

# SKRIPSI

UJI PENYIMPANGAN NILAI KOORDINAT TITIK HASIL PENGUKURAN GPS  
METODE RADIAL DAN METODE RTK (REAL TIME KINEMATIK)



JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2017

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**UJI PENYIMPANGAN NILAI KOORDINAT TITIK HASIL**  
**PENGUKURAN GPS METODE RADIAL DAN METODE RTK (REAL**  
**TIME KINEMATIK)**

**SKRIPSI**

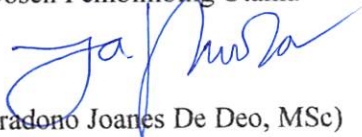
Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

**Oleh**

**BERNADETHA HANTINY WEA MEME**

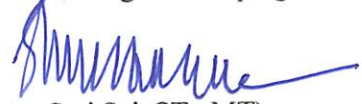
**1125001**

Dosen Pembimbing Utama



(Ir. Pradono Joanes De Deo, MSc)

Dosen Pembimbing Pendamping



(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(Hery Purwanto, ST., MSc)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PERSERO) MALANG  
ANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Nama : Bernadetha Hantiny Wea Meme  
NIM : 11 25 001  
Jurusan : Teknik Geodesi S-1  
Judul : UJI PENYIMPANGAN NILAI KOORDINAT TITIK HASIL  
PENGUKURAN GPS METODE RADIAL DAN METODE RTK  
(REAL TIME KINEMATIK)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang  
Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Sabtu  
Tanggal : 19 Agustus 2017  
Dengan Nilai : \_\_\_\_\_ (angka)

**Panitia Ujian Skripsi**

Ketua

(Hery Purwanto, ST., Msc.)

NIP.Y. 103.00.00345

Penguji I

(Ir. Agus Darpono., MT.)

NIP.P. 103.92.00221

DosenPendamping

(Silvester Sari Sai, ST.,MT)

NIP.Y. 103.06.00413

Penguji II

(Alifah Noraini, ST., MT.)

NIP.P. 103.15.00478

**Uji Penyimpangan Nilai Koordinat Titik Hasil Pengukuran GPS Metode Radial dan Metode RTK (Ral Time Kinematik)**

*(Wilayah : Desa Purosari, Singosari)*

Bernadetha Hantiny Wea Meme 11.25.001

Dosen Pembimbing I : Ir. Pradono Joanes De Deo, MSc

Dosen Pembimbing II : Silvester Sari Sai, ST., MT

**Abstraksi**

*Radial dan RTK merupakan metode pengukuran pada GPS, yang mengandakan bentuk jarring atau saling keterkaitannya antara titik yang satu dengan titik yang lain. Pada pengukuran GPS, mengandakan pengukuran dengan pengikatan ke titik orde yang memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.*

*Penelitian ini dilakukan di Singosari, kecamatan Singosari , kabupaten Malang, profinsi Jawa Timur. Setelah tahap pengambilan data selesai, tahap selanjutnya adalah mengunduh data dan diolah dengan menggunakan perangkat lunak Trimbe Business Center 2.6. dari hasil olahan nantinya akan didapatkan standar deviasinya. Dari hasil tersebut kemudian akan dianalisis dengan uji statistik t-student dan chi-square, sehingga dapat diketahui seberapa beda signifikan ketelitiannya.*

*Hasil uji hipotesa data pengamatan Radial dan RTK terhadap Statik dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dan hasilnya adalah menolak  $H_0$ , dan menerima  $H_1$ . Dari nilai selisih koordinat antara Radial, RTK terhadap Statik adalah  $\pm 1$  cm.*

**Kata kunci :** *GPS, RTK, Radial, Statik, Uji Statistik, T-student, Chi-square*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bernadetha Hantiny Wea Meme

NIM : 1125001

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**“ Uji Penyimpangan Nilai Koordinat Titik Hasil Pengukuran GPS Metode Radial Dan Metode RTK (Real Time Kinematik) “**, adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.



Malang, Agustus 2017

*H. Wea*  
Bernadetha Hantiny Wea Meme

Nim : 1125001



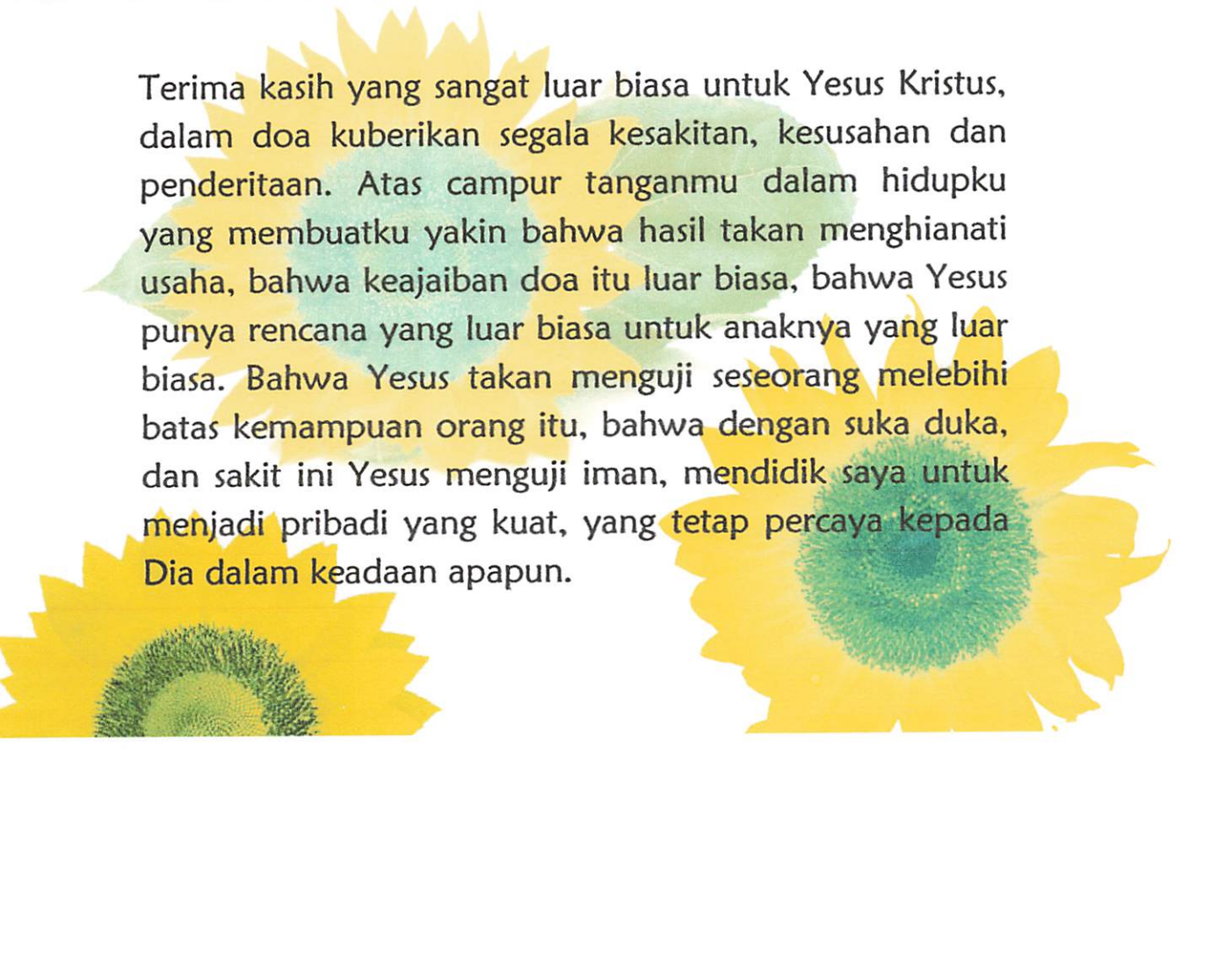
## LEMBAR PERSEMBAHAN


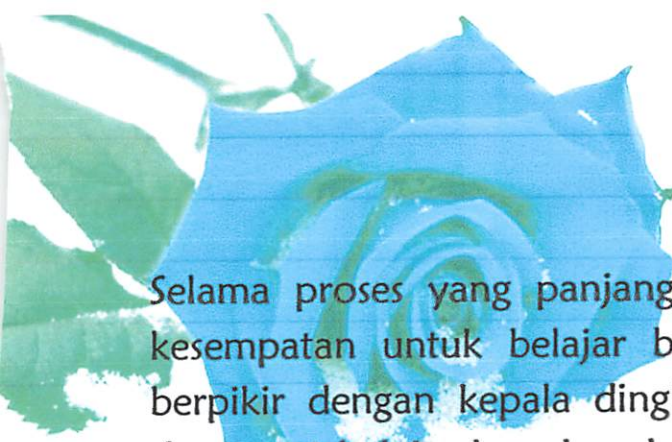
***Bersukacitalah dalam pengharapan,  
sabarlah dalam kesesakan, dan  
bertekunlah dalam doa***

***Roma 12:12***

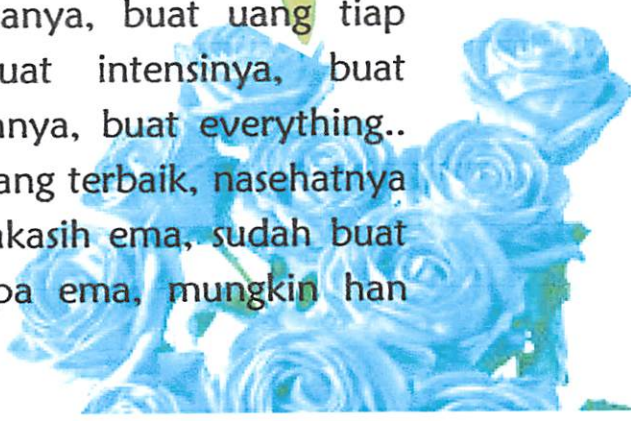
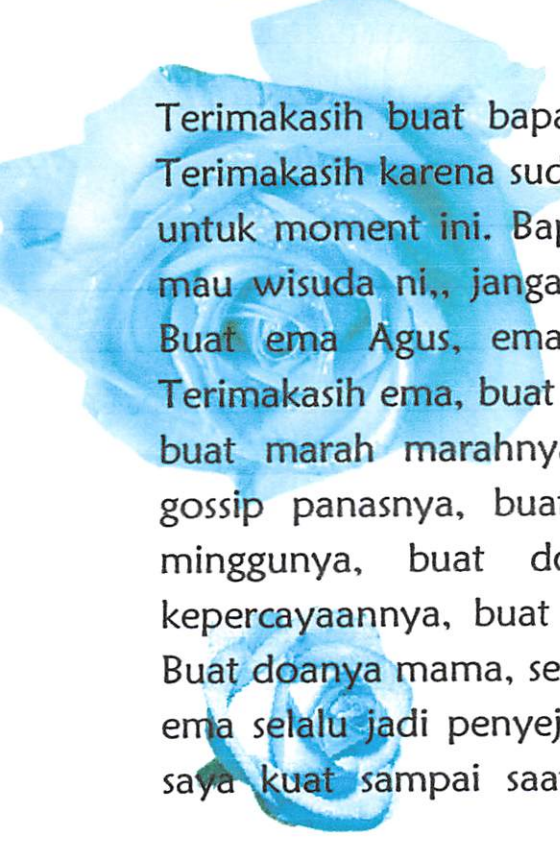


Terima kasih yang sangat luar biasa untuk Yesus Kristus, dalam doa kuberikan segala kesakitan, kesusahan dan penderitaan. Atas campur tanganmu dalam hidupku yang membuatku yakin bahwa hasil takan mengkhianati usaha, bahwa keajaiban doa itu luar biasa, bahwa Yesus punya rencana yang luar biasa untuk anaknya yang luar biasa. Bahwa Yesus takan menguji seseorang melebihi batas kemampuan orang itu, bahwa dengan suka duka, dan sakit ini Yesus menguji iman, mendidik saya untuk menjadi pribadi yang kuat, yang tetap percaya kepada Dia dalam keadaan apapun.

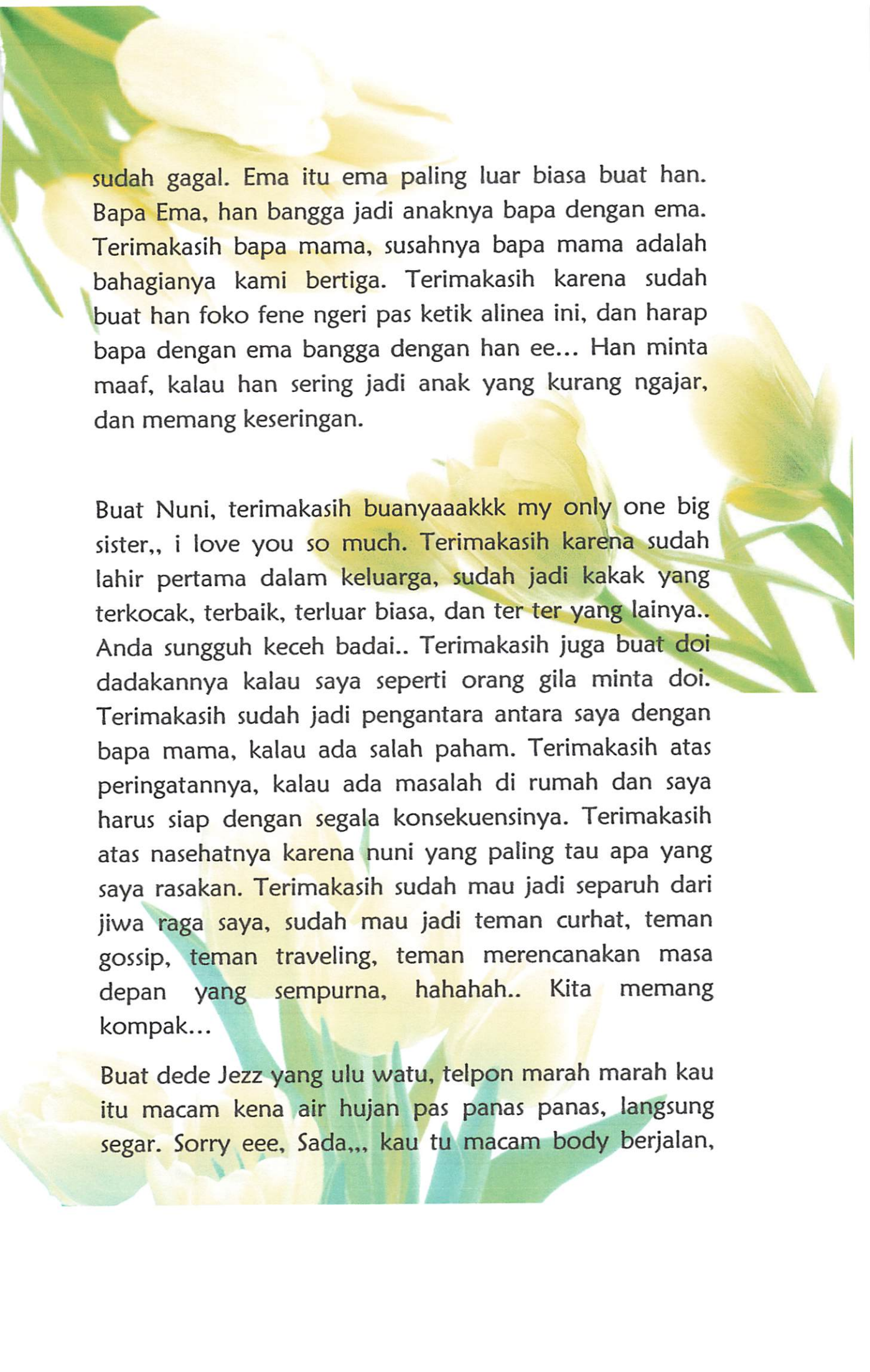




Selama proses yang panjang ini Yesus memberi saya kesempatan untuk belajar banyak hal, belajar untuk berpikir dengan kepala dingin, berpikir dengan cepat dan tepat belajar bersabar, belajar menjadi orang yang tabah, menjadi rendah hati, menghormati pendapat dan mensukuri keadaan, tapi disini juga saya belajar untuk menjadi licik, belajar untuk membenci orang lain secara membabi buta, mendendam dengan keinginan yang luar biasa, agar tidak mempercayai orang lain seperti kamu mempercayai diri sendiri, bahwa perkataan orang lain itu hanya sekedar indah didengar, bahwa air mata yang kamu keluarkan tidak akan meluluhkan hati yang membatu, bahwa setan bisa berubah menjadi malaykat pada akhirnya.



Terimakasih buat bapa Yohanes dan mama Agustina. Terimakasih karena sudah dengan segenap hati bersabar untuk moment ini. Bapa jangan marah lagi eee... saya mau wisuda ni,, jangan merajuk lagi e.. dengan saya. Buat ema Agus, ema itu mama paling luar biasa.. Terimakasih ema, buat peneguhannya, buat nasehatnya, buat marah marahnya, buat cerita hangatnya, buat gossip panasnya, buat peringatanya, buat uang tiap minggunya, buat doanya, buat intensinya, buat kepercayaannya, buat keyakinannya, buat everything.. Buat doanya mama, selalu jadi yang terbaik, nasehatnya ema selalu jadi penyejuk, terimakasih ema, sudah buat saya kuat sampai saat ini, tanpa ema, mungkin han



sudah gagal. Ema itu ema paling luar biasa buat han. Bapa Ema, han bangga jadi anaknya bapa dengan ema. Terimakasih bapa mama, susahnya bapa mama adalah bahagianya kami bertiga. Terimakasih karena sudah buat han foko fene ngeri pas ketik alinea ini, dan harap bapa dengan ema bangga dengan han ee... Han minta maaf, kalau han sering jadi anak yang kurang ngajar, dan memang keseringan.

Buat Nuni, terimakasih buanyaaakkk my only one big sister,, i love you so much. Terimakasih karena sudah lahir pertama dalam keluarga, sudah jadi kakak yang terkocak, terbaik, terluar biasa, dan ter ter yang lainnya.. Anda sungguh keceh badai.. Terimakasih juga buat doi dadakannya kalau saya seperti orang gila minta doi. Terimakasih sudah jadi pengantara antara saya dengan bapa mama, kalau ada salah paham. Terimakasih atas peringatannya, kalau ada masalah di rumah dan saya harus siap dengan segala konsekuensinya. Terimakasih atas nasehatnya karena nuni yang paling tau apa yang saya rasakan. Terimakasih sudah mau jadi separuh dari jiwa raga saya, sudah mau jadi teman curhat, teman gossip, teman traveling, teman merencanakan masa depan yang sempurna, hahahah.. Kita memang kompak...

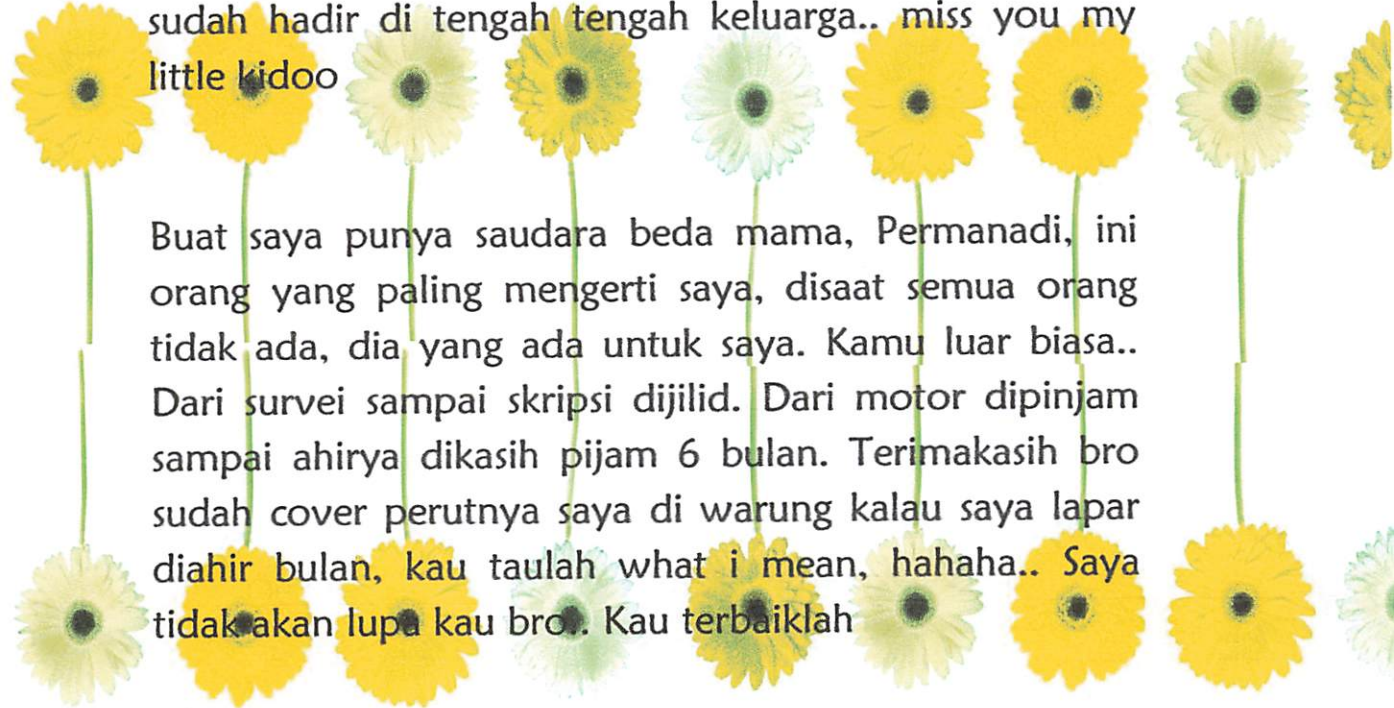
Buat dede Jezz yang ulu watu, telpon marah marah kau itu macam kena air hujan pas panas panas, langsung segar. Sorry eee, Sada,,, kau tu macam body berjalan,



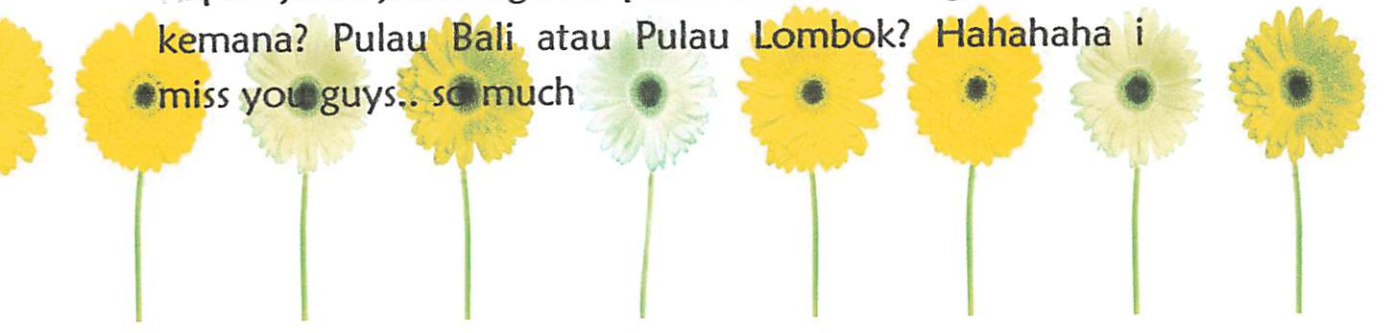


kalau kau ada dekat dekat saya sudah pukul kau pas saya stress, hahahaha..

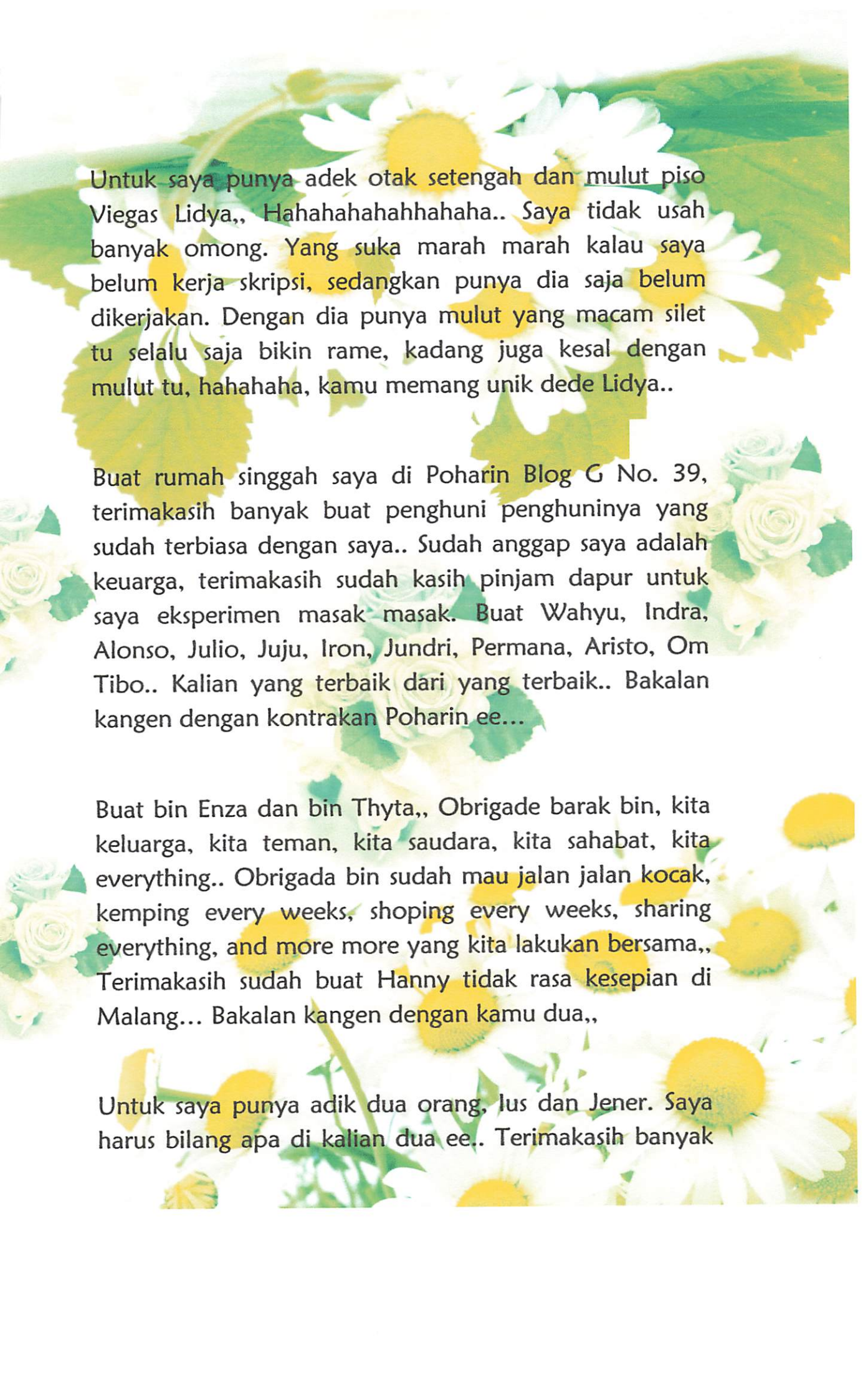
Buat saya punya ponakan 3 orang Nickholl, Eness, Dita, kangen kalian tikus tikus kecil, terimakasih sudah buat rame di rumah, dan hiburan untuk bapa mama, terimakasih sudah tetap sehat, dan cerewet macam Nini, hahaha.. kalian itu kebahagiaan tersendiri.. terimakasih sudah hadir di tengah tengah keluarga.. miss you my little kidoo



