



TUGAS AKHIR - RG 141536

ANALISIS DAN OPTIMASI DESAIN JARING PENGAMATAN DEFORMASI DI KOTA SURABAYA

Yan Adrian Sidharta
NRP 033114 4000 0067

Dosen Pembimbing
Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil., Ph.D.

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RG 141536

ANALISIS DAN OPTIMASI DESAIN JARING PENGAMATAN DEFORMASI DI KOTA SURABAYA

YAN ADRIAN SIDHARTA
NRP 033114 4000 0067

Dosen Pembimbing
Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil., Ph.D.

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF DEFORMATION MONITORING NETWORK DESIGN IN SURABAYA CITY

YAN ADRIAN SIDHARTA
NRP 033114 4000 0067

Supervisor
Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil., Ph.D.

Geomatics Engineering Department
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

ANALISIS DAN OPTIMASI DESAIN JARING PENGAMATAN DEFORMASI DI KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Yan Adrian Sidharta
NRP : 03311440000067
Jurusan : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil., Ph.D

ABSTRAK

Berdasarkan Provinsi Jawa Timur Dalam Angka tahun 2017 tercatat bahwa jumlah penduduk di Kota Surabaya menduduki peringkat pertama di Provinsi Jawa Timur. Dengan jumlah penduduk yang besar, dibutuhkan pembangunan infrastruktur, fasilitas umum, dan pemukiman yang sesuai. Pembangunan ini secara langsung akan memberikan beban secara fisik terhadap permukaan tanah sehingga menyebabkan deformasi. Adanya deformasi dapat diketahui dengan melakukan pengamatan selama dua atau lebih periode pada beberapa titik di wilayah tersebut. Perencanaan titik pengamatan deformasi memerlukan perencanaan yang baik agar parameter deformasi dapat dihitung secara akurat. Untuk itu optimasi desain jaring pengamatan dibutuhkan untuk menentukan alur pengamatan dengan biaya minimum serta mengurangi efek dari kesalahan yang terdapat pada data pengamatan.

Kegiatan desain dan optimasi desain jaring dapat diselesaikan melalui perhitungan matematis. Perhitungan dilakukan untuk mencapai kualitas desain jaring yang sama atau bahkan lebih dari kualitas yang telah ditentukan. Dengan dasar tersebut maka dalam penelitian ini dilakukan optimasi desain jaring pengamatan deformasi yang dapat menjadi rekomendasi jaring deformasi di Kota Surabaya. Hal yang dioptimasi antara lain presisi dan reliabilitas dari jaring. Selain itu, faktor biaya menjadi faktor yang harus dikontrol pada proses pembuatan jaring. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan desain jaring deformasi dengan kualitas yang baik agar para

peneliti deformasi di Kota Surabaya dapat dengan mudah melakukan validasi dengan cara pengamatan langsung.

Dari hasil optimasi jaring, didapatkan desain III sebagai desain yang optimal dibandingkan dengan desain lainnya. Desain III memiliki presisi maksimum pada titik BM16 sebesar 0.605 mm dan presisi maksimum pada titik BM02 sebesar 1.619 mm. Kekuatan geometri jaring desain III sebesar 0.145. Desain III mampu meminimalisir biaya sebesar 42% jika dibandingkan terhadap desain jaring dengan maksimum pengamatan.

Kata Kunci: Desain Jaring, Optimasi, Metode Analitis, Kualitas Jaring

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF DEFORMATION MONITORING NETWORK DESIGN IN SURABAYA CITY

Name : Yan Adrian Sidharta
Registration Number : 03311440000067
Department : Geomatics Engineering
Supervisor : Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil., Ph.D

ABSTRACT

According to publication on East Java in numbers 2017 the population in Surabaya City was ranked first in East Java Province. With a large population, the development of infrastructure, public facilities and suitable settlements are required. This process will automatically provide an increasing load to the area that may cause deformation. Deformation can be examine by observing for two or more periods at some point in the area. The need of good plan for estimating deformation parameters can be fulfilled by determining a good network. Therefore, it is necessary to establish an observation network carefully so that allow to determine the deformation parameters with minimum cost and also reduce the effect of errors that exist on the observation data.

Design and optimization activities can be used through mathematical calculations. Calculations are performed to achieve the same or even more quality than the specified quality. With these circumstances, this research aims to optimize design of deformation monitoring network in Surabaya. The optimization process includes precision and reliability of the network. In addition, the cost factor becomes a factor that must be done in the process of making networks.

The result from optimization shown that the optimum network is illustrated with design III. This design has a maximum precision at point BM16 with 0.605 mm and minimum precision at point

BM02 with 1.619 mm. The strength of figure of design III is 0.145. This means the network in design III is good enough. Compared with network that include maksimum observation, design III network can reduce the cost for about 42%..

Keywords: Network Design, Optimization, Analytical Methode, network quality

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DAN OPTIMASI DESAIN JARING PENGAMATAN DEFORMASI DI KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Ditujukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

YAN ADRIAN SIDHARTA
NRP 033114 4000 0067

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M. Phil., Ph.D.
NIP. 19781231 200212 2 001



SURABAYA, JULI 2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis dan Optimasi Desain jaring Pengamatan Deformasi di Kota Surabaya” ini dengan baik. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Selama pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir ini, banyak pihak telah memberikan bantuan kepada penulis. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yakni Bapak Bernard Gerald Kouthoofd dan Ibu Ketut Sucianingsih beserta keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa restu.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Ibu Ira Mutiara Anjasmara, S.T. M.Phil., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan sarannya.
4. Segenap Bapak Ibu Dosen beserta staf Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan ilmu dan membantu kelancaran pengerjaan Tugas Akhir.
5. Teman – teman Teknik Geomatika ITS angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai penunjang untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan kepada para pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-

besarnya dan sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Surabaya, 31 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Deformasi	5
2.1.1 Deformasi Secara Umum	5
2.1.2 Deformasi Di Kota Surabaya.....	5
2.2 <i>Global Navigation Satellite System</i> (GNSS)	6
2.2.1 GNSS Secara Umum	6
2.2.2 Studi Deformasi Dengan GNSS	11

2.3 Perencanaan Desain Jaringan Pengamatan.....	12
2.4 Hitung Perataan Jaringan	15
2.4.1 Konsep Hitung Perataan	15
2.4.2 Perhitungan Geometri Jaringan.....	19
2.4.3 <i>Error Ellipse</i> (Elips Kesalahan)	22
2.5 Datum Pada Jaringan Geodesi.....	23
2.5.1 <i>Minimum Constraint</i> (Datum Kendala Minimum)	24
2.5.2 <i>Inner Constraint</i> (Datum Kendala Bebas).....	25
2.6 Parameter Kualitas Jaringan	26
2.6.1 <i>Precision</i> (Presisi)	26
2.6.2 <i>Reliability</i> (Reliabilitas).....	27
2.6.3 <i>Cost</i> (Biaya).....	30
2.6.4 <i>Sensitivity</i> (Sensitivitas).....	33
2.7 Optimasi Desain Jaringan Pengamatan	34
2.7.1 Konsep Optimasi	34
2.7.2 Model Optimasi	35
2.8 Penelitian Terdahulu.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Lokasi Penelitian	39
3.2 Data Dan Peralatan	39
3.2.1 Data	39
3.2.2 Peralatan	41
3.3 Metodologi Pekerjaan.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil.....	47
4.1.1 Pendefinisian Matriks	47
4.1.2 Proses Optimasi Jaringan	48
4.1.3 Seleksi <i>Baseline</i> Pengamatan	53
4.2 Analisis	58
4.2.1 Perbandingan Presisi	58
4.2.2 Perbandingan Reliabilitas	59
4.2.3 Perhitungan Biaya	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	69
BIODATA PENULIS	185

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep Pengukuran GPS	7
Gambar 2.2	Faktor yang Mempengaruhi Ketelitian Survei GPS.....	8
Gambar 2.3	Jaring Relatif	13
Gambar 2.4	Jaring Absolut.....	14
Gambar 2.5	Jaring Triangulaterasi	14
Gambar 2.6	Dua Kasus Geometri Suatu Vektor Baseline.....	16
Gambar 2.7	Beberapa Parameter Dari Geometri Jaring GPS.....	20
Gambar 2.8	Elips Kesalahan Standar	22
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	39
Gambar 3.2	Sebaran Titik Pengamatan Deformasi Kota Surabaya Tahun 2018	40
Gambar 3.3	Desain Jaring Pengamatan Deformasi Kota Surabaya Tahun 2018	40
Gambar 3.4	Diagram Alir Tahapan Penelitian	42
Gambar 3.5	Diagram Alir Tahapan Pengolahan Data.....	44
Gambar 4.1	Desain II	51
Gambar 4.2	Desain I.....	52
Gambar 4.3	Desain III.....	54
Gambar 4.4	Desain IV.....	56
Gambar 4.5	Desain V	57

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pemilihan Metode Survei GPS	10
Tabel 2.2	Produk <i>Ephemerides</i> IGS	10
Tabel 2.3	Batas Minimum Dengan Beberapa Tingkat Kepercayaan Dan Kekuatan Uji	28
Tabel 2.4	Nilai Kritis Reliabilitas Jaring	29
Tabel 2.5	Biaya Langsung Personel Sub Profesional	31
Tabel 2.6	Biaya Langsung Personel Tenaga Pendukung	31
Tabel 2.7	Biaya Langsung Non Personel Kendaraan	31
Tabel 2.8	Biaya Langsung Non Personel Kantor	32
Tabel 2.9	Biaya Langsung Non Personel Peralatan Lapangan	33
Tabel 2.10	Penelitian Terdahulu	38
Tabel 3.1	Data Koordinat Titik Pengamatan Deformasi Kota Surabaya Tahun 2018	41
Tabel 4.1	Orde Jaring Titik Kontrol Horizontal	53
Tabel 4.2	Perbandingan Nilai Presisi	58
Tabel 4.3	Perbandingan Nilai Reliabilitas	59
Tabel 4.4	Hubungan Reliabilitas Dan Jumlah <i>Baseline</i>	60
Tabel 4.5	Jenis Dan Nominal Biaya Yang Digunakan	60
Tabel 4.6	Total Biaya Desain Jaring	62

