



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN METODE REGISTRASI ANTARA  
METODE KOMBINASI DAN METODE *TRAVERSE* DENGAN MENGGUNAKAN  
*TERRESTRIAL LASER SCANNER* DALAM PEMODELAN OBJEK 3 DIMENSI  
(Studi Kasus : Monumen Tugu Muda, Kota Semarang, Jawa Tengah)**

**TUGAS AKHIR**

**ALFRED BONNY SON SIMBOLON  
21110113130058**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
2017**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN METODE REGISTRASI ANTARA  
METODE KOMBINASI DAN METODE *TRAVERSE* DENGAN MENGGUNAKAN  
*TERRESTRIAL LASER SCANNER* DALAM PEMODELAN OBJEK 3 DIMENSI  
(Studi Kasus : Monumen Tugu Muda, Kota Semarang, Jawa Tengah)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)**

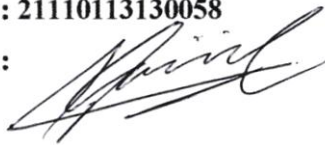
**ALFRED BONNY SON SIMBOLON  
21110113130058**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
2017**

## HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip  
maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar**

<b>Nama</b>	<b>: ALFRED B S SIMBOLON</b>
<b>NIM</b>	<b>: 21110113130058</b>
<b>Tanda Tangan</b>	<b>: </b>
<b>Tanggal</b>	<b>: 20 September 2017</b>

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : ALFRED B S SIMBOLON

NIM : 21110113130058

Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI

Judul Skripsi :

ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN METODE REGISTRASI ANTARA  
METODE KOMBINASI DAN METODE *TRAVERSE* DENGAN MENGGUNAKAN  
*TERRESTRIAL LASER SCANNER* DALAM PEMODELAN OBJEK 3 DIMENSI

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian  
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada  
Jurusan/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

### TIM PENGUJI




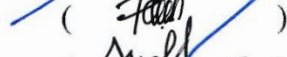
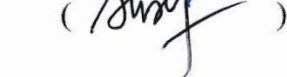
Pembimbing 1 : Bambang Darmo Yuwono, S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.Eng.

Penguji 1 : Bambang Darmo Yuwono, S.T., M.T.

Penguji 2 : Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.Eng.

Penguji 3 : Moehammad Awaluddin, S.T., M.T.

()  
()  
()  
()  
()

Semarang, 20 September 2017

Program Studi Teknik Geodesi

Ketua



Ir. Sawitri Subiyanto, M.Si.

NIP. 196603231999031008

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku.

(Filipi 4:13)

Diberkatilah orang yang mengandalkan TUHAN, yang menaruh harapannya pada TUHAN!

(Yeremia 17:7)

sehingga oleh imanmu Kristus diam di dalam hatimu dan kamu berakar serta berdasar di dalam kasih.

(Efesus 3:17)

Kupersembahkan karya ini kepada :

Kedua orangtuaku yang tercinta Bapak Vikbon H. Simbolon dan Mama Enny J.P. Naibaho Terima kasih banyak kuucapkan atas segala jerih payah dan setiap tetes keringat dan air mata yang telah kalian cucurkan demi anakmu yang belum bisa memberikan apa-apa ini. Semoga karya ini bisa membuatmu bangga terhadapku dan melukiskan sebuah senyum di pipimu.

Kedua adikku yang kusayangi Obed M. Simbolon dan Loise E. Simbolon Inilah sebuah karya yang bisa kupersembahkan untuk kalian. Doakan abangmu ini selalu menjadi teladan bagi kalian berdua.

Dan untuk "My Love and My Only One" Febriana Yuni Chinantya Nainggolan Kamu merupakan saksi hidup sekaligus "partner" yang selalu ada disampingku dalam menyelesaikan karya ini. Aku menyayangimu.