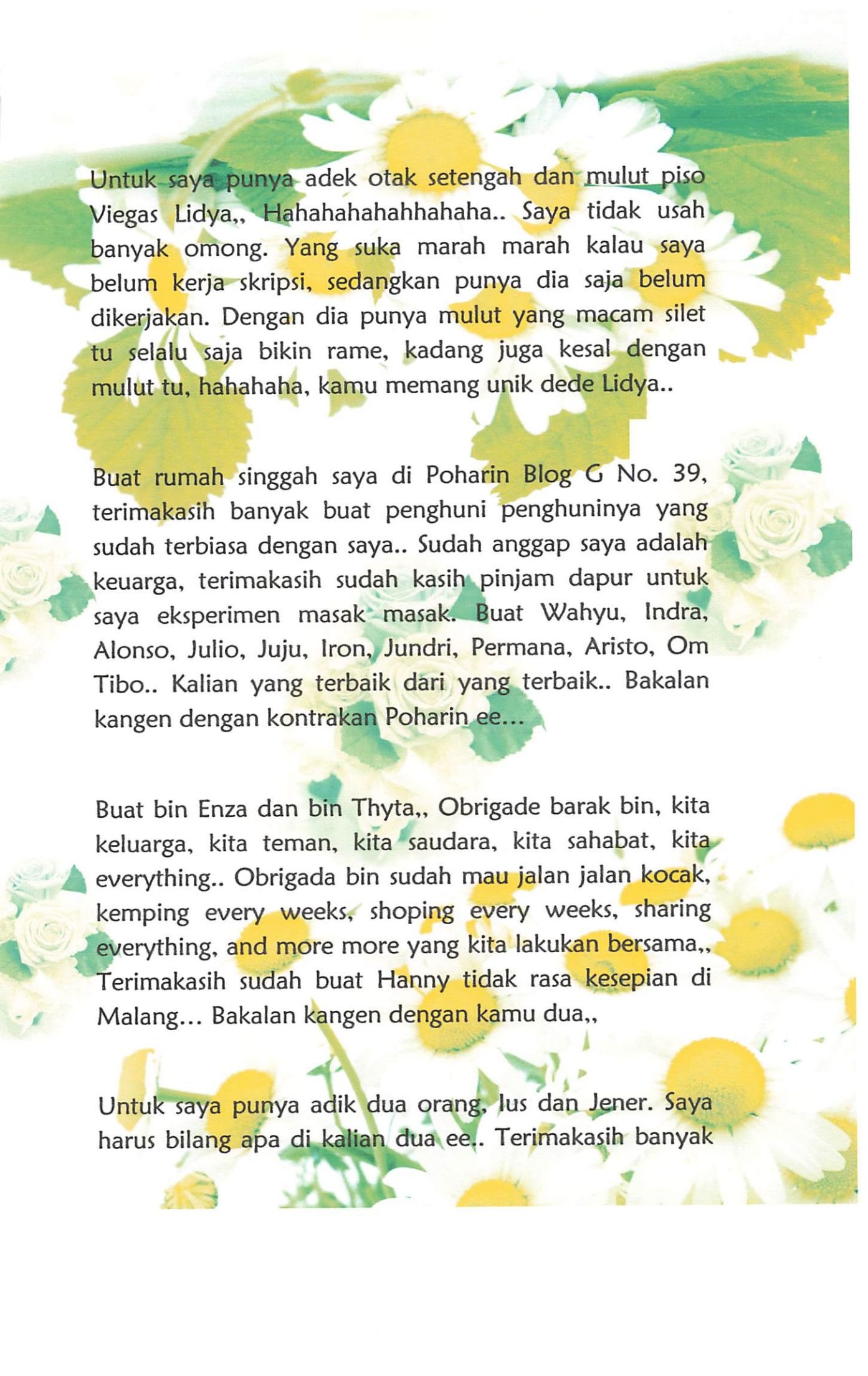
Buat saya punya saudara beda mama, Permanadi, ini orang yang paling mengerti saya, disaat semua orang tidak ada, dia yang ada untuk saya. Kamu luar biasa.. Dari survei sampai skripsi dijilid. Dari motor dipinjam sampai ahirya dikasih pijam 6 bulan. Terimakasih bro sudah cover perutnya saya di warung kalau saya lapar diahir bulan, kau taulah what i mean, hahaha.. Saya tidak akan lupa kau bro. Kau terbaiklah



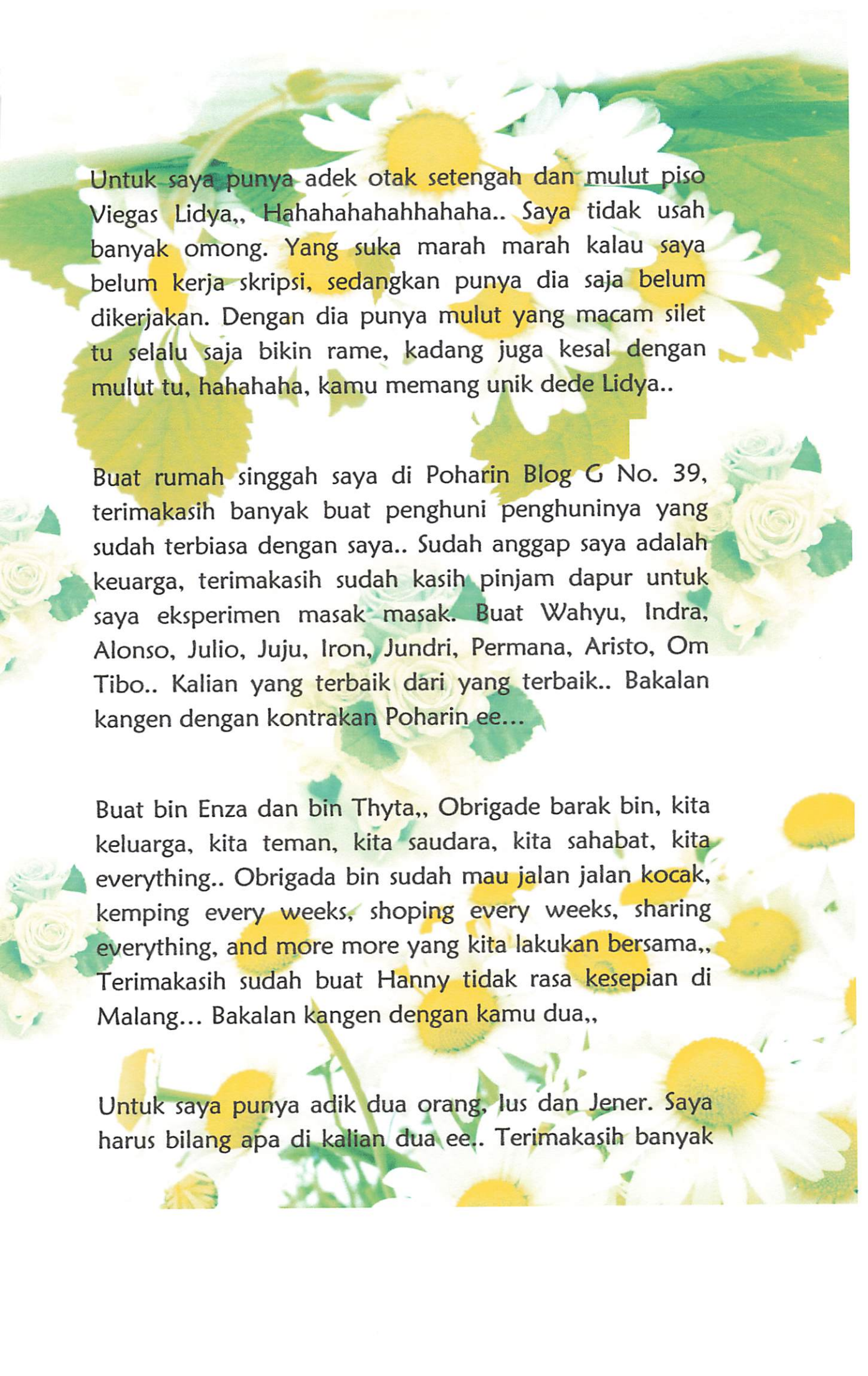
Buat grub bertiga Vidya, Erni, woeee i dit it, finally. Hahaha ahirnya saya gabung jadi st manis angkat. Jadi kangen masa masa masih bertiga buat apaun itu barengan. Terimakasih Vidya untuk sindiran terang terangnya, buat Erni untuk nasehat nasehatnya. Kapan jalan jalan lagi, backpackeran low budget. Kali ini kemana? Pulau Bali atau Pulau Lombok? Hahahaha i miss you guys.. so much



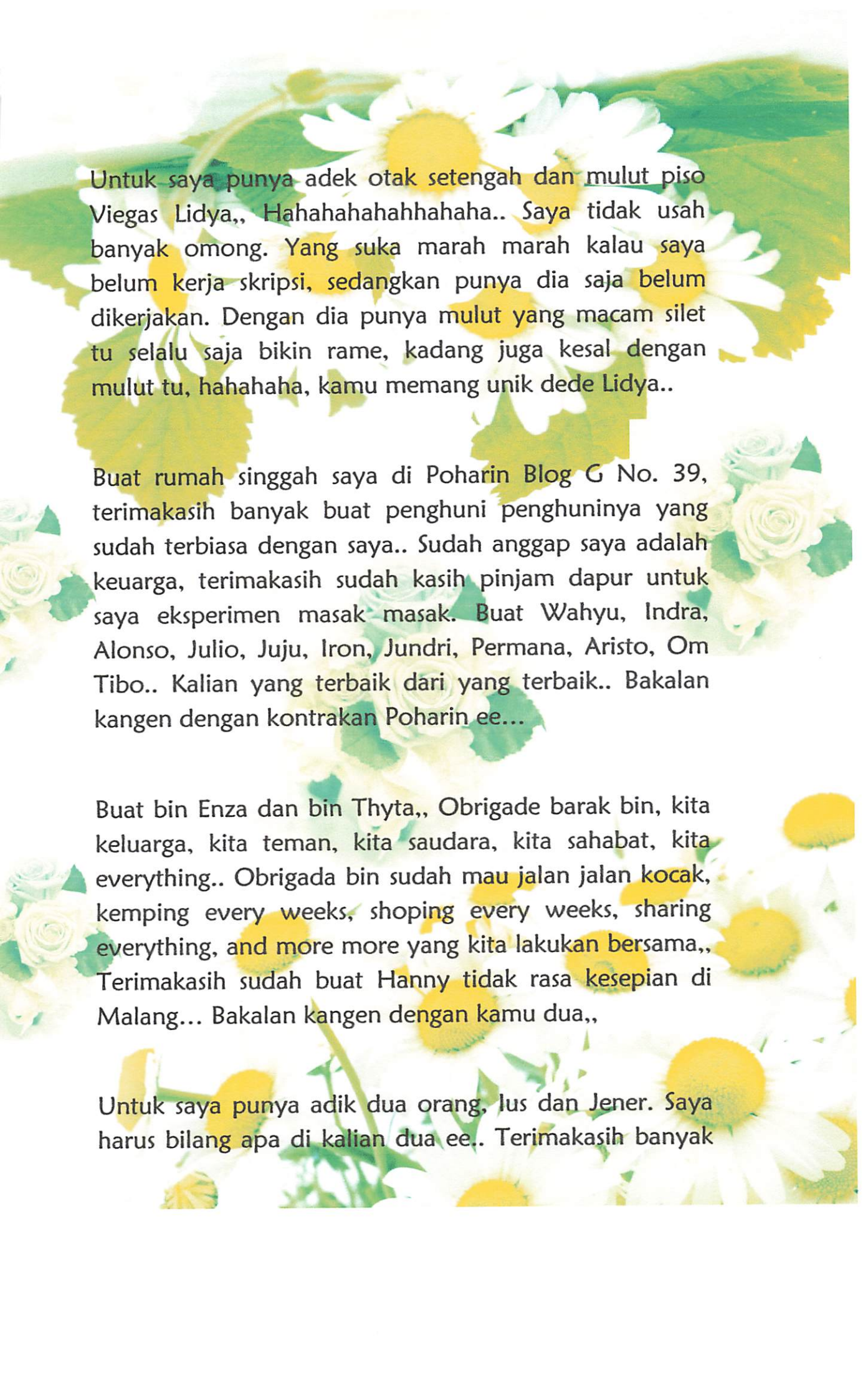
Untuk saya punya adek otak setengah dan mulut piso Viegas Lidya,, Hahahahahahahaha.. Saya tidak usah banyak omong. Yang suka marah marah kalau saya belum kerja skripsi, sedangkan punya dia saja belum dikerjakan. Dengan dia punya mulut yang macam silet tu selalu saja bikin rame, kadang juga kesal dengan mulut tu, hahahaha, kamu memang unik dede Lidya..



Buat rumah singgah saya di Poharin Blog G No. 39, terimakasih banyak buat penghuni penghuninya yang sudah terbiasa dengan saya.. Sudah anggap saya adalah keluarga, terimakasih sudah kasih pinjam dapur untuk saya eksperimen masak masak. Buat Wahyu, Indra, Alonso, Julio, Juju, Iron, Jundri, Permana, Aristo, Om Tibo.. Kalian yang terbaik dari yang terbaik.. Bakalan kangen dengan kontrakan Poharin ee...



Buat bin Enza dan bin Thyta,, Obrigade barak bin, kita keluarga, kita teman, kita saudara, kita sahabat, kita everything.. Obrigada bin sudah mau jalan jalan kocak, kemping every weeks, shopping every weeks, sharing everything, and more more yang kita lakukan bersama,, Terimakasih sudah buat Hanny tidak rasa kesepian di Malang... Bakalan kangen dengan kamu dua,,



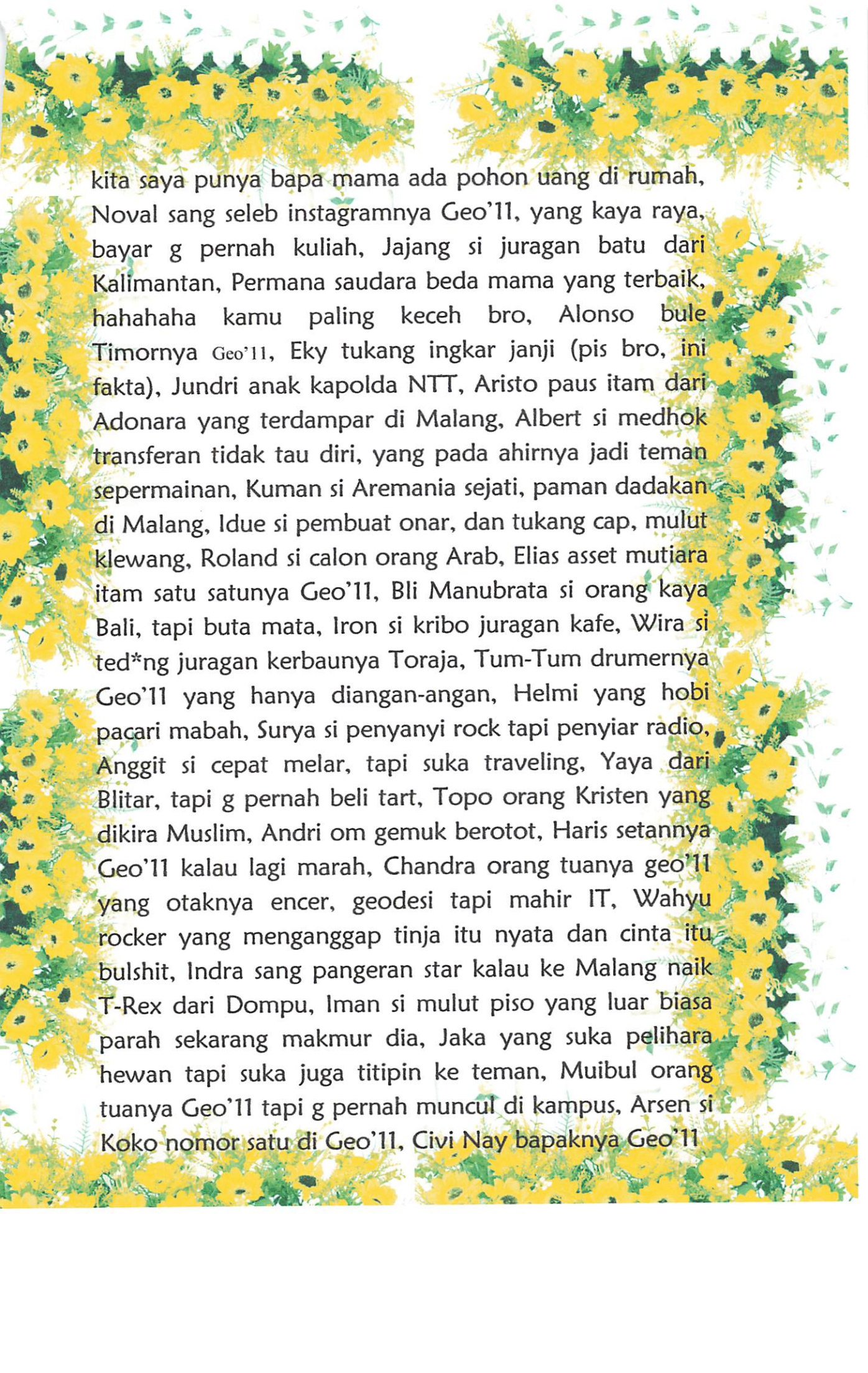
Untuk saya punya adik dua orang, lus dan Jener. Saya harus bilang apa di kalian dua ee.. Terimakasih banyak

banyak banyak sekali ee... Dari ofroad sama-sama sampe ukur panas-panasan sama-sama, kalian dua terbaiklah... Untuk lus cepat nyusul ee,, angan putus asa, kalau susah kasihtau saja,, saya pasti bantu. Saya tidak akan lupa kalian dua. aku sayang kalian...

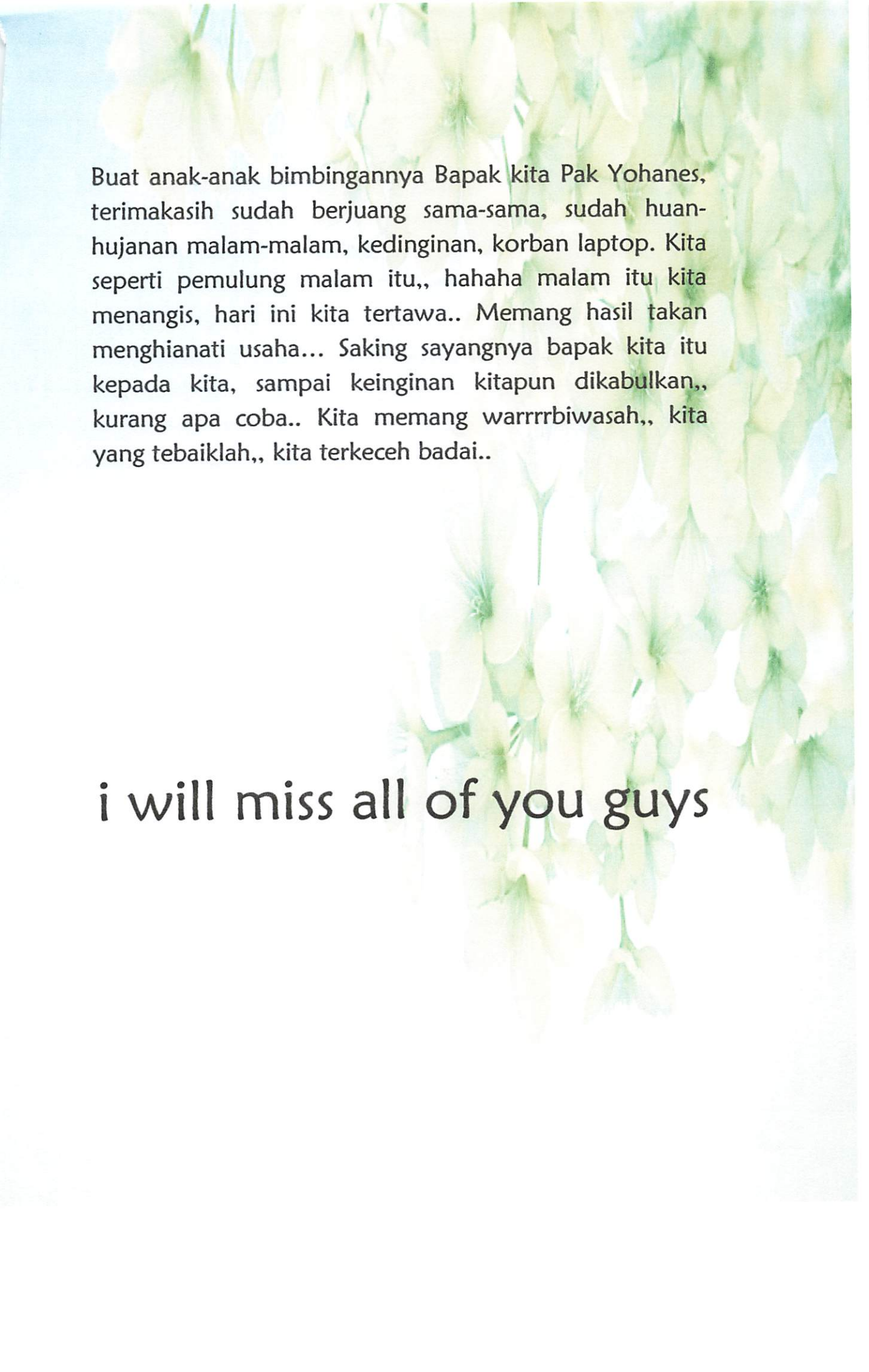
Buat Team ukurnya saya K' Umbu, Kristo dan teman teman, terimakasih banyak, sudah mau saya repotkan. Team ukur lintas angkatan, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, kita terkeceh lah... Terimakasih sudah mau ujan-ujan, sudah mau lapar-laparan, sudah mau panas-panasan. terimakasih atas pengorbanan, dan minta maaf eee.. Sudah buat kalian gosip saya dibelakang. Kalian team yang warwiasah,, kalian takan tergantikan..

Untuk teman teman Geo'11, dengan semboyan kita **BIKINRIBUT**, semoga selalu bikin ribut yang baik juga kedepannya. Amin. Guys kalian takan tergantikan kalian luar biasah, kalian terkeceh, kalian terkocak, kalian teralay, kalian tersegalanya.

Buat Vidya si Cece, Yolanda si feminimnya Geo'11, Erni si bakpao, Bli Dika si anak kepala BPN NTT, Abas yang hanya urus demo, tidak pernah ngampus, Rey Mbula, si mulut pisonya laki-laki Geo'11, Rey Diwa si Koko Boawae, Sandro Woda yang hari-harinya minta traktir,



kita saya punya bapa mama ada pohon uang di rumah, Noval sang seleb instagramnya Geo'11, yang kaya raya, bayar g pernah kuliah, Jajang si juragan batu dari Kalimantan, Permana saudara beda mama yang terbaik, hahahaha kamu paling keceh bro, Alonso bule Timornya Geo'11, Eky tukang ingkar janji (pis bro, ini fakta), Jundri anak kapolda NTT, Aristo paus hitam dari Adonara yang terdampar di Malang, Albert si medhok transferan tidak tau diri, yang pada akhirnya jadi teman sepermainan, Kuman si Aremania sejati, paman dadakan di Malang, Idue si pembuat onar, dan tukang cap, mulut klewang, Roland si calon orang Arab, Elias asset mutiara hitam satu satunya Geo'11, Bli Manubrata si orang kaya Bali, tapi buta mata, Iron si kribo juragan kafe, Wira si ted\*ng juragan kerbaunya Toraja, Tum-Tum drumernya Geo'11 yang hanya diangan-angan, Helmi yang hobi pacari mabah, Surya si penyanyi rock tapi penyiar radio, Anggit si cepat melar, tapi suka traveling, Yaya dari Blitar, tapi g pernah beli tart, Topo orang Kristen yang dikira Muslim, Andri om gemuk berotot, Haris setannya Geo'11 kalau lagi marah, Chandra orang tuanya geo'11 yang otaknya encer, geodesi tapi mahir IT, Wahyu rocker yang menganggap tinja itu nyata dan cinta itu bulshit, Indra sang pangeran star kalau ke Malang naik T-Rex dari Dompu, Iman si mulut piso yang luar biasa parah sekarang makmur dia, Jaka yang suka peliharaan hewan tapi suka juga titipin ke teman, Muibul orang tuanya Geo'11 tapi g pernah muncul di kampus, Arsen si Koko nomor satu di Geo'11, Civi Nay bapaknya Geo'11



Buat anak-anak bimbingannya Bapak kita Pak Yohanes, terimakasih sudah berjuang sama-sama, sudah hujan malam-malam, kedinginan, korban laptop. Kita seperti pemulung malam itu,, hahaha malam itu kita menangis, hari ini kita tertawa.. Memang hasil takan menghianati usaha... Saking sayangnya bapak kita itu kepada kita, sampai keinginan kitapun dikabulkan,, kurang apa coba.. Kita memang warrrrbiwasah,, kita yang tebaiklah,, kita terkeceh badai..

i will miss all of you guys

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "*Uji Penyimpangan Nilai Koordinat Titik Hasil Pengukuran GPS Metode Radial Dan Metode RTK (Real Time Kinematik)*", maka pada kesempatan ini penulis juga ingin berterimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT selaku Dekan Fakultas Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Hery Purwanto, ST. MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi. Selaku dosen pembimbing pertama yang senantiasa sabar membimbing dan mengajari hingga terselesainya penulisan skripsi.
5. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa sabar membimbing, mengajari dan tetap memberi motivasi hingga terselesainya penulisan skripsi.
6. Kedua orangtua penulis yang telah memberikan motivasi, dukungan dan doa yang tiada henti selama proses pengerjaan Skripsi.
7. Teman-teman seperjuangan Geodesi 2011 yang selalu memberikan masukan dan kerjasama.
8. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Geodesi S-1 ITN Malang.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Malang, Agustus 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GRAFIK .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat .....	2
BAB II DASAR TEORI .....	3
2.1 Survei GPS (Global Psitioning Sistem) .....	3
2.1.1 Segmen GPS .....	3
2.2 Metode-Metode Penentuan Survei GPS .....	9
2.2.1 Metode Statik .....	10
2.2.2 Metode Real Time Kinematik (RTK) .....	11
2.2.3 Metode Statik Singkat (Rapid Statik) .....	14
2.3 Waktu dan Lama Pengamatan .....	15
2.4 Ketelitian Posisi GPS .....	16
2.5 Ketelitian Data .....	17

2.5.1 Receiver GPS .....	17
2.5.2 Kesalahan dan Bias GPS .....	18
2.6 Garis Basis .....	28
2.6.1 Jenis Garis Basis .....	28
2.6.2 Karakteristik Garis Basis .....	31
2.7 Uji Statistik .....	31
2.7.1 Distribusi Chi-Square .....	32
2.7.2 Distribusi T-Student (Test of Mean) .....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1 Persiapan Penelitian .....	35
3.1.1 Lokasi Penelitian .....	35
3.1.2 Bahan dan Peralatan Penelitian .....	36
3.1.3 Titik Kntrol Referensi Orde 0 .....	37
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	41
3.3 Tahap Pengumpulan Data .....	42
3.4 Pemrosesan Data .....	42
3.4.1 Pemrosesan Data Menggunakan Software TBC .....	42
3.5 Uji Statistik .....	47
3.5.1 Uji Statistik T-Student .....	47
3.5.2 Uji Statistik Chi-Square .....	48
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1 Data Hasil Pengamatan .....	49
4.1.1 Data Hasil Pengamatan Statik .....	49
4.1.2 Data Hasil Pengamatan RTK .....	49
4.2 Analisa Perbedaan Koordinat .....	51
4.2.1 Analisa Perbedaan Koordinat Statik dan RTK .....	51
4.3 Analisa Statistik Test Of Mean (T-Student) .....	53
4.3.1 Analisis Statistik T-Student Pengamatan Statik dan RTK .....	53
4.4 Analisa Statistik Chi-Square .....	55



