiliki fitur pemodelan realistis (3D), sehingga dapat menghasilkan volume estimasi yang minim kesalahan. Semakin minim kesalahan selama proses estimasi maka volume tulangan yang dihasilkan cenderung lebih kecil ketika dibandingkan dengan metode lain yang kurang mampu mengimplementasikan acuan standar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa estimasi berbasis BIM lebih mampu meminimalkan potensi pemborosan anggaran dan pembengkakan anggaran proyek karena mampu menghasilkan volume baja tulangan yang lebih realistis.

Kata kunci : baja tulangan, estimasi volume, metode konvensional, metode berbasis BIM.

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY IN BILL OF QUANTITY ESTIMATES ON REINFORCEMENT WORKS OF PILE CAP, SINGLE PIER AND DOUBLE PIER OF FLYOVER BETWEEN CONVENTIONAL METHODS AND BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

By

OEI, NATANAEL INDRAWAN WIHARNO NIM: 17.B1.0010
ATANASIVS AGRI PERMADI PUTRA NIM: 17.B1.0100

One of the construction materials with a high level of demand is rebar steel. Globally, the demand for rebar steel has quadrupled from 1960 to 2005 and this increase is predicted to double by 2050. In one project, rebar steel accounts for 16% to 60% of the total project budget. Therefore, if the volume of rebar steel is not estimated correctly it will have an impact on project budget wastage and swelling. The project budget wastage is indicated by the large volume of material remaining, while the budget swelling is indicated by the procurement of additional rebar steel because the material requirement is greater than the initial estimation. To minimize this, a comprehensive understanding of volume estimation is required. Currently, the method of estimating the reinforcement volume that is widely used is the conventional estimation method and the BIM (Building Information Modeling)-based estimation method. Although these two methods are widely used, there are limitations and advantages that are taken into consideration when choosing the most appropriate method. Therefore, a study is needed to prove and compare the accuracy of the estimation of reinforcement volume between the conventional method and the BIM-based method. The purpose of this study is to determine the comparison between the conventional method and the BIM-based method in terms of (1) the evaluation aspect of the estimation method, (2) the duration aspect of the estimation, and (3) the volume aspect of the estimation. The conventional estimation method is done by use Microsoft Excel and AutoCAD as tools. The data of dimensions, shapes, and specifications of rebar steel are obtained from the design drawings of single pillars and double pillars of flyover. The BIM-based estimation method is done by use Allplan Engineering software as the rebar steel modeling tool. The dimensions and shapes of the rebar steel are obtained from the design drawings of the single and double pillars of flyover in dwg/CAD format, then import the dwg/CAD file to Allplan Engineering. The final result of the estimation of two methods are (1) the volume of rebar steel (kg), which composed in the QTO (Quantity Take Off) report and (2) the data of work duration. The final result of the estimation of two methods are compared by use the three comparative aspects are the evaluation aspect of the