*"Kegagalan hanya ada karena satu kata; MENYERAH."*

*Alfred B S Simbolon*

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sawitri Subiyanto, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Moehammad Awaluddin, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Bambang Darmo Yuwono, S.T., M.T. yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.Eng. yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Bandi Sasmito, S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama mengikuti proses di dunia perkuliahan Teknik Geodesi.
6. Seluruh Dosen Teknik Geodesi Undip yang tidak pernah lelah memberikan ilmu, bimbingan, saran, dan bantuan dalam proses perkuliahan dan pembuatan tugas akhir ini.
7. Seluruh Staf Tata Usaha Program Studi Teknik Geodesi yang selalu membantu dalam proses administrasi, surat-menyurat, dan lain-lain.
8. Bapak Aditya Ari Wibowo dan Bapak Liliek dan seluruh jajaran PT ASABA yang telah membantu penulis dalam menyediakan alat dan memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Kedua orang tua penulis, Bapak Vikbon H. Simbolon, S.Pd., M.M. dan Mama Enny J.P. Naibaho, S.Pd yang selalu memberikan dukungan dalam

bentuk doa, nasihat, semangat dan materi kepada penulis dalam proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.

10. Kedua adik-adikku Obed M. Simbolon dan Loise E. Simbolon yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Febriana Yuni Chinantya Nainggolan (FKM'15) yang selalu ada menemani dan memberikan dukungan, mendengarkan “curhat-curhat” suka dan duka selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
12. Seluruh keluarga besar Op. Maurid Simbolon dan Op. Taruli Naibaho yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian tugas akhir ini.
13. Teknik Geodesi Angkatan 2013 yang paling *Awesome and Wonderful* yang memberikan 1001 kenangan yang takkan pernah dilupakan. *See you on top guys. AW!!!*
14. Paryasop Semarang yang selalu mampu menghadirkan tawa di sela-sela penyelesaian tugas akhir ini.
15. Kebanggaan Tyoners saya sendiri, Menpo, Velly, Yuni, Yosye aka “The Three Lions feat Duo Serigala” yang selalu memberikan kegilaan-kegilaan yang tak terduga selama proses perkuliahan di Universitas Diponegoro.
16. Keluarga Besar Teknik Geodesi Undip angkatan 2005-2017 yang telah membantu selama proses perkuliahan di Teknik Geodesi Undip.
17. Keluarga Besar Batak Geodesi (BAGEOD) terkhusus BAGEOD 2013 yang merupakan kawan senasib di tanah perantuan, yang selalu menghadirkan gelak tawa selama proses perkuliahan di Teknik Geodesi Undip. Horas! Mejuah-juah! Njuah-juah!
18. Mantan Anak Kosan Bu Ipah yang merupakan teman-teman pertama yang penulis miliki ketika pertama kali menginjakkan kaki di Semarang.
19. Anak Kosan Gelora Tlogosari yang memiliki kisah unik tersendiri setiap harinya.
20. Keluarga Besar Alumni SMAN 2 Balige-Semarang yang telah menggoreskan warna dalam kehidupan penulis selama proses perkuliahan di Undip.

21. Keluarga Mahasiswa Asal Samosir-Semarang yang merupakan keluarga dari “bona pasogit” atau tanah kelahiran, yang selalu mengingatkan akan keindahan kampung halaman.
22. Sahabat-sahabat KKN Gelang Garis Keras terima kasih atas kenangan-kenangan kala itu.
23. Teman-teman PSDM Teknik Geodesi Undip. Kapan kita bisa jadi komdis *full team* lagi?
24. Fotocopy Surya Abadi yang selalu bershabat dan menjadi media dalam menyediakan materi-materi kuliah yang dibutuhkan menjelang UTS dan UAS.
25. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis alami.

Semarang, 20 September 2017

Penyusun



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alfred B S Simbolon  
NIM : 21110113130058  
Jurusan/Program Studi : Teknik Geodesi  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

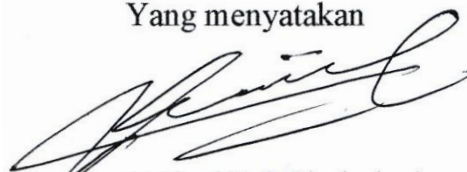
### **ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN METODE REGISTRASI ANTARA METODE KOMBINASI DAN METODE *TRAVERSE* DENGAN MENGGUNAKAN *TERRESTRIAL LASER SCANNER* DALAM PEMODELAN OBJEK 3 DIMENSI**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 20 September 2017

Yang menyatakan



(Alfred B S Simbolon)

## ABSTRAK

Pemodelan adalah suatu kegiatan untuk membentuk suatu objek dengan skala yang lebih kecil yang direpresentasikan dalam bentuk tiga dimensi. Perkembangan teknologi di bidang survei khususnya bidang pemodelan saat ini sudah berkembang dengan sangat pesat. Kehadiran *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) memberikan solusi dalam pemodelan suatu objek. TLS biasanya digunakan untuk memodelkan suatu objek dengan bentuk yang rumit dan memerlukan ketelitian yang tinggi. Untuk membuat model tiga dimensi, perlu dilakukan penggabungan data dari beberapa hasil penyiaman, yang biasa disebut dengan registrasi.