4.4.1 Analisa Statistik Chi-Square Pengukuran Statik dan RTK .....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penentuan Posisi Global, GPS .....	4
Gambar 2.2 Satelit GPS .....	5
Gambar 2.3 Sebaran Sistem Kontrol .....	6
Gambar 2.4 Contoh User Segmen GPS .....	7
Gambar 2.5 Klasifikasi Receiver/Penerima GPS .....	8
Gambar 2.6 Komponen Utama Penerima GPS .....	9
Gambar 2.7 Metode Penentuan Posisi Dengan GPS .....	10
Gambar 2.8 Penentuan Posisi GPS Dengan Metode Survei GPS .....	11
Gambar 2.9 Sistem RTK .....	12
Gambar 2.10 Penggunaa Repeater untuk Memperluas Cakupan Sinyal .....	13
Gambar 2.11 Metode Penentuan Posisi Secara Statik Singkat .....	14
Gambar 2.12 Faktor yang Perlu Dipertimbangkan dalam Pemilihan Receiver GPS untuk Keperluan Survei .....	18
Gambar 2.13 Kesalahan dan Bias GPS .....	19
Gambar 2.14 Keterkaitan Kesalahan dan Bias Dengan Parameter Ketelitian Posisi .....	19
Gambar 2.15 Efek Ionosfer Terhadap Sinyal GPS .....	21
Gambar 2.16 Efek Troposfer Terhadap Sinyal GPS .....	22
Gambar 2.17 Cycle Slips .....	25
Gambar 2.18 Contoh Beberapa Kombinasi dari Baseline Trival dan Non-Trival .....	29
Gambar 2.19 Besarnya Loop Dalam Suatu Jaringan GPS .....	29
Gambar 2.20 Pergerakan Receiver GPS dalam Survei GPS Moda Jaringan ....	30
Gambar 2.21 Baseline Bebas dan Trival .....	30
Gambar 3.1 Lokasi Pengukuran .....	35
Gambar 3.2 Peralatan yang Digunakan .....	37

Gambar 3.3 Titik Kontrl Referensi CMLG .....	37
Gambar 3.4 Kerangka Pengukuran .....	38
Gambar 3.5 Posisi Titik Basestation .....	38
Gambar 3.6 Posisi Titik G1 .....	39
Gambar 3.7 Posisi Titik G2 .....	39
Gambar 3.8 Posisi Titik G3 .....	39
Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian .....	41
Gambar 3.10 Konversi Data ke Format Rinex .....	42
Gambar 3.11 Proses Pemilihan Sistem Koordinat dan Datum .....	43
Gambar 3.12 Baseline Hasil Import Data .....	44
Gambar 3.13 Pengaturan Pada Baseline Processing Style .....	45
Gambar 3.14 Network Adjustment Software TBC .....	46
Gambar 3.15 Report Proses Network Adjustment Proses TBC .....	46
Gambar 3.16 Hasil Nilai Upper T-Student .....	47
Gambar 3.17 Hasil Nilai Upper dan lower Chi-Square .....	47
Gambar 4.1 Selisih nilai koordinat Easting Statik dan RTK .....	52
Gambar 4.2 Selisih nilai koordinat Northing Statik dan RTK.....	52
Gambar 4.3 Selisih nilai koordinat Height Statik dan RTK .....	53
Gambar 4.4 Hasil Nilai Upper t-student .....	54
Gambar 4.5 Hasil Nilai Upper dan Lower Chi-Square .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Metode Penentuan Posisi Dengan GPS .....	10
Tabel 2.2 Contoh Selang Waktu Pengamatan Baseline .....	16
Tabel 2.3 Faktor dan Parameter yang Mempengaruhi Ketelitian Survei GPS .....	17
Tabel 3.1 Koordinat Titik Referensi CMLG .....	37
Tabel 3.2 Jarak Dari Base ke Titik Rover .....	38
Tabel 3.3 Informasi Pemrosesan Baseline Report .....	45
Tabel 4.1 Koordinat Hasil Pengamatan Statik .....	49
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 0488 .....	50
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 1 .....	50
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 2 .....	50
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 3 .....	51
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Rata-Rata dan Standar Deviasi .....	51
Tabel 4.7 Selisih Koordinat Statik dan RTK .....	52
Tabel 4.8 Hasil Uji Statistic Nilai Easting Pengukuran Statik Dan RTK .....	54
Tabel 4.9 Hasil Uji Statistik Nilai Northing Pengukuran Statik Dan RTK .....	54
Tabel 4.10 Hasil Uji Statistik Nilai Height Pengukuran Statik Dan RTK .....	54
Tabel 4.11 Hasil Uji Statistik Nilai Easting Pengukuran Statik Dan Radial .....	56
Tabel 4.12 Hasil Uji Statistik Nilai Northing Pengukuran Statik Dan RTK .....	56

**Tabel 4.13 Hasil Uji Statistik Nilai Height Pengukuran Statik Dan RTK ..... 56**

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Perbedaan Nilai Easting Statik dan RTK .....	52
Grafik 4.2 Grafik Perbedaan Nilai Northing Statik dan RTK .....	52
Grafik 4.3 Grafik Perbedaan Nilai Height Statik dan RTK .....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dengan semakin beragamnya kebutuhan pemetaan dan penentuan posisi, kini ada berbagai macam metode pengukuran GPS, diantaranya yaitu metode statik, kinematik, RTK (*Real Time Kinematic*), statik singkat (*rapid static*) dan pseudo kinematik. Metode statik merupakan penentuan titik-titik yang diam, dan bertumpu pada metode-metode penentuan posisi statik secara *diferensial*. Penentuan metode statik singkat pada dasarnya merupakan survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat. Umumnya implementasi metode survei statik singkat menggunakan metode radial, ketimbang metode jaringan. Metode RTK adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi *real-time* secara *diferensial* menggunakan data fase.

Pada metode pengukuran statik singkat, diperlukan waktu pengamatan yang lebih singkat dari metode statik, yaitu sekitar 5-20 menit, dan metode ini sangat bertumpu pada proses penentuan *ambiguitas fase* secara cepat sehingga memerlukan perangkat lunak yang handal, geometri pengamatan yang baik, tingkat residu kesalahan dan bias yang relatif rendah, serta lingkungan yang tidak menimbulkan *multipath*. Metode ini umumnya diaplikasikan untuk *baseline* yang relatif pendek kurang lebih 5 km. Sedangkan pengukuran dengan sistem RTK sangat mengandalkan banyaknya satelit, sehingga tidak memerlukan waktu yang lama, juga dapat digunakan untuk menentukan posisi objek-objek yang diam maupun bergerak. Ketelitian posisi yang diberikan oleh sistem RTK berkisar antara 1-5 cm, sehingga pada sistem ini memerlukan penggunaan data fase dan *pseudorange* dua frekuensi, geometri satelit yang relatif baik, algoritma perhitungan yang relatif handal, dan mekanisme eliminasi kesalahan dan bias yang relatif baik dan tepat.

Oleh karena itu dalam penelitian ini, penulis ingin mencari berapa besar penyimpangan nilai koordinat tiap titiknya dari pengukuran GPS metode radial dan metode RTK (*Real Time Kinematik*), dimana pada kedua metode pengukuran

tersebut, dilakukan dengan jarak, dan waktu yang relatif sama, pada titik yang sama pula.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pengukuran posisi koordinat dengan teknologi GPS untuk mendapatkan berapa ketelitian koordinat dan berapa selisih yang diukur menggunakan metode Radial dan RTK (*Real Time Kinematik*) dengan jarak, waktu, dan bentuk jaring yang sama.

## **1.3 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketelitian dan selisih nilai koordinat dari tiap titik yang diukur dengan menggunakan metode Radial dan metode RTK (*Real Time Kinematik*).

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Menguji penyimpangan dari nilai koordinat titik terhadap hasil pengukuran GPS yang dilakukan dengan menggunakan metode Radial dan Metode RTK (*Real Time Kinematik*) dengan bentuk jaring dan waktu pengamatan yang sama.
2. Pengukuran metode Radial dan metode RTK, menggunakan bentuk jaring yang sama dengan 3 titik rover dan 1 basestation.
3. Pemrosesan data pengukuran dengan perangkat lunak *Trimbe Business Center 2.60*.
4. Uji statistik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *t-student* dan *chi-square*.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya penyimpangan nilai koordinat dari hasil pengukuran GPS dengan metode Radial, dan metode RTK (*Real Time Kinematik*) dengan jarak, waktu, dan bentuk jaring yang sama.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

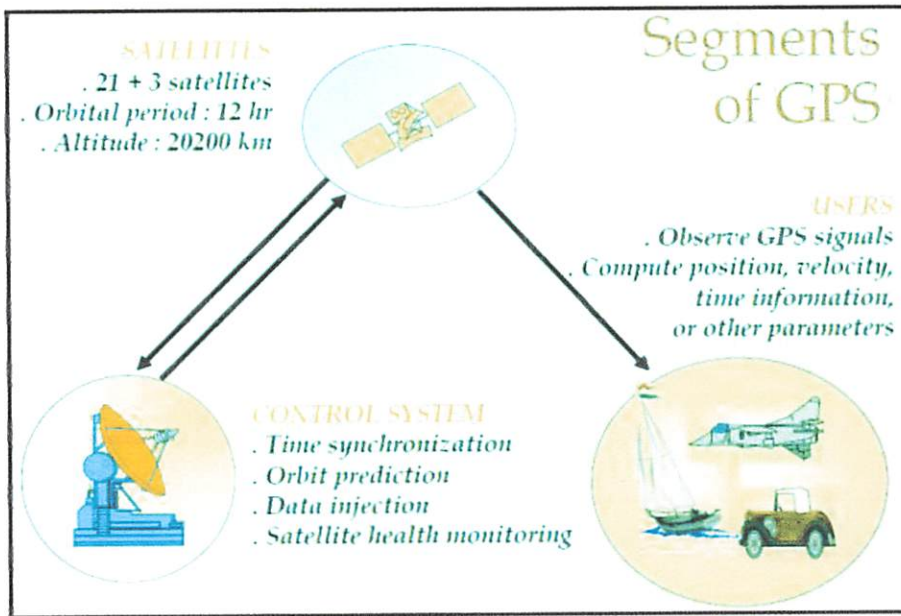
#### **2.1 Survei GPS (*Global Positioning System*)**

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi (3D) serta ketepatan mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca kepada banyak orang secara simultan (Abidin, 2000).

Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, ketepatan, percepatan ataupun waktu yang teliti. GPS dapat memberikan informasi posisi dengan ketelitian bervariasi dari beberapa millimeter (orde nol) sampai dengan puluhan meter. Teknologi GPS mulai dikembangkan sekitar tahun 70-an oleh pihak militer Amerika Serikat melalui Departemen pertahanan USA yang digunakan untuk kepentingan militer negaranya. Seiring dengan perkembangan sistem ini, GPS telah digunakan secara luas di berbagai bidang di luar kepentingan militer, dan dikembangkan tidak hanya di Negara Amerika Serikat saja, melainkan di seluruh dunia. Pada lingkup penelitian, GPS dapat digunakan untuk studi Geodinamika, deformasi, studi oseanografi, dan lain-lain. GPS mampu memberikan ketelitian posisi sampai dengan ketelitian sentimeter bahkan millimeter.

##### **2.1.1 Segmen GPS**

Pada dasarnya segmen dalam penentuan posisi pada survei GPS terdiri dari tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri dari satelit-satelit, segmen sistem kontrol (*Control System Segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun monitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*User Segment*) yang terdiri dari pemakai termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data (Abidin, 2007). Ketiga segmen GPS ini digambarkan secara skematik pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Sistem Penentuan Posisi Global, GPS ([www.google.com/search](http://www.google.com/search))

#### A. Segmen Angkasa (*Space Segment*)

Segmen angkasa terdiri dari satelit-satelit. Satelit GPS bisa dianalogikan sebagai station radio di angkasa, yang dilengkapi dengan antena-antena untuk mengirim dan menerima sinyal-sinyal gelombang. Sinyal-sinyal ini selanjutnya diterima oleh *receiver* GPS di/dekat permukaan bumi dan digunakan untuk menentukan informasi posisi, kecepatan, maupun waktu. Selain itu satelit GPS juga dilengkapi dengan peralatan untuk mengontrol 'tingkah laku' (*attitude*) satelit, serta sensor-sensor untuk mendeteksi peledakan nuklir dan lokasinya. Salah satu segmen angkasa yang kita gunakan saat ini adalah satelit, yang dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2 Satelit GPS ([www.google.com/search](http://www.google.com/search))

Konstelasi standar dari satelit GPS terdiri dari 24 satelit yang menempati 6 bidang orbit dengan eksentrisitas orbit umumnya lebih kecil dari 0.02. satelit GPS mengelilingi bumi atau mengorbit 2 kali dalam sehari pada ketinggian kurang lebih 20.000 km di atas permukaan bumi. Hal ini memungkinkan bagi pengguna GPS untuk dapat menghitung posisi mereka di permukaan bumi (NRC, 1995).

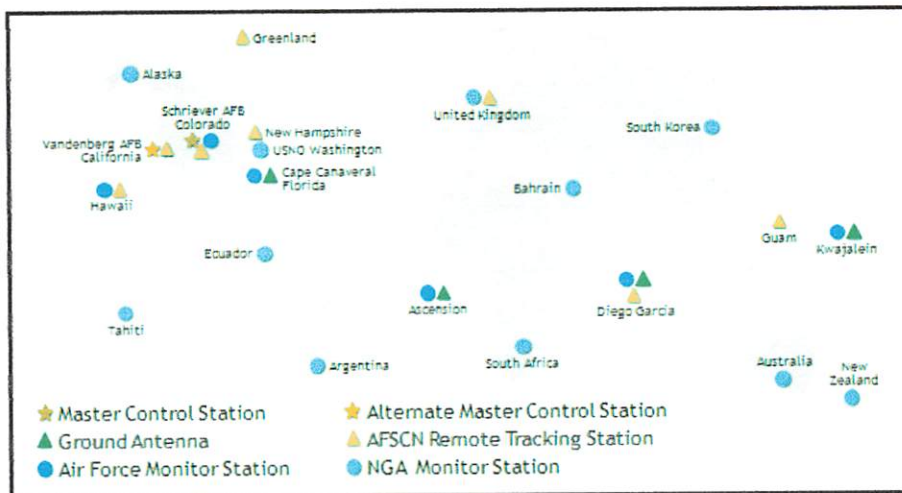
#### **B. Segmen Sistem Kontrol (*Control System Segment*)**

Segmen system control berfungsi mengontrol dan memantau operasional satelit dan memastikan bahwa satelit berfungsi sebagaimana mestinya. Fungsi ini mencakup beberapa tugas dan kewajiban yaitu antara lain (Misra dan Edge, 2001; Seeber, 2003) :

1. Menjaga agar semua satelit masing-masing berada pada posisi orbit yang seharusnya (*station keeping*), hal ini dilakukan dengan:
  - Mengamati semua satelit secara terus-menerus.
  - Memprediksi ephemeris satelit serta karakteristik dari jam satelit.

- Secara periodik memperbarui *navigation message* untuk setiap satelit (normalnya sekali sehari, kalau diperlukan bisa lebih sering).
2. Memantau status dan kesehatan dari semua sub-sistem (bagian) satelit.
  3. Memantau panel matahari satelit, level daya baterai, dan *propellant level* yang digunakan untuk maneuver satelit.
  4. Menentukan dan menjaga waktu satelit.

Pihak Amerika Serikat mengoperasikan system ini dari Sistem Kontrol Utama di Falcon Air Force Base di Colorado Springs, Amerika Serikat. Segmen sistem kontrol ini juga termasuk 4 station monitor yang lokasinya menyebar di seluruh dunia (NRC, 1995), yang dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini :

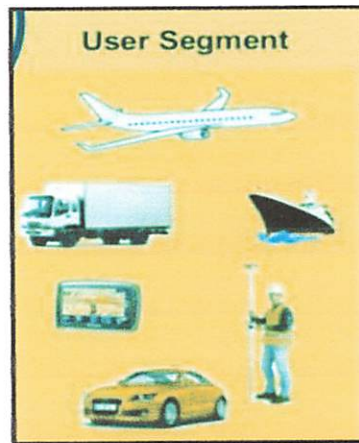


Gambar 2.3 Sebaran Sistem Kontrol GPS ([www.google.com/search](http://www.google.com/search))

Disamping memonitor dan mengontrol kesehatan seluruh satelit beserta seluruh komponennya, segmen kontrol tersebut juga berfungsi menentukan orbit dari seluruh satelit GPS yang merupakan informasi vital untuk penentuan posisi dengan satelit.

### C. Segmen Pengguna (*User Segment*)

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS, baik di darat, laut, udara, maupun angkasa. Dalam hal ini alat penerima sinyal GPS (*GPS receiver*) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal-sinyal dari satelit GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan maupun waktu. Contoh-contoh user segment dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar 2.4 Contoh User Segment GPS (<http://commons.wikimedia.org>)

*Receiver* GPS yang dijual di pasaran saat ini cukup bervariasi baik dari segi jenis, merk, nilai ketelitian yang diberikan, berat, ukuran maupun bentuknya. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengklarifikasi *receiver* GPS, yaitu antara lain berdasarkan fungsi, data yang direkam, jumlah kanal ataupun penggunaannya (Seeber, 1993).

#### 1. Penerima

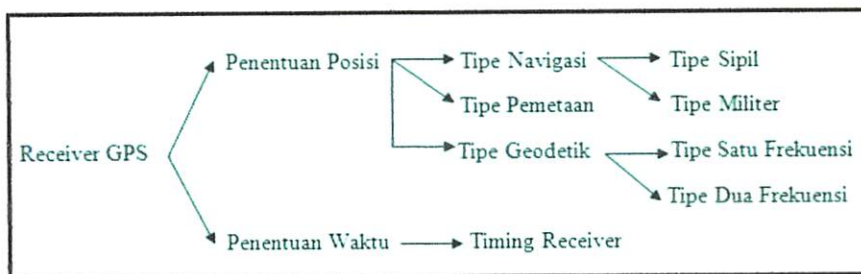
Penerima GPS dapat diklarifikasikan menurut harga, ketelitian yang diberikan, data yang diberikan, jumlah kanal (*channel*), pemakai, berat, ukuran maupun bentuknya (Seeber, 1993).

##### a. Klasifikasi penerima GPS menurut pemakainya:

- Tipe militer (*military receiver*)
- Tipe sipil (*civilian receiver*)

- Tipe navigasi (*navigation receiver*), misalnya: MX8600 Hand Held
  - Tipe geodetic (*geodetic receiver*), misalnya: SR9500 Dual Frequency L1 dan L2
  - Tipe pengukuran waktu (*timing receiver*)
  - Tipe survey (*survey receiver*), misalnya: SR 9400 Single Frequency L1
- b. Klasifikasi penerima GPS berdasarkan data yang diberikan:
- Kode-C/A; kode-C/A + fase-L1
  - Kode-C/A + fase-L1 + fase-L2
  - Kode-C/A; kode-P + fase-L1,L2
  - Fase-L1 (tidak bisa digunakan)
  - Fase-L1,L2 (tidak bisa digunakan)
- c. Klasifikasi penerima GPS menurut jumlah kanal yang dimiliki:
- Multi channel (6 sampai 12 channel)
  - Sequential
  - Multiplexing

Untuk klasifikasi receiver GPS, dapat dilihat pada gambar bagan di bawah ini:

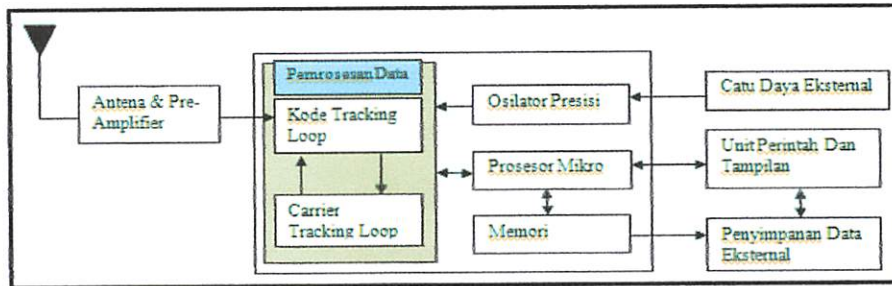


Gambar 2.5 Klasifikasi Receiver/Penerima GPS (Abidin, 2007)

## 2. Komponen Utama Penerima

Komponen utama penerima GPS secara umum terdiri dari: antenna dengan pre-amplifier, bagian RF (*Radio Frequency*) dengan pengidentifikasian dan pemroses sinyal; pemroses mikro untuk pengontrolan

penerima, data tersampel dan pemroses data (solusi navigasi); osilator presisi; catu daya; unit perintah; tampilan; memori dan perekam data. Komponen utama penerima GPS, lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar bagan 2.6 di bawah :



Gambar 2.6 Komponen Utama Penerima GPS (Abidin, 2007)

### 3. Jenis Antena

Komponen dari alat penerima sinyal GPS yang cukup penting adalah antenna. Bahkan dalam penentuan posisi dengan GPS, yang ditentukan secara langsung, sebenarnya adalah posisi antenna GPS, yaitu pusat elektronis. Antena GPS berfungsi mendeteksi dan menerima gelombang elektromagnetik yang datang dari satelit GPS, serta mengubahnya menjadi arus listrik. Antena GPS disamping harus mempunyai polarisasi lingkaran untuk dapat mengamati sinyal GPS, juga harus mempunyai sensitivitas yang tinggi untuk dapat mendeteksi sinyal GPS yang relative lemah. Disamping itu, antenna GPS harus mempunyai karakteristik sedemikian rupa sehingga dapat mengamati sinyal yang datang dari semua arah dan ketinggian dengan baik (Abidin, 2007)

Beberapa jenis antena GPS yang dikenal yaitu: *monopole* atau *dipole*, *quadrifilar helix* (juga dinamakan *volute*), *spiral helix*, *microstrip* (juga dinamakan *patch*), dan *choke ring* (Seeber, 1993).

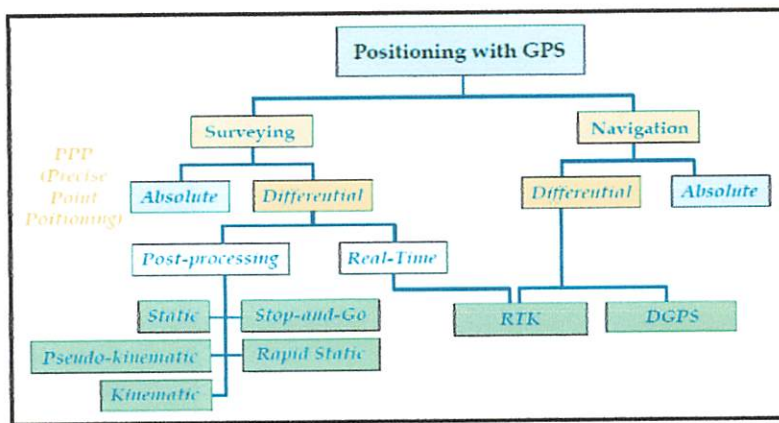
## 2.2 Metode – Metode Penentuan Survei GPS

Pada dasarnya, tergantung pada mekanisme pengaplikasiannya, metode penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode yaitu: *absolute*, *differential*, *static*, *rapid static*, *pseudo-kinematic*, dan *stop and go* seperti yang ditunjukkan secara skematik pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Metode Penentuan Posisi dengan GPS (Abidin, 2007)

Metode	Absolut (1 receiver)	Diferensial (2 receiver)	Titik	Receiver
STATIC	√	√	Diam	Diam
KINEMATIC	√	√	Bergerak	Bergerak
RAPID STATIC		√	Diam	Diam (singkat)
PSEUDO-KINEMATIC		√	Diam	Diam dan bergerak
STOP-AND-GO		√	Diam	Diam dan bergerak

Berdasarkan aplikasinya, metode-metode penentuan posisi dengan GPS juga dapat dibagi atas dua katagori utama, yaitu survei dan navigasi, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.7. berikut (Abidin, 2007) :



Gambar 2.7 Metode Penentuan Posisi Dengan GPS (Langley, 1998)

Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS dapat dibagi 2, yaitu *absolute positioning* dan *relatif positioning*. Metode-metode ini yang menentukan ketelitian posisi yang diinginkan. Ketelitian GPS bervariasi mulai dari meter sampai dengan milimeter, tergantung pada metode apa yang digunakan. (Abidin, 2007)

### 2.2.1 Metode Statik

Penentuan posisi secara statik (*Static Positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik (diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data pseudorange dan/atau fase. Salah satu bentuk implementasi dari metode penentuan posisi statik yang populer

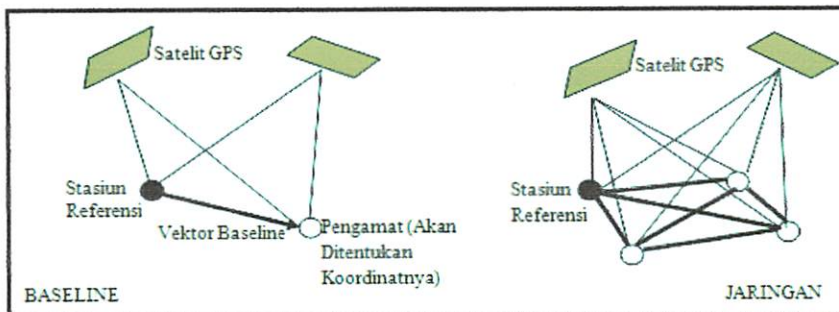


adalah survei GPS untuk menentukan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan ataupun pemanfaatan fenomena deformasi dan geodinamika.

Pada prinsipnya survei GPS bertumpu pada metode-metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Dalam hal ini pengamatan satelit GPS umumnya dilakukan *baseline per baseline* selama selang waktu tertentu (beberapa puluh menit sampai beberapa jam tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan) dalam suatu jaringan (kerangka) dari titik-titik yang akan ditentukan posisinya.

Pada survei dengan GPS, pemrosesan data GPS untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan umumnya akan mencakup tiga tahapan utama perhitungan, yaitu:

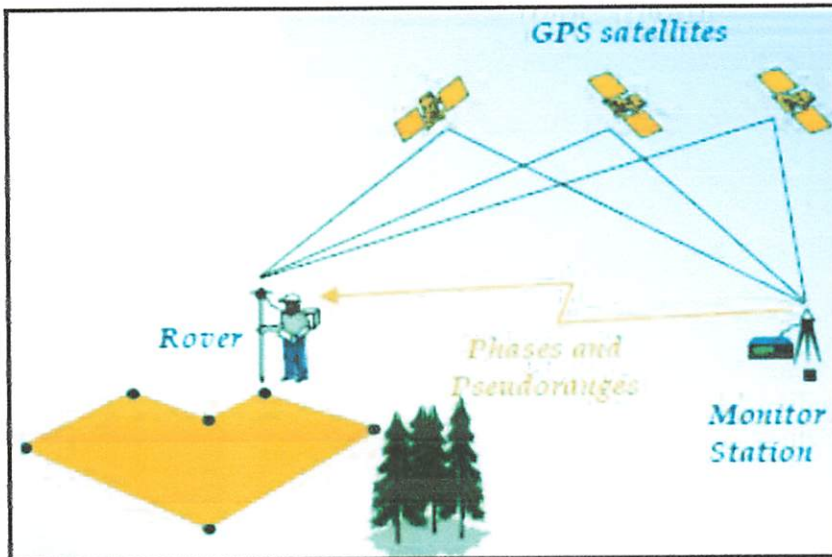
1. Pengolahan data dari setiap *baseline* dalam jaringan.
2. Perataan jaringan yang melibatkan semua *baseline* untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan.
3. Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum WGS'84 ke datum yang diperlukan oleh pengguna.