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Matriks Kriteria	69
Lampiran 2	Jarak <i>Baseline</i> Pengamatan	73
Lampiran 3	Presisi Desain I.....	80
Lampiran 4	Reliabilitas Desain I	81
Lampiran 5	Presisi Desain II.....	83
Lampiran 6	Reliabilitas Desain II.....	84
Lampiran 7	Hasil Akhir Perbaikan Bobot.....	91
Lampiran 8	Nilai Bobot Pengamatan Akhir	99
Lampiran 9	Koordinat Titik (Geografis).....	107
Lampiran 10	Reliabilitas Internal Dan Eksternal Desain II	108
Lampiran 11	Reliabilitas Internal Dan Eksternal Desain I	115
Lampiran 12	Presisi Desain III	117
Lampiran 13	Reliabilitas Desain III.....	118
Lampiran 14	Reliabilitas Internal Dan Eksternal Desain III.....	122
Lampiran 15	Nilai Reliabilitas Baseline Dan Reliabilitas Jaring	127
Lampiran 16	Preisi Desain IV.....	134
Lampiran 17	Reliabilitas Desain IV.....	135
Lampiran 18	Reliabilitas Internal Dan Eksternal Desain IV	141
Lampiran 19	Presisi Desain V	148
Lampiran 20	Reliabilitas Desain V.....	148
Lampiran 21	Reliabilitas Internal Dan Eksternal Desain V.....	150
Lampiran 22	Spesifikasi Alat <i>Topcon Hiperpro</i>	152
Lampiran 23	Program Pengolahan Data Tugas Akhir	152

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya sebagai pusat perekonomian, industri, dan perdagangan di Jawa Timur terus mengalami perkembangan yang pesat. Perkembangan ini berdampak pada naiknya jumlah penduduk yang hidup di Kota Surabaya. Berdasarkan Provinsi Jawa Timur Dalam Angka tahun 2017 tercatat bahwa jumlah penduduk di Kota Surabaya menduduki peringkat pertama di Provinsi Jawa Timur. Dengan jumlah penduduk yang besar, dibutuhkan pembangunan infrastruktur, fasilitas umum, dan pemukiman yang sesuai. Pembangunan ini secara langsung akan memberikan beban secara fisik terhadap permukaan tanah. Beban fisik akan menyebabkan deformasi permukaan tanah. Adanya deformasi dapat diketahui dengan melakukan pengamatan selama dua atau lebih periode pada beberapa titik di wilayah tersebut (Setyaningrum 2005). Perencanaan titik-titik pengamatan tersebut harus optimal dengan desain jaring yang baik. Optimasi desain jaring pengamatan dibutuhkan untuk menentukan alur pengamatan dengan biaya minimum serta mengurangi efek dari kesalahan yang terdapat pada data pengamatan agar mampu mengestimasi parameter deformasi dengan baik (Kaplan dan Ayan 2004).

Desain dan optimasi jaring dikategorikan kedalam empat kategori, yakni *zero order design* (ZOD), *first order design* (FOD), *second order design* (SOD), dan *third order design* (THOD) (Kuang 1991). Konsep *first order design* (FOD) dan *second order design* (SOD) sering digunakan untuk mencari rencana titik serta alur pengamatan terbaik berdasarkan nilai bobot hasil perhitungan sehingga dapat meminimalisir biaya (Khameneh 2015). Metode optimasi yang sering digunakan dalam merealisasikan konsep *first order design* (FOD) dan *second order design* (SOD) adalah metode analitis (Kuang 1996). Metode analitis menggunakan perhitungan matematis sehingga desain sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan, yakni kriteria presisi,

reliabilitas, dan biaya. Dalam jaring deformasi ditambahkan kriteria lain yakni sensitivitas.

Pengamatan titik-titik deformasi menggunakan teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS) saat ini lebih sering digunakan daripada pengukuran konvensional (Aditya dkk. 2015). Jaringan yang dibentuk oleh pengukuran GNSS mampu mencakup wilayah ukur yang luas dengan waktu yang relatif cepat. Namun, survei dengan GPS memberikan ketelitian yang kurang baik pada daerah yang reflektif dan obstruksinya kurang baik (Effendi dkk. 2009). Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain jaring pengamatan deformasi yang optimal berdasarkan dari jaring yang sudah ada. Optimasi pada segi presisi jaring dilakukan untuk mendapatkan presisi yang sesuai dengan informasi besar deformasi yang terjadi di Kota Surabaya yang didapatkan dari penelitian-penelitian terdahulu. Kemudian, dilakukan analisis hasil optimasi terhadap beberapa kriteria jaring untuk memberikan beberapa opsi pengamatan yang dapat digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini rumusan masalah pada penelitian tugas akhir “analisis dan optimasi desain jaring pengamatan deformasi di Kota Surabaya”:

- a. Bagaimana bentuk desain jaring rencana pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018?
- b. Bagaimana bentuk desain jaring hasil optimasi dari segi presisi dan reliabilitas?
- c. Berapa nilai kriteria presisi, reliabilitas, dan biaya jaring rencana pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018 awal dan setelah optimasi?
- d. Berapa nilai kriteria presisi, reliabilitas, dan biaya desain jaring hasil optimasi?
- e. Desain manakah yang paling optimal dari beberapa desain tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir “analisis dan optimasi desain jaring pengamatan deformasi di Kota Surabaya”, yaitu:

- a. Penelitian menggunakan data titik-titik pengamatan deformasi di Kota Surabaya pada tahun 2018.
- b. Desain jaring yang dibuat merupakan jaring relatif dengan asumsi bahwa wilayah studi berada pada daerah yang mengalami deformasi.
- c. Optimasi yang dilakukan menggunakan metode analitis dengan datum terdefinisi sebagai *minimum constraints*.
- d. Jenis *minimum constraints* yang digunakan adalah *fixed constraints*.
- e. Kriteria jaring yang dihitung adalah presisi, reliabilitas, dan biaya.
- f. Kriteria presisi yang digunakan berdasarkan asumsi nilai deformasi di Kota Surabaya yang mengacu pada penelitian yang telah dilakukan.
- g. Biaya dihitung dari jumlah personel, alat, waktu pengamatan dan transportasi yang dibutuhkan dengan jumlah pada setiap desain sama dan alat memiliki spesifikasi yang sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir “analisis dan optimasi desain jaring pengamatan deformasi di Kota Surabaya” adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui kualitas desain jaring pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018.
- b. Membuat rencana desain jaring deformasi yang optimal dari segi presisi dan reliabilitas dalam bentuk desain dengan memuat elips kesalahan pada setiap titik.
- c. Mendapatkan nilai kriteria presisi, reliabilitas, dan biaya yang optimal dari jaring pengamatan yang didapat melalui proses optimasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mampu membuat desain jaring pengamatan yang optimal sehingga dapat digunakan untuk keperluan survei deformasi di Kota Surabaya yang lebih baik.
- b. Mampu melakukan proses optimasi pada jaring untuk menentukan *baseline* yang akan digunakan dalam survei GPS di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deformasi

2.1.1 Deformasi Secara Umum

Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu benda (Kuang 1991). Berdasarkan definisi tersebut, deformasi dapat diartikan sebagai perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik pada suatu benda secara absolut maupun relatif. Titik dapat dikatakan bergerak secara absolut apabila dikaji dari perilaku gerakan titik itu sendiri, dan dikatakan relatif apabila gerakan itu dikaji dari titik yang lain (Haqqi dkk. 2015). Deformasi merupakan hal penting yang harus diperhatikan, terutama dalam bidang keteknikan dan pembangunan. Pengamatan deformasi tidak hanya memberikan status geometrik dari objek yang mengalami deformasi, tetapi juga informasi tentang respon objek terhadap tekanan. Dalam keilmuan geodesi, pengamatan dilakukan untuk mengetahui laju deformasi yang terjadi di permukaan bumi. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya deformasi permukaan khususnya di kota-kota besar antara lain ekstraksi air tanah berlebih, beban dari infrastruktur, dan kondisi geologi di daerah tersebut (Anjasmara dkk. 2017).

2.1.2 Deformasi di Kota Surabaya

Jika melihat kondisi topografi Kota Surabaya, terdapat beberapa wilayah yang terdampak langsung oleh air laut sehingga tanah di Kota Surabaya dibagi kedalam tanah kering dan basah (Anjasmara dkk. 2017). Hal ini didukung dengan jenis tanah di Kota Surabaya secara garis besar adalah alluvial yakni hasil pengendapan sedimen oleh aliran sungai dan pantai dengan ketinggian 0 hingga 30 meter diatas permukaan laut (Mochammad dan Saepuloh 2017). Dalam Buku Peta Gempa tahun 2017, Kota Surabaya berada pada dua sesar/patahan aktif yakni sesar Surabaya dan Waru yang merupakan percabangan dari sesar Kendeng. Sesar Kendeng yang memanjang dari bagian timur Jawa

Timur hingga bagian barat Jawa Tengah aktif bergerak setiap tahun dengan kecepatan gerak 5 mm/tahun dan memiliki mekanisme sesar naik atau uplift (Pusat Studi Gempa Nasional 2017). Sesar Surabaya dengan kecepatan gerak 0.100 mm/tahun sedangkan sesar Waru memiliki kecepatan gerak 0.500 mm/tahun (Widodo 2017).