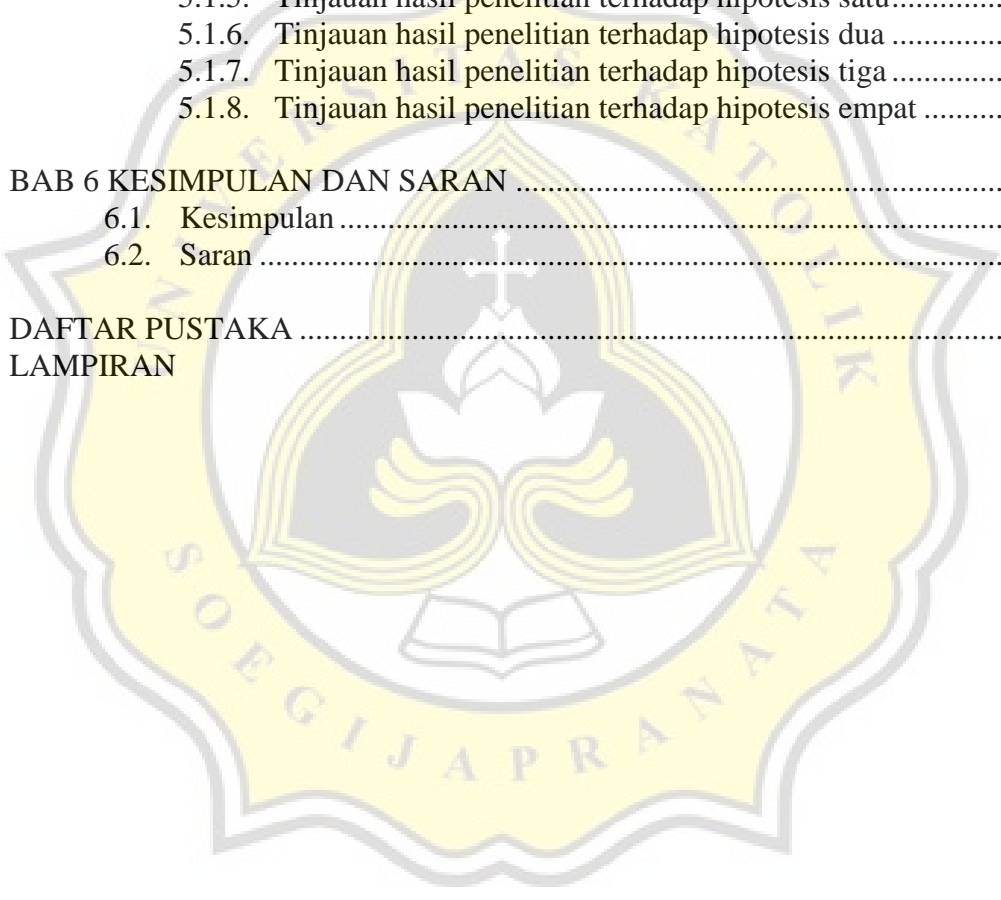
estimation method, the duration aspect of the estimation and the volume aspect of the estimation result. The result of the comparison on the evaluation aspect of the estimation method show that the conventional estimation method fulfill five of the nine essential features, while the BIM-based estimation method fulfill seven of the nine essential features. The results of the research show that the BIM-based estimation method assessed more suitable than the conventional estimation in the evaluation aspect of the estimation method. The result of the comparison on the duration aspect of the estimation show that the conventional estimation method is 24.58 % faster than the BIM-based estimation method. The result of the comparison on the volume aspect of the estimation result show that the volume of rebar steel with the BIM-based estimation method for single pillar and double pillar structure produces smaller volume than the conventional method. This trend indicated BIM-based method considered to be more accurate than conventional method. The BIM-based method can implement the reference standard thoroughly and has a realistic modeling (3D) feature. As a result, it can produce an estimated volume with minimal errors. If the error in the estimation process is able to minimize, then the volume of rebar tends to be smaller when compared to other methods which have less capability in standard reference implementation. The main conclusion of the research is that BIM-based estimation can minimize the potential of project budget wastage and budget swelling better, because it can produce a more realistic volume of rebar steel.

Keywords : rebar steel, volume estimation, conventional-based method, BIM-based method.

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
1.5. Hipotesis Penelitian.....	9
1.6. Kerangka Pikir Penelitian.....	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Jalan Layang.....	11
2.2. Pekerjaan Penulangan.....	14
2.3. Estimasi.....	18
2.4. <i>Bill of Quantity</i>	21
2.5. <i>Quantity Take-Off</i>	23
2.5.1. <i>Quantity take-off</i> konvensional.....	24
2.5.2. <i>Quantity take-off</i> berbasis BIM.....	25
2.5.3. Perbandingan <i>quantity take-off</i> konvensional dan berbasis BIM.....	27
2.6. Acuan Estimasi Volume Baja Tulangan.....	29
2.7. Pengujian Hipotesis.....	31
2.8. Pekerjaan Tambah Kurang.....	34
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	36
3.1. Uraian Umum.....	36
3.2. Tahap I : Ujian Proposal Tugas Akhir.....	38
3.3. Tahap II : Pengolahan, Analisis, dan Pembahasan Data.....	38
3.4. Tahap III : Seminar <i>Draft</i> Tugas Akhir.....	42
3.5. Tahap IV : Ujian Tugas Akhir.....	43
BAB 4 DATA DAN ESTIMASI VOLUME.....	44
4.1. Uraian Umum.....	44
4.2. Prosedur Estimasi.....	44
4.3. Metode Estimasi Konvensional.....	46
4.4. Metode Estimasi Berbasis BIM.....	48