Gambar 2.8 Penentuan Posisi GPS Dengan Metode Survei GPS (Abidin, 2007)

### 2.2.2 Metode Real Time Kinematic (RTK)

Sistem RTK (*Real-Time Kinematic*) adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi *real-time* secara diferensial menggunakan data fase. Untuk merealisasikan tuntutan *real-timanya*, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan pseudorangennya ke pengguna secara *real-time* menggunakan sistem komunikasi data tertentu. Secara garis besar, pengukuran GPS dengan metode RTK dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini :



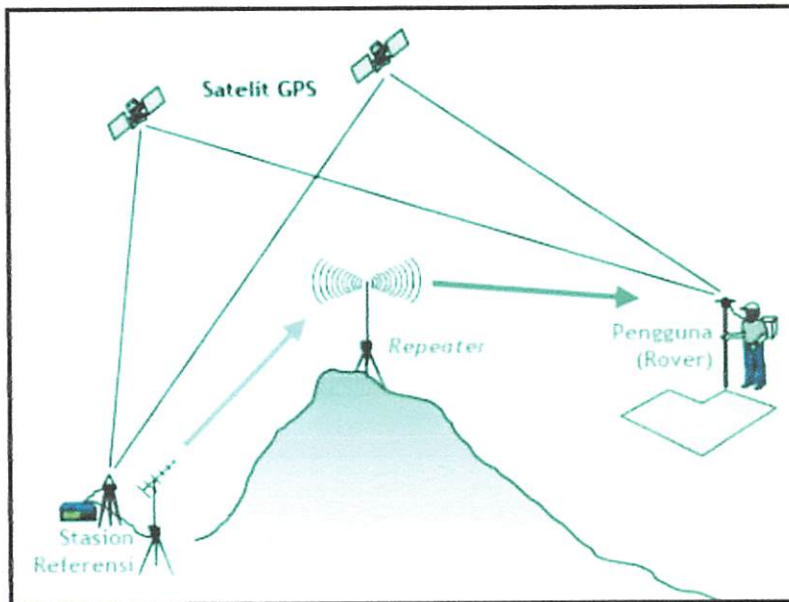
Gambar 2.9 Sistem RTK (Abidin, 2007)

Pada sistem RTK, stasiun referensi mengirimkan data ke pengguna dengan menggunakan sistem komunikasi data yang beroperasi pada pita frekuensi VHF/UHF. Untuk itu umumnya dituntut adanya visibilitas langsung (*line of sight*) antara stasiun referensi dan pengguna, dimana jarak maksimum ( $d$ ) antara keduanya dapat secara teoritis diaproksimasi dengan rumus berikut (Langley, 1998) :

$$d = 3.57 \sqrt{k (\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r})} \dots \dots \dots (2.1)$$

Pada rumus diatas  $h_t$  dan  $h_r$  adalah ketinggian (dalam meter) dari antena-antena pemancar dan penerima di atas horizon umum keduanya. Secara umum, ketinggian tersebut bisa didekati dengan ketinggian terhadap tinggi rata-rata dari muka tanah. Variabel  $k$  adalah faktor efektif jari-jari bumi yang mewakili kenyataan bahwa karena adanya refraksi atmosfer, jarak berdasarkan horizon radio umumnya lebih panjang dibandingkan jarak berdasarkan horizon geometrik. Nilai  $k$  tergantung pada gradien vertikal dari refraktivitas di dekat permukaan bumi. Untuk mengatasi obstruksi karena adanya topografi antara stasiun referensi dan pengguna (*rover*) dan juga untuk meningkatkan cakupan sinyal, maka stasiun pengulang (*repeater*) dapat digunakan. Repeater digunakan untuk membantu memperluas cakupan sinyal GPS dari stasiun referensi atau base,

ke pengguna/rover, yang disebabkan oleh terlalu jauhnya jarak antara base dengan rover. Untuk lebih memahami cara penggunaan repeater dalam pengukuran GPS dapat diperhatikan pada ilustrasi gambar 2.10 di bawah :



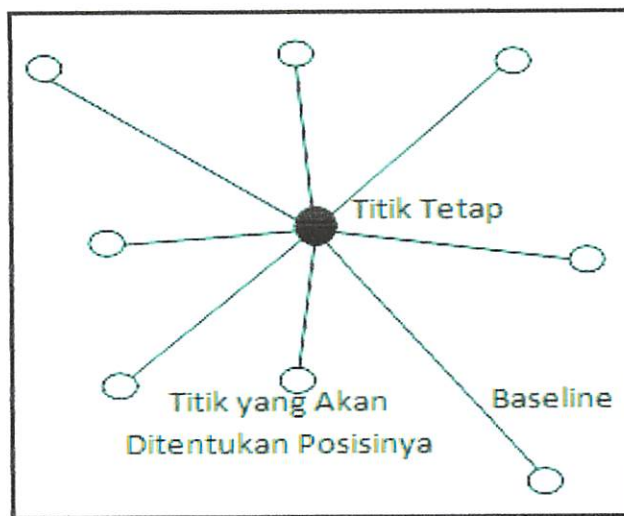
Gambar 2.10 Penggunaan Repeater untuk Memperluas Cakupan Sinyal (Abidin, 2007)

Ketelitian posisi yang diberikan oleh sistem RTK ini adalah sekitar 1-5 cm, dengan asumsi bahwa ambiguitas fase dapat ditentukan secara benar. Sistem RTK dapat pula digunakan untuk penentuan posisi obyek-obyek yang diam maupun bergerak, sehingga sistem RTK ini tidak hanya dapat merealisasikan survei GPS *real-time*, tapi juga navigasi berketelitian tinggi. Sistem RTK juga dapat diimplementasikan dengan menggunakan beberapa stasiun referensi. Penggunaan beberapa stasiun RTK ini bertujuan untuk memperluas cakupan dari sistem RTK. Dengan menggunakan satu stasiun referensi, sistem RTK umumnya hanya bisa digunakan untuk jarak *baseline* sampai sekitar 10-15 km. Untuk *baseline* yang lebih panjang umumnya nilai ambiguitas fase akan semakin sulit ditentukan secara benar, karena residu dari kesalahan dan bias yang tersisa setelah proses pengurangan data akan relatif semakin signifikan. Agar resolusi ambiguitas fase tetap dapat dilaksanakan dengan baik untuk jarak *baseline* yang relatif

panjang, maka pengguna harus dibantu dengan data dan informasi yang dapat digunakan untuk mereduksi efek dari residu kesalahan dan bias tersebut.

### 2.2.3 Metode Statik Singkat (*Rapid Static*)

Penentuan posisi dengan metode statik singkat adalah metode pengamatan differential dengan waktu pengamatan lebih singkat, yaitu 5-0 menit dengan bertumpu pada proses penentuan ambiguitas fase yang cepat. Metode ini memerlukan perangkat lunak yang handal dan canggih serta geometri pengamatan yang baik. Dalam pengukuran secara praktis metode statik singkat biasanya dipadukan dengan metode statik, dimana metode statik digunakan untuk pengukuran titik kontrol yang letaknya relatif jauh dengan orde ketelitian tinggi, sedangkan metode statik singkat digunakan untuk pengukuran titik kontrol yang letaknya relatif dekat dengan orde ketelitian yang lebih rendah.



Gambar 2.11 Metode Penentuan Posisi Secara Statik Singkat (Abidin dkk, 2011)

- Static Surveying* dengan sesi pengamatan yang lebih singkat (5-20) menit.
- Prosedur pengumpulan data di lapangan seperti pada *static surveying*.
- Lama pengamatan tergantung pada panjang *baseline*, jumlah satelit, serta geometri satelit.
- Berbasis *differential positioning* dengan menggunakan data fase.
- Persyaratan mendasar: penentuan ambiguitas fase secara cepat.

- f. Menuntut penggunaan piranti lunak pemroses data GPS yang handal dan canggih.
- g. Memerlukan satelit geometri yang baik, tingkat bias dan kesalahan yang relatif rendah, serta lingkungan yang relatif tidak menimbulkan *multipath*.
- h. Data dua frekuensi lebih diharapkan
- i. Untuk meningkatkan kehandalan, satu *baseline* umumnya diamati dalam dua sesi pengamatan
- j. Ketelitian (*relatif*) posisi titik-titik yang diperoleh adalah dalam orde centimeter.

### 2.3 Waktu dan Lama Pengamatan

Waktu dan lamanya pengamatan *baseline* dalam suatu survei GPS sebaiknya memperhitungkan beberapa faktor seperti :

- a. Jumlah satelit GPS yang dapat diamati.
- b. Kekuatan dari satelit geometri.
- c. Aktivitas ionosfir.
- d. Aktivitas pada lokasi titik dan sekitarnya (*lalu lintas dan lalu lalang manusia*).
- e. Obstruksi sinyal pada titik yang bersangkutan.
- f. Jenis *receiver* yang digunakan (satu atau dua frekuensi).
- g. Waktu pergerakan antar titik.

Waktu dan lama pengamatan GPS akan mempengaruhi tidak hanya ketelitian posisi yang diperoleh, tapi juga tingkat kesuksesan dari penentuan ambiguitas fase sinyal GPS, serta efek dan proses penjalaran dari kesalahan dan bias terhadap ketelitian posisi. Dengan lama pengamatan yang lebih panjang, satelit akan meliputi perubahan geometri yang lebih besar, serta perubahan kondisi atmosfer. Ini akan menyebabkan randomisasi yang lebih baik terhadap efek dari kesalahan orbit serta efek bias ionosfer dan troposfer pada data kuran jarak (Wells dkk, 1986). Disamping itu perubahan geometri yang lebih besar juga akan memudahkan penentuan dari ambiguitas fase. Ditambah dengan data ukuran yang lebih banyak, selang pengamatan yang lebih lama memang pada umumnya akan

menghasilkan kualitas posisi yang lebih baik. Dalam penentuan waktu dan selang pengamatan GPS, jumlah satelit yang dapat diamati dapat dilihat dengan menggunakan plot penampakan satelit. Pilih selang waktu pengamatan dimana satelit-satelit yang diamati terdistribusi secara merata di langit serta jumlahnya paling banyak dan terletak dalam tiga kuadran. Hal yang sebaiknya dihindari agar tidak terjadi banyak kesalahan pada saat pengamatan adalah, waktu dimana aktivitas ionosfer tinggi yaitu pada siang hari, kecuali receiver GPS yang digunakan adalah tipe dua frekuensi atau panjang baselinya relatif pendek, kurang lebih 20 km, dan juga dimana aktivitas lalu lintas di sekitar titik yang relatif tinggi sehingga dapat menyebabkan multipath. Dalam survei GPS untuk keperluan survei dan pemetaan, interval data sebesar 15detik, umumnya digunakan. (Abidin dkk, 2011).

Tabel 2.2 Contoh Selang Waktu Pengamatan *Baseline* GPS (Abidin, 2011)

Panjang <i>Baseline</i> (km)	Metode Pengamatan	Lama Pengamatan (hanya L1)	Lama Pengamatan (L1 dan L2)
0 - 5	Stop-and-Go	2 menit*	2 menit*
0 - 5	Statik singkat	30 menit	15 menit
5 - 10	Statik singkat	50 menit	25 menit
10- 30	Statik	90 menit	60 menit
30 - 50	Statik	180 menit	120 menit
Spesifikasi di atas diturunkan dengan asumsi sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 atau 5 satelit dapat diamati</li> <li>• GDOP &lt;8</li> <li>• Pengamatan pada siang hari</li> <li>• Level aktivitas atmosfer dan ionosfer relative sedang</li> </ul>			* ambiguitas fase dianggap telah ditentukan dengan benar sebelum <i>receiver</i> bergerak

#### 2.4 Ketelitian Posisi GPS

Ketelitian posisi yang didapat dengan pengamatan GPS secara umum akan tergantung pada empat faktor (Abidin, 2000) yaitu,

- a. ketelitian data yang digunakan (tergantung dari tipe data, kualitas atau tipe *receiver* serta tingkat kesalahan dan bias pengamatan).
- b. Geometri satelit yang diamati.
- c. Metode penentuan posisi yang digunakan.
- d. Strategi pemrosesan data.

Table 2.3 Faktor dan Parameter yang Mempengaruhi Ketelitian Survei GPS (Abidin, 2011)

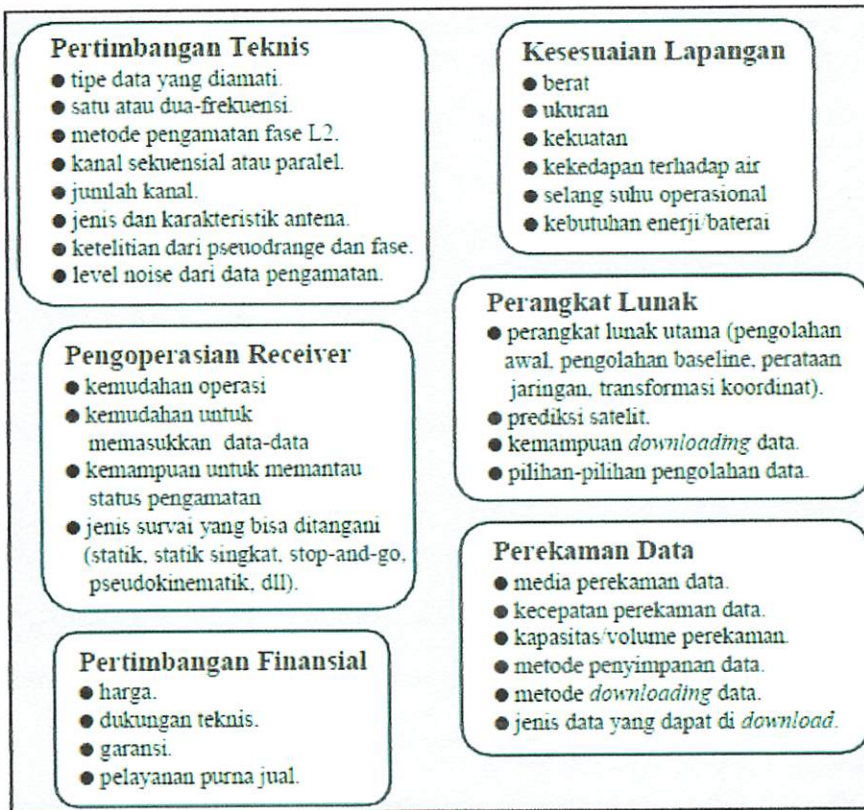
Faktor	Parameter
Ketelitian Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jenis data</li> <li>• Kualitas receiver GPS</li> <li>• Level dari kesalahan dan bias</li> </ul>
Geometri Pengamatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokasi titik</li> <li>• Jumlah titik</li> <li>• Konfigurasi jaringan</li> <li>• Karakteristik baseline</li> <li>• Jumlah satelit</li> <li>• Lokasi dan distribusi satelit</li> </ul>
Strategi Pengamatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode pengamatan</li> <li>• Waktu pengamatan</li> <li>• Lama pengamatan</li> <li>• Pengikatan ke titik tetap</li> </ul>
Strategi Pemrosesan Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perangkat lunak</li> <li>• Pengolahan awal</li> <li>• Eliminasi kesalahan dan bias</li> <li>• Pengolahan baseline</li> <li>• Perataan jaringan</li> <li>• Kontrol kualitas</li> <li>• Transformasi koordinat</li> </ul>

## 2.5 Ketelitian Data

Ketelitian data GPS pada dasarnya akan tergantung pada tiga faktor yaitu: jenis data (*pseudorange* atau *fase*), kualitas dari *receiver* GPS yang digunakan pada saat pengamatan, serta level dari kesalahan dan bias yang mempengaruhi data pengamatan. Karena pada survei dengan GPS data yang umum digunakan adalah data fase, maka hanya dua faktor terakhir yang perlu mendapatkan perhatian yang lebih serius.

### 2.5.1 Receiver GPS

Kualitas dari *receiver* GPS dikarakteristik oleh banyak parameter seperti jumlah sinyal yang dapat diamati (satu atau dua), jumlah kanal (*channel*), karakteristik dan level noise dari antenanya, kecanggihan metode pemrosesan sinyal yang digunakan.



Gambar 2.12 Faktor yang Perlu Dipertimbangkan Dalam Pemilihan Receiver GPS untuk Keperluan Survei (Abidin, 2011)

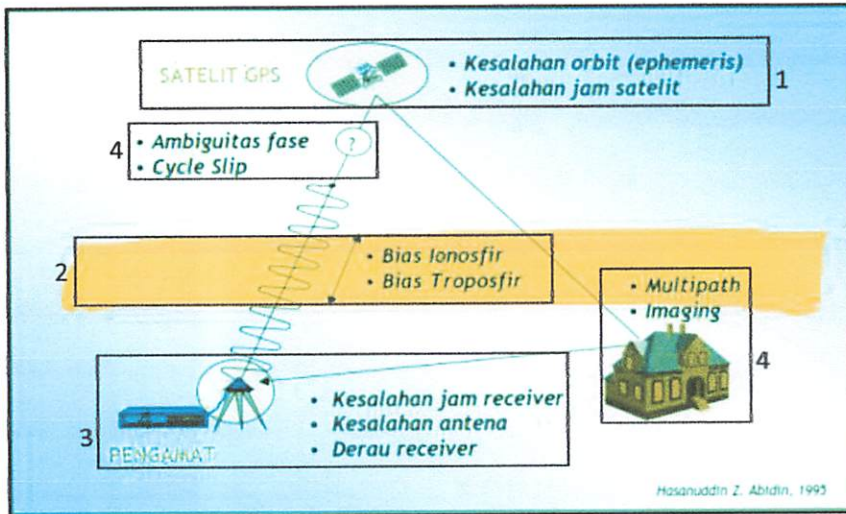
### 2.5.2 Kesalahan dan Bias GPS

Dalam perjalanannya dari satelit hingga mencapai antena di permukaan Bumi, sinyal GPS akan dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias. Kesalahan dan bias GPS pada dasarnya dapat dikelompokkan atas kesalahan dan bias yang terkait dengan:

1. satelit, seperti kesalahan ephemeris, jam satelit, dan *selective availability* (SA).
2. medium propagasi, seperti bias ionosfer dan bias troposfer.
3. *receiver* GPS, seperti kesalahan jam *receiver*, kesalahan yang terkait dengan antena, dan *noise*.
4. data pengamatan, seperti ambiguitas fase dan *cycle slips*, dan
5. lingkungan sekitar GPS *receiver* seperti *multipath* dan *imaging*.

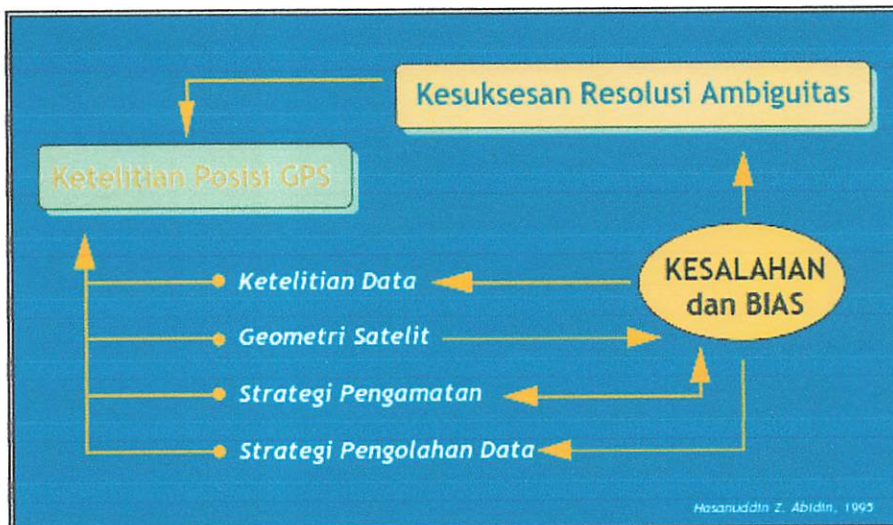
Dengan penjelasan gambar pada ilustrasi di bawah ini.





Gambar 2.13 Kesalahan dan Bias GPS (Abidin, 2006)

Kesalahan dan bias GPS harus diperhitungkan secara benar dan baik, karena besar dan karakteristik dari kesalahan dan bias tersebut akan mempengaruhi ketelitian informasi (posisi, kecepatan, percepatan, waktu) yang diperoleh serta proses penentuan ambiguitas *fase* dari sinyal GPS. Strategi pengamatan yang diaplikasikan juga akan mempengaruhi efek kesalahan dan bias pada data pengamatan, dan sebaliknya proses minimalisasi efek kesalahan dan bias akan mempengaruhi strategi pengamatan yang harus diterapkan.



Gambar 2.14 Keterkaitan Kesalahan dan Bias Dengan Parameter Ketelitian Posisi (Abidin, 2006)

Pada penentuan posisi dengan GPS, secara umum ada beberapa cara yang dapat digunakan dalam menghadapi kesalahan dan bias GPS, yaitu :

- a. Estimasi parameter dari kesalahan dan bias dalam proses hitung perataan.
- b. Terapkan mekanisme *differencing* antar data.
- c. Hitung besarnya kesalahan/bias berdasarkan data ukuran langsung.
- d. Hitung besarnya kesalahan/bias berdasarkan model.
- e. Gunakan strategi pengamatan yang tepat.
- f. Strategi pengolahan data yang tepat.

Pada survei GPS, pereduksian efek dari kesalahan dan bias tersebut biasanya dilakukan dengan mekanisme *differencing* antar data, pemendekan panjang *baseline* yang diamati, maupun dengan menggunakan strategi pengamatan serta pengolahan data yang tepat.

Berikut ini karakteristik dari sebagian kesalahan dan bias pada GPS :

### 1. Kesalahan Ephemeris (Orbit)

Kesalahan ephemeris merupakan kesalahan dimana orbit satelit yang dilaporkan oleh ephemeris satelit tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya sehingga akan mempengaruhi ketelitian koordinat titik-titik yang ditentukan.

Kesalahan orbit satelit GPS pada dasarnya dapat disebabkan oleh tiga faktor berikut secara bersama-sama yaitu :

- a. Kekurang telitian pada proses perhitungan orbit satelit oleh stasiun-stasiun pengontrol satelit.
- b. Kesalahan dalam prediksi orbit untuk periode waktu setelah *uploading* ke satelit, dan
- c. Penerapan kesalahan orbit yang sengaja diterapkan.

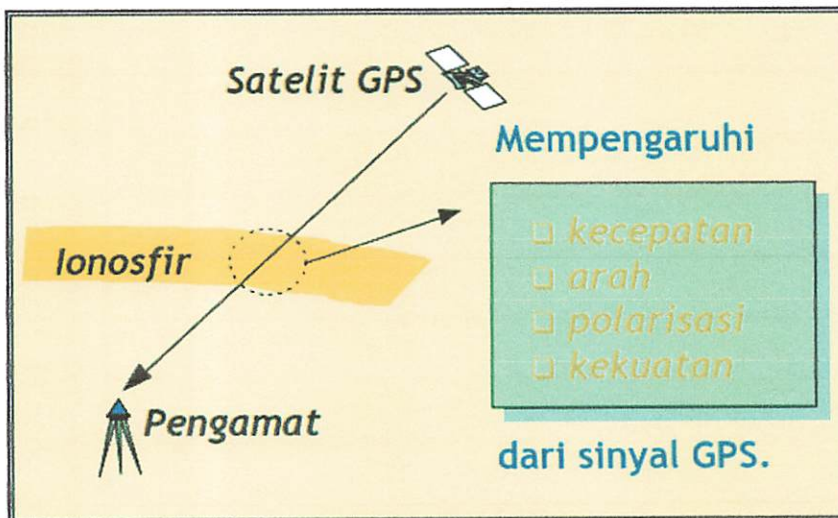
Ada beberapa cara yang dapat diaplikasikan untuk mereduksi efek kesalahan orbit, yaitu :

- Terapkan metode *differential positioning*
- Perpendek panjang *baseline*
- Perpanjang interval waktu pengamatan, dan

- Gunakan informasi orbit yang lebih teliti, yang bisa diperoleh dari beberapa sumber eksternal setelah selang waktu tertentu, seperti *Ultra Rapid Ephemeris*, *Rapid Ephemeris*, atau *Precise Ephemeris*.

## 2 Bias Ionosfer

Ion-ion bebas (*electron*) dalam lapisan ionosfer akan mempengaruhi propagasi sinyal GPS. Dalam hal ini ionosfer akan mempengaruhi kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan GPS yang melaluinya. Ionosfer akan memperlambat kecepatan sinyal (ukuran jarak menjadi lebih panjang) dan mempercepat *fase* (ukuran jarak menjadi lebih pendek), dengan bias jarak (dalam unit panjang) yang sama besarnya. Jadi secara umum, bias ionosfer dapat mengakibatkan ukuran jarak yang dihasilkan menjadi kurang teliti. Lapisan ionosfer dapat mempengaruhi kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan dari sinyal, penjelasan secara singkat dapat diperhatikan pada ilustrasi gambar di bawah.



Gambar 2.15 Efek Ionosfer Terhadap Sinyal GPS (Abidin, 2006)

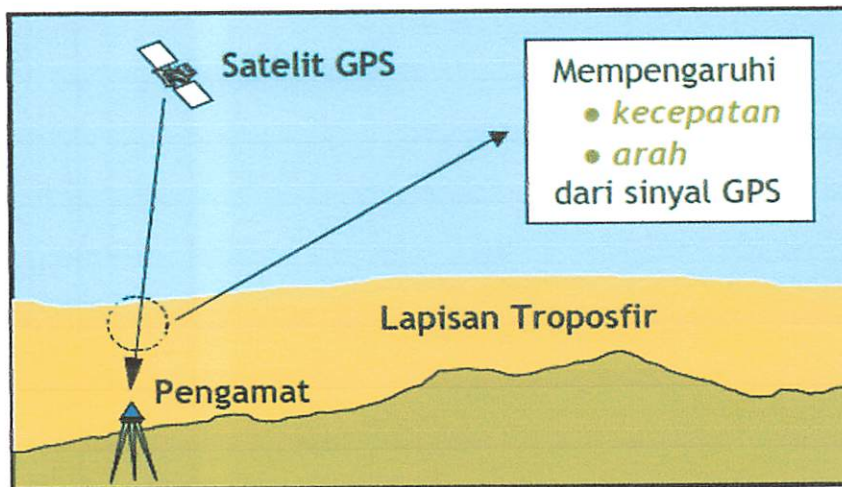
Dalam kasus penentuan posisi dan survei dengan GPS ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mereduksi efek bias ionosfer yaitu :

- a. Gunakan data GPS dari dua frekuensi L1 dan L2.

- b. Lakukan pengurangan (*differencing*) data pengamatan.
- c. Perpendek panjang *baseline*.
- d. Lakukan pengamatan pada pagi atau malam hari.
- e. Gunakan model prediksi global ionosfer (untuk data GPS satu frekuensi) seperti model *Bent* dan *Klobuchar*.

### 3 Bias Troposfer

Ketika melalui lapisan troposfer, sinyal GPS akan mengalami refraksi, yang menyebabkan perubahan kecepatan dan arah sinyal GPS, seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.16. Bias troposfer ini akan mempengaruhi kecepatan sehingga akan menghasilkan ukuran jarak yang kurang teliti. Efek utama dari troposfer berpengaruh pada kecepatan, atau dengan kata lain terhadap hasil ukuran jarak.