Dalam penelitian ini, pemodelan salah satu ikon Kota Semarang yaitu Tugu Muda dilakukan dengan menggunakan metode *Terrestrial Laser Scanner*. Proses akuisisi data dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi dan metode *traverse* untuk proses registrasi yang kemudian dilakukan perbandingan terhadap hasil ketelitian metode-metode tersebut. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan GPS Geodetik untuk mengetahui koordinat yang dijadikan sebagai referensi dalam pembuatan jaring poligon dalam metode *traverse*. Penulis menggunakan TLS Topcon GLS-2000 sebagai alat untuk melakukan pemindaian objek. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Scan Master* untuk registrasi metode *Traverse*, *Maptek I-Site Studio* untuk metode kombinasi, dan *Autodesk Remake* untuk pemodelan. *Model scan* hasil registrasi kemudian dibandingkan jaraknya terhadap objek aslinya dengan menggunakan *Total Station*.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa model 3 dimensi Tugu Muda dalam bentuk *point cloud* yang kemudian dimodelkan menjadi objek yang solid. Besar RMS registrasi dari masing-masing metode adalah 0,037 m untuk metode kombinasi dan 0,076 untuk metode *traverse*. Sedangkan besar RMS dari hasil perbandingan jarak dengan *Total Station* adalah sebesar  $\pm 0,0051827$  m untuk metode kombinasi dan sebesar  $\pm 0,0052574$  m untuk metode *traverse*.

**Kata Kunci :** *Terrestrial Laser Scanner*, Metode Kombinasi, Metode *Traverse*, Pemodelan 3D, Tugu Muda

## **ABSTRACT**

*Modeling is an activity to form an object with a smaller scale which is represented in 3 dimensional form. Technological developments of surveying, especially the part of modeling is now growing very rapidly. The presence of Terrestrial Laser Scanner (TLS) provides a solution in modeling an object. TLS is usually used to model an object with a complex shape and requires high accuracy. To create a 3D model, it is necessary to combine data from some resident results, commonly called registration.*

*In this research, modeling one of Semarang City's icon Tugu Muda is done by using Terrestrial Laser Scanner method. Data acquisition process is done by using combination method and traverse method for registration which then done comparison to result of accuracy of those methods. In this study, the authors use GPS Geodetic to know the coordinates that serve as a reference in the manufacture of polygon nets in the traverse method. The author uses TLS Topcon GLS-2000 as a tool for performing object scans. Data processing is done by using Scan Master software for registration of Traverse method, Maptek I-Site Studio for combination method, and Autodesk Remake for modeling. Model scan of the results of the registration then compared the distance to the original object by using Total Station.*

*The final result of this research is a 3 dimensional model of Tugu Muda in the form of point cloud which is then modeled into a solid object. The amount of RMS registration of each method is 0.037 m for the combination method and 0.076 for the traverse method. While the magnitude of RMS from distance comparison with Total Station is  $\pm 0,0051827$  m for combination method and  $\pm 0,0052574$  m for traverse method.*

**Keywords:** *Terrestrial Laser Scanner, Combination Registration Method, Traverse Registrastion Method, 3D Modelling, Tugu Muda*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	viii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL .....	xxi
BAB I      PENDAHULUAN.....	1
I.1    Latar Belakang .....	1
I.2    Rumusan Masalah .....	2
I.3    Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
I.3.1    Tujuan Penelitian.....	3
I.3.2    Manfaat Penelitian.....	3
I.4    Ruang Lingkup Penelitian .....	4
I.5    Metodologi Penelitian .....	5
I.6    Sistematika Penulisan Laporan .....	6
BAB II     TINJAUAN PUSTAKA.....	8
II.1    Kajian Penelitian Terdahulu.....	8
II.2    Cagar Budaya .....	12