4.5. Catatan Selama Proses Estimasi	53
4.6. Aspek Evaluasi Metode Estimasi	54
4.7. Aspek Waktu Penyelesaian Estimasi.....	56
4.8. Aspek Volume Hasil Estimasi	58
BAB 5 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	60
5.1. Analisis Data.....	60
5.1.1. Aspek evaluasi metode estimasi	61
5.1.2. Aspek waktu penyelesaian estimasi.....	67
5.1.3. Aspek volume hasil estimasi.....	72
5.1.4. Uji hipotesis t <i>student</i> tipe 1 sisi dan tipe 2 sisi	77
5.1.5. Tinjauan hasil penelitian terhadap hipotesis satu.....	80
5.1.6. Tinjauan hasil penelitian terhadap hipotesis dua	82
5.1.7. Tinjauan hasil penelitian terhadap hipotesis tiga	84
5.1.8. Tinjauan hasil penelitian terhadap hipotesis empat	85
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	86
6.1. Kesimpulan	86
6.2. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Distribusi PDB Atas Dasar Harga Triwulan III/2020	1
Gambar 1.2	Tingkat Kebutuhan Global Material Semen dan Baja Tulangan...	2
Gambar 1.3	Emisi Karbon Dioksida yang Dihasilkan dari Produksi Material Konstruksi.....	3
Gambar 1.4	Distribusi Volume Relatif Terhadap Total Volume Material Sisa	3
Gambar 1.5	Format Tabel Metode Konvensional dengan BBS Sebagai Acuan.....	5
Gambar 1.6	Format Tabel Volume Baja Tulangan Dalam Aplikasi <i>Allplan Engineering 2021</i>	6
Gambar 1.7	Kerangka Pikir Penelitian	10
Gambar 2.1	Ilustrasi Interaksi Momen Lentur dan Geser Dua Arah Dengan Tulangan <i>Pile Cap</i>	12
Gambar 2.2	Pilar Tunggal Jalan Layang	13
Gambar 2.3	Pilar Ganda Jalan Layang	13
Gambar 2.4	Metode Estimasi pada Tahun 1930-an dan Saat Ini	19
Gambar 2.5	Fungsi <i>Bill of Quantity</i> Selama Administrasi Kontrak.....	23
Gambar 2.6	Persentase Manfaat Implementasi BIM pada Proyek Konstruksi.....	29
Gambar 2.7	Kurva 1 Hipotesis Satu Arah.....	32
Gambar 2.8	Kurva 2 Hipotesis Satu Arah.....	32
Gambar 2.9	Kurva Hipotesis Dua Arah	32
Gambar 3.1	Alur Metode Penelitian.....	37
Gambar 3.2	Tampilan Mode <i>Engineering</i> , Menu <i>Elements</i> , dan Sub Menu <i>Components</i>	39
Gambar 3.3	Tampilan Mode <i>Engineering</i> , Menu <i>Reinforcement</i> , dan Sub Menu <i>Bar Reinforcement</i>	40
Gambar 4.1	Prosedur Estimasi Dengan Metode Konvensional	45
Gambar 4.2	Prosedur Estimasi Dengan Metode Berbasis BIM	46
Gambar 4.3	Tampilan Tabulasi Spesifikasi Penulangan.....	49
Gambar 4.4	Tampilan Gambar Kerja Penulangan pada Lembar Kerja <i>Allplan Engineering 2021</i>	49
Gambar 4.5	Tampilan Desain Penulangan <i>Pile Cap</i> Pilar Tunggal	50
Gambar 4.6	Tampilan Satu Bagian Desain Penulangan <i>Pile Cap</i> Struktur Pilar Tunggal Untuk Semua Batang Tulangan	50
Gambar 4.7	Tampilan Salah Satu <i>Building Structure List</i> Desain Penulangan <i>Pile Cap</i> Struktur Pilar Tunggal.....	51
Gambar 4.8	Pemilihan Bagian Desain Penulangan Struktur Pilar Untuk Ditampilkan pada <i>Reinforcement Reports</i>	51
Gambar 4.9	Pemilihan <i>File Reinforcement Schedule – Bending Shapes</i> – <i>Summary</i> dari <i>database</i> instalasi <i>Allplan Engineering 2021</i> ...	52
Gambar 4.10	Tampilan Langsung <i>Reinforcement Reports</i> dari <i>Allplan Engineering 2021</i>	52