Gambar 2.16 Efek Troposfer Terhadap Sinyal GPS (Abidin, 2006)

Dalam konteks penentuan posisi atau survei dengan GPS, ada beberapa cara yang dapat diterapkan untuk mereduksi besarnya efek troposfer, yaitu:

- a. Lakukan *differencing* hasil pengamatan.
- b. Perpendek panjang *baseline*.
- c. Usahakan kedua stasiun pengamat berda pada ketinggian serta kondisi meteorologis yang relatif sama.

- d. Gunakan model koreksi standar troposfer seperti model *Hopfield* dan *Saastamoinen*.
- e. Gunakan model koreksi lokal troposfer.
- f. Gunakan pengamatan *Water Vapour Radiometer* (WVR) untuk *zenith scale factor* untuk setiap lintasan satelit.

#### 4 *Multipath*

*Multipath* merupakan fenomena dimana sinyal dari satelit tiba di antenna GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda (*Abidin, 2006*). Dalam hal ini, satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit ke antenna, sedangkan yang lainnya merupakan sinyal-sinyal tidak langsung yang dipantulkan oleh benda-benda (seperti: gedung, jalan raya, mobi, pepohonan, dll) di sekitar antenna sebelum tiba di antenna. Perbedaan panjang lintasan menyebabkan sinyal-sinyal tersebut berinterferensi ketika tiba di antenna yang mengakibatkan kesalahan pada hasil pengamatan. Kesalahan akibat *multipath* akan menghasilkan ukuran jarak yang kurang teliti. *Multipath* akan mempengaruhi hasil ukuran *pseudorange* dan *carrier phase*.

Ada beberapa cara yang dapat diterapkan untuk mereduksi besarnya *multipath* yaitu :

- a. Hindari lingkungan pengamatan yang reflektif Dalam hal ini pemilihan stasiun pengamatan dan penempatan antenna harus dijauhkan dari bendabenda yang diperkirakan akan memantulkan sinyal.
- b. Gunakan antenna GPS yang baik dan tepat. Dalam hal ini ada antenna yang lebih tahan terhadap *multipath* dibandingkan antenna lainnya. Disamping itu ada antenna yang memanfaatkan karakteristik dari polarisasi sinyal GPS. Sinyal GPS mempunyai polarisasi lingkaran tangan kanan, sedangkan sinyal yang dipantulkan akan mempunyai polarisasi tangan kiri (*Scherrer, 1995 dalam Abidin, 2006*).
- c. Gunakan bidang dasar antenna pengabsorpsi sinyal, yang berguna

untuk menahan sinyal pantulan yang datang dari bawah horizon antenna.

- d. Jangan amati satelit yang berelevasi rendah, karena sinyal dari satelit yang berelevasi rendah akan lebih mudah mengalami proses pemantulan.
- e. Lakukan pengamatan yang relatif panjang (lebih panjang dari waktu ulang *multipath*) dan kemudian ratakan data pengamatan.

### 5 Ambiguitas Fase (*Cycle Ambiguity*)

Ambiguitas fase dari pengamatan fase sinyal GPS merupakan jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh *receiver* GPS (Abidin, 2006). Untuk dapat merekonstruksi jarak ukur antara satelit dengan antenna maka harga ambiguitas fase tersebut harus ditentukan terlebih dahulu. Hal ini diperlukan pada saat perubahan data fase menjadi hasil ukur jarak sehingga dihasilkan ketelitian yang sangat presisi. Nilai ambiguitas fase akan selalu tetap selama pengamatan tidak terjadi *cycle slip*. Penentuan ambiguitas fase ini dilakukan dengan cara pemberian koreksi terhadap nilai ambiguitas fase yang mengambang (*float*) sehingga diperoleh nilai ambiguitas fase yang integer.

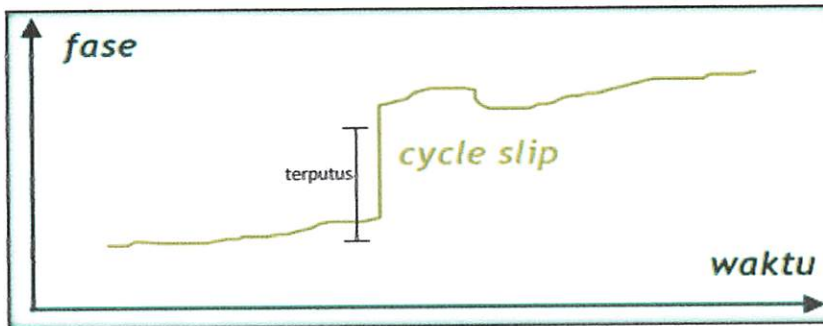
### 6 Cycle Slips

*Cycle slips* merupakan ketidak-kontinuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati, karena sinyal ke *receiver* terputus pada saat pengamatan sinyal. Jika dilakukan plotting data pengamatan fase terhadap waktu, maka *cycle slip* dapat dideteksi dari terdapatnya loncatan mendadak kurva grafik. Dalam proses pengolahan data untuk perhitungan posisi, pengkoreksian *cycle slips* bisa dilakukan sebagai suatu proses tersendiri sebelum proses estimasi posisi, ataupun secara terpadu dengan proses pengestimasi posisi.

Pada pengamatan satelit GPS, fenomena *cycle slips* dapat disebabkan oleh beberapa hal :

- a. Mematikan dan menghidupkan *receiver* secara sengaja.

- b. Terhalangnya sinyal GPS untuk masuk ke antenna disebabkan oleh bangunan, pohon, jembatan, dll.
- c. Rendahnya rasio *signal to noise* yang bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti dinamika *receiver* yang tinggi, aktivitas ionosfer yang tinggi, atau *multipath*
- d. Adanya kerusakan komponen dalam *receiver*.



Gambar 2.17 Cycle slips (Abidin, 2006)

Ada beberapa metode pendeteksian *cycle slip* yang umum diterapkan yaitu :

- Penggunaan *polynomial* berorde rendah yang dicocokkan ke *time series* dari variable yang diuji.
- Penggunaan model dinamik untuk memprediksi data ukuran dengan menggunakan *Kalman filtering*.
- Penggunaan skema pengurangan (*differencing*) data ukuran antar epok yang berorde dua, tiga, dan empat.

## 7 Kesalahan Jam

Kesalahan jam ini dapat berupa kesalahan jam satelit maupun kesalahan jam *receiver*. Bentuk kesalahannya dapat berupa bentuk *offset* waktu, *offset* frekuensi, maupun *frequency drift*. Kesalahan jam ini akan langsung mempengaruhi ukuran jarak, baik *pseudorange* maupun jarak *fase*. Untuk mendapatkan nilai  $dt$  yang teliti maka kedua jam yang terlibat (jam satelit dan jam *receiver*) harus :

- a. Mengacu ke sistem waktu yang sama (sistem waktu UTC).
- b. Sinkron satu sama lainnya.

- c. Terjaga kestabilannya.

## 8 Pergerakan Dari Pusat *Fase* Antena

Pada umumnya pusat *fase* antena GPS akan berubah-ubah tergantung pada elevasi dan azimuth satelit, serta intensitas sinyal, dan lokasinya akan berbeda untuk sinyal L1 dan L2 (*Tranquilla et al. 1987 dalam Abidin, 2006*). Hal ini disebabkan oleh sulitnya merealisasikan sumber radiasi yang ideal pada antena GPS. Karena perbedaan tersebut bersifat variatif terhadap waktu, maka besar efek kesalahan karena adanya pergerakan pusat *fase* antena pada ukuran jarak juga akan bervariasi secara temporal.

## 9 *Imaging*

*Imaging* merupakan suatu fenomena yang melibatkan suatu benda konduktif (konduktor) yang berada dekat dengan antena GPS, seperti reflektor berukuran besar maupun *groundplane* dari antena itu sendiri (*Abidin, 2006*). Efek dari *imaging* ini adalah akan memunculkan antena ‘bayangan’ (*image*) atau dengan kata lain fenomena *imaging* ini akan mendistorsi pola *fase* antena yang seharusnya. Hal ini mengakibatkan perubahan titik pusat *fase* antena sehingga akan menyebabkan terjadinya kesalahan pada ukuran jarak.

Menurut (*Tranquilla, 1986 dalam Abidin, 2006*) karena fenomena *imaging* pada prinsipnya terjadi karena adanya penginduksian arus dari antenna ke suatu konduktor yang berada dekat dengan antena, maka efek *imaging* akan berkurang dengan semakin jauhnya konduktor tersebut dari antena GPS.

## 10. *Selective Availability*

*Selective availability* adalah metode yang diaplikasikan oleh pihak militer Amerika Serikat agar supaya ketelitian posisi yang relatif tinggi dari GPS hanya dapat diperoleh mereka dan pihak-pihak yang diijinkan. *Selective availability* diimplementasikan dengan menerapkan secara sengaja kesalahan ephemeris satelit dan jam satelit. Koreksi kesalahan



tersebut hanya diketahui oleh pihak militer Amerika Serikat dan pihak yang diijinkan. Kebijakan Selective availability ini sejak tahun 2000 dihapuskan oleh pihak militer Amerika Serikat.

### **11. *Anti Spoofing***

Anti spoofing adalah suatu kebijaksanaan dari pihak militer Amerika Serikat untuk mencegah penggunaan kode P dari sinyal GPS yang telah diubah menjadi kode Y yang bersifat rahasia oleh pihak-pihak yang tidak dikehendaki. Struktur kode Y hanya diketahui oleh pihak militer Amerika Serikat dan pihak-pihak yang diijinkan. Adanya Antispoofing menyebabkan pihak pengguna biasa hanya dapat menerima kode C/A.

### **12. *Ambiguitas Fase***

Ambiguitas fase atau cycle ambiguity adalah jumlah gelombang (N) yang tidak teramati oleh receiver GPS. Ambiguitas fase hanya terjadi pada pengamatan satelit GPS dengan menggunakan data fase.

### **13. *Masalah Penerima GPS***

Penentuan posisi secara teliti terkait dengan receiver terutama karena ketidakstabilan osilator dan kepekaan antenna. Tipe antenna yaitu single-band dan dual-band mempengaruhi ketelitian pengukuran yang diperoleh. Berdasarkan penelitian, tipe antenna dual-band memiliki ketelitian horizontal sampai 5 mili, dibanding dengan tipe single-band. (Bock, 1986)

### **14. *Masalah Konstelasi Satelit***

Distribusi satelit GPS terlihat dari muka bumi merupakan fungsi dari tempat lintang pengamatan. kecenderngan arah lintasan satelit dari utara-selatan menyebabkan ketelitian omponen koordinat dan elevasi utara-selatan lebih bai dari komponen timur-baratnya.

### **15. *Kesalahan Teknik Pengolahan Data***

Kesalahan teni pengolahan data sangat dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh software yang beredar di pasaran. Karakteristik masing-masing software biasanya terletak pada perbedaan desain paket program

yang disusun berdasarkan tujuan penggunaannya, misalnya untuk ilmiah dan non ilmiah (komersial). Software ilmiah biasanya memiliki fasilitas yang rumit, handal dan canggih dibandingkan dengan software komersial.

## 2.6 Garis Basis

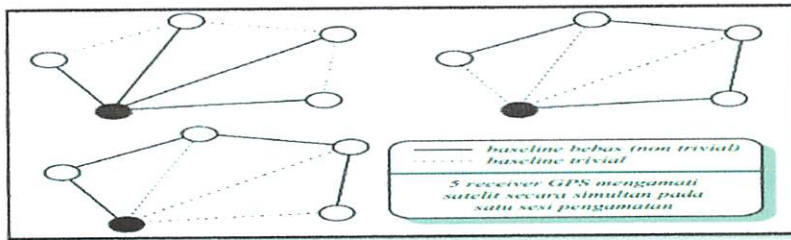
Garis basis adalah komponen utama dalam survei GPS dengan menggunakan metode diferensial. Ketelitian garis basis sangat berpengaruh pada ketelitian posisi suatu titik yang ditentukan secara diferensial. Garis basis (*base line*) merupakan akar dari kuadrat jumlah selisih antara dua komponen-komponen vektor dua titik.

Pada pengolahan data hasil survei jaring GPS, ada 2 tahapan yang harus dilakukan, yaitu pengolahan *base line* dan perataan jaring GPS. Tahap pengolahan *base line* harus dilakukan lebih dahulu karena hasil pengolahan *base line* yang berupa besar vektor *base line* beserta matrik varians-kovariansinya selanjutnya digunakan sebagai data pengamatan dan bobot pengamatan pada proses perataan jaring GPS. Tahap perataan jaring GPS merupakan suatu tahap penyatuan dari vektor-vektor *base line* yang selanjutnya dihitung untuk mendapatkan koordinat titik-titik jaring GPS yang unik. Tahap perataan jaring GPS ini digunakan untuk menciptakan konsistensi pada data vektor *base line* mendistribusikan kesalahan sesuai dengan ketelitian pengukuran, menganalisis kualitas *base line* dan mengintegrasikan datum atau referensi jaring GPS terhadap sistem referensi geodesi yang ada.

### 2.6.1 Jenis Garis Basis

Berkaitan dengan *baseline*, maka dalam survei dengan GPS, pengertian menyangkut *base linetrivial* dan *non-trivial* (bebas) cukup penting untuk dimengerti. Pada perataan jaringan GPS, hanya *base line-base line* bebas (*non-trivial*) saja yang boleh diikuti sertakan. *Baselinetrivial* adalah *baseline* yang dapat diturunkan (kombinasi linear) dari *baseline-baseline* lainnya dari satu sesi pengamatan. *Baseline* yang bukan trivial dinamakan *baselinenon-trivial* (*baseline-bebas*). Dalam hal ini, seandainya ada  $n$  receiver yang beroperasi secara simultan

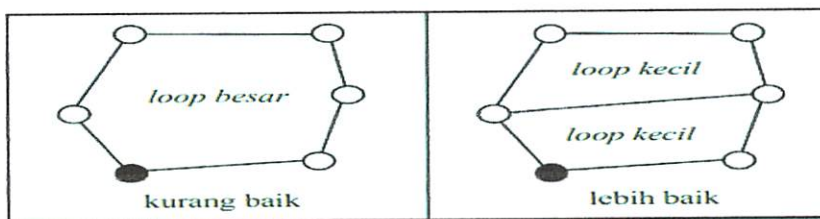
pada satu sesi pengamatan maka akan ada  $(n-1)$  *baseline* bebas yang boleh digunakan untuk perataan jaringan.



Gambar 2.18 Contoh Beberapa Kombinasi dari Baseline Trivial dan Non-Trivial (Hasanuddin Z. Abidin dkk, 2011)

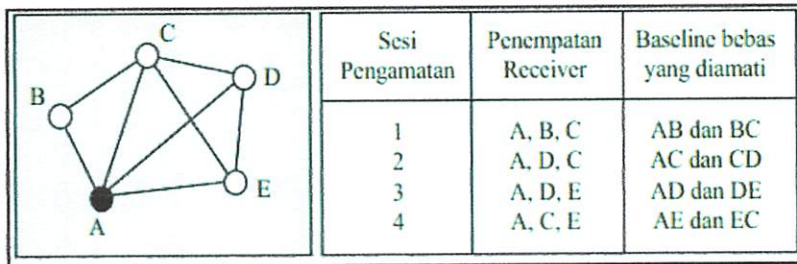
Kalau karena sesuatu hal, pengamatan *baseline* harus dilakukan secara terlepas (metode radial), maka sebaiknya setiap *baseline* diamati minimal 2 kali pada 2 sesi pengamatan yang berbeda, sehingga ada mekanisme kontrol kualitas.

- a. *Loop* yang terlalu besar (terdiri dari banyak *baseline*) tidak terlalu baik secara geometris, meskipun dilihat dari lamanya pengamatan yang diperlukan akan lebih menguntungkan. Usahakan untuk menjaga bentuk *loop* yang relatif tidak terlalu besar. Dengan kata lain jumlah *baseline* dalam suatu *loop* sebaiknya jangan terlalu banyak.
- b. Semakin banyak jumlah *baseline* bebas (*non-trivial*) yang diamati dalam suatu jaringan akan semakin baik. Meskipun begitu jumlah *baseline* bebas yang digunakan harus disesuaikan dengan ketelitian posisi yang diinginkan, serta waktu dan biaya pengamatan yang tersedia.



Gambar 2.19 Besarnya Loop Dalam Suatu Jaringan GPS (Hasanuddin Z. Abidin dkk, 2011)

Perlu juga ditekankan di sini bahwa jumlah receiver GPS yang digunakan serta jumlah *baseline* bebas yang akan diamati, akan mempengaruhi pergerakan tim-tim lapangan dari titik ke titik.



Gambar 2.20 Pergerakan Receiver GPS Dalam Survei GPS Moda Jaringan (Hasamuddin Z. Abidin dkk, 2011)

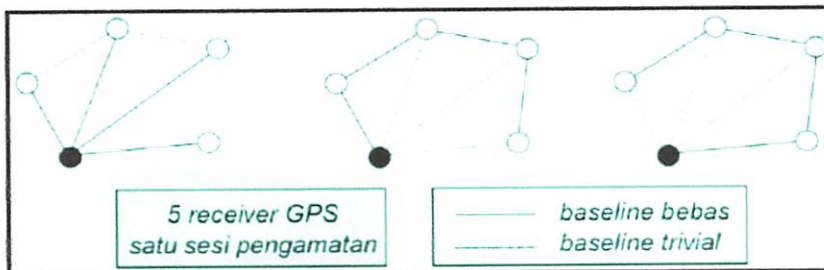
1. Garis basis trivial

Yaitu garis basis yang diturunkan dari *baseline-baseline* lainnya dari satu sesi pengamatan.

2. Garis basis bebas

Yaitu garis basis yang langsung diperoleh dari pengamatan yang dilakukan.

- Pada satu sesi pengamatan, jika ada  $n$  receiver yang beroperasi secara simultan, maka ada  $(n-1)$  *baseline* bebas.
- Ada beberapa kombinasi dari  $(n-1)$  *baseline* bebas tersebut
- Set dari  $(n-1)$  *baseline* bebas yang akan digunakan akan mempengaruhi kualitas dari posisi titik yang diperoleh.



Gambar 2.21 Baseline Bebas dan Trivial (Hasamuddin Z. Abidin dkk, 2011)

### 2.6.2 Karakteristik Garis Basis

Pada prinsipnya akan ada beberapa kombinasi dari (n-1) *baseline* bebas. Dalam hal ini set dari (n-1) *baseline* bebas yang digunakan akan mempengaruhi kualitas dari posisi titik dalam jaringan yang diperoleh. Pada survei dengan GPS, ada beberapa hal yang menyangkut karakteristik *baseline* yang sebaiknya diperhatikan yaitu antara lain :

- a. Garis basis sebaiknya tidak terlalu panjang (< 20 km); karena semakin panjang *baseline* pengaruh kesalahan orbit dan refraksi ionosfer akan semakin besar.
- b. Untuk kontrol kualitas dan menjaga kekuatan jaringan, sebaiknya garis basis yang diamati saling menutup dalam suatu loop dan tidak terlepas begitu saja. Kalau karena suatu hal pengamatan garis basis harus dilakukan secara terlepas (metode radial), maka sebaiknya setiap garis basis diamati 2 kali pada sesi pengamatan yang berbeda.
- c. Semakin banyak jumlah garis basis bebas, yang diamati dalam suatu jaringan akan semakin baik.

### 2.7 Uji Statistik

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut hipotesis statistic. Untuk setiap hiptesis  $H_0$  ada alternative (hipotesis tandingan) yaitu  $H_a$ .  $H_0$  dan  $H_a$  disebut hipotesis nol atau hipotesis tandingan. Suatu hipotesis diuji dengan menggambarkan satu sampel populasi, menghitung nilai sampel statistik dan kemudian membuat keputusan menerima atau menolak hipotesis berdasar nilai statistik. Statistik yang digunakan untuk melakukan atau membuat uji tersebut disebut Uji Statistik (Usman dan Akbar, 2000) :

$$P(P1 < P < P2) = 1 - \alpha$$

( $1 - \alpha$ ) disebut tingkat kepercayaan yang biasanya ditentukan sendiri nilainya, misalnya 95%. Dengan menetapkan nilai ini, akan diperoleh selang yang diharapkan mengandung nilai parameter yang sesungguhnya. Nilai  $P1$  dan  $P2$  disebut sebagai batas kepercayaan teratas dan terbawah untuk parameter.

Penerapan statistik dalam Geodesi dapat berupa penaksiran terhadap parameter suatu populasi besaran pengamatan. Penaksiran tersebut antara lain

dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata sampel yang selanjutnya dijadikan penaksiran terhadap nilai menengah populasi, menghitung nilai variansi sampel yang akan diukur sebagai variasi populasi dan menghitung rasio dari dua variansi yang berbeda.

### 2.7.1 Distribusi *Chi-Square*

Distribusi Chi-Square dilambangkan sebagai  $\chi^2$ , untuk membandingkan hubungan antara varians populasi dan varians dari sampel ditetapkan berdasarkan pada jumlah pengulangan dalam sampel. Jika sampel acak dari  $n$  pengamatan,  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , yang dipilih dari populasi yang memiliki normal distribusi dengan rata-rata  $\mu$  dan varians  $\sigma^2$  kemudian menurut definisi  $\chi^2$  distribusi sampel adalah menggunakan rumus berikut (Wolf dan Ghilani, 2006) :

$$\chi^2 = \frac{vS^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots 2.2$$

keterangan

$v$  :  $n-1$  (sampel)

$S^2$  : standar deviasi sampel

$\sigma^2$  : standar deviasi referensi

Jumlah redudansi (derajat kebebasan) dalam statistic sampel set seperti untuk varians  $v = n-1$ , selanjutnya pada kuadrat terkecil akan menunjukkan bahwa jumlah redudansi didasarkan pada jumlah independen pengamatan dan parameter yang tidak diketahui. Dalam kasus pengamatan, rata-rata satu diperlukan untuk penentuannya, sehingga meninggalkan  $n-1$  nilai-nilai sebagai pengamatan lebih. Table kurva distribusi  $\chi^2$  memiliki 1 hingga 120 derajat kebebasan. Untuk menemukan daerah di *upper tail* kurva (sisi kanan), mulai dibeberapa spesifik  $\chi^2$  nilai dank *e infinity*, berpotongan baris sesuai dengan derajat kebebasan,  $v$ , dengan kolom yang sesuai dengan diinginkan daerah dibawah kurva. Sebagai contoh untuk menemukan spesifik  $\chi^2$  nilai berkaitan 1% ( $\alpha = 0,010$ ) daerah di bawah kurva memiliki 10 derajat kebebasan, kita memotong baris oleh 10 dengan kolom leh 0,010 dan menemukan nilai a  $\chi^2$  dari 23.21. ini berarti bahwa 1% dari area dibawah kurva ini antara nilai 23,21 dan  $\phi$ .

Karena sifat asimetris distribusi, peresentase point ( $\alpha$ ) dari *lower tail* (sisi kiri kurva) harus dihitung dari yang databulasikan untuk bagian *upper tail*. Sebuah area spesifik di baah kiri sisi kurva dimulai dari nol dan pergi ke nilai tertentu  $\chi^2$  ditemukan oleh mengurangkan ditabulasikan  $\alpha$  (sisi kanan area) dari 1. Hal ini dapat dilakukan karena daftar table  $\alpha$  (daerah) mulai dari nilai  $\chi^2$  dan pergi ke  $\phi$  dan tota area di bawah kurva adalah 1. Misalnya ada 10 derajat kebebasan dan  $\chi^2$  nilai berkaitan dengan 1% dari daerah di baah sisi kiri kurva adalah dibutuhkan. Baris sesuai dengan sama adengan 10 yang berpotongan dengan kolom oleh  $\alpha = 0.990$  ( $1-0.010$ ), dan nilai 2.56 diperoleh. Ini berarti baha 1% dari luas daerah dibawah kurva terjadi 0-2.56.

Distribusi  $\chi^2$  digunakan dalam pengambilan sampel statistic untuk menentukan rentang dimana varians dari populasi dapat diharapkan terjadi berdasarkan ; beberapa probabilitas presentase tertentu, varians sample ditetapkan, dan jumlah derajat kebebasan dalam sampel. Bagian distribusi ini digunakan untuk mambangun pernyataan tentang varians dari populasi berada dikisaran berpusat sekitar varians  $S^2$  sampel memiliki  $\nu$  derajat kebebasan. Dalam bagian uji statistic disajikan dengan menggunakan distribusi  $\chi^2$  untuk memeriksa apakah varians sampel adalah perkiraan yang valid untuk varians ppulasi.

### 2.7.2 Distribusi *T-Student (Test of Mean)*

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut hipotesis statistic. Untuk setiap hipotesis  $H_0$  ada alternative (hipotesis tandingan) yaitu  $H_1$ .  $H_0$  dan  $H_1$  disebut hipotesis nol dan hipotesis tandingan. Suatu hipotesis diuji dengan penggambaran satu sampel populasi, menghitung nilai sampel statistic dan kemudian membuat keputusan menerima atau menolak hipotesis berdasar nilai statistic. Statistic yang digunakan untuk melakukan atau membuat uji tersebut disebut uji statistic.

Penerapan statistic dalam Geodesi dapat berupa penaksiran terhadap parameter suatu ppulasi besaran pengamatan. Penaksiran tersebut antara lain dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata sampel yang selanjutnya dijadikan penaksir terhadap nilai menengah populasi, menghitung nilai variansi

sampel yang akan diukur sebagai variansi populasi dan menghitung rasio dari dua variansi yang berbeda.

Uji hipotesa untuk nilai rata-rata jika pengukuran didapat dari sampel yang acak dan  $\sigma$  tidak diketahui, maka rumusnya adalah (Harvey, 1990) :

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{\sigma} \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan :

- T : nilai t hitung
- $\bar{X}$  : nilai rata-rata xi
- $\mu_0$  : nilai yang dihipotesiskan
- $\sigma$  : standar deviasi

Untuk menguji hipotesis digunakan uji dua pihak atau *two tail test*. Uji dua pihak digunakan bila hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi “sama dengan” dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) berbunyi “tidak sama dengan” ( $H_0 =$ ;  $H_1 \neq$ ). Dalam uji dua pihak berlaku ketentuan, bahwa bila harga t hitung, berada pada daerah penerimaan  $H_0$  atau terletak di antara harga table, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan demikian bila harga t hitung lebih kecil atau sama dengan ( $\leq$ ) dari harga table, maka  $H_0$  diterima. Harga t hitung adalah harga mutlak, jadi tidak dilihat (+) atau (-) nya (Sugiyon, 2013).