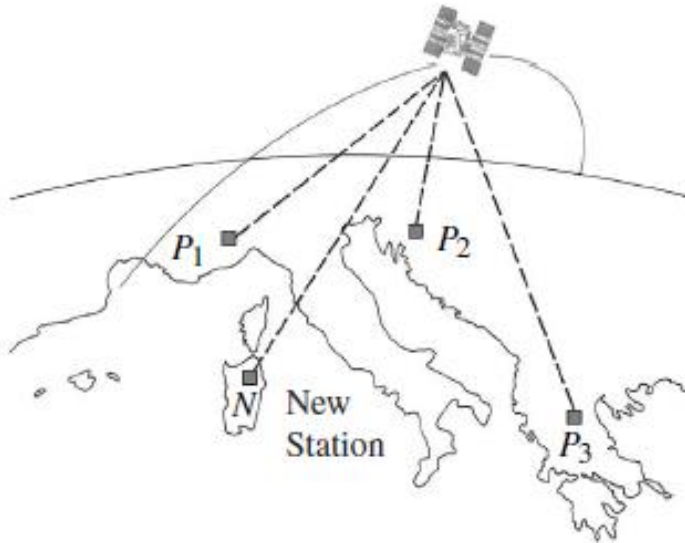
Beberapa penelitian mengenai laju deformasi yang terjadi di Kota Surabaya telah dilakukan, baik melalui teknik penginderaan jauh atau *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dan pengamatan langsung. Penelitian tersebut memberikan hasil nilai deformasi yang berbeda. Salah satu penelitian dengan pengamatan langsung yakni studi penurunan tanah menggunakan *Global Positioning System* (GPS) pada tahun 2017 menghasilkan nilai penurunan tanah di Kota Surabaya sebesar 0.054 m dalam kurun waktu sekitar 6 tahun (Juli 2011 hingga Februari 2017) (Gienputra dan Kurniawan 2017). Pada penelitian lain, didapatkan nilai kecepatan rata-rata penurunan tanah sebesar 1.210 cm/tahun (Kurniawan dkk. 2011). Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan hasil penelitian tersebut sebagai pertimbangan dalam menentukan besar kriteria presisi dari desain jaring yang harus dipenuhi oleh proses optimasi.

2.2 Global Navigation Satellite System (GNSS)

2.2.1 GNSS Secara Umum

Dengan perkembangan teknologi terutama dalam penentuan posisi pada bidang geodesi, metode-metode penentuan posisi mengalami kemajuan yang pesat. Berkembangnya penentuan posisi melalui sistem navigasi berbasis satelit yang lebih dikenal dengan *Global Navigation Satellite System* (GNSS) mampu memberikan informasi mengenai posisi, jarak, dan waktu secara akurat. Saat ini, GNSS yang telah banyak digunakan didunia adalah *Global Positioning System* (GPS) milik Amerika Serikat. Sistem ini terdiri dari 24 satelit dan dirancang sehingga setidaknya terdapat empat satelit secara bersamaan terlihat jelas di atas suatu tempat dimana saja di bumi selama 24 jam per hari (Seeber 2003).

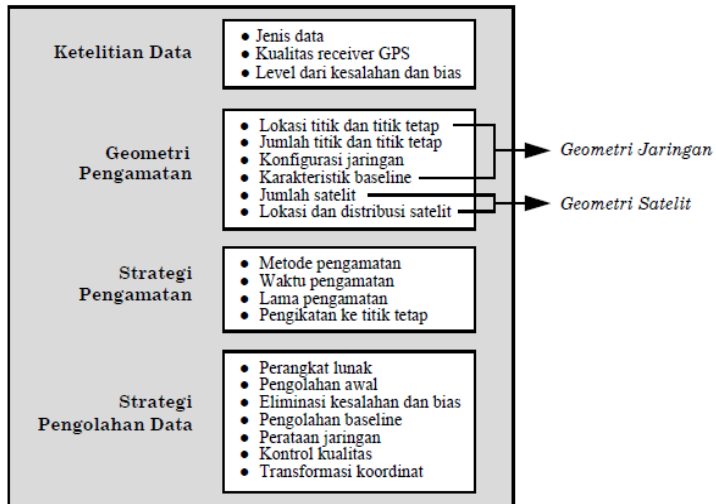
GPS memiliki ketinggian orbit 20.200 Km dengan periode 12 jam (Seeber 2003).



Gambar 2.1 Konsep Pengukuran GPS (Seeber 2003)

Survei penentuan posisi dengan GPS dapat didefinisikan sebagai proses penentuan koordinat dari sejumlah titik terhadap beberapa buah titik yang telah diketahui koordinatnya, dengan metode survei statik, berdasarkan pada penentuan posisi secara diferensial (*differential positioning*) dengan menggunakan data pengamatan fase (*carrier phase*) dari sinyal GPS (Abidin dkk. 2002). Posisi yang dihasilkan oleh GPS merupakan posisi 3 dimensi dalam sistem referensi global yakni *World Geodetic System 1984 (WGS84)*. Nilai posisi yang umum digunakan yaitu sistem koordinat kartesian (X, Y, Z) dan sistem koordinat geografis (ϕ, λ, h). Selain kedua sistem koordinat tersebut, nilai posisi titik juga dapat dinyatakan dalam suatu sistem proyeksi seperti *Traverse Mercator (TM)* dan *Universal Traverse Mercator (UTM)*

(Abidin dkk. 2002). Penentuan posisi GPS tentu memiliki kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian survei GPS dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Faktor yang Mempengaruhi Ketelitian Survei GPS
(Abidin 2000)

Pada faktor ketelitian data, pemilihan *receiver* GPS dapat menentukan ketelitian survei GPS. Terdapat beberapa hal teknis yang perlu diperhatikan dalam memilih *receiver* GPS antara lain (Abidin dkk. 2002):

- Receiver* GPS yang digunakan adalah tipe geodetik dan bukan navigasi.
- Receiver* GPS yang digunakan sebaiknya dua frekuensi.
- Receiver* GPS yang digunakan sebaiknya mempunyai kemampuan merekam data yang relatif lama.
- Sebaiknya tidak terlalu berat dan ukurannya tidak terlalu besar.
- Operasionalnya mudah dan *user-friendly*

Adapun jenis dan spesifikasi receiver GPS yang digunakan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Lampiran 22. Selain batasan kemampuan alat, pada saat pengamatan, fase dan kode GPS dari satelit tidak dapat diukur dengan sempurna sehingga dapat dikatakan terjadi kesalahan secara acak. Kesalahan ini disebut *noise* pada alat. Besar kesalahan ini diperkirakan sebesar 1% dari panjang gelombang sinyal. Adapun besar *noise* pada setiap sinyal adalah (Seeber 2003):

- | | | |
|-------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| a. C/A-code | $\lambda \approx 300 \text{ m,}$ | $\text{noise} \approx 3\text{m.}$ |
| b. P-code | $\lambda \approx 30 \text{ m,}$ | $\text{noise} \approx 30 \text{ cm.}$ |
| c. Carrier | $\lambda \approx 20 \text{ cm,}$ | $\text{noise} \approx 2 \text{ mm.}$ |

Kemudian, faktor yang terdapat pada geometri jaringan merupakan hal yang berkaitan dengan jaring pengamatan. Jumlah titik pada jaring harus disesuaikan dengan keperluan serta tujuan dari pelaksanaan survei GPS. Titik-titik kerangka GPS harus terdiri dari titik yang telah diketahui koordinatnya (titik acuan) dan titik yang akan ditentukan koordinatnya (Abidin dkk. 2002). Titik yang telah diketahui koordinatnya perlu diikutsertakan karena beberapa hal seperti :

- a. Untuk pendefinisian datum dari jaring GPS tersebut (minimal satu titik).
- b. Dituntut oleh spesifikasi teknis dari survei GPS.
- c. Untuk keperluan pengontrolan kualitas.

Untuk memenuhi tuntutan di atas, maka sebaiknya titik acuan yang digunakan tersebar dengan jumlah yang memadai bergantung pada ukuran jaring. Selain titik, karakteristik *baseline* juga mempengaruhi kualitas survei GPS. Pada jaring, *baseline* dibagi dua jenis yakni *baseline trivial* dan *nontrivial* (bebas). *Baseline trivial* adalah baseline yang dapat diturunkan dari *baseline* lainnya dari satu sesi pengamatan (Abidin dkk. 2002). Seandainya ada sejumlah n receiver yang beroperasi pada satu sesi pengamatan maka akan ada $(n-1)$ *baseline* bebas yang boleh digunakan untuk perataan jaring. Kemudian mengenai faktor strategi pengamatan,

terdapat beberapa metode yang dapat dipilih berdasarkan tujuan survei dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Abidin dkk. 2002).

Tabel 2.1 Pemilihan Metode Survei GPS

Tujuan Survei	Metode Survei
Pengadaan titik kontrol geodesi	Statik Jaring
Survei Deformasi	Statik Jaring Statik Radial
Pengadaan titik kontrol pemetaan skala lokal dan fotogrametri	Statik Jaring Statik Radial
Survei Batas Daerah	Statik Radial
Survei Jalan Raya, Detail Situasi, Survei GIS	Statik Radial

Selain metode, waktu dan lama pengamatan juga dapat mempengaruhi kualitas survei GPS. Waktu pengamatan dimana saat aktivitas ionosfer tinggi, seperti pada tengah hari, sebaiknya dihindari. sedangkan untuk lama pengamatan menyesuaikan dari tujuan pengamatan dan biaya yang ada. Terakhir, pada strategi pengolahan data, untuk mendapatkan hasil yang akurat, diperlukan data koreksi dari satelit. Koreksi ini dinamakan *ephemerides*. Beberapa instansi penyedia data *ephemerides* antara lain *National Geodetic Survey* (NGS), *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), *NASA Jet Propulsion Laboratory* (JPL), dan *International GPS Service* (IGS) (Seeber 2003). Saat ini, instansi yang paling penting untuk sumber data *ephemerides* yang tepat dan produk GPS lainnya adalah IGS. Jenis dan karakteristik *ephemerides* yang disediakan oleh IGS sehubungan dengan koreksi orbit dan jam dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Seeber 2003).