Gambar 4.11	Tampilan <i>Reinforcement Reports</i> dalam <i>Microsoft Excel</i>	53
Gambar 5.1	Perbandingan Metode <i>Input</i> Estimasi Berbasis BIM dan Estimasi Konvensional	65
Gambar 5.2	Perbandingan Volume Estimasi Tulangan Pilar Tunggal	73
Gambar 5.3	Perbandingan Volume Estimasi Tulangan Pilar Ganda	75
Gambar 5.4	Notifikasi <i>Allplan Engineering</i> Apabila Ukuran Perpanjangan Lurus Tulangan Tidak Sesuai Ketentuan Standar	76
Gambar 5.5	Perletakkan Titik <i>t</i> Hitung dan <i>t</i> Tabel pada Kurva Uji Hipotesis 2 Sisi	78
Gambar 5.6	Perletakkan Titik <i>t</i> Hitung dan <i>t</i> Tabel pada Kurva Uji Hipotesis 1 Sisi	79
Gambar 5.7	Contoh Bentuk Tulangan yang Digunakan Dalam Penelitian.....	81



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Overlap</i> Tulangan Tarik	15
Tabel 2.2	Ukuran Baja Tulangan Polos.....	17
Tabel 2.3	Ukuran Baja Tulangan Ulir	17
Tabel 2.4	Fungsi BOQ Selama Proses Tender Proyek.....	21
Tabel 2.5	Contoh Estimasi Volume Baja Tulangan Dengan Metode Konvensional.....	24
Tabel 2.6	Penggunaan BIM Serta Area Implementasinya	28
Tabel 2.7	Geometri Kait Standar dan Diameter Bengkokan Minimum Untuk Penyaluran Batang Ulir pada Kondisi Tarik	30
Tabel 2.8	Geometri Kait Standar dan Diameter Bengkokan Minimum Untuk Sengkang, Ikat Silang, dan Sengkang Pengekang.....	31
Tabel 2.9	Titik Persentase Distribusi t (df = 1-10).....	34
Tabel 3.1	Format Estimasi Volume Penulangan Menggunakan <i>Microsoft Excel</i>	41
Tabel 4.1	Format Estimasi Volume Baja Tulangan Metode Konvensional.....	47
Tabel 4.2	Catatan Perbedaan dan Kesamaan Kondisi Estimasi	53
Tabel 4.3	Fitur Esensial Aspek Evaluasi Metode Estimasi.....	54
Tabel 4.4	Format Perbandingan Aspek Evaluasi Metode Estimasi	55
Tabel 4.5	Format Perbandingan Aspek Waktu Penyelesaian Estimasi.....	56
Tabel 4.6	Format Perbandingan Aspek Waktu Penyelesaian Estimasi.....	57
Tabel 4.7	Format Perbandingan Aspek Volume Hasil Estimasi Pilar Tunggal.....	58
Tabel 4.8	Format Perbandingan Aspek Volume Hasil Estimasi Pilar Ganda..	59
Tabel 5.1	Perbandingan Aspek Evaluasi Metode Estimasi.....	61
Tabel 5.2	Perbandingan Aspek Waktu Penyelesaian Estimasi Konvensional.....	67
Tabel 5.3	Perbandingan Aspek Waktu Penyelesaian Estimasi Berbasis BIM	69
Tabel 5.4	Perbandingan Aspek Volume Hasil Estimasi Pilar Tunggal.....	72
Tabel 5.5	Perbandingan Aspek Volume Hasil Estimasi Pilar Ganda.....	74
Tabel 5.6	Rekap Aspek Volume Hasil Estimasi pada Struktur Simetris	80
Tabel 5.7	Rekap Aspek Volume Hasil Estimasi pada Struktur Asimetris	82