Dalam uji *two tail test* ini,  $H_0$  akan ditolak jika hasil hitung nya sebagai berikut (Harvey, 1990) :

$$|T| \geq \frac{t_{\alpha}}{2} \cdot n-1 \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan :

- |T| : nilai mutlak dari t hitung
- $\alpha$  : signifikan level yang dipakai pada pengujian
- n : banyaknya sampel yang diambil



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

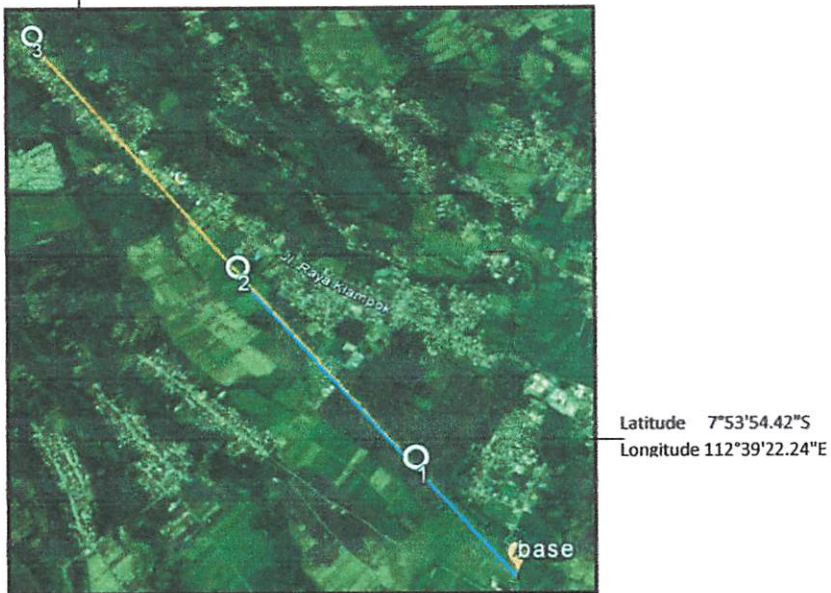
### 3.1 Persiapan Penelitian

Tahap persiapan merupakan tahapan awal yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, tahap persiapan mencakup persiapan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), persiapan alat yang akan digunakan dalam pengukuran, studi literatur yang menjadi dasar teori yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir, dan persiapan lokasi penelitian. Lokasi titik penyusun jaring ditetapkan berada di wilayah Singosari, desa Purosari, kecamatan Singosari, kabupaten Malang, provinsi Jawa Timur. Titik pengukuran berjumlah 5 buah dengan rincian sebagai berikut, 1 buah titik kontrol referensi orde-0 (CMLG), 1 buah titik basestation pengukuran GPS, dan 3 buah titik rover, berfungsi sebagai titik yang dibandingkan ketelitiannya.

#### 3.1.1. Lokasi Penelitian

Penelitian tugas akhir ini menggunakan data GPS hasil survei GPS di wilayah Singosari, kecamatan Singosari, kabupaten Malang, provinsi Jawa Timur.

Latitude 7°52'24.44"S  
Longitude 112°38'15.74"E



Gambar 3.1 Lokasi Pengukuran (*Google Earth*)

### 3.1.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

#### A. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian tugas akhir ini meliputi:

1. Data hasil pengukuran GPS metode Radial, dan metode RTK.

#### B. Peralatan Penelitian

Peralatan-peralatan yang diperlukan pada penelitian tugas akhir ini meliputi :

1. Perangkat keras (*hardware*) terdiri dari :
  - a. Laptop ASUS N43S dengan spesifikasinya OS *Windows 7 Professional* 32 bit, RAM 2 GB, *Processor Intel CORE i3* dengan NVIDIA GEFORCE GT520M CUDA 1 GB, HDD 500 GB
  - b. Hardisk Samsung 1 Terra Bite
  - c. Flashdisk Thosiba 2 Giga Bite
  - d. Printer Cannon IP2700
2. Perangkat lunak (*software*) terdiri dari:
  - a. *Trimble Business Centre (TBC) 2.60*
  - b. *Trimble Convert to Rinex*
  - c. *Trimble Data Transfer*
  - d. *Microsoft Word 2007*
  - e. *Microsoft Excel 2007*
3. Peralatan Survey
  - a. *DGPS Trimble 5700 c/w Radio Pacific Crest, double frekuensi (L1;L2)*
  - b. *2 buah aki tipe Yuasa*
  - c. *2 buah statif*
  - d. *4 buah patok*
  - e. *2 buah roll meter*
  - f. *1 buah GPS handheld Garmin 76CSx*



Gambar 3.2 Peralatan Yang Digunakan

### 3.1.3 Titik Kontrol Referensi Orde-0

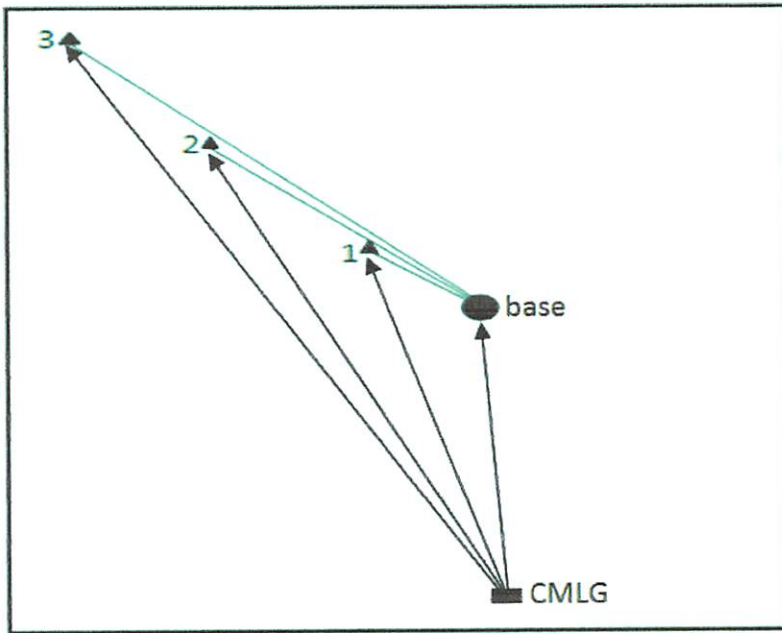
Titik kontrol referensi yang digunakan dalam pemrosesan GPS adalah CMLG.



Gambar 3.3 Titik Kontrol Referensi CMLG

Tabel 3.1 Koordinat Titik Referensi CMLG

Nama	koordinat		
	X	Y	Z
CMLG	-2434071.550759	5829498.325223	-879612.230824



Gambar 3.4 Kerangka Pengukuran

Tabel 3.2 Jarak Dari Base Ke Titik Rover

Observation	Jarak (Meter)
Base G0---G1	500
Base G0---G2	1.500
Base G0---G3	3.000

- Basestation berada di sebelah sungai kecil (selokan) dan sawah.



Gambar 3.5 Posisi Titik Base Station

- Titik G1 berada di samping tanaman padi, di pematang sawah.



Gambar 3.6 Posisi Titik G1

- Titik G2 berada di penampang sawah



Gambar 3.7 Posisi Titik G2

- Titik G3 berada di taman perumahan disebelah tanaman bonsai kembang sepatu.

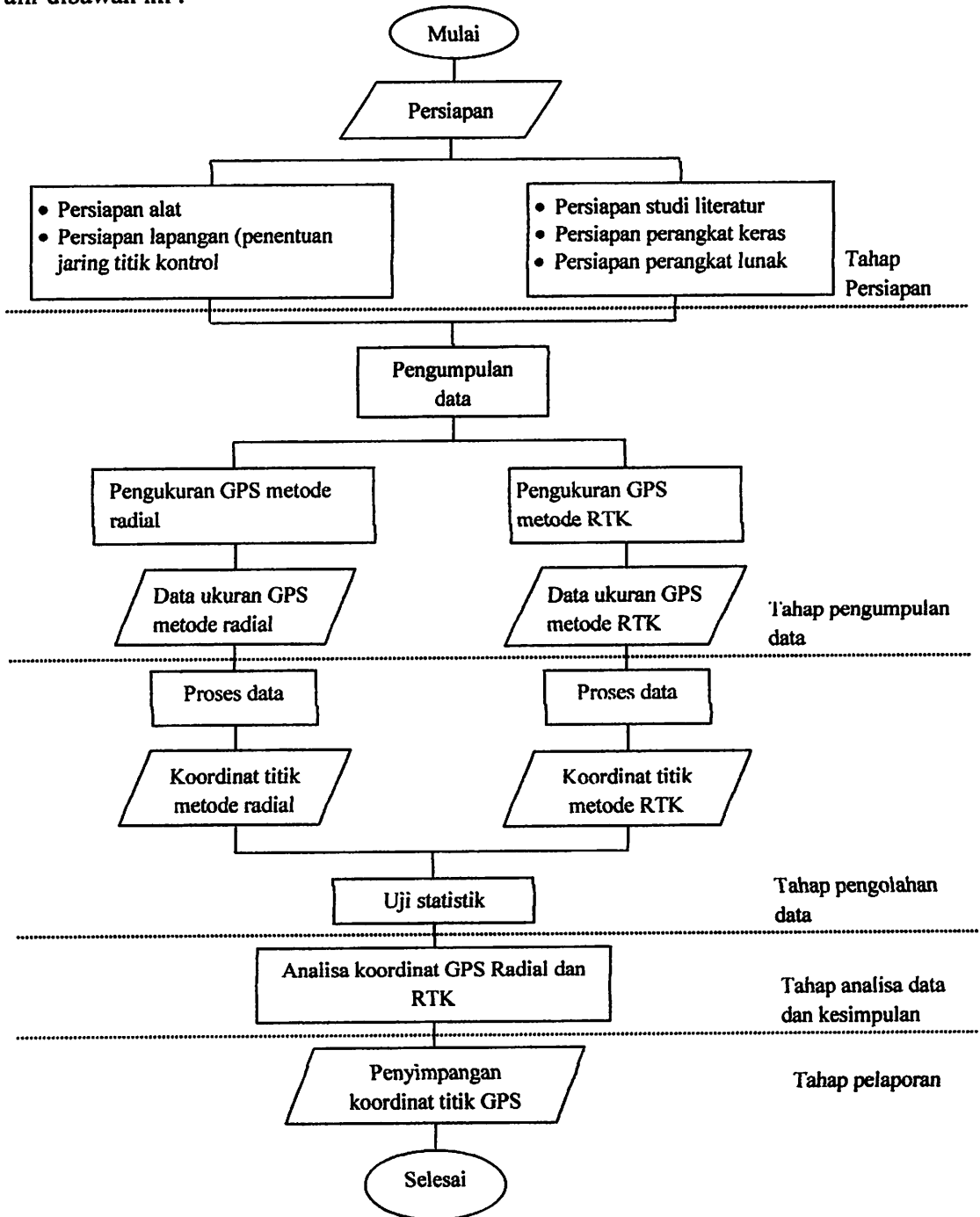


Gambar 3.8 Posisi Titik G3

Kriteria tersebut ditetapkan mengacu pada kesalahan yang bisa timbul pada survey GPS terhadap tempat-tempat pengukuran yang memungkinkan terjadinya bias dan kesalahan pada survey GPS.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Rencana metodologi penelitian tugas akhir digambarkan dengan diagram alir dibawah ini :

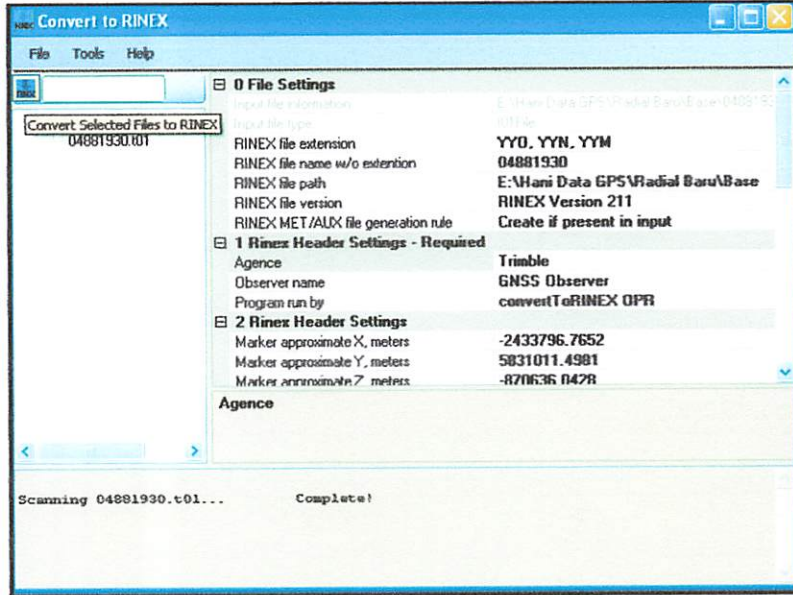


Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Tahap Pengumpulan Data

#### a. Konversi Data GPS Raw Rinex

Konversi data dilakukan pada awal proses pengolahan data GPS. Pada penelitian ini, proses konversi data dilakukan melalui *Trimble Convert to Rinex*. Konversi data ke dalam format Rinex dilakukan, agar data dapat diolah menggunakan software yang lain, selain software bawaan alat. Berikut ini merupakan tahapan konversi data GPS ke dalam format rinex.



Gambar 3.10 Konversi Data ke Format Rinex

### 3.4 Pemrosesan Data

Tahap pemrosesan data GPS melalui dua tahap, yang pertama menggunakan *software* TBC dimana akan dilakukan pembuatan *project*, import data GPS, dan pengolahan *base line* sedangkan yang kedua akan dilakukan uji statistik, baik *t-student* maupun *chi-square*.

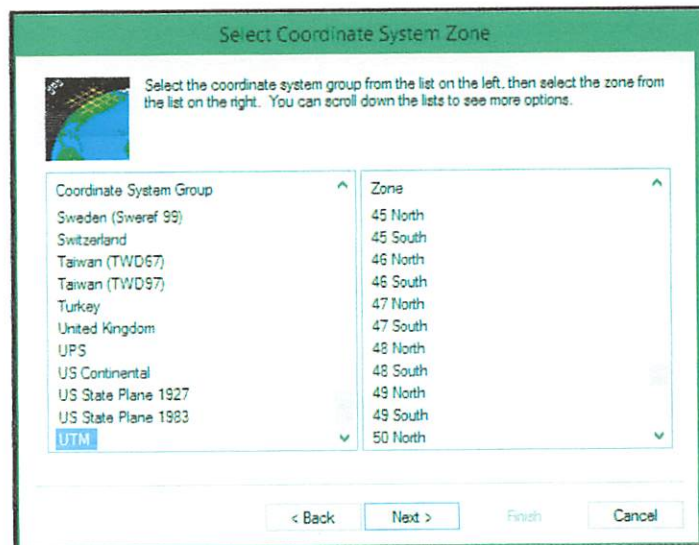
#### 3.4.1 Pemrosesan Data Menggunakan *Software* TBC

Pengolahan data GPS menggunakan *software* TBC, terbagi dalam beberapa tahap, diantaranya pembuatan *project*, import data GPS, dan pengolahan *base line* yang secara garis besar akan dijelaskan di bawah ini :



## 1. Pembuatan Project

- a. Yang pertama dilakukan adalah menjalankan *software Trimble Business Center (TBC) 2.0*. Pada menu TBC, pilih *File*→*New Project*→*ok*. Setelah membuat menu baru, kita perlu mengatur sistem koordinat yang akan kita gunakan.
- b. Untuk proses *Project Settings*, pilih *Project*→*project settings*, pada menu *Project settings*, pilih *coordinate system*, pilih *Datum Transformasi*, lalu klik tombol *change*. Klik *New system* pada *select coordinate system* klik *Next*, kemudian akan muncul *select coordinate system type dialog*, klik *next*, kemudian akan muncul *dialog select coordinate system zone*.
- c. System koordinat yang diatur adalah sebagai berikut :
  - Sistem koordinat UTM→zona49S→*Next*
  - *Datum WGS 1984*→*Next*
  - Pilih *No Geoid Model*→*Finish* lalu klik ok pada *dialog box project Settings*.

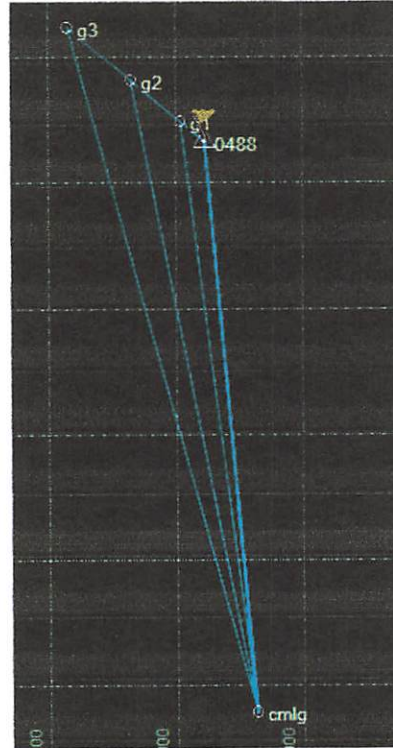


Gambar 3.11 Proses Pemilihan Sistem Koordinat Dan Datum

## 2. Import Data

- a. Proses import data GPS dalam *software TBC*, dilakukan dengan memilih *file*→*Import*, maka menu import akan muncul pada

bagian kanan *windos TBC* pada menu import, pilih data yang akan diimport lalu klik tombol Import. Proses ini dilakukan berulang hingga seluruh data pengamatan GPS selesai diimport.



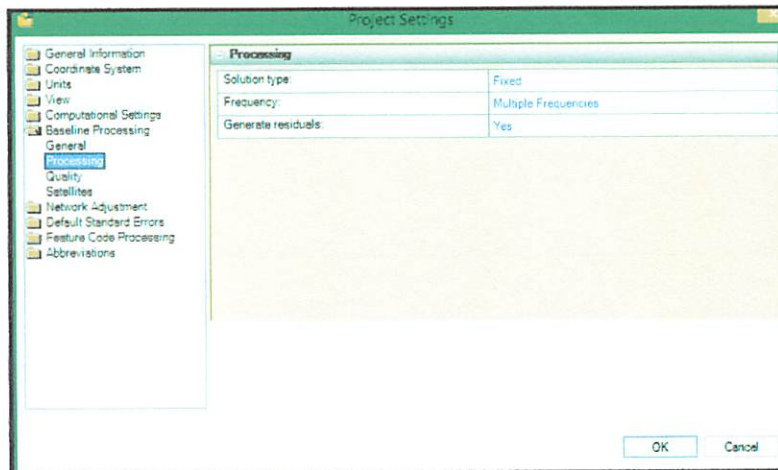
Gambar 3.12 Baseline Hasil Import Data

### 3. Pemrosesan *Base line*

Tahap pengolahan setelah dilakukan proses import data dijelaskan sebagai berikut :

a. Melakukan pengaturan pada *base line processing style* :

- *Solution Type* : *Fixed*
- *Frequency* : *Multiple Frequencies*
- *Processing Interval* : *Use all data*
- *Antenna model* : *Automatic*
- *Ephemeris Type* : *Automatic*

Gambar 3.13 Pengaturan Pada *Baseline Processing Style*

- b. Kemudian dilakukan proses *base line* dengan memilih menu *survey Process baselines*, dan setelah proses *base line* dilakukan, kita mendapatkan report yang menginformasikan hasil perhitungan dari setiap *baseline*.

Table 3.3 Informasi Pemrosesan *Base line Report*

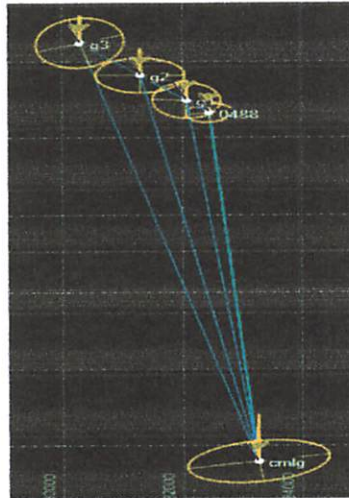
Baseline Processing Report									
Acceptance Summary									
Processed		Passed		Flag		Fail			
7		7		0		0			
Processing Summary									
Observation	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	DX (Meter)	DY (Meter)	DZ (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	DHeight (Meter)
0488—g1	Fixed	0.007	0.015	329.344	198.836	314.931	310°02'17"	496.971	12.716
0488—g2	Fixed	0.008	0.019	1002.907	614.402	959.412	309°59'55"	1516.957	47.200
0488—g3	Fixed	0.007	0.018	1868.785	1163.360	1780.242	309°49'38"	2828.829	106.339
Cmlg—0488	Fixed	0.006	0.037	275.972	1513.273	8979.086	354°43'25"	9109.108	36.478
Cmlg—g1	Fixed	0.019	0.039	605.503	1712.571	9293.817	352°36'22"	9468.784	49.573
Cmlg—g2	Fixed	0.022	0.051	1278.741	2128.221	9938.558	348°44'28"	10242.805	84.221
Cmlg—g3	Fixed	0.019	0.046	2144.691	2676.447	10759.384	344°32'19"	11290.916	142.663

Pemrosesan *base line* menghasilkan nilai ketelitian dari pengolahan *vector base line* seperti *RMS*, *horizontal precision*, *vertical precision*, *maksimum PDOP* yang dilaporkan dalam laporan pemrosesan *base line* TBC pada Lampiran.

4. Proses Perataan Jaringan

Pada tahap berikutnya dilakukan perataan jaringan dengan cara *base line* digabungkan sehingga bisa mendapatkan nilai koordinat yang dicari.

- a. Proses perataan jaringan dilakukan dengan memilih menu *survey – adjust network*. Dengan selesainya proses *network adjustment* akan diperoleh nilai koordinat titik yang dicari beserta nilai ketelitian titik tersebut seperti yang ditampilkan dalam *report network adjustment*.



Gambar 3.14 Network Adjustment Software TBC

Control Coordinate Comparisons				
Values shown are control coordinates minus adjusted coordinates.				
Point ID	ΔEasting (Meter)	ΔNorthing (Meter)	ΔElevation (Meter)	ΔHeight (Meter)
0483	0.064	-0.001	-	-

Adjusted Grid Coordinates							
Point ID	Easting (Meter)	Easting Error (Meter)	Northing (Meter)	Northing Error (Meter)	Elevation (Meter)	Elevation Error (Meter)	Fixed
0483	682458.183	0.048	9126659.563	0.049	-	-	-
ctrl0	683259.512	0.075	9117385.654	0.062	-	-	-
0484	682078.921	0.097	9126980.755	0.086	-	-	-
0485	681299.964	0.111	9127639.246	0.068	-	-	-
0486	680292.906	0.100	9128479.972	0.097	-	-	-

Coordinates from a free adjustment should only be used for the analysis of the inner accuracy of the network. They should not be distributed as final results.

Adjusted Geodetic Coordinates					
Point ID	Latitude	Longitude	Height (Meter)	Height Error (Meter)	Fixed
0483	5°43'51.3880"	E112°39'18.2810"	509.655	0.167	-
ctrl0	5°45'46.6433"	E112°39'43.6308"	473.040	0.129	-
0484	5°43'40.9820"	E112°39'03.6620"	522.400	0.265	-
0485	5°43'19.6479"	E112°38'40.3470"	556.903	0.127	-
0486	5°42'52.4104"	E112°38'07.3615"	614.953	0.312	-

Gambar 3.15 Report Proses Network Adjustment Software TBC

Pemrosesan menghasilkan koordinat beserta nilai ketelitian dari pengolahan *Network Adjustment* yang dilaporkan dalam laporan pemrosesan *Network Adjustment TBC* pada Lampiran.

### 3.5 Uji statistik

Sebelum melakukan uji statistik terhadap metode uji statistik *t-student* dan *chi-square*, harus mencari standar deviasi tiap-tiap titik dengan rumus :

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

#### 3.5.1 Uji statistik *t-student*

Uji statistik *t-student* dilakukan pada *easting*, *northing*, dan *height* pada pengukuran RTK sebagai sampel terhadap hasil pengamatan Statik sebagai yang dianggap benar, dengan menggunakan rumus

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{\sigma_{\bar{x}}}$$

Dibawah ini adalah contoh perhitungan *t-student* easting g3 dari pengamatan RTK (sampel) terhadap pengamatan Statik.

$$T = \frac{680293.2237 - 680292.981}{0.001} = 196.784$$

Setelah mengetahui nilai *t* hitung, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *t* table sesuai dengan rumus  $|T| \geq \frac{t_{\alpha}}{2}$  *n*-1, jika nilai *t* hitung lebih dari nilai *t* table, maka *H*<sub>0</sub> ditolak.

Memasukan nilai alfa dari tingkat kepercayaan 95% dan nilai *degree of freedom* (*n*-1) yaitu 9, maka akan muncul hasil tabel *t student* untuk nilai *upper*, adalah 2.26215716, atau dapat dilihat pada *t* tabel.

Degrees of freedom:	<input type="text" value="9"/>	
Probability level:	<input type="text" value="0.025"/>	
<input type="button" value="Calculate!"/>		
t-value (right-tail):	2.26215716	
t-value (two-tailed):	+/- 2.68501085	

Gambar 3.16 Hasil Nilai *Upper T Student*

Hasil perhitungan *uji statistic* menyatakan bahwa nilai T hitung adalah 2.26215716, nilai tersebut lebih besar dari nilai t-tabel maka  $H_0$  ditolak.

### 3.5.1 Uji statistik *Chi-Square*

*Uji statistic Chi-Square* dilakukan pada *easting*, *northing*, dan *height* pada pengukuran RTK sebagai sampel terhadap hasil pengamatan Statik sebagai yang dianggap benar dengan tahapan sebagai berikut :

- menentukan hipotesa  
 $H_0 = S_2 = 0.05$   
 $H_1 = S_2 \neq 0.05$
- Dibawah ini adalah contoh perhitungan chi-square *easting* g3 dari pengamatan RTK (sampel) terhadap pengamatan Statik, menggunakan rumus :

$$\chi^2 = \frac{vS^2}{\sigma^2} = \chi^2 = \frac{9(0.002)^2}{0.02^2} = 7.090000009$$

Melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *upper* dan *lower* sesuai dengan rumus  $\chi^2_{\alpha/2, r} < \chi^2 < \chi^2_{1-\alpha/2, r}$ , jika  $\chi^2$  tidak berada pada rentang nilai *upper* dan *lower* maka  $H_0$  ditolak.

Memasukan nilai alfa dari tingkat kepercayaan 95% nilai alfa *upper* yaitu 0.025 (0.05 : 2), kemudian *degree of freedom* (n-1) = 9.

dan nilai alfa *lower* yaitu 0.975, kemudian memasuka *degree of freedom* perhitungan yaitu 9.

9	1.735	2.700	12.242	14.684	16.919	19.023
---	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Gambar 3.17 Hasil Nilai *Upper* dan *lower Chi-Square*

Hasil table chi-square untuk nilai *upper* adalah 19.023, dan nilai *lower* 2.700.

Hasil perhitungan uji statistik *chi-square* menyatakan bahwa nilai 7.090000 maka nilai tersebut berada diantara rentang nilai *upper* dan *lower*, maka  $H_0$  diterima.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang dilakukan terhadap data pengamatan Radial dan RTK, menggunakan asumsi yang telah ditentukan yaitu nilai koordinat pengukuran static digunakan sebagai acuan. Hasil koordinat pengukuran metode Radial dan RTK, masing-masing akan dibandingkan terhadap koordinat hasil pengukuran Static.

#### 4.1 Data Hasil Pengamatan

##### 4.1.1 Data Hasil Pengamatan Statik

File report dari pengolahan disusun ulang sebagai berikut:

Tabel 4.1 Koordinat Hasil Pengamatan Statik

No. Titik	Easting (m)	Northing (m)	Height	$\sigma E$ (m)	$\sigma N$ (m)	$\sigma h$ (m)
Cmlg	683259.593	9117585.672	472.807			
0488	682458.257	9126659.597	509.444	0.0020	0.0020	0.0190
g1	682078.996	9126980.790	522.186	0.0055	0.0050	0.0135
g2	681300.038	9127639.280	556.689	0.0060	0.0035	0.0180
g3	680292.981	9128480.006	615.739	0.0050	0.0050	0.0160

##### 4.1.2 Data Hasil Pengamatan RTK

Hasil *ekspor* data RTK dari *GPS Trimble 5700*, disusun ulang menggunakan *Microsoft Excell*. Pengambilan data RTK dilakukan sebanyak 10 sampel selama 10 menit di tiap sesi pengamatan. Dari data sampel akan dicari koordinat rata-rata, selanjutnya dicari standar deviasi, dilakukan dengan cara nilai rata-rata dikurangi pengukuran ke-1  $(X_{rata} - X_n)$ , kemudian dikuadratkan  $(X_{rata} - X_n)^2$ , hasil pengkuadratan kemudian dibagi dengan *degrees of freedom*  $(n-1)$ , dan hasilnya diakarkan  $\sqrt{((X_{rata} - X_n)^2 / n-1)}$ . Tabel perhitungan standart deviasi selengkapnya dapat dilihat di lampiran.