Tabel 2.2 Produk *Ephemerides* IGS

Orbit	Akurasi	Latency	Updates	Interval Sampel
<i>Broadcast</i>	260 cm	<i>Real-time</i>	--	Harian
<i>Ultra-Rapid</i>	25 cm	<i>Real-time</i>	Dua kali sehari	15 menit
<i>Rapid</i>	5 cm	17 Jam	Harian	15 menit
<i>Final</i>	<5 cm	13 Hari	mingguan	15 menit

Latency menunjukkan jeda waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan informasi *ephemerides* setelah data tersedia. *Broadcast ephemerides* adalah informasi prediksi orbit satelit yang ada dalam pesan navigasi yang ditransmisikan dari satelit secara *real time* (langsung). Orbit *Ultra-Rapid* juga merupakan orbit prediksi yang diperbarui dua kali pada pukul 03.00 dan 15.00 waktu UT dan valid selama 48 jam, 27 jam awal berdasarkan observasi langsung dan 21 jam berikutnya adalah orbit prediksi (Seeber 2003). *Precise ephemerides* atau *final* adalah informasi orbit berdasarkan rekam jejak data yang diolah secara *post-processed* untuk mendapatkan posisi satelit yang akurat. Data ini tersedia pada hari berikutnya dan lebih akurat daripada *broadcast ephemerides* karena berdasarkan pada rekam jejak data dan bukan prediksi. Untuk pengguna non-militer, *precise ephemerides* tersedia dengan jeda waktu mulai dari 12 jam untuk orbit Ultra-Rapid hingga 12 hari untuk ketelitian paling baik.

2.2.2 Studi Deformasi dengan GNSS

Studi geodinamika dengan GPS dapat dilakukan dalam metode episodik maupun kontinyu (Abidin 2008). Metode episodik atau *campaigns* merupakan pengamatan langsung yang dilakukan dalam rentang waktu tertentu dengan jangka waktu pengamatan secara berkala sedangkan pada metode kontinyu pengamatan dilakukan setiap waktu secara kontinyu. Dengan menggunakan metode tersebut, vektor pergerakan dapat diperoleh yang selanjutnya dapat digunakan untuk mempelajari perubahan posisi di permukaan bumi. Karena dalam studi geodinamika, ketelitian pergeseran posisi yang dicari umumnya adalah dalam level mm/tahun, maka studi ini umumnya memerlukan penggunaan receiver geodetik dua frekuensi dengan lama pengamatan yang relatif panjang (metode episodik) atau bahkan sebaiknya kontinyu (Abidin 2008). Pengolahan datanya juga menuntut penggunaan perangkat lunak ilmiah serta penggunaan orbit yang teliti (*precise ephemerides*).

Bentuk dan ukuran dari desain jaring pengamatan juga perlu diperhatikan. Pada beberapa kasus, *baseline* antar titik yang digunakan sangat pendek, sekitar 1 km, karena dapat menghasilkan ketelitian hingga beberapa millimeter dan deformasi yang kecil dapat dideteksi (Seeber 2003). Bergantung kepada tujuan dan laju gerak yang diharapkan, jika pengamatan menggunakan metode episodik, pengamatan jaring harus diulang dalam jangka waktu tertentu dengan setidaknya memerlukan satu stasiun referensi yang stabil. Menurut *US Army Corps of Engineers* dalam *structural deformation surveying manual*, dijelaskan mengenai beberapa ketentuan dalam melaksanakan pengamatan deformasi dengan GPS. Beberapa poin penting tentang kebutuhan survei deformasi antara lain sebagai berikut (USACE 2009):

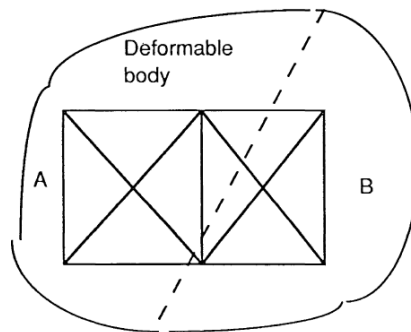
- a. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali survei harus dalam satu hari kerja. Setiap titik harus diamati satu kali kemudian diputar dan diamati kembali untuk menghilangkan kesalahan bias yang mungkin terjadi.
- b. Pengamatan mampu mendapatkan data yang sesuai dengan standar *Receiver Independent Exchange* (RINEX) untuk pemrosesan data selanjutnya.
- c. Pengamatan minimal harus memiliki kemampuan untuk mencatat data, dengan tingkat pencatatan data setiap satu detik, selama periode delapan jam terus menerus pada beberapa stasiun referensi.
- d. Sistem yang direncanakan harus menyediakan pengamatan berlebih dari setiap titik pengamatan sehingga reliabilitas, perhitungan statistik, dan deteksi kesalahan dapat dilakukan.

2.3 Perencanaan Desain Jaring Pengamatan

Perencanaan desain jaring diharapkan mampu memberikan geometri jaring yang terbaik dan memberikan hasil yang optimal dalam menentukan parameter dan model deformasi. Berdasarkan letak titik-titik penyusunnya, jaring untuk pengamatan deformasi dapat dibagi menjadi dua macam yaitu (Kuang 1991):

a. Jaringan relatif

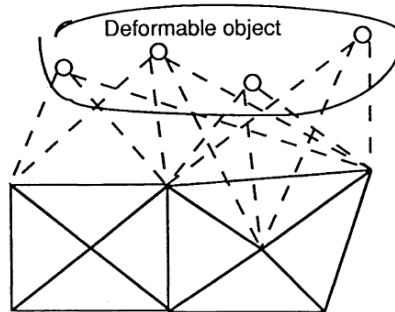
Jaringan relatif adalah jaringan dimana semua titik diasumsikan berada pada area yang terdeformasi. Tujuan jaringan relatif adalah untuk menentukan model deformasi yang terjadi seperti untuk membedakan antara deformasi yang disebabkan bertambah atau berkurangnya tegangan, pergeseran suatu benda padat, atau karena pergeseran titik.



Gambar 2.3 Jaringan Relatif (Kuang 1991)

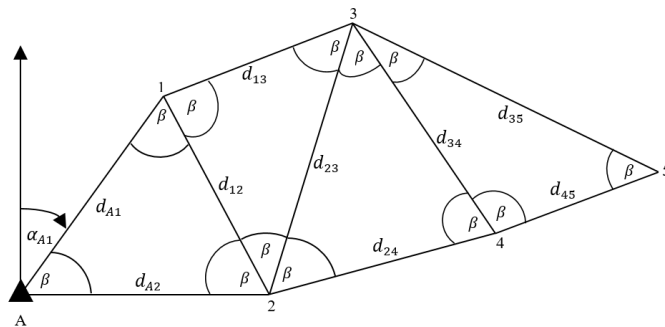
b. Jaringan Absolut/Referensi

Jaringan absolut atau referensi adalah jaringan dimana semua titik kerangka diasumsikan berada diluar area yang terdeformasi. Dengan adanya jaringan absolut atau referensi pada suatu jaringan pengamatan, dapat diperoleh titik-titik referensi untuk menentukan pergeseran absolut dari sebuah titik yang berada pada area terdeformasi. Titik referensi ini biasanya diamati selama 24 jam setiap hari. Hal ini berarti pada titik tersebut terus dilakukan pengamatan agar dapat menghasilkan nilai kooordinat titik dengan kesalahan yang seminimal mungkin. Pengamatan yang diikatkan pada titik referensi dapat meningkatkan ketelitian hingga millimeter (mm) (Gienputra dan Kurniawan 2017). Contoh dari titik referensi adalah titik *Constinuously Operating Reference Station* (CORS).



Gambar 2.4 Jaring Absolut (Kuang 1991)

Kemudian, berdasarkan metode pengukurannya, bentuk dari jaring dapat dikategorikan kedalam tiga jenis yaitu triangulasi, trilaterasi, dan triangulaterasi. Bentuk dari jaring triangulasi didefinisikan oleh bentuk rangkaian segitiga dengan unsur ukuran semua sudut, satu jarak, dan satu *azimuth* awal (Anjasmara 2005). Bentuk jaring trilaterasi didefinisikan oleh bentuk rangkaian segitiga dengan unsur ukuran semua jarak, dan satu *azimuth* awal. Bentuk jaring triangulaterasi didefinisikan oleh bentuk rangkaian segitiga dengan unsur ukuran semua sudut, jarak, dan satu *azimuth* awal. Dari definisi tersebut dapat dikatakan bahwa jaring triangulaterasi merupakan jaring gabungan dari triangulasi dan trilaterasi. Contoh dari jaring triangulaterasi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Jaring Triangulaterasi