II.3	Konservasi.....	13
II.4	Tugu Muda .....	15
II.4.1	Sejarah Berdirinya Tugu Muda .....	15
II.4.2	Gambaran Umum Lokasi Tugu Muda.....	17
II.5	Pemodelan Tiga Dimensi .....	18
II.6	<i>Terrestrial Laser Scanner</i> (TLS).....	20
II.6.1	Ruang Lingkup Pengukuran <i>Terrestrial Laser Scanner</i> .....	21
II.6.2	Konsep Pengukuran <i>Terrestrial Laser Scanner</i> .....	25
II.6.3	Kesalahan Pada Pengukuran <i>Terrestrial Laser Scanner</i> .....	29
II.7	<i>Terrestrial Laser Scanner</i> TOPCON GLS-2000 .....	35
II.8	Registrasi .....	38
II.8.1	Metode <i>Cloud to Cloud</i> .....	39
II.8.2	Metode <i>Target to Target</i> .....	40
II.8.3	Metode Kombinasi .....	41
II.8.4	Metode <i>Traverse</i> .....	41
II.9	<i>Total Station</i> .....	42
II.10	Penentuan Posisi Dengan Menggunakan GPS Geodetik .....	45
II.11	Uji Validitas .....	47
II.12	Uji Normalitas .....	48
II.13	Uji Ketelitian Hasil Pengukuran .....	50
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	51
III.1	Pendahuluan .....	51
III.1.1	Persiapan.....	51
III.1.2	Data Penelitian.....	52
III.1.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	52

III.2	Peralatan dan Bahan .....	54
III.3	Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	55
III.3.1	Survei Pendahuluan .....	56
III.3.2	Pengukuran GPS Geodetik .....	57
III.3.3	Pengukuran dengan <i>Total Station</i> .....	70
III.3.4	Penyiaman dengan TLS Topcon GLS-2000.....	71
III.3.5	Pengolahan Data TLS .....	81
III.4	Validasi Data .....	96
III.4.1	Pengukuran dengan <i>Total Station</i> .....	96
III.4.2	Uji Statistik .....	97
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	103
IV.1	Hasil dan Analisis Pengukuran GPS Metode Diferensial .....	103
IV.1.1	Hasil Pengukuran GPS Metode Diferensial .....	103
IV.1.2	Analisis Pengukuran GPS Metode Diferensial.....	104
IV.2	Hasil dan Analisis Registrasi Data .....	105
IV.2.1	Hasil Registrasi Data .....	105
IV.2.2	Statistik Hasil Registrasi.....	107
IV.2.3	Analisis Hasil Registrasi.....	109
IV.3	Hasil dan Analisis Pemodelan Tiga Dimensi .....	111
IV.3.1	Hasil Pemodelan Tiga Dimensi .....	111
IV.3.2	Analisis Pemodelan Tiga Dimensi .....	113
IV.4	Hasil dan Analisis Perbandingan Ketelitian Data antar Metode dengan Uji Ketelitian Jarak.....	114
IV.4.1	Hasil Validasi dengan Data Jarak.....	114
IV.4.2	Analisis Validasi Ketelitian dengan Data Jarak .....	118

BAB V	PENUTUP.....	120
V.1	Kesimpulan.....	120
V.2	Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....		xxii
LAMPIRAN .....		xxiv
LAMPIRAN 1 Lembar Asistensi .....		xxv
LAMPIRAN 2 Perhitungan Validasi.....		xxx
LAMPIRAN 3 Hasil <i>Model Space</i> Tugu Muda .....		xxxv
LAMPIRAN 4 Model Tiga Dimensi Tugu Muda .....		xliii
LAMPIRAN 5 Persebaran Titik-Titik Validasi.....		xlvii
LAMPIRAN 6 Ukuran <i>Total Station</i> .....		li