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama		Pemakaian pertama kali pada halaman
PDB	Produk Domestik Bruto		1
BPS	Badan Pusat Statistik		1
BOQ	<i>Bill of Quantity</i>		4
BBS	<i>Bar Bending Schedule</i>		5
AEC	<i>Architecture, Engineering, and Construction</i>		5
BIM	<i>Building Information Modeling</i>		5
QTO	<i>Quantity Take-Off</i>		7
ACI	<i>American Concrete Institute Association</i>		8
SNI	Standar Nasional Indonesia		14
DFC	<i>Direct Field Cost</i>		20
IFC	<i>Indirect Field Cost</i>		20
HOC	<i>Home Office Cost</i>		20
CESMM4	<i>Civil Engineering Standard Method of Measurement Fourth Edition</i>		21
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>		24
IT	<i>Information Technology</i>		25
CCO	<i>Contract Change Order</i>		37
SMMs	<i>Standard Method of Measurement</i>		89
ISSN	<i>International Standard Serial Number</i>		89
e-ISSN	<i>Electronic International Standard Serial Number</i>		89

Lambang	Nama	Satuan	Pemakaian pertama kali pada halaman
l_{st}	Overlap tulangan tarik	mm	14
l_d	Panjang penyaluran	mm	14
f_y	Kuat leleh baja	MPa	14
f_c'	Kuat tekan beton	MPa	14
λ	Faktor beton ringan		14
Ψ_t	Faktor lokasi tulangan		15
Ψ_e	Faktor pelapisan tulangan		15
Ψ_s	Faktor ukuran tulangan		15
C_b	Nilai terkecil antara selimut beton dan spasi tulangan	mm	15
K_{tr}	Indeks tulangan transversal		15
d_b	Diameter nominal tulangan	mm	15

Lambang	Nama	Satuan	Pemakaian pertama kali pada halaman
S	Spasi maksimum dari as ke as tulang transversal	mm	15
n	Jumlah tulangan yang disalurkan sepanjang bidang belah		15
l_{sc}	<i>Overlap</i> tulangan tekan	mm	16
db	Diameter nominal	mm	16
A	Luas penampang nominal	mm ²	17
H	Tinggi sirip	mm	17
P	Jarak sirip melintang	mm	17
T	Lebar sirip membujur	mm	17
H ₀	Hipotesis nol		31
H ₁	Hipotesis alternatif		32
t _{hitung}	Hasil uji t dengan rumus		33
\bar{x}	Nilai rata-rata sampel		33
$\bar{\mu}_0$	Nilai rata-rata populasi		33
S _x	Simpangan baku sampel		33
n	Besar sampel		33
x _i	Nilai sampel ke -i		33
t _{tabel}	Hasil uji t dengan tabel		34
Pr	Probabilitas		34
df	<i>Degree of Freedom</i>		34
t ₁ , t ₂ , t ₃ , t ₄	Tebal selimut beton	mm	64
a, b, c	Panjang segmen tulangan	mm	64
α	Probabilitas		78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	<i>Shopdrawing</i>	L-A
	A.1 Detail Penulangan Pilar Tunggal	L-1
	A.2 Detail Penulangan Pilar Ganda	L-2
Lampiran B	HASIL ESTIMASI	L-B
	B.1 Estimasi Konvensional Volume Penulangan <i>Pile Cap</i> Pilar Tunggal	L-3
	B.2 Estimasi Konvensional Volume Penulangan <i>Pile Cap</i> Pilar Ganda	L-4
	B.3 Volume Tulangan <i>Pile Cap</i> Pilar Tunggal Metode BIM	L-5
	B.4 Volume Tulangan <i>Pile Cap</i> Pilar Ganda Metode BIM	L-6