2.4 Hitung Perataan Jaring

2.4.1 Konsep Hitung Perataan

Pada sebuah pengukuran, data yang dihasilkan selalu dihindangi kesalahan. Besar kesalahan tersebut bervariasi dan harus dihilangkan. Salah satu cara untuk menghilangkan kesalahan tersebut adalah dengan melakukan hitung perataan. Konsep dari perataan adalah meminimalkan jumlah kuadrat dari besar kesalahan yang dapat dinyatakan seperti pada persamaan berikut (Ghilani 2010):

$$\sum v^2 = v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2 = \text{minimum} \quad (2.1)$$

persamaan ini dikenal dengan istilah prinsip kuadrat terkecil (*least squares*). Persamaan ini menyatakan nilai yang paling mungkin untuk kuantitas yang diperoleh dari pengamatan berulang dengan bobot yang sama sama dengan nilai yang membuat jumlah kuadrat kesalahan minimum. Dari prinsip kuadrat terkecil, terdapat metode fungsional dalam hitung perataan yakni *conditional adjustment* (hitung perataan bersyarat) dan *parametric adjustment* (hitung perataan parameter) (Ghilani 2010). Dalam penerapan metode tersebut, pengukuran yang dilakukan harus memiliki ukuran lebih agar diperoleh kontrol terhadap hasil pengukuran. Ukuran lebih ini dikenal dengan istilah *redundancy* dari pengukuran (r). Banyaknya nilai *redundancy* dapat dihitung melalui persamaan berikut (Mikhail dan Gracie 1981):

$$r = n - n_0 \quad (2.2)$$

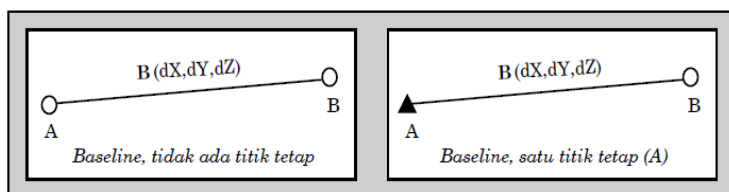
dimana n adalah jumlah pengukuran yang dilakukan dan n_0 adalah jumlah pengukuran minimal yang dibutuhkan untuk dapat mendefinisikan nilai parameter yang dicari. Untuk melakukan perhitungan dengan metode hitung perataan parameter, terdapat beberapa kondisi yang harus dipenuhi antara lain (Mikhail dan Gracie 1981):

- a. Pada persamaan kondisi mengandung nilai pengukuran dan parameter yang dicari.

- b. Jumlah persamaan kondisi sama dengan jumlah pengukuran yang dilakukan.
- c. Setiap persamaan kondisi hanya berisi satu pengamatan dengan koefisien satuan.

Ketika melakukan hitung perataan parameter, pengukuran diekspresikan sebagai parameter yang tidak diketahui yang tidak pernah diamati secara langsung (Ghilani 2010). Sebagai contoh, nilai koordinat yang dapat dicari melalui pengukuran sudut, arah, dan jarak. Oleh karena itu, hitung perataan parameter juga sering disebut dengan *adjustment of indirect observations* (perataan untuk pengamatan tidak langsung) (Mikhail dan Gracie 1981). Sedangkan hitung perataan bersyarat merupakan kebalikan dari hitung perataan parameter yang juga bisa disebut *adjustment of observations only* (perataan untuk pengamatan langsung).

Pada hitung perataan bersyarat, kondisi geometrik diberlakukan pada persamaan kondisi pengukuran dan residualnya. Sebagai contoh, jumlah sudut dari sebuah poligon tertutup adalah $(\text{jumlah titik}-2) \times 180^\circ$. Karena penentuan posisi hasil pengamatan GPS merupakan pengamatan tidak langsung, maka proses perhitungan pada penelitian ini menggunakan metode hitung perataan parameter.



Gambar 2.6 Dua Kasus Geometri Suatu Vektor Baseline (Lepas dan Terikat) (Abidin 2000).

Pada hitung perataan kuadrat terkecil metode parameter, persamaan pengamatan suatu vektor *baseline* yang lepas dapat dituliskan dalam bentuk persamaan vektor sebagai berikut:

$$V + B = X_B - X_A \quad (2.3)$$

dimana:

$B (dX_{AB}, dY_{AB}, dZ_{AB})$: data ukuran vektor *baseline* yang merupakan hasil dari perhitungan *baseline*.

$V (v_x, v_y, v_z)$: vektor residual atau vektor koreksi terhadap vektor *baseline*.

X_A dan X_B : vektor posisi (merupakan parameter yang dicari).

Dalam formulasi matriks, persamaan di atas dapat diuraikan dalam bentuk sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \\ X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} dX_{AB} \\ dY_{AB} \\ dZ_{AB} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

jika mengacu pada formulasi yang umum digunakan persamaan pengukuran dari hitung perataan parameter:

$$V = AX - L \quad (2.5)$$

dimana:

V : vektor residu

A : matriks desain

X : vektor parameter

L : vektor pengamatan

sedangkan untuk matriks desain A untuk suatu *baseline* lepas adalah:

$$A = [-I \quad I] = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

I adalah matriks identitas dan vektor-vektor parameter dan pengamatannya adalah:

$$X = [X_A, Y_A, Z_A, X_B, Y_B, Z_B]^T \quad (2.7)$$

$$L = [dX_{AB}, dY_{AB}, dZ_{AB}]^T \quad (2.8)$$

Untuk suatu vektor *baseline* yang terikat, dimana salah satu titik ujungnya merupakan titik kontrol, koordinat di titik A sudah diketahui nilainya, sehingga persamaan pengamatannya menjadi seperti berikut:

$$\begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_A + dX_{AB} \\ Y_A + dY_{AB} \\ Z_A + dZ_{AB} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

jika mengacu pada persamaan (2.5), maka

$$A = I \quad (2.10)$$

$$X = [X_B, Y_B, Z_B]^T \quad (2.11)$$

$$L = [X_A + dX_{AB}, Y_A + dY_{AB}, Z_A + dZ_{AB}]^T \quad (2.12)$$

Selanjutnya, solusi kuadrat terkecil untuk koordinat titik-titik dalam jaring adalah:

$$X = (A^T P_L A)^{-1} A^T P_L L \quad (2.13)$$

dimana P_L adalah matriks bobot dari pengamatan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_L = Q_L^{-1} = \sigma_0^2 C_L^{-1} \quad (2.14)$$

Q_L adalah matriks kofaktor, σ_0^2 adalah faktor variansi apriori (biasanya ditetapkan = 1), dan C_L adalah matriks variansi-kovariansi pengamatan. Mengacu pada Model II Gauss-Markov, nilai C_L pada setiap vektor baseline dapat dihitung berdasarkan spesifikasi alat yang digunakan dengan menggunakan rumus (Kuang 1996):

$$\sigma_s^2 = a^2 + b^2 s^2 \quad (2.15)$$

dimana a dan b adalah konstanta spesifikasi yang tertera pada alat (contoh: 3 mm + 0.5 ppm, $a = 3\text{mm}$ dan $b = 0.5\text{ ppm}$) dan s adalah jarak antar titik. Pada tahap desain, persamaan (2.15) digunakan untuk mendefinisikan presisi dari baseline sehingga

$$\sigma_{\Delta xi}^2 = \sigma_{\Delta yi}^2 = \sigma_{\Delta zi}^2 = a^2 + b^2 s_i^2 \quad (2.16)$$

matriks VCV dari setiap vektor *baseline* akan mempunyai struktur sebagai berikut:

$$C(L_i) = \begin{bmatrix} \sigma_{dX_i}^2 & \sigma_{dX_i dY_i} & \sigma_{dX_i dZ_i} \\ & \sigma_{dY_i}^2 & \sigma_{dY_i dZ_i} \\ \text{simetrik} & & \sigma_{dZ_i}^2 \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Untuk menghitung nilai matriks variansi-kovariansi dalam jaring juga dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$C_X = \hat{\sigma}_0^2 (A^T P_L A)^{-1} \quad (2.18)$$

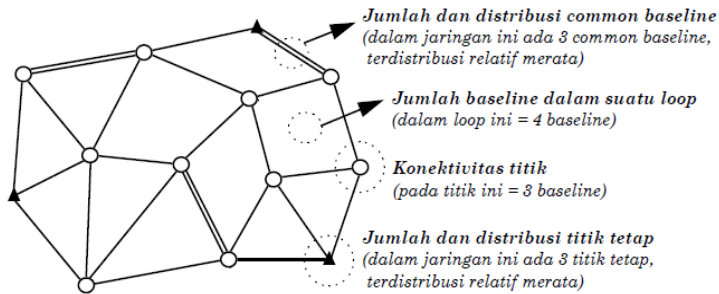
dimana $\hat{\sigma}_0^2$ adalah faktor variansi aposteriori yang dihitung sebagai berikut:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{V^T P_L V}{n-u} \quad (2.19)$$

dengan n dan u masing-masing adalah jumlah data pengamatan dan jumlah parameter yang diestimasi.

2.4.2 Perhitungan Geometri Jaring

Geometri dari suatu jaring survei GPS dapat diketahui dengan beberapa parameter, seperti jumlah dan lokasi titik dalam jaring, jumlah dan distribusi titik tetap, jumlah *baseline* dan distribusi *common baseline* (*baseline trivial*), konfigurasi *baseline* dan loop, serta konektivitas titik dalam jaring (Abidin 2000).



Gambar 2.7 Beberapa Parameter dari Geometri Jaring GPS (Abidin 2000).