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1	Diagram alir metodologi penelitian .....	5
Gambar II-1	Kawasan Tugu Muda (www.google.com) .....	15
Gambar II-2	Lokasi Penelitian.....	17
Gambar II-3	Contoh <i>point cloud</i> (Google.com) .....	19
Gambar II-4	Teknik pengukuran dengan metode statis.....	21
Gambar II-5	Teknik pengukuran dengan metode dinamis (sciencedaily.com, 2017) .....	22
Gambar II-6	Kategori TLS berdasarkan <i>field of view</i> (FOV)-nya (Reshetyuk, 2009) .....	23
Gambar II-7	Tipe dan aplikasi TLS (Quintero, dkk, 2008) .....	23
Gambar II-8	TLS berjenis <i>short range</i> ; Callidus CP3200 (a), FARO LS420 (b), dan Z+F Imager (c) (Google.com) .....	24
Gambar II-9	TLS berjenis <i>medium range</i> ; Leica HDS C10 (a) dan Zyrax 2500 (b) (Google.com) .....	24
Gambar II-10	Jenis TLS jenis <i>long range</i> ; I-SiTE model 4400 (kiri), Optech ILRIS-tiga dimensi (tengah), dan Topcon GLS 1000 (kanan) (Google.com).....	25
Gambar II-11	Konsep pengukuran TLS dengan prinsip berbasis pulsa atau beda waktu (Quintero, dkk, 2008).....	27
Gambar II-12	Konsep pengukuran TLS dengan prinsip berbasis beda fase (Quintero, 2008) .....	28
Gambar II-13	Prinsip perekaman data dengan TLS (Soeta'at, 2005) .....	29
Gambar II-14	Jenis-jenis pemantulan sinar laser; <i>ideal reflection</i> (a), <i>partial illumination</i> (b), <i>partial occlusion</i> (c) (Quintero, dkk, 2008) .....	30
Gambar II-15	Ilustrasi <i>mixed edge</i> (Quintero, dkk, 2008).....	31
Gambar II-16	Pemantulan pada permukaan Lambertian (Quintero, dkk, 2008).....	33
Gambar II-17	TOPCON GLS-2000 (Topcon.com).....	36
Gambar II-18	Bagian-bagian TLS TOPCON GLS-2000 (Topcon) .....	38



Gambar II-19	Ilustrasi teknik registrasi dua <i>scan world</i> yang bersebelahan (Reshetyuk, 2009).....	39
Gambar II-20	Metode registrasi <i>Cloud to Cloud</i> (Reshetyuk, 2009) .....	40
Gambar II-21	Contoh target berbentuk bola ( <i>sphere</i> ) .....	41
Gambar II-22	Konsep pengukuran TLS dengan metode <i>traverse</i> .....	42
Gambar II-23	Contoh Total Station dari berbagai merk; Nikon (a), Topcon (b), Sokkia (c) (Google.com) .....	43
Gambar II-24	Penentuan posisi menggunakan metode diferensial(Google.com) .....	46
Gambar II-25	Penentuan posisi menggunakan metode relatif/diferensial (Abidin, 2001) .....	47
Gambar II-26	Validasi data jarak pada Tugu Muda .....	48
Gambar III-1	Sketsa lokasi penelitian.....	53
Gambar III-2	Diagram alir metodologi penelitian .....	55
Gambar III-3	Tampilan Topcon Tools v.8 .....	58
Gambar III-4	Tampilan kotak dialog untuk membuat <i>project</i> baru .....	58
Gambar III-5	Tampilan kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	59
Gambar III-6	Tampilan menu <i>display</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	59
Gambar III-7	Tampilan menu <i>Coordinate System</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	60
Gambar III-8	Tampilan menu <i>Unit</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	60
Gambar III-9	Tampilan menu <i>save</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	61
Gambar III-10	Tampilan sub-bagian <i>linework</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	61
Gambar III-11	Tampilan sub-bagian <i>adjustment</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	62
Gambar III-12	Tampilan sub-bagian <i>TS Computation</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	62
Gambar III-13	Tampilan sub-bagian <i>GPS+PostProcess</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> .....	63
Gambar III-14	Tampilan menu <i>Quality Control</i> pada kotak dialog <i>Job Configuration</i> ...	63
Gambar III-15	Tampilan Topcon Tools v.8 setelah selesai melakukan pengaturan untuk pengolahan.....	64