Data hasil perhitungan akan ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 0488

NO	Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	$\sigma$ E (m)	$\sigma$ N (m)	$\sigma$ h (m)
1	0488	682458.562	9126659.687	518.302	0.002	0.001	0.004
2	0488	682458.559	9126659.686	518.301	0.001	0.001	0.004
3	0488	682458.557	9126659.69	518.289	0.001	0.0004	0.0002
4	0488	682458.556	9126659.692	518.288	0.0003	0.001	0.0005
5	0488	682458.557	9126659.693	518.278	0.001	0.001	0.004
6	0488	682458.561	9126659.695	518.286	0.002	0.002	0.001
7	0488	682458.557	9126659.692	518.296	0.001	0.001	0.002
8	0488	682458.55	9126659.688	518.285	0.002	0.0003	0.002
9	0488	682458.546	9126659.683	518.287	0.003	0.002	0.001
10	0488	682458.547	9126659.683	518.283	0.003	0.002	0.002
rata-rata					0.002	0.001	0.002

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 1

NO	Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	$\sigma$ E (m)	$\sigma$ N (m)	$\sigma$ h (m)
1	G1	682079.286	9126980.884	531.178	0.001	0.0005	0.002
2	G1	682079.292	9126980.881	531.179	0.001	0.0005	0.002
3	G1	682079.289	9126980.882	531.181	0.0001	0.0002	0.001
4	G1	682079.287	9126980.885	531.187	0.001	0.001	0.001
5	G1	682079.288	9126980.885	531.192	0.0004	0.001	0.002
6	G1	682079.287	9126980.883	531.186	0.001	0.0002	0.002
7	G1	682079.287	9126980.882	531.180	0.001	0.0002	0.0002
8	G1	682079.288	9126980.883	531.183	0.0004	0.0002	0.001
9	G1	682079.292	9126980.882	531.196	0.001	0.0002	0.004
10	G1	682079.296	9126980.878	531.191	0.002	0.0015	0.002
rata-rata					0.001	0.001	0.002

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 2

NO	Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	$\sigma$ E (m)	$\sigma$ N (m)	$\sigma$ h (m)
1	G2	681300.332	9127639.353	565.710	0.0003	0.002	0.005
2	G2	681300.339	9127639.346	565.703	0.003	0.0003	0.002
3	G2	681300.337	9127639.348	565.692	0.002	0.0003	0.001
4	G2	681300.334	9127639.351	565.701	0.001	0.001	0.002
5	G2	681300.333	9127639.353	565.700	0.0007	0.002	0.001
6	G2	681300.329	9127639.343	565.682	0.0007	0.001	0.005
7	G2	681300.328	9127639.342	565.690	0.001	0.002	0.002
8	G2	681300.327	9127639.343	565.689	0.001	0.001	0.002
9	G2	681300.325	9127639.345	565.695	0.002	0.0007	0.0004
10	G2	681300.326	9127639.346	565.699	0.002	0.0003	0.001
rata-rata					0.002	0.001	0.003



Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Titik 3

NO	Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	$\sigma E$ (m)	$\sigma N$ (m)	$\sigma h$ (m)
1	G3	680293.226	9128480.084	624.839	0.001	0.0004	0.001
2	G3	680293.227	9128480.080	624.840	0.001	0.001	0.001
3	G3	680293.223	9128480.083	624.837	0.001	0.0003	0.0003
4	G3	680293.231	9128480.084	624.835	0.001	0.0003	0.0004
5	G3	680293.218	9128480.076	624.841	0.002	0.001	0.002
6	G3	680293.226	9128480.089	624.832	0.002	0.001	0.001
7	G3	680293.228	9128480.082	624.836	0.001	0.001	0.0004
8	G3	680293.221	9128480.080	624.833	0.001	0.001	0.001
9	G3	680293.222	9128480.084	624.836	0.001	0.0004	0.001
10	G3	680293.224	9128480.091	624.831	0.002	0.003	0.002
rata-rata					0.001	0.001	0.001

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Koordinat Pengamatan RTK Rata-Rata Dan Standar Deviasi

Point	Rata-Rata					
	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	$\sigma E$ (m)	$\sigma N$ (m)	$\sigma h$ (m)
base (0488)	682458.555	9126659.689	518.2895	0.002	0.001	0.002
G1	682079.289	9126980.883	531.1853	0.001	0.001	0.002
G2	681300.331	9127639.347	565.6961	0.002	0.001	0.003
G3	680293.224	9128480.083	624.8361	0.001	0.001	0.001

## 4.2 Analisa Perbedaan Kordinat

Koordinat hasil pengamatan static digunakan sebagai referensi untuk melakukan perhitungan. Dari nilai perbedaan koordinat static dan radial, juga static dan RTK akan digambarkan dalam grafik agar memudahkan analisa seberapa signifikan perbedaan nilai koordinat. Perhitungan akan disajikan dalam table sebagai berikut:

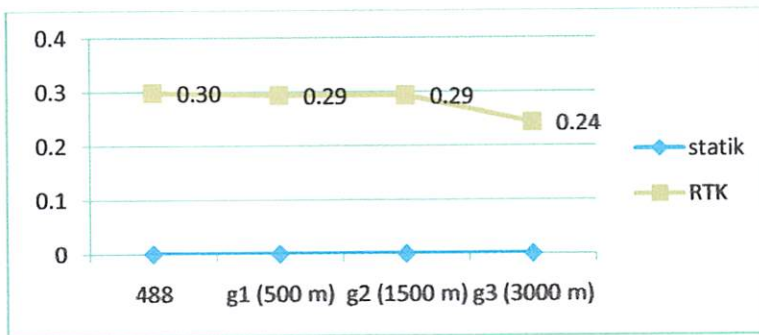
### 4.2.1 Analisa Perbedaan Kordinat Statik dan RTK

Analisa yang dilakukan adalah perbedaan kordinat pada pengamatan static sebagai referensi dan pengamatan RTK. Perbedaan koordinat didapatkan dengan menghitung nilai easting, northing dan height antara static dan RTK yang hasilnya ditampilkan dalam tabe berikut:

Tabel 4.7 Selisih Koordinat Statik dan RTK

selisih RTK-statik			
No. Titik	Easting (m)	Northing (m)	Height
488	0.30	0.09	8.85
g1rata-rata	0.29	0.09	9.00
g2rata-rata	0.29	0.07	9.01
g3rata-rata	0.24	0.08	9.10

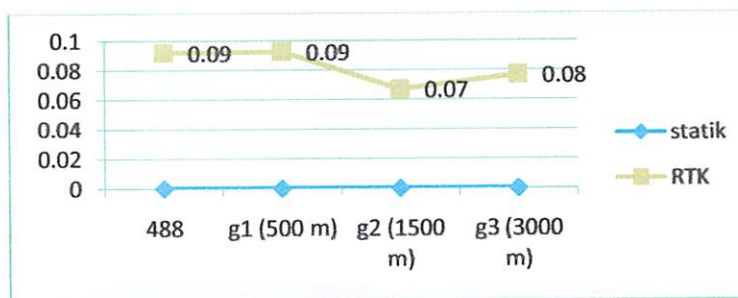
## 1. Grafik perbedaan nilai easting static dan RTK



Gambar 4.1 Selisih Nilai Koordinat easting Statik dan RTK

Dari grafik selisih nilai easting pengukuran Static dan RTK, dapat dilihat nilai perbedaan RTK yang paling besar pada pengamatan titik base (0488) = 0.30 m, dan yang paling kecil pada pengamatan titik g3 = 0.24m

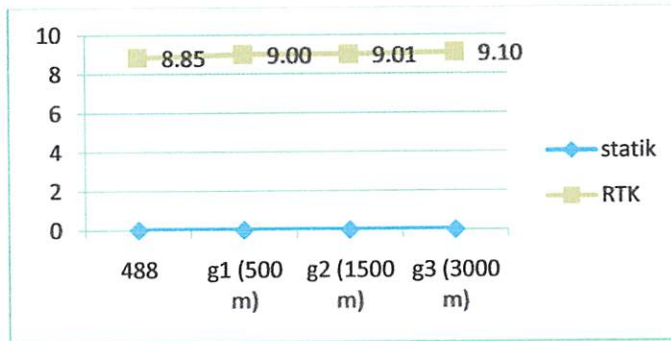
## 2. Grafik perbedaan nilai northing static dan RTK



Gambar 4.2 Selisih Nilai Koordinat northing Statik dan RTK

Dari grafik selisih nilai northing pengukuran Static dan RTK, dapat dilihat nilai perbedaan RTK yang paling besar pada pengamatan titik base (0488) dan pada titik  $g1 = 0.09$  m, dan yang paling kecil pada pengamatan titik  $g2 = 0.07$  m

### 3. Grafik perbedaan nilai height static dan RTK



Gambar 4.3 Selisih Nilai Koordinat height Statik dan RTK

Dari grafik selisih nilai height pengukuran Static dan RTK, dapat dilihat nilai perbedaan RTK yang paling besar pada pengamatan titik  $g3 = 9.10$  m, dan yang paling kecil pada pengamatan titik base (0488) = 8.85m.

### 4.3 Analisa Statistik *Test Of Mean (T-Student)*

Perhitungan uji *t student* untuk nilai koordinat *Easting*, *Northing*, dan *height* tersebut dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% ( $0.05 : 2 = 0.025$ ), dengan nilai yang dihipotesakan adalah nilai pengamatan statik. Uji tersebut dilakukan pada pengukuran Radial dan pengukuran RTK. Nilai *t* hitung akan ditolak dengan ketentuan  $|T| \geq \frac{t\alpha}{2}, n-1$ .

#### 4.3.1 Analisis Statistik T-Student Pengamatan Statik dan RTK

Pada pengukuran RTK, diketahui dof untuk pengamatan untuk masing-masing titik adalah 9. Nilai *t* hitung akan ditolak jika nilai *t* hitung lebih dari atau sama dengan 2.26215716, (dapat dilihat pada T-Table pada lampiran)

Degrees of freedom:	<input type="text" value="9"/>	<a href="#">?</a>
Probability level:	<input type="text" value="0.025"/>	<a href="#">?</a>
<b>Calculate!</b>		
t-value (right-tail):	2.26215716	
t-value (two-tailed):	+/- 2.68501085	

Gambar 4.4 Hasil nilai *upper t student*

Hasil uji hipotesa *easting northing* dan *height* dari pengamatan Statik dan RTK adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Uji Statistic Nilai Easting Pengukuran Statik Dan RTK

No. Titik	Statik	RTK	$\sigma$ easting RTK	dof	Niai T hitung	keterangan
	Easting ( $\mu\sigma$ )	rata-rata easting				
base (0488)	682458.257	682458.5552	0.002	9	167.99	ditolak
g1	682078.996	682079.2892	0.001	9	354.677	ditolak
g2	681300.038	681300.331	0.002	9	194.614	ditolak
g3	680292.981	680293.2237	0.001	9	196.784	ditolak

Tabel 4.9 Tabel Hasil Uji Statistic Nilai Nortning Pengukuran Statik Dan RTK

No. Titik	Statik	RTK	$\sigma$ Northting RTK	dof	Niai T hitung	keterangan
	Northing ( $\mu\sigma$ )	rata-rata Northing				
base (0488)	9126659.597	9126659.689	0.001	9	69.603	ditolak
g1	9126980.79	9126980.883	0.001	9	185.000	ditolak
g2	9127639.28	9127639.347	0.001	9	51.555	ditolak
g3	9128480.006	9128480.083	0.001	9	90.000	ditolak

Tabel 4.10 Tabel Hasil Uji Statistic Nilai Height Pengukuran Statik Dan RTK

No. Titik	Statik	RTK	$\sigma$ Height RTK	dof	Niai T hitung	keterangan
	Height( $\mu\sigma$ )	rata-rata Height				
base (0488)	509.444	518.2895	0.002	9	3589.621	ditolak
g1	522.186	531.1853	0.002	9	5152.271	ditolak
g2	556.689	565.6961	0.003	9	3509.260	ditolak
g3	615.739	624.8361	0.001	9	9410.793	ditolak

Dari uji t student yang sudah dilakukan pada pengamatan static dan RTK, didapatkan:

1. Untuk nilai easting 100% menolak  $H_0$ , dan menerima  $H_1$  sehingga dari uji statistic yang dilakukan terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata static dan rata-rata RTK sebesar 0.282 m.
2. Untuk nilai northing 100% menolak  $H_0$ , dan menerima  $H_1$  sehingga dari uji statistic yang dilakukan terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata static dan rata-rata RTK sebesar 0.802 m.
3. Untuk nilai height 100% menolak  $H_0$ , dan menerima  $H_1$  sehingga dari uji statistic yang dilakukan terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata static dan rata-rata RTK sebesar 8.987 m.

#### 4.4 Analisa Statistik Chi-Square

Perhitungan uji chi-square untuk nilai koordinat *Easting*, *Northing*, dan *height* tersebut dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% ( $0.05 : 2 = 0.025$ ), dengan nilai yang dihipotesakan adalah nilai ketelitian standar deviasi dari pengukuran statik. Uji tersebut dilakukan pada pengukuran Radial dan pengukuran RTK. Nilai perhitungan hitung  $\chi^2$  akan ditolak dengan ketentuan

$$\chi_{\alpha/2r}^2 < \frac{rs^2}{\sigma_0^2} < \chi_{1-\alpha/2r}^2$$

##### 4.4.1 Analisa Statistik Chi-Square Pengamatan Statik dan RTK

Pada pengukuran RTK, diketahui dofnya adalah 9. Nilai  $\chi^2$  hitung akan ditolak jika nilai  $\chi^2$  hitung tidak berada di antara nilai upper = 19.023, dan lower = 2.700 pada chi-square table (dapat dilihat pada Chi-Table pada lampiran)

9	1.735	2.700	12.242	14.684	16.919	19.023
---	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Gambar 4.5 Hasil Nilai Upper dan Lower Chi-Square

Hasil uji hipotesa *easting* *northing* dan *height* dari pengamatan Statik dan RTK adalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil Uji Statistic Nilai Easting Pengukuran Statik Dan RTK

v (n-1)	no titik	Statistik	RTK	Nilai hitung	keterangan
		$\sigma$ Easting (m)	$\sigma$ Easting (m)		
9	base (0488)	0.002	0.002	7.09000	diterima
9	g1	0.01	0.001	0.203	ditolak
9	g2	0.01	0.002	0.567	ditolak
9	g3	0.01	0.001	0.548	ditolak

Tabel 4.12 Hasil Uji Statistic Nilai Northing Pengukuran Statik Dan RTK

v (n-1)	no titik	Statistik	RTK	Nilai hitung	keterangan
		$\sigma$ Northing (m)	$\sigma$ Northing (m)		
9	base (0488)	0.002	0.001	3.922	diterima
9	g1	0.01	0.001	0.090	ditolak
9	g2	0.004	0.001	1.241	ditolak
9	g3	0.01	0.001	0.262	ditolak

Tabel 4.13 Hasil Uji Statistic Nilai Height Pengukuran Statik Dan RTK

v (n-1)	no titik	Statistik	RTK	Nilai hitung	keterangan
		$\sigma$ Height (m)	$\sigma$ Height (m)		
9	base (0488)	0.02	0.002	0.15138504	ditolak
9	g1	0.01	0.002	0.15065898	ditolak
9	g2	0.02	0.003	0.18299383	ditolak
9	g3	0.02	0.001	0.03285156	ditolak

Hasil uji hipotesa chi-square pengamatan static dan RTK yang dilakukan mendapatkan:

1. Untuk nilai easting, northing, dan height 95% menolak  $H_0$ , dan menerima  $H_1$  sehingga dari uji statistic yang dilakukan terdapat perbedaan yang signifikan antara ketelitian standar deviasi pengukuran static dan standar deviasi pengukuran RTK.
2. Ketelitian standar deviasi nilai easting, northing dan height yang dihasilkan dari pengamatan RTK tidak sebaik dengan ketelitian nilai standar deviasi nilai easting, northing dan height dari pengamatan static.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Hasil uji statistic t student antara pengamatan static dan radial dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, adalah 99% menolak Ho dan menerima H1.
2. Hasil uji statistic t student antara pengamatan static dan RTK dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, adalah, 100% menolak Ho dan menerima H1.
3. Hasil uji statistic chi-square antara pengamatan static dan radial dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, adalah, 100% menolak Ho dan menerima H1.
4. Hasil uji chi-square antara pengamatan static dan RTK dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, adalah 100% menolak Ho dan menerima H1.
5. Waktu dan jarak yang dilakukan pada saat pengamatan harus disesuaikan dengan peraturan yang sudah ditetapkan.
6. Waktu pengukuran harus dilakukan pada saat pagi dan sore hari, untuk hasil pengukuran yang maksimal.
7. Pemilihan lokasi titik patok harus dilokasi yang bagus, sehingga dapat mengurangi multipath.

#### **5.2 Saran**

Pada saat akan meakukan pengukuran, perlu adanya rencana dan persiapan yang matang, pengambilan sampe tiap titik diusahakan 5 sampe untuk memudahkan pada saat pengahan data, juga ama pengamatan diperhatikan agar data yang dihasilkan dapat diah dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2000. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Abidin, H.Z. 2006 "Studying Landsubsidence of Bandung Basin (Indonesia) Using GPS Survey Method".
- Abidin, H.Z., 2007. *Penentan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Abidin, H.Z., dkk. 2011. *Survei Dengan GPS*. Bandung, ITB
- Bock, Y (1986). "Reference Systems." In *GPS for Gedesy*, edited by A. Kleusberg et all. *Lecture Notes in Earth Sciences*. Springer Verlag Berlin.
- Tranquila, J.M., et all (1987). "Field experiments in NAVSTAR signal multipath, imaging and phase centre errors. Final report to Departmen of Fisheries and ceans, Canada Februari.
- Langley, R.B. (1998). *RTK GPS*, *GPS World*, Vol. 9, No. 9, September,pp. 70-76.
- Misra, P. and P. Enge (2001). *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*. Lincoln Massachusetts
- Seeber, G. (2003). *Satellite Geodesy, Foundations, Methods, and Aplications*. SNI, 19-6724-2002. *Jaring kontrol horizontal*. Walter de Gruyter, Berlin
- Sugiyono, (2013). *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta Bandung
- Trimble (2017). *Website dari Trimble Navigation System*. Alamat situs <http://www.trimble.com/>.
- Usman , H & R. Purnomo Setiady Akbar. (2000). *Pengantar Statistika*. Jakarta : Bumi Aksara
- Wells, D.E., N. Beck, D. Delikaraoglou, A. Kleusberg, E.J. Krakiwsky, G. Lachapelle, R.B. Langley, M. Nakiboglu, K.P. Schwarz, J.M. Tranquila, P. Vanicek (1986). *Guide to GPS Positioning*. Canadian GPS Associates, Fredericton, N.B., Canada
- Wells, D.E. (1992). *Personal Communication*. Professor at the Department of Geodesy and Geomatic Engineering, University of New Brnswick, Fredericton, N.B., Canada



# **LAMPIRAN A**

## **PERHITUNGAN STANDART DEVIASI DATA RTK**

**TABEL PERHITUNGAN STANDART DEVIASI RTK TITIK G0**

Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	Xrata-Xn	Yrata-Yn	h rata-hn	(Xrata-Xn)^2	(Yrata-Yn)^2	(h rata-hn)^2	kuadrat	DOF (n-1)
G0	682458.562	9126659.687	518.302	-0.0068	0.0019	0.0125	0.00005	0.000004	0.0002	2	9
G0	682458.559	9126659.686	518.301	-0.0038	0.0029	0.0115	0.00001	0.00001	0.0001		
G0	682458.557	9126659.69	518.289	-0.0018	-0.0011	0.0005	0.000003	0.000001	0.0000003		
G0	682458.556	9126659.692	518.288	-0.0008	-0.0031	0.0015	0.000001	0.00001	0.000002		
G0	682458.557	9126659.693	518.278	-0.0018	-0.0041	0.0115	0.000003	0.00002	0.0001		
G0	682458.561	9126659.695	518.286	-0.0058	-0.0061	0.0035	0.00003	0.00004	0.00001		
G0	682458.557	9126659.692	518.296	-0.0018	-0.0031	0.0065	0.000003	0.00001	0.00004		
G0	682458.55	9126659.688	518.285	0.0052	0.0009	0.0045	0.00003	0.000001	0.00002		
G0	682458.546	9126659.683	518.287	0.0092	0.0059	0.0025	0.0001	0.00003	0.00001		
G0	682458.547	9126659.683	518.283	0.0082	0.0059	0.0065	0.0001	0.00003	0.00004		
Rata-Rata	682458.5552	9126659.689	518.2895	Rata-Rata			0.00003	0.00002	0.0001		
				Standart Deviasi			0.002	0.001	0.002		

TABEL PERHITUNGAN STANDART DEVIASI RTK TITIK G1

Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	Xrata- Xn	Yrata-Yn	h rata- hn	(Xrata- Xn)^2	(Yrata- Yn)^2	(h rata- hn)^2	kuadrat	DOF (n- 1)
G1	682079.286	9126980.884	531.178	0.0032	-0.0015	0.0073	0.00001	0.000002	0.00005	2	9
G1	682079.292	9126980.881	531.179	-0.0028	0.0015	0.0063	0.00001	0.000002	0.00004		
G1	682079.289	9126980.882	531.181	0.0002	0.0005	0.0043	0.00000004	0.0000003	0.00002		
G1	682079.287	9126980.885	531.187	0.0022	-0.0025	-	0.000005	0.000006	0.000003		
G1	682079.288	9126980.885	531.192	0.0012	-0.0025	-	0.000001	0.000006	0.00004		
G1	682079.287	9126980.883	531.186	0.0022	-0.0005	-	0.000005	0.0000002	0.0000005		
G1	682079.287	9126980.882	531.180	0.0022	0.0005	0.005	0.000005	0.0000003	0.00003		
G1	682079.288	9126980.883	531.183	0.0012	-0.0005	0.0023	0.000001	0.0000002	0.000005		
G1	682079.292	9126980.882	531.196	-0.0028	0.0005	0.0107	0.00001	0.0000003	0.0001		
G1	682079.296	9126980.878	531.191	-0.0068	0.0045	0.0057	0.00005	0.00002	0.00003		
Rata- Rata	682079.2892	9126980.883	531.1853	Rata- Rata			0.00001	0.000004	0.00003		
				Standart Deviasi			0.001	0.001	0.002		

TABEL PERHITUNGAN STANDART DEVIASI RTK TITIK G2

Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	Xrata-Xn	Yrata-Yn	h rata-hn	(Xrata-Xn)^2	(Yrata-Yn)^2	(h rata-hn)^2	kuadrat	DOF (n-1)
G2	681300.332	9127639.353	565.710	-0.001	-0.006	-	0.000001	0.00004	0.0002	2	9
G2	681300.339	9127639.346	565.703	-0.008	0.001	-	0.00006	0.000001	0.00005		
G2	681300.337	9127639.348	565.692	-0.006	-0.001	-	0.00004	0.000001	0.00002		
G2	681300.334	9127639.351	565.701	-0.003	-0.004	-	0.00001	0.00002	0.00002		
G2	681300.333	9127639.353	565.700	-0.002	-0.006	-	0.000004	0.00004	0.00002		
G2	681300.329	9127639.343	565.682	0.002	0.004	-	0.000004	0.00002	0.0002		
G2	681300.328	9127639.342	565.690	0.003	0.005	-	0.00001	0.00002	0.00004		
G2	681300.327	9127639.343	565.689	0.004	0.004	-	0.00002	0.00002	0.0001		
G2	681300.325	9127639.345	565.695	0.006	0.002	-	0.00004	0.000004	0.000001		
G2	681300.326	9127639.346	565.699	0.005	0.001	-	0.00003	0.000001	0.00001		
Rata-Rata	681300.331	9127639.347	565.6961	Rata-Rata			0.00002	0.00002	0.00006		
				Standart Deviasi			0.002	0.001	0.003		

**TABEL PERHITUNGAN STANDART DEVIASI RTK TITIK G3**

Point	Easting(m)	Northing(m)	heihgt (m)	Xrata-Xn	Yrata-Yn	h rata-hn	(Xrata-Xn)^2	(Yrata-Yn)^2	(h rata-hn)^2	kuadrat	DOF (n-1)
G3	680293.226	9128480.084	624.839	-0.0023	-0.001	-0.003	0.00001	0.000001	0.00001	2	9
G3	680293.227	9128480.080	624.840	-0.0033	0.003	-0.004	0.00001	0.00001	0.00002		
G3	680293.226	9128480.082	624.837	-0.0023	0.001	-0.001	0.00001	0.000001	0.000001		
G3	680293.228	9128480.082	624.835	-0.0043	0.001	0.001	0.00002	0.000001	0.000001		
G3	680293.230	9128480.085	624.841	-0.006	-0.002	-0.005	0.00004	0.000005	0.00002		
G3	680293.218	9128480.079	624.832	0.0057	0.004	0.004	0.00003	0.00001	0.00002		
G3	680293.221	9128480.081	624.835	0.0027	0.002	0.001	0.00001	0.000003	0.000001		
G3	680293.22	9128480.080	624.833	0.0037	0.003	0.003	0.00001	0.00001	0.00001		
G3	680293.222	9128480.084	624.838	0.0017	-0.001	-0.002	0.000003	0.000001	0.000004		
G3	680293.219	9128480.091	624.831	0.0047	-0.008	0.005	0.00002	0.00007	0.00003		
Rata-Rata	680293.2237	9128480.083	624.8361	Rata-Rata			0.00002	0.000011	0.00001		
				Standart Deviasi			0.001	0.001	0.001		

## **LAMPIRAN B**

# **BASELINE PROCESING REPORT STATIK**

<b>Project Information</b>		<b>Coordinate System</b>	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Processing Summary

Observation	From	To	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	ΔHeight (Meter)
<a href="#">0488 --- g1 (B11)</a>	<a href="#">0488</a>	<a href="#">g1</a>	Fixed	0.007	0.015	310°02'17"	496.971	12.716
<a href="#">0488 --- g2 (B3)</a>	<a href="#">0488</a>	<a href="#">g2</a>	Fixed	0.008	0.019	309°59'55"	1516.957	47.200
<a href="#">0488 --- g3 (B5)</a>	<a href="#">0488</a>	<a href="#">g3</a>	Fixed	0.007	0.018	309°49'38"	2828.829	106.339
<a href="#">cmlg --- 0488 (B4)</a>	<a href="#">cmlg</a>	<a href="#">0488</a>	Fixed	0.006	0.037	354°43'25"	9109.108	36.478
<a href="#">cmlg --- g1 (B12)</a>	<a href="#">cmlg</a>	<a href="#">g1</a>	Fixed	0.019	0.039	352°36'22"	9468.784	49.573
<a href="#">cmlg --- g2 (B1)</a>	<a href="#">cmlg</a>	<a href="#">g2</a>	Fixed	0.022	0.051	348°44'28"	10242.805	84.221
<a href="#">cmlg --- g3 (B6)</a>	<a href="#">cmlg</a>	<a href="#">g3</a>	Fixed	0.019	0.046	344°32'19"	11290.916	142.663