Kekuatan geometri jaring GPS sangat tergantung pada karakteristik dari parameter-parameter tersebut. Untuk jumlah titik dalam jaring yang sama, beberapa bentuk konfigurasi jaring dapat dibuat tergantung pada karakteristik parameter geometri jaring yang digunakan (Abidin 2000). Salah satu cara menentukan konfigurasi jaring yang baik adalah didasarkan pada persamaan (2.18) diatas yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaring. Dengan asumsi faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor *baseline* dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaring dapat diformulasikan sebagai berikut (Abidin 2000):

$$\text{Faktor kekuatan jaring} = \frac{\text{trace}(A^T A)^{-1}}{\text{jumlah parameter}} \quad (2.20)$$

Dari persamaan tersebut, semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaring tersebut, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang bersangkutan, dan sebaliknya. Tetapi perlu ditekankan bahwa kualitas akhir dari survei GPS pada jaring tersebut juga tergantung pada faktor lainnya. Faktor kekuatan jaring juga sering disebut *Strength of Figure* (SOF). Jika jaring yang dibentuk adalah jaring triangulasi, SOF dapat dihitung melalui persamaan (Anjasmara 2005):

$$SOF = \frac{D-C}{D} [\Sigma(\delta A^2 + \delta A * \delta B + \delta B^2)] \quad (2.21)$$

dengan,

- D : total arah dalam jaring
 C : jumlah syarat sudut dan syarat sisi
 δA : nilai diferensial pada desimal keenam dari $\log \sin A+1''$,
 dimana A adalah sudut yang berhadapan dengan sisi yang diketahui
 δB : nilai diferensial pada desimal keenam dari $\log \sin B+1''$,
 dimana B adalah sudut yang berhadapan dengan sisi yang dihitung

dalam setiap *baseline* dapat memiliki satu ataupun dua arah yang berarti *baseline* tersebut diukur sebanyak dua kali. Nilai C merupakan jumlah syarat sisi (C_s) dan syarat sudut (C_a) (Anjasmara 2005):

$$C = C_a + C_s = (A - L + 1) + (N - 2s + 3) \quad (2.22)$$

dimana,

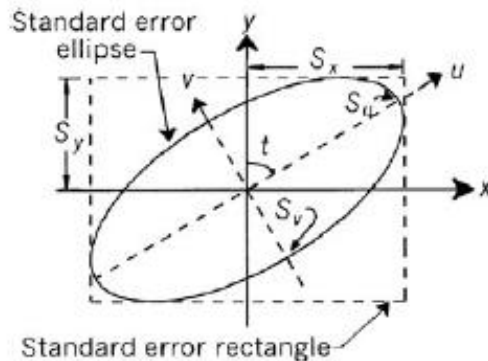
- A : jumlah sisi yang diukur dua kali
 L : jumlah stasiun yang diukur dari dua arah
 N : jumlah pengukuran
 s : jumlah titik/stasiun

sedangkan untuk nilai D menunjukkan jumlah arah yang diamati pada pengukuran. Sisi yang kedua titik ujungnya dijadikan tempat berdiri alat maka dikatakan memiliki dua arah pengukuran sehingga diberi nilai dua, sedangkan sisi yang hanya dijadikan tempat berdiri alat pada salah satu ujungnya diberi nilai satu. nilai D dapat dihitung melalui persamaan:

$$D = 2(A - 1) + \text{jumlah sisi yang diukur satu arah} \quad (2.23)$$

2.4.3 Error Ellipse (Elips Kesalahan)

Besar kesalahan atau ketelitian hasil hitung perataan jaring diwakilkan oleh nilai standart deviasi yang dapat dilihat dari nilai matriks variansi-kovariansinya. Besar kesalahan ini hanya memberikan perkiraan kesalahan dalam arah sumbu referensi. Dalam representasi grafis, besarnya kesalahan ini belum mampu menggambarkan besarnya kesalahan secara dua dimensi (sumbu x dan y) (Ghilani 2010). Kesalahan pada jarak dan estimasi titik hasil perataan melibatkan kesalahan dua variabel yang terdistribusi bersama pada koordinat x dan y menyebabkan nilai posisi suatu titik tidak pasti. Untuk mengetahui besar kesalahan hasil perataan dalam kaitannya dengan bentuk jaring maka digunakan *error ellipse* (elips kesalahan) (Anjasmara 2005). Kesalahan ini perlu diberikan pada desain untuk menggambarkan kualitas suatu desain jaring.



Gambar 2.8 Elips Kesalahan Standar (Ghilani 2010)

Orientasi elips bergantung pada besar sudut t , yang memperbaiki arah garis bantu dari sumbu tegak lurus u dan v di sepanjang sumbu elips. Sumbu u menunjukkan arah terlemah dari posisi titik hasil perataan. Dengan kata lain, sumbu u menentukan arah kesalahan maksimum dari kesalahan yang terjadi pada koordinat titik. Sumbu v menentukan arah terkuat dari posisi titik atau arah kesalahan minimum (Ghilani 2010). Unsur-unsur elips

kesalahan dapat dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut (Anjasmara 2005):

$$\tan 2t = \frac{2S_{xy}}{S_x^2 - S_y^2} \quad (2.24)$$

$$S_{x'}^2 = \frac{S_x^2 + S_y^2}{2} + \sqrt{\left[\frac{(S_x^2 + S_y^2)^2}{4} + S_{xy}^2 \right]} \quad (2.25)$$

$$S_{y'}^2 = \frac{S_x^2 + S_y^2}{2} - \sqrt{\left[\frac{(S_x^2 + S_y^2)^2}{4} + S_{xy}^2 \right]} \quad (2.26)$$

2.5 Datum Pada Jaring Geodesi

Datum pada jaring kerangka geodesi didefinisikan sebagai parameter minimum yang diperlukan untuk mendefinisikan jaring dalam ruang atau untuk menempatkan jaring kerangka ke dalam sistem koordinat secara relatif yang telah ditentukan terlebih dahulu (Kuang 1996). Pendefinisian datum termasuk dalam kategori *zero order design* (ZOD). Jika datum tidak terdefinisi dalam desain jaring, dapat dikatakan nilai koordinat titik memiliki solusi yang tidak terbatas, dengan kata lain titik tersebut memiliki nilai berapapun sebagai koordinatnya (Al zubaidy 2012). Untuk membatasi nilai tersebut, beberapa kendala perlu dimasukkan pada proses perataan. Jumlah kendala ini bergantung pada sistem jaring yang dibentuk, satu, dua, atau tiga dimensi. Jumlah kendala minimal yang diperlukan jaring adalah skala, rotasi, dan satu titik yang diketahui nilainya (Kuang 1996). GPS yang menggunakan sistem tiga dimensi, akan memiliki tujuh parameter datum, yakni tiga parameter translasi, tiga parameter rotasi, dan satu skala. Pada pengamatan GPS metode statik mampu memberikan nilai translasi jaring terhadap *origin* (titik 0) dari sistem penentuan posisi WGS84. Ketika pengamatan GPS dilakukan pada beberapa titik, dapat diasumsikan faktor rotasi dan skala terdefinisi. Namun, karena pada pengamatan GPS, nilai posisi secara relatif memberikan akurasi yang lebih baik daripada penentuan posisi secara absolut, maka dikatakan GPS memberikan nilai parameter

translasi yang rendah, tetapi sangat baik untuk parameter rotasi dan skala (Kuang 1996). Oleh karena itu, pendefinisian datum GPS memuat nilai parameter translasi, sedangkan parameter rotasi dan skala dianggap tidak ada (sama dengan 0). Terdapat tiga jenis kendala yang dapat dimasukkan kedalam proses perataan yakni *minimum constraint*, *inner constraint*, dan *over constraint*. Penelitian ini menggunakan *minimum constraint* dan *inner constraint* dalam mendefinisikan datum pada perhitungan.

2.5.1 Minimum Constraint (Datum Kendala Minimum)

Dalam perataan jaring geodetik, hubungan antara pengamatan dan titik koordinat parameter dinyatakan oleh persamaan kondisi, misal sudut atau jarak. Persamaan ini memberikan informasi secara relatif dan bukan mutlak tentang posisi titik (Al zubaidy 2012). Untuk mendapatkan informasi absolut adalah dengan memberi batasan/kendala atau memperbaiki komponen koordinat titik tertentu. Kendala tersebut dapat berupa *fixed constraint* (posisi absolut titik acuan), *conditional constraint* (hubungan beberapa titik), atau *weighted constraint* (nilai bobot tetap yang ditentukan pada proses perhitungan) (Kuang 1996). Tanpa adanya kendala tersebut, sistem persamaan normal mengalami *rank defect* dan karenanya tidak dapat dipecahkan secara unik. *Rank defect* setara dengan nilai minimum kendala yang diperlukan untuk membuat sistem dapat dipecahkan. Oleh karena itu, tidak ada *constraint* yang diberikan melebihi jumlah yang diperlukan untuk memberikan penyelesaian terhadap sistem persamaan. Pendekatan ini yang disebut *minimum constraint*. *Minimum constraint* yang mudah dan sering diterapkan pada proses perhitungan GPS adalah *fixed constraint*. *Fixed constraint* menetapkan paling sedikit satu titik sebagai acuan terhadap titik lainnya dimana nilai koordinat titik ini tidak akan berubah bahkan setelah melalui proses perhitungan (Al zubaidy 2012). Secara matematis, bentuk matriks dari *minimum constraint* adalah sebagai berikut (Kuang 1996):

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3+m}^T \quad (2.27)$$

dimana m adalah jumlah titik yang ada pada desain jaring. Nilai 1 pada matriks mengindikasikan faktor translasi pada titik tersebut dimana nilai titik tidak terkena faktor translasi atau tidak berubah.

2.5.2 Inner Constraint (Datum Kendala Bebas)

Inner constraint merupakan *minimum constraint* yang diformulasikan berdasarkan hubungan dari koordinat titik-titik yang terlibat dalam hitung perataan. Dalam konteks hitung perataan jaring, kendala ini dapat disebut *free network adjustment* (Kuang 1996). Konsep dari *inner constraint* adalah menetapkan beberapa titik, azimuth, dan jarak khayal dimana pada saat sebelum dan sesudah proses hitung perataan memenuhi kondisi

- Koordinat dari titik pusat jaring tetap (rata-rata koordinat titik pada jaring tetap),
- Jaring tidak mengalami rotasi, dan
- Rata-rata jarak titik ke titik pusat tetap.