Gambar III-16	File GPS <i>Base</i> dan <i>Rover</i> hasil pengukuran.....	64
Gambar III-17	Sketsa hasil pengukuran GPS pada <i>Topcon Tools</i> .....	65
Gambar III-18	Tampilan nama titik setelah di- <i>edit</i> .....	65
Gambar III-19	Tampilan kolom <i>Quality Control</i> .....	65
Gambar III-20	Tampilan GPS <i>Occupation</i> .....	66
Gambar III-21	Tampilan sinyal <i>GPS base</i> selama pengukuran berlangsung.....	66
Gambar III-22	Tampilan sinyal <i>GPS rover</i> selama pengukuran berlangsung.....	67
Gambar III-23	Menu <i>GPS+PostProcessing</i> pada menu utama.....	67
Gambar III-24	Proses <i>GPS+PostProcessing</i> .....	67
Gambar III-25	Menu <i>Adjustment</i> pada menu utama .....	68
Gambar III-26	Kotak dialog <i>adjustment result</i> .....	68
Gambar III-27	Menu <i>compute coordinates</i> pada menu utama .....	69
Gambar III-28	Besar nilai RMS hasil pengukuran GPS.....	69
Gambar III-29	Nilai koordinat diferensial hasil pengukuran GPS .....	70
Gambar III-30	Sketsa jaring radial .....	71
Gambar III-31	Tombol Power ON/OFF .....	72
Gambar III-32	Menu utama.....	72
Gambar III-33	Tampilan indikator pengaturan nivo .....	72
Gambar III-34	Diagram alir metode kombinasi .....	73
Gambar III-35	Proses pemberian nama untuk <i>project</i> baru .....	74
Gambar III-36	Pengaturan jenis <i>scanning</i> .....	74
Gambar III-37	Tombol <i>Set Up</i> pada menu utama .....	75
Gambar III-38	Tampilan menu <i>Set Up</i> .....	75
Gambar III-39	Pengukuran tinggi alat menggunakan TLS Topcon GLS-2000; (a) tampilan patok dilihat dari teleskop alat, (b) posisi patok dilihat dari luar alat.....	76
Gambar III-40	Tampilan tombol <i>Start Scan</i> pada menu utama .....	76
Gambar III-41	Tampilan proses <i>scanning</i> .....	76
Gambar III-42	Tampilan hasil penyiaman .....	77
Gambar III-43	Diagram alir metode <i>traverse</i> .....	78
Gambar III-44	Tampilan menu <i>Set Up</i> .....	78

Gambar III-45	Tampilan daftar koordinat pada metode <i>traverse</i> .....	79
Gambar III-46	Tombol <i>BS Scan</i> pada menu <i>Set Up</i> .....	79
Gambar III-47	Proses membidik target atau prisma dalam pengukuran <i>backsight</i> ; (a) tampilan monitor pada saat mencari posisi prisma, (b) tampilan prisma pada monitor .....	80
Gambar III-48	Proses penyiaman dengan metode <i>traverse</i> ; (a) tombol <i>target scan</i> , (b) indikator proses <i>scanning</i> pada tampilan monitor .....	80
Gambar III-49	Tampilan hasil penyiaman .....	80
Gambar III-50	Program <i>Scan Master</i> .....	81
Gambar III-51	Tampilan awal program <i>Scan Master</i> .....	81
Gambar III-52	Pembuatan <i>project</i> baru.....	82
Gambar III-53	Proses pemberian nama <i>file</i> dalam pembuatan <i>project</i> baru .....	82
Gambar III-54	Tampilan <i>Scan Master</i> setelah <i>project</i> baru selesai dibuat .....	83
Gambar III-55	Proses meng- <i>import</i> data <i>scan</i> .....	83
Gambar III-56	Pemilihan <i>file</i> data <i>scan</i> yang akan di- <i>import</i> .....	84
Gambar III-57	Kotak dialog <i>Import Project</i> .....	84
Gambar III-58	Tampilan <i>project explorer</i> setelah data <i>scan</i> selesai di- <i>import</i> .....	85
Gambar III-59	Tampilan <i>scan positions</i> .....	85
Gambar III-60	Tampilan <i>view scan</i> pada <i>Scan Master</i> .....	86
Gambar III-61	Tampilan <i>object properties</i> .....	87
Gambar III-62	Tampilan <i>software Maptek I-Site Studio</i> .....	87
Gambar III-63	Tampilan <i>New Project</i> pada <i>Maptek I-Site Studio</i> .....	88
Gambar III-64	Tampilan proses <i>loading</i> hasil <i>scan</i> .....	88
Gambar III-65	Tampilan hasil <i>scan</i> yang belum diregistrasi.....	88
Gambar III-66	Tampilan menu <i>Automated Initial Positioning</i> pada <i>Maptek I-Site Studio</i> .....	89
Gambar III-67	Tampilan kotak dialog <i>Automated Initial Positioning</i> .....	89
Gambar III-68	Tampilan <i>Global Registration</i> .....	90
Gambar III-69	Fitur <i>mesh</i> pada <i>Autodesk ReCap</i> .....	91
Gambar III-70	Tampilan proses <i>meshing</i> pada <i>Autodesk ReCap</i> .....	91
Gambar III-71	Hasil <i>meshing</i> Tugu Muda .....	92