### Acceptance Summary

Processed	Passed	Flag	Fail
7	7	0	0

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------

<b>Antenna Height (Measured):</b>	1.146 m	1.324 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of notch

### Processing Style

<b>Elevation Mask:</b>	30.0 deg
<b>Auto Start Processing:</b>	Yes
<b>Start Automatic ID Numbering:</b>	AUTO0001
<b>Continuous Vectors:</b>	No
<b>Generate Residuals:</b>	Yes
<b>Antenna Model:</b>	Automatic
<b>Ephemeris Type:</b>	Automatic
<b>Frequency:</b>	L1 only
<b>Force Float:</b>	No

### Acceptance Criteria

Vector Component	Flag <sup>P</sup>	Fail <sup>P</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------



<b>To:</b>	gl				
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Easting</b>	682079.027 m	<b>Latitude</b>	S7°53'40.98143"	<b>Latitude</b>	S7°53'40.98143"
<b>Northing</b>	9126980.774 m	<b>Longitude</b>	E112°39'05.86549"	<b>Longitude</b>	E112°39'05.86549"
<b>Elevation</b>	522.509 m	<b>Height</b>	522.509 m	<b>Height</b>	522.509 m

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-379.221 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	310°02'17"	<b>ΔX</b>	329.394 m
<b>ΔNorthing</b>	321.211 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	496.971	<b>ΔY</b>	198.717 m
<b>ΔElevation</b>	12.716 m	<b>ΔHeight</b>	12.716	<b>ΔZ</b>	314.949 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.003 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'01"	<b>σ ΔX</b>	0.004 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.003 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.003 m	<b>σ ΔY</b>	0.007 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.007 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.007 m	<b>σ ΔZ</b>	0.003 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000143505		
<b>Y</b>	-0.0000152294	0.0000460262	
<b>Z</b>	0.0000070527	-0.0000148586	0.0000101904

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	0488	gl
<b>Data File:</b>	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasi dari k umbu\GPS Statik Singosari\04882171.97o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasi dari k umbu\GPS Statik Singosari\16250809.dat
<b>Receiver Type:</b>	5700	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>	0220340488	0220339119
<b>Antenna Type:</b>	Zephyr	Zephyr Geodetic

Project Information		Coordinate System	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

0488 - g1 (2:27:45 PM-2:57:30 PM) (S11)

### Baseline Observation:

[0488 --- g1 \(B11\)](#)

**Processed:** 15-Jun-17 2:16:04 PM  
**Solution Type:** Fixed  
**Frequency used:** L1 only  
**Horizontal Precision:** 0.007 m  
**Vertical Precision:** 0.015 m  
**RMS:** 0.007 m  
**Ratio:** 13.766  
**Ephemeris used:** Broadcast  
**Antenna Model:** Trimble Calibration  
**Processing Start Time:** 21-Mar-17 2:27:45 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Stop Time:** 21-Mar-17 2:57:30 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Duration:** 00:29:45

### Vector Components (Mark to Mark)

From:	0488				
	Grid	Local		Global	
<b>Easting</b>	682458.248 m	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38808"	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38808"
<b>Northing</b>	9126659.563 m	<b>Longitude</b>	E112°39'18.28721"	<b>Longitude</b>	E112°39'18.28721"
				<b>Height</b>	509.793 m

<b>Project Information</b>		<b>Coordinate System</b>	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

0488 - g2 (11:38:15 AM-12:08:00 PM) (S3)

<b>Baseline Observation:</b>	<a href="#">0488 --- g2 (B3)</a>
<b>Processed:</b>	15-Jun-17 2:16:15 PM
<b>Solution Type:</b>	Fixed
<b>Frequency used:</b>	L1 only
<b>Horizontal Precision:</b>	0.008 m
<b>Vertical Precision:</b>	0.019 m
<b>RMS:</b>	0.012 m
<b>Ratio:</b>	4.306
<b>Ephemeris used:</b>	Broadcast
<b>Antenna Model:</b>	Trimble Calibration
<b>Processing Start Time:</b>	21-Mar-17 11:38:15 AM (Local: UTC0hr)
<b>Processing Stop Time:</b>	21-Mar-17 12:08:00 PM (Local: UTC0hr)
<b>Processing Duration:</b>	00:29:45

### Vector Components (Mark to Mark)

<b>From:</b>	0488					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	682458.248 m	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38808"	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38808"	
<b>Northing</b>	9126659.563 m	<b>Longitude</b>	E112°39'18.28721"	<b>Longitude</b>	E112°39'18.28721"	
		<b>Height</b>	509.793 m	<b>Height</b>	509.793 m	

<b>To:</b>	g2					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	681300.037 m	<b>Latitude</b>	S7°53'19.64847"	<b>Latitude</b>	S7°53'19.64847"	
<b>Northing</b>	9127639.230 m	<b>Longitude</b>	E112°38'40.34969"	<b>Longitude</b>	E112°38'40.34969"	
<b>Elevation</b>	556.993 m	<b>Height</b>	556.993 m	<b>Height</b>	556.993 m	

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-1158.211 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	309°59'55"	<b>ΔX</b>	1002.958 m
<b>ΔNorthing</b>	979.667 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	1516.957	<b>ΔY</b>	614.280 m
<b>ΔElevation</b>	47.200 m	<b>ΔHeight</b>	47.200	<b>ΔZ</b>	959.431 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.003 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.006 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.002 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.003 m	<b>σ ΔY</b>	0.008 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.010 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.010 m	<b>σ ΔZ</b>	0.002 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000359841		
<b>Y</b>	-0.0000415448	0.0000679279	
<b>Z</b>	0.0000091603	-0.0000124069	0.0000060683

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	0488	g2
<b>Data File:</b>	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari k umbu\GPS Statik Singosari\04882171.97o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari k umbu\GPS Statik Singosari\16250803.dat
<b>Receiver Type:</b>	5700	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>	0220340488	0220339119
<b>Antenna Type:</b>	Zephyr	Zephyr Geodetic
		-----

<b>Antenna Height (Measured):</b>	1.146 m	1.327 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of notch

**Processing Style**

<b>Elevation Mask:</b>	30.0 deg
<b>Auto Start Processing:</b>	Yes
<b>Start Automatic ID Numbering:</b>	AUTO0001
<b>Continuous Vectors:</b>	No
<b>Generate Residuals:</b>	Yes
<b>Antenna Model:</b>	Automatic
<b>Ephemeris Type:</b>	Automatic
<b>Frequency:</b>	L1 only
<b>Force Float:</b>	No

**Acceptance Criteria**

Vector Component	Flag <sup>F</sup>	Fail <sup>F</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------

<b>Project Information</b>		<b>Coordinate System</b>	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

0488 - g3 (1:06:00 PM-1:35:45 PM) (S5)

**Baseline Observation:**

[0488 --- g3 \(B5\)](#)

**Processed:** 15-Jun-17 2:16:26 PM  
**Solution Type:** Fixed  
**Frequency used:** L1 only  
**Horizontal Precision:** 0.007 m  
**Vertical Precision:** 0.018 m  
**RMS:** 0.010 m  
**Ratio:** 19.587  
**Ephemeris used:** Broadcast  
**Antenna Model:** Trimble Calibration  
**Processing Start Time:** 21-Mar-17 1:06:00 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Stop Time:** 21-Mar-17 1:35:45 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Duration:** 00:29:45

**Vector Components (Mark to Mark)**

<b>From:</b>	0488					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	682458.248 m	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38808"	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38808"	
<b>Northing</b>	9126659.563 m	<b>Longitude</b>	E112°39'18.28721"	<b>Longitude</b>	E112°39'18.28721"	
		<b>Height</b>	509.793 m	<b>Height</b>	509.793 m	

<b>To:</b>	g3					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	680292.949 m	<b>Latitude</b>	S7°52'52.41060"	<b>Latitude</b>	S7°52'52.41060"	
<b>Northing</b>	9128479.967 m	<b>Longitude</b>	E112°38'07.36495"	<b>Longitude</b>	E112°38'07.36495"	
<b>Elevation</b>	616.132 m	<b>Height</b>	616.132 m	<b>Height</b>	616.132 m	

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-2165.298 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	309°49'38"	<b>ΔX</b>	1868.821 m
<b>ΔNorthing</b>	1820.404 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	2828.829	<b>ΔY</b>	1163.272 m
<b>ΔElevation</b>	106.339 m	<b>ΔHeight</b>	106.339	<b>ΔZ</b>	1780.254 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.003 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.003 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.003 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.003 m	<b>σ ΔY</b>	0.009 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.009 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.009 m	<b>σ ΔZ</b>	0.003 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000102248		
<b>Y</b>	-0.0000175545	0.0000857481	
<b>Z</b>	0.0000006485	-0.0000077051	0.0000093474

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	0488	g3
<b>Data File:</b>	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari k umbu\GPS Statik Singosari\04882171.97o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari k umbu\GPS Statik Singosari\16250806.dat
<b>Receiver Type:</b>	5700	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>	0220340488	0220339119
<b>Antenna Type:</b>	Zephyr	Zephyr Geodetic
		-----

<b>Antenna Height (Measured):</b>	1.146 m	1.291 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of notch

### Processing Style

<b>Elevation Mask:</b>	30.0 deg
<b>Auto Start Processing:</b>	Yes
<b>Start Automatic ID Numbering:</b>	AUTO0001
<b>Continuous Vectors:</b>	No
<b>Generate Residuals:</b>	Yes
<b>Antenna Model:</b>	Automatic
<b>Ephemeris Type:</b>	Automatic
<b>Frequency:</b>	L1 only
<b>Force Float:</b>	No

### Acceptance Criteria

Vector Component	Flag <sup>P</sup>	Fail <sup>P</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------



Project Information		Coordinate System	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

cmlg - 0488 (11:01:45 AM-3:40:15 PM) (S4)

**Baseline Observation:**

[cmlg --- 0488 \(B4\)](#)

**Processed:** 15-Jun-17 2:14:30 PM  
**Solution Type:** Fixed  
**Frequency used:** L1 only  
**Horizontal Precision:** 0.006 m  
**Vertical Precision:** 0.037 m  
**RMS:** 0.078 m  
**Ratio:** 2.147  
**Ephemeris used:** Broadcast  
**Antenna Model:** No phase table corrections applied.  
**Processing Start Time:** 21-Mar-17 11:01:45 AM (Local: UTC0hr)  
**Processing Stop Time:** 21-Mar-17 3:40:15 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Duration:** 04:38:30

**Vector Components (Mark to Mark)**

From:	cmlg					
	Grid		Local		Global	
<b>Easting</b>	683259.799 m	<b>Latitude</b>	S7°58'46.64393"	<b>Latitude</b>	S7°58'46.64393"	
<b>Northing</b>	9117585.615 m	<b>Longitude</b>	E112°39'45.64244"	<b>Longitude</b>	E112°39'45.64244"	
		<b>Height</b>	473.152 m	<b>Height</b>	473.152 m	

<b>To:</b>	0488				
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Easting</b>	682458.490 m	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38889"	<b>Latitude</b>	S7°53'51.38889"
<b>Northing</b>	9126659.537 m	<b>Longitude</b>	E112°39'18.29510"	<b>Longitude</b>	E112°39'18.29510"
<b>Elevation</b>	509.629 m	<b>Height</b>	509.629 m	<b>Height</b>	509.629 m

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-801.309 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	354°43'25"	<b>ΔX</b>	276.427 m
<b>ΔNorthing</b>	9073.922 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	9109.108	<b>ΔY</b>	1512.183 m
<b>ΔElevation</b>	36.478 m	<b>ΔHeight</b>	36.478	<b>ΔZ</b>	8979.250 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.002 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.008 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.002 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.002 m	<b>σ ΔY</b>	0.017 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.019 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.019 m	<b>σ ΔZ</b>	0.003 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000592901		
<b>Y</b>	-0.0001249506	0.0002972684	
<b>Z</b>	0.0000196687	-0.0000458796	0.0000109756

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	cmlg	0488
<b>Data File:</b>	C:\Users\ASUS-PC\AppData\Local\Temp\TBCTemporal\fr3bqsue.mp1\cmlg0800.17o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari kumbu\GPS Statik Singosari\04882171.97o
<b>Receiver Type:</b>	Unknown	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>		0220340488
<b>Antenna Type:</b>	Unknown External	Zephyr

<b>Antenna Height (Measured):</b>	0.000 m	1.146 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of antenna mount

### Processing Style

<b>Elevation Mask:</b>	30.0 deg
<b>Auto Start Processing:</b>	Yes
<b>Start Automatic ID Numbering:</b>	AUTO0001
<b>Continuous Vectors:</b>	No
<b>Generate Residuals:</b>	Yes
<b>Antenna Model:</b>	Automatic
<b>Ephemeris Type:</b>	Automatic
<b>Frequency:</b>	L1 only
<b>Force Float:</b>	No

### Acceptance Criteria

Vector Component	Flag <sup>P</sup>	Fail <sup>P</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------

Project Information		Coordinate System	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

cmlg - g1 (2:27:45 PM-2:57:30 PM) (S12)

#### Baseline Observation:

[cmlg --- g1 \(B12\)](#)

**Processed:** 15-Jun-17 2:17:18 PM  
**Solution Type:** Fixed  
**Frequency used:** L1 only  
**Horizontal Precision:** 0.019 m  
**Vertical Precision:** 0.039 m  
**RMS:** 0.016 m  
**Ratio:** 2.089  
**Ephemeris used:** Broadcast  
**Antenna Model:** No phase table corrections applied.  
**Processing Start Time:** 21-Mar-17 2:27:45 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Stop Time:** 21-Mar-17 2:57:30 PM (Local: UTC0hr)  
**Processing Duration:** 00:29:45

#### Vector Components (Mark to Mark)

From:	cmlg					
	Grid		Local		Global	
<b>Easting</b>	683259.799 m		<b>Latitude</b>	S7°58'46.64393"	<b>Latitude</b>	S7°58'46.64393"
<b>Northing</b>	9117585.615 m		<b>Longitude</b>	E112°39'45.64244"	<b>Longitude</b>	E112°39'45.64244"
			<b>Height</b>	473.152 m	<b>Height</b>	473.152 m

<b>To:</b>	gl					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	682078.918 m	<b>Latitude</b>	S7°53'40.98714"	<b>Latitude</b>	S7°53'40.98714"	
<b>Northing</b>	9126980.599 m	<b>Longitude</b>	E112°39'05.86196"	<b>Longitude</b>	E112°39'05.86196"	
<b>Elevation</b>	522.725 m	<b>Height</b>	522.725 m	<b>Height</b>	522.725 m	

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-1180.881 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	352°36'22"	<b>ΔX</b>	606.007 m
<b>ΔNorthing</b>	9394.984 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	9468.784	<b>ΔY</b>	1711.363 m
<b>ΔElevation</b>	49.573 m	<b>ΔHeight</b>	49.573	<b>ΔZ</b>	9293.998 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.008 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.010 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.007 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.007 m	<b>σ ΔY</b>	0.018 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.020 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.020 m	<b>σ ΔZ</b>	0.008 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000990632		
<b>Y</b>	-0.0001054489	0.0003221972	
<b>Z</b>	0.0000486995	-0.0001037044	0.0000711891

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	cmlg	gl
<b>Data File:</b>	C:\Users\ASUS-PC\AppData\Local\Temp\TBCTemporal\fr3bqsue.mp1\cmlg0800.17o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari kumbu\GPS Statik Singosari\16250809.dat
<b>Receiver Type:</b>	Unknown	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>		0220339119
<b>Antenna Type:</b>	Unknown External	Zephyr Geodetic
	.....	-----

<b>Antenna Height (Measured):</b>	0.000 m	1.324 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of notch

**Processing Style**

**Elevation Mask:** 30.0 deg  
**Auto Start Processing:** Yes  
**Start Automatic ID Numbering:** AUTO0001  
**Continuous Vectors:** No  
**Generate Residuals:** Yes  
**Antenna Model:** Automatic  
**Ephemeris Type:** Automatic  
**Frequency:** L1 only  
**Force Float:** No

**Acceptance Criteria**

Vector Component	Flag <sup>P</sup>	Fail <sup>P</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------

<b>Project Information</b>		<b>Coordinate System</b>	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

cm1g - g2 (11:38:15 AM-12:08:00 PM) (S1)

<b>Baseline Observation:</b>	<a href="#">cm1g --- g2 (B1)</a>
<b>Processed:</b>	15-Jun-17 2:15:16 PM
<b>Solution Type:</b>	Fixed
<b>Frequency used:</b>	L1 only
<b>Horizontal Precision:</b>	0.022 m
<b>Vertical Precision:</b>	0.051 m
<b>RMS:</b>	0.039 m
<b>Ratio:</b>	2.391
<b>Ephemeris used:</b>	Broadcast
<b>Antenna Model:</b>	No phase table corrections applied.
<b>Processing Start Time:</b>	21-Mar-17 11:38:15 AM (Local: UTC0hr)
<b>Processing Stop Time:</b>	21-Mar-17 12:08:00 PM (Local: UTC0hr)
<b>Processing Duration:</b>	00:29:45

### Vector Components (Mark to Mark)

<b>From:</b>	cm1g					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	683259.799 m	<b>Latitude</b>	S7°58'46.64393"	<b>Latitude</b>	S7°58'46.64393"	
<b>Northing</b>	9117585.615 m	<b>Longitude</b>	E112°39'45.64244"	<b>Longitude</b>	E112°39'45.64244"	
		<b>Height</b>	473.152 m	<b>Height</b>	473.152 m	

<b>To:</b>	g2					
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Easting</b>	681300.196 m	<b>Latitude</b>	S7°53'19.64489"	<b>Latitude</b>	S7°53'19.64489"	
<b>Northing</b>	9127639.340 m	<b>Longitude</b>	E112°38'40.35488"	<b>Longitude</b>	E112°38'40.35488"	
<b>Elevation</b>	557.373 m	<b>Height</b>	557.373 m	<b>Height</b>	557.373 m	

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-1959.603 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	348°44'28"	<b>ΔX</b>	1279.247 m
<b>ΔNorthing</b>	10053.724 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	10242.805	<b>ΔY</b>	2127.009 m
<b>ΔElevation</b>	84.221 m	<b>ΔHeight</b>	84.221	<b>ΔZ</b>	9938.740 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.009 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.016 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.005 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.006 m	<b>σ ΔY</b>	0.022 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.026 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.026 m	<b>σ ΔZ</b>	0.007 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0002585204		
<b>Y</b>	-0.0003000761	0.0004874599	
<b>Z</b>	0.0000639337	-0.0000866109	0.0000427113

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	cm1g	g2
<b>Data File:</b>	C:\Users\ASUS-PC\AppData\Local\Temp\TBCTemporal\fr3bqsue.mp1\cm1g0800.17o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari kumbu\GPS Statik Singosari\16250803.dat
<b>Receiver Type:</b>	Unknown	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>		0220339119
<b>Antenna Type:</b>	Unknown External	Zephyr Geodetic



<b>Antenna Height (Measured):</b>	0.000 m	1.327 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of notch

### Processing Style

<b>Elevation Mask:</b>	30.0 deg
<b>Auto Start Processing:</b>	Yes
<b>Start Automatic ID Numbering:</b>	AUTO0001
<b>Continuous Vectors:</b>	No
<b>Generate Residuals:</b>	Yes
<b>Antenna Model:</b>	Automatic
<b>Ephemeris Type:</b>	Automatic
<b>Frequency:</b>	L1 only
<b>Force Float:</b>	No

### Acceptance Criteria

Vector Component	Flag <sup>P</sup>	Fail <sup>P</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------

Project Information		Coordinate System	
Name:	C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Name:	UTM
Size:	188 KB	Datum:	WGS 1984
Modified:	17-Jun-17 2:22:55 PM	Zone:	49 South
Reference number:		Geoid:	
Description:		Vertical datum:	

## Baseline Processing Report

### Session Details

cmlg - g3 (1:06:00 PM-1:35:45 PM) (S6)

#### Baseline Observation:

[cmlg --- g3 \(B6\)](#)

Processed: 15-Jun-17 2:15:30 PM

Solution Type: Fixed

Frequency used: L1 only

Horizontal Precision: 0.019 m

Vertical Precision: 0.046 m

RMS: 0.018 m

Ratio: 2.089

Ephemeris used: Broadcast

Antenna Model: No phase table corrections applied.

Processing Start Time: 21-Mar-17 1:06:00 PM (Local: UTC0hr)

Processing Stop Time: 21-Mar-17 1:35:45 PM (Local: UTC0hr)

Processing Duration: 00:29:45

#### Vector Components (Mark to Mark)

From:	cmlg					
	Grid		Local		Global	
Easting	683259.799 m		Latitude	S7°58'46.64393"	Latitude	S7°58'46.64393"
Northing	9117585.615 m		Longitude	E112°39'45.64244"	Longitude	E112°39'45.64244"
			Height	473.152 m	Height	473.152 m

<b>To:</b>	g3				
	<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Easting</b>	680293.323 m	<b>Latitude</b>	S7°52'52.41026"	<b>Latitude</b>	S7°52'52.41026"
<b>Northing</b>	9128479.976 m	<b>Longitude</b>	E112°38'07.37716"	<b>Longitude</b>	E112°38'07.37716"
<b>Elevation</b>	615.815 m	<b>Height</b>	615.815 m	<b>Height</b>	615.815 m

<b>Vector:</b>					
<b>ΔEasting</b>	-2966.476 m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	344°32'19"	<b>ΔX</b>	2145.183 m
<b>ΔNorthing</b>	10894.361 m	<b>Ellipsoid Dist.</b>	11290.916	<b>ΔY</b>	2675.269 m
<b>ΔElevation</b>	142.663 m	<b>ΔHeight</b>	142.663	<b>ΔZ</b>	10759.560 m

### Standard Errors

<b>Vector Errors:</b>					
<b>σ ΔEasting</b>	0.007 m	<b>σ NS Fwd Azimuth</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.008 m
<b>σ ΔNorthing</b>	0.007 m	<b>σ Ellipsoid Dist.</b>	0.007 m	<b>σ ΔY</b>	0.023 m
<b>σ ΔElevation</b>	0.023 m	<b>σ ΔHeight</b>	0.023 m	<b>σ ΔZ</b>	0.008 m

### Aposteriori Covariance Matrix (Meter<sup>2</sup>)

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000637266		
<b>Y</b>	-0.0001092517	0.0005336413	
<b>Z</b>	0.0000039960	-0.0000479331	0.0000582661

### Occupations

	<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point ID:</b>	cmlg	g3
<b>Data File:</b>	C:\Users\ASUS-PC\AppData\Local\Temp\TBCTemporal\fr3bqsue.mp1\cmlg0800.17o	G:\BABI KECIL\hani data skripsi final\hasil dari kumbu\GPS Statik Singosari\16250806.dat
<b>Receiver Type:</b>	Unknown	5700
<b>Receiver Serial Number:</b>		0220339119
<b>Antenna Type:</b>	Unknown External	Zephyr Geodetic

<b>Antenna Height (Measured):</b>	0.000 m	1.291 m
<b>Antenna Method:</b>	Bottom of antenna mount	Bottom of notch

### Processing Style

<b>Elevation Mask:</b>	30.0 deg
<b>Auto Start Processing:</b>	Yes
<b>Start Automatic ID Numbering:</b>	AUTO0001
<b>Continuous Vectors:</b>	No
<b>Generate Residuals:</b>	Yes
<b>Antenna Model:</b>	Automatic
<b>Ephemeris Type:</b>	Automatic
<b>Frequency:</b>	L1 only
<b>Force Float:</b>	No

### Acceptance Criteria

Vector Component	Flag <sup>P</sup>	Fail <sup>P</sup>
Horizontal Precision >	0.050 m + 1.000 ppm	0.100 m + 1.000 ppm
Vertical Precision >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

Date: 05-Aug-17 2:11:05 PM	Project: C:\Users\ASUS-PC\Desktop\coba - Copy - Copy.vce	Trimble Business Center
----------------------------	--	-------------------------

## **LAMPIRAN C**

### **DATA MENTAHAN RTK**

g3	9128480.084	680293.226	624.839
g2	9127639.353	681300.332	565.71
g4	9127639.346	681300.339	565.703
g5	9127639.348	681300.337	565.692
g6	9127639.351	681300.334	565.701
g7	9127639.353	681300.333	565.7
g8	9127639.343	681300.329	565.682
g9	9127639.342	681300.328	565.69
g10	9127639.343	681300.327	565.689
g11	9127639.345	681300.325	565.695
g12	9127639.346	681300.326	565.699
g1	9126980.884	682079.286	531.178
g13	9126980.881	682079.292	531.179
g14	9126980.882	682079.289	531.181
g15	9126980.885	682079.287	531.187
g16	9126980.885	682079.288	531.192
g17	9126980.883	682079.287	531.186
g18	9126980.882	682079.287	531.18
g19	9126980.883	682079.288	531.183
g20	9126980.882	682079.292	531.196
g21	9126980.878	682079.296	531.191
g0	9126659.687	682458.562	518.302
g01	9126659.686	682458.559	518.301
g02	9126659.69	682458.557	518.289
g03	9126659.692	682458.556	518.288
g04	9126659.693	682458.557	518.278
g05	9126659.695	682458.561	518.286
g06	9126659.692	682458.557	518.296
g07	9126659.688	682458.55	518.285
g08	9126659.683	682458.546	518.287
g09	9126659.683	682458.547	518.283

Tabel Distribusi  $\chi^2$ 

$\alpha$	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
db 1	2.70554	3.84146	5.02390	6.63489	7.87940
2	4.60518	5.99148	7.37778	9.21035	10.59653
3	6.25139	7.81472	9.34840	11.34488	12.83807
4	7.77943	9.48773	11.14326	13.27670	14.86017
5	9.23635	11.07048	12.83249	15.08632	16.74965
6	10.64464	12.59158	14.44935	16.81187	18.54751
7	12.01703	14.06713	16.01277	18.47532	20.27774
8	13.36156	15.50731	17.53454	20.09016	21.95486
9	14.68366	16.91896	19.02278	21.66605	23.58927
10	15.98717	18.30703	20.48320	23.20929	25.18805
11	17.27501	19.67515	21.92002	24.72502	26.75686
12	18.54934	21.02606	23.33666	26.21696	28.29966
13	19.81193	22.36203	24.73558	27.68818	29.81932
14	21.06414	23.68478	26.11893	29.14116	31.31943
15	22.30712	24.99580	27.48836	30.57795	32.80149
16	23.54182	26.29622	28.84532	31.99986	34.26705
17	24.76903	27.58710	30.19098	33.40872	35.71838
18	25.98942	28.86932	31.52641	34.80524	37.15639
19	27.20356	30.14351	32.85234	36.19077	38.58212
20	28.41197	31.41042	34.16958	37.56627	39.99686
21	29.61509	32.67056	35.47886	38.93223	41.40094
22	30.81329	33.92446	36.78068	40.28945	42.79566
23	32.00689	35.17246	38.07561	41.63833	44.18139
24	33.19624	36.41503	39.36406	42.97978	45.55836
25	34.38158	37.65249	40.64650	44.31401	46.92797
26	35.56316	38.88513	41.92314	45.64164	48.28978
27	36.74123	40.11327	43.19452	46.96284	49.64504
28	37.91591	41.33715	44.46079	48.27817	50.99356
29	39.08748	42.55695	45.72228	49.58783	52.33550
30	40.25602	43.77295	46.97922	50.89218	53.67187

tabel ini dibuat dengan Microsoft Excel

**Table**

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	<b>0.50</b>	<b>0.25</b>	<b>0.20</b>	<b>0.15</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.01</b>	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>	<b>0.0005</b>
two-tails	<b>1.00</b>	<b>0.50</b>	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
<b>Z</b>	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	<b>Confidence Level</b>										