Sama seperti *minimum constraint*, pendefinisian kendala yang mudah dilakukan dan sering digunakan adalah menetapkan koordinat titik sebagai acuan, hanya pada *inner constraint* koordinat estimasi semua titik dianggap memiliki kesalahan sehingga bentuk matriks *inner constraint* adalah sebagai berikut (Mehrabi dan Voosoghi 2014):

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{3 \times 3+m}^T \quad (2.28)$$

dimana m adalah jumlah titik pada jaring yang digunakan.

2.6 Parameter Kualitas Jaring

2.6.1 Precision (Presisi)

Dalam kaitannya dengan data pengukuran, presisi didefinisikan sebagai ukuran dari seberapa dekat hasil pengukuran satu sama lain. Presisi menggambarkan keseragaman atau pengulangan hasil pada pengukuran. Presisi sering dikaitkan dengan ketepatan atau ketelitian dari pengukuran. Presisi juga dapat diartikan sebagai ukuran dari bagaimana desain jaring menyebarkan kesalahan acak (Kuang 1991). Informasi presisi dalam jaring dapat diperoleh dari matriks variansi-kovariansi. Dengan asumsi desain jaring menggunakan datum *minimum constraint*, nilai variansi-kovariansi jaring dapat dihitung melalui persamaan (Kuang 1991):

$$Cx = \sigma_0^2[(A^T P A + D^T D)^{-1} - H^T (H D^T D H^T)^{-1} H] \quad (2.29)$$

perlu dicatat bahwa dalam koordinat tiga dimensi yang terdapat pada matriks Cx adalah fungsi nonlinier baik matriks bobot P dan nilai koordinat titik (x, y, z) yang melekat pada matriks desain A . Dengan memberikan nilai awal pada bobot dan koordinat titik, matriks Cx dapat diestimasi melalui linierisasi dengan mengikuti persamaan deret Taylor menjadi (Kuang 1991):

$$Cx = Cx_x^0 + \sum_i^m \frac{\partial Cx}{\partial x_i} \Delta x_i + \sum_i^m \frac{\partial Cx}{\partial y_i} \Delta y_i + \sum_i^m \frac{\partial Cx}{\partial z_i} \Delta z_i + \sum_i^m \frac{\partial Cx}{\partial p_i} \Delta p_j \quad (2.30)$$

dengan

$$Cx_x^0 = \sigma_0^2[(A^T P A + D^T D)^{-1} - H^T (H D^T D H^T)^{-1} H]_{x^0 y^0 z^0 p^0}$$

$$x^0, y^0, z^0 = \text{nilai koordinat awal.}$$

$$p^0 = \text{bobot awal.}$$

$$(\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i) = \text{besar penambahan koordinat yang dibutuhkan untuk membuat jaring menjadi optimal (i : 1, ..., n).}$$

$$\Delta p_j = \text{besar penambahan bobot yang dibutuhkan untuk membuat jaring menjadi optimal (j : 1, ..., m).}$$

n = jumlah titik.
m = jumlah pengamatan.

perlu diperhatikan jika matriks A tidak singular, atau lebih tepatnya jika persamaan datum D dan H telah dieliminasi pada persamaan pengamatan, maka matriks variansi-kovariansi jaring dapat dihitung seperti pada hitung perataan jaring, yakni

$$C_X = \sigma_0^2 (A^T P_L A)^{-1} \quad (2.31)$$

2.6.2 Reliability (Reliabilitas)

Reliabilitas dari suatu jaring dapat diartikan sebagai kemampuan jaring untuk mendeteksi dan menghindari kesalahan pada saat observasi (Seemkooei 2001). Dalam hal ini, reliabilitas dibagi menjadi dua jenis, yakni *internal reliability* (reliabilitas internal) dan *external reliability* (reliabilitas eksternal). Reliabilitas internal dari jaring adalah kemampuan untuk mendeteksi kesalahan sistematis melalui uji hipotesis dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dan kekuatan uji $(1 - \beta)$. Sedangkan, reliabilitas eksternal berhubungan dengan efek dari kesalahan yang tidak terdeteksi pada parameter yang diestimasi dan pada nilai yang dihitung dari parameter tersebut. (Kuang 1991). Reliabilitas jaring sangat erat kaitannya dengan bentuk geometri dari jaring dan bukan pada pengukuran sehingga masalah reliabilitas harus dipertimbangkan pada saat mendesain jaring untuk memastikan deteksi kesalahan sekecil mungkin dan untuk meminimalisir efek dari kesalahan yang tidak terdeteksi pada parameter yang diestimasi. Bentuk persamaan dari reliabilitas internal adalah (Kuang 1996):

$$\nabla_0 l_i = \frac{\delta_0 \sigma_{li}}{\sqrt{r_i}} \quad (2.32)$$

dimana:

δ_0 = batas minimum yang dapat dideteksi antara hipotesis nol H_0 dan hipotesis alternatif H_a pada

tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dan kekuatan uji $(1 - \beta)$.

σ_{li} = standar deviasi pada pengukuran ke i .

r_i = nilai *redundant* (ukuran lebih) yang terdapat pada pengukuran ke i

beberapa nilai yang dapat digunakan untuk menentukan batas minimum antara H_0 dan H_a adalah sebagai berikut (Kuang 1991):

Tabel 2.3 Batas Minimum Dengan Beberapa Tingkat Kepercayaan dan Kekuatan Uji

$1 - \beta_0 \backslash \alpha_0$	0.01%	0.10%	1%	5%
50%	3.72	3.29	2.58	1.96
70%	4.41	3.82	3.10	2.48
80%	4.73	4.13	3.42	2.80
90%	5.17	4.57	3.86	3.24
95%	5.54	4.94	4.22	3.61
99%	6.22	5.62	4.90	4.29
99.90%	6.98	6.38	5.67	5.05

Nilai tingkat kepercayaan dan kekuatan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah 95% dan 20%. Nilai ukuran lebih pada pengamatan didapatkan dari nilai pada diagonal matriks R , dimana matriks R dapat dihitung melalui persamaan (Kuang 1996):

$$R = I - A(A^T P A)^{-1} A^T P \quad (2.33)$$

Sedangkan untuk nilai reliabilitas eksternal dapat dicari melalui persamaan (Kuang 1996):

$$\nabla_{0,i} \hat{x} = (A^T P A + D^T D)^{-1} A^T P \nabla_0 l_i \quad (2.34)$$

Nilai ukuran lebih pada matriks R akan selalu berada pada rentang 0 hingga 1. Ukuran lebih akan bernilai 0 jika jumlah pengamatan sama dengan jumlah parameter yang tidak diketahui

atau dicari. Pada kondisi ini, jaring dikatakan tidak mampu untuk mendeteksi adanya kesalahan. Di sisi lain, ukuran lebih akan bernilai 1 ketika jaring mampu mendeteksi semua kesalahan yang mungkin terjadi berapapun nilainya. Ini terjadi ketika hanya ada pengamatan dan tanpa parameter yang tidak diketahui pada kondisi persamaanya, menyebabkan matriks A menjadi matriks nol (Khameneh 2017).

Dari keterangan tersebut, dengan nilai reliabilitas yang tinggi berarti jaring memiliki kemampuan untuk mendeteksi kesalahan bahkan yang kecil sekalipun (Yalçinkaya dan Teke 2006). Untuk mendapatkan desain jaring dengan reliabilitas yang baik dengan mempertimbangkan biaya, beberapa syarat ada untuk dapat mengurangi jumlah pengamatan. Syarat ini dinamakan *critical value* (nilai kritis). Karena penggunaan tingkat kepercayaan dan kekuatan uji pada perhitungan, nilai kritis menjadi beragam dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dengan tetap memperhatikan konsep yang dijelaskan sebelumnya. Beberapa kategori dari nilai kritis setiap parameter reliabilitas dengan tingkat kepercayaan 5% dan kekuatan uji 80% adalah sebagai berikut (Küreç dan Konak 2014).

Tabel 2.4 Nilai Kritis Reliabilitas Jaring

<i>Redundant</i>	<i>Internal Reliability (k)</i>	<i>External Reliability (δ_{0i})</i>	Tingkat Kontrol
$0.00 \leq r_i \leq 0.01$	$30 \leq k \leq \infty$	$25 \leq \delta_{0i} \leq \infty$	Tidak Terkontrol
$0.01 \leq r_i \leq 0.10$	$10 \leq k \leq 30$	$15 \leq \delta_{0i} \leq 25$	Lemah
$0.10 \leq r_i \leq 0.30$	$6 \leq k \leq 10$	$8 \leq \delta_{0i} \leq 15$	Cukup
$0.30 \leq r_i \leq 1.00$	$0 \leq k \leq 6$	$0 \leq \delta_{0i} \leq 8$	Sangat Baik

Dalam menentukan jaring dengan biaya minimum melalui reliabilitas, yang perlu diperhatikan adalah nilai ukuran lebihnya dengan reliabilitas internal dan eksternal sebagai kontrol. *Baseline* pengamatan dengan nilai ukuran lebih yang lebih besar dari nilai ukuran lebih relatif jaring yakni nilai diagonal pada matriks R dapat dihilangkan dari rencana pengamatan. Untuk menghitung

nilai ukuran lebih pada masing-masing *baseline* pengamatan dapat digunakan rumus sebagai berikut (Yalçinkaya dan Teke 2006):

$$\text{redundant}(r_j) = (Q_{vv})_j P_j \quad (2.35)$$

dimana Q_{vv} adalah matriks kofaktor residual yang dapat diketahui melalui persamaan (Kuang 1996):

$$Q_{vv} = P^{-1} - A(A^T P A + D^T D)^{-1} A^T \quad (2.36)$$

apabila datum telah dieliminasi pada persamaan perhitungan, maka matriks datum D dapat dihilangkan.