Gambar III-72	Lubang pada model <i>mesh</i> .....	93
Gambar III-73	Tampilan model <i>mesh</i> sebelum diproses .....	93
Gambar III-74	Tampilan model <i>mesh</i> setelah diproses .....	94
Gambar III-75	Fitur <i>surface tools</i> pada <i>Autodesk Remake</i> .....	94
Gambar III-76	Tampilan model <i>mesh</i> sebelum diproses dengan <i>surface tools</i> .....	95
Gambar III-77	Tampilan model <i>mesh</i> setelah diproses dengan <i>surface tools</i> .....	95
Gambar III-78	Data jarak pada model hasil registrasi (kiri) dan pada hasil pengukuran <i>Total Station</i> (kanan) .....	96
Gambar III-79	Tampilan awal SPSS .....	99
Gambar III-80	Jenis data yang digunakan dalam uji normalitas .....	99
Gambar III-81	Data hasil validasi pada SPSS .....	99
Gambar III-82	Langkah melakukan regresi linier pada SPSS.....	100
Gambar III-83	Kotak dialog <i>Linear Regression</i> .....	100
Gambar III-84	Nilai hasil regresi linier dari data validasi pada SPSS .....	101
Gambar III-85	Langkah melakukan uji normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	101
Gambar III-86	Kotak dialog <i>One Sample Kolmogorov-Smirnov Test</i> pada SPSS .....	102
Gambar III-87	Contoh hasil perhitungan uji normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> pada SPSS.....	102
Gambar IV-1	Nilai koordinat diferensial hasil pengukuran GPS .....	103
Gambar IV-2	Besar RMS pengukuran GPS Metode Diferensial.....	103
Gambar IV-3	Sketsa hasil pengukuran GPS .....	104
Gambar IV-4	<i>Model space</i> Tugu Muda setelah di registrasi dengan metode kombinasi.....	105
Gambar IV-5	<i>Model space</i> Tugu Muda setelah di registrasi dengan metode <i>traverse</i> .....	106
Gambar IV-6	<i>Model space</i> Tugu Muda setelah <i>filtering</i> (a) metode kombinasi, (b) metode <i>traverse</i> .....	106
Gambar IV-7	Hasil RMS registrasi metode kombinasi.....	107
Gambar IV-8	Hasil RMS registrasi metode <i>traverse</i> .....	109
Gambar IV-9	Sistem koordinat dalam <i>model scan</i> : (a) sistem koordinat lokal (metode kombinasi); (b) sistem koordinat global (metode <i>traverse</i> ) .....	111

Gambar IV-10	Hasil <i>meshing</i> pertama Tugu Muda metode kombinasi.....	111
Gambar IV-11	Hasil <i>meshing</i> pertama Tugu Muda metode <i>traverse</i> .....	112
Gambar IV-12	Hasil pemodelan 3 dimensi Tugu Muda .....	112
Gambar IV-13	Persebaran titik validasi pada objek Tugu Muda .....	117
Gambar IV-14	Hasil uji normalitas perbandingan data jarak metode kombinasi .....	117
Gambar IV-15	Hasil uji normalitas perbandingan data jarak metode <i>traverse</i> .....	118

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1	Kajian penelitian terdahulu .....	II-8
Tabel II-2	Spesifikasi TOPCON GLS-2000 .....	II-36
Tabel II-3	Spesifikasi <i>Total Station</i> Nikon Nivo 2.C .....	II-43
Tabel III-1	Jenis data yang digunakan.....	III-52
Tabel III-2	Rincian waktu proses pengukuran .....	III-53
Tabel III-3	Daftar koordinat jaring radialdalam sistem koordinat UTM.....	III-70
Tabel III-4	Contoh data hasil validasi .....	III-96
Tabel IV-1	Distribusi ketelitian antar titik yang bertampalan pada metode kombinasi .....	IV-106
Tabel IV-2	Perbandingan jarak antara Total Station dengan metode kombinasi dan metode <i>traverse</i> .....	IV-112