2.6.3 Cost (Biaya)

Alasan utama dibutuhkan adanya desain jaring sebelum melakukan pengukuran adalah biaya. Pelaksana pengukuran pasti menginginkan sebuah jaring yang memiliki kualitas presisi dan reliabilitas baik dengan biaya yang minimal (Kuang 1996). Pada survei GPS, kriteria biaya dapat dihitung dari transportasi, jumlah pengukuran, personel, dan lain-lain (Khameneh 2017). Secara matematis, sangat sulit untuk mendapatkan jaring yang memiliki presisi dan reliabilitas yang tinggi dengan biaya yang minimum. Semakin baik kualitas dari jaring, maka biaya yang dibuthkan akan semakin besar (Khameneh 2017). Oleh karena itu, dalam merencanakan survei GPS, perlu dibuat sebuah jaring dengan nilai presisi dan reliabilitas yang baik dengan biaya yang terjangkau.

Ikatan Nasional Konsultan Indonesia (INKINDO) dalam pedoman standar minimal tahun 2017 memberikan ketentuan mengenai jenis dan nominal biaya yang mungkin ada dalam melakukan survei dan pemetaan. Biaya dibagi kedalam dua jenis, yakni biaya langsung personel dan biaya langsung non personel. Biaya personel berhubungan dengan biaya tenaga kerja sedangkan biaya non personel merupakan biaya yang digunakan untuk menunjang pelaksanaan kegiatan (INKINDO 2017). Biaya langsung personel dibagi kedalam beberapa bagian dengan nominal sebagai berikut (INKINDO 2017):

Tabel 2.5 Biaya Langsung Personel Sub Profesional

No.	Personil	Rupiah per Bulan
1.	<i>CAD/CAM Operator</i>	10,000,000
2.	<i>Software Programmer/ Implementer</i>	11,700,000
3.	<i>Technician</i>	10,000,000
4.	<i>Inspector</i>	10,000,000
5.	<i>Surveyor</i>	9,000,000

Tabel 2.6 Biaya Langsung Personel Tenaga Pendukung

No.	Personil	Rupiah per Bulan
1.	<i>Office Manager</i>	10,500,000
2.	<i>Site Office Manager/ Administrator</i>	9,500,000
3.	<i>Bilingual Secretary</i>	10,400,000
4.	<i>Secretary</i>	6,400,000
5.	<i>Computer Operator/ Typist</i>	5,700,000
6.	<i>Drafter (Manual)</i>	5,300,000
7.	<i>Office Boy</i>	3,400,000
8.	<i>Driver</i>	4,000,000
9.	<i>Office Guard/ Security Officer</i>	3,650,000

nominal harga pada tabel dapat berubah-ubah seiring harga yang berlaku di setiap daerah. Ketentuan nilai biaya langsung personel ini diasumsikan pada personel dengan tingkat pendidikan strata 1 (S1). Nominal ini merupakan nilai bulat antara gaji pokok dan tunjangan yang sering diberikan kepada pekerja. Kemudian, biaya langsung non personel juga dibagi kedalam beberapa bagian dengan nominal tertentu.

Tabel 2.7 Biaya Langsung Non Personel Kendaraan

No	Jenis Pengeluaran	Satuan	Harga (Rp)	Ket
1	Roda-4	Bulan	10,000,000	Tidak termasuk O&M, Driver
2	Roda-4	Hari	800,000	Termasuk O&M saja
3	Roda-2	Bulan	1,750,000	Termasuk O&M
4	Roda-2	Hari	250,000	Termasuk O&M
5	O&M Roda-4	Bulan	4,500,000	
6	O&M Roda-2	Bulan	850,000	

dengan O&M adalah *Operation & Maintenance* (operasi dan perawatan). *Operation* berarti biaya yang dikeluarkan untuk kendaraan agar dapat bekerja atau beroperasi sesuai dengan fungsinya sedangkan *maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan atau perbaikan pada kendaraan agar suatu kendaraan tersebut dapat dikatakan layak untuk digunakan. *Operation* dalam hal ini belum termasuk biaya yang dibutuhkan untuk *Driver* (pengemudi) kendaraan tersebut. Biaya yang dibutuhkan untuk pengemudi dapat bervariasi dan disesuaikan menurut kebutuhan pokok seperti makan, minum, dll. Kemudian, alat-alat penunjang pelaksanaan survei juga masuk kedalam kategori biaya langsung non personel. Alat-alat penunjang ini dibagi kedalam alat penunjang kantor dan lapangan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.8 Biaya Langsung Non Personel Kantor

No	Jenis Pengeluaran	Satuan	Harga (Rp)	Ket
1	Laptop	Unit-Bulan	2,000,000	
2	Printer A-3	Unit-Bulan	950,000	
3	Printer A-4	Unit-Bulan	750,000	
4	Mesin <i>Fotocopy</i>	Unit-Bulan	6,000,000	
5	Biaya ATK	Bulan	3,500,000	Lapangan
6	Biaya Komunikasi	Bulan	3,250,000	Telepon, Fax, Internet Lapangan
7	Biaya Pelaporan	Buku	750,000	Laporan Teknis dan Akhir
8	CD	Keping	10,000	

Besar biaya ini bervariasi sesuai dengan harga yang berlaku di masyarakat. Nominal biaya ini juga berubah-ubah seiring dengan harga yang berlaku di tiap daerah. Lalu untuk peralatan lapangan, biaya juga bergantung pada penyedia jasa persewaan peralatan yang ada. Secara garis besar, biaya peralatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.9 Biaya Langsung Non Personel Peralatan Lapangan

No	Jenis Pengeluaran	Satuan	Harga (Rp)	Ket
1	<i>Hand GPS</i>	Unit-Bulan	500,000	Satu set
2	<i>GPS Dual Frequency</i>	Unit-Hari	500,000	Satu set
3	<i>Waterpass</i>	Unit-Bulan	1,000,000	Satu set
4	<i>Total Station</i>	Unit-Bulan	9,000,000	Satu set, <i>bluetooth</i> , <i>reflectorless</i>

Biaya langsung personel maupun non personel tersebut masih memiliki satuan yang berbeda. Perhitungan konversi biaya menurut satuan waktu adalah sebagai berikut (INKINDO 2017):

$$SBOM = SBOB/4.1 \quad (2.37)$$

$$SBOH = \left(\frac{SBOB}{22} \right) \times 1.1 \quad (2.38)$$

$$SBOJ = \left(\frac{SBOH}{8} \right) \times 1.3 \quad (2.39)$$

dimana

SBOB : Satuan Biaya Orang Bulan
SBOM : Satuan Biaya Orang Minggu
SBOH : Satuan Biaya Orang Hari
SBOJ : Satuan Biaya Orang Jam

2.6.4 Sensitivity (Sensitivitas)

Sensitivitas merupakan parameter kualitas jaring yang hanya terdapat pada jaring deformasi. Sensitivitas dapat didefinisikan sebagai kemampuan jaring untuk mendeteksi adanya pergeseran atau parameter deformasi pada arah tertentu (Kuang 1991). Pada jaring deformasi, kriteria sensitivitas diperlukan pada proses perhitungan desain jaring supaya jaring dapat mendeteksi

deformasi dengan besaran tertentu. Kriteria sensitivitas digunakan sebagai kriteria presisi yang harus dihasilkan melalui proses optimasi. Untuk menghitung sensitivitas suatu jaring diperlukan pengetahuan awal mengenai parameter deformasi dan model deformasi (Kuang 1996). Parameter deformasi antara lain *normal strains* (regangan normal), *shear strains* (regangan geser), dan *differential rotations* (perbedaan rotasi) pada sumbu x, y, dan z. Adapun untuk menentukan model deformasi bergantung pada informasi awal tentang bagaimana tren atau perubahan apapun yang ditunjukkan oleh pengukuran atau dari lokasi titik. Pada penelitian tugas akhir ini tidak melakukan perhitungan sensitivitas dikarenakan belum adanya informasi mengenai parameter deformasi dan model deformasi yang terjadi di lokasi penelitian.

2.7 Optimasi Desain Jaring Pengamatan

2.7.1 Konsep Optimasi

Tujuan dari desain jaring yang optimal atau optimasi jaring pada intinya adalah membuat konfigurasi jaring dan rencana pengamatan optimal dimana konfigurasi jaring memenuhi kualitas yang telah ditentukan dengan usaha yang minimal (Kuang 1991). Proses tersebut memiliki masalah yang kompleks pada penyelesaiannya. Hampir tidak mungkin untuk menyelesaikan semua aspek optimasi jaring dalam sebuah fungsi matematis. Oleh karena itu, optimasi dibagi kedalam beberapa kategori dimana beberapa proses penyelesaian dapat dilakukan. Kategori tersebut yakni (Kuang 1991):

- a. *Zero Order Design* (ZOD) yakni memilih sistem referensi/datum yang optimal
- b. *First Order Design* (FOD) yakni memilih lokasi titik pengamatan atau konfigurasi titik.
- c. *Second Order Design* (SOD) yakni memilih pengamatan yang digunakan dan dengan kualitas yang ditentukan
- d. *Third Order Design* (THOD) yakni memilih bagaimana meningkatkan jaring yang sudah ada.

Dari keempat kateogori diatas, ada kategori baru yang dapat ditambahkan, dinamakan *Combined Design* (COMD). Kategori ini merupakan gabungan antara *First Order Design* (FOD) dan *Second Order Design* (SOD) dimana keduanya dapat diselesaikan secara berurutan. Untuk menyelesaikan proses perhitungan mengacu pada kategori-kategori tersebut, terdapat dua metode dasar yang sesuai yaitu metode *trial and error* dan analitis (Kuang 1991). Pada metode *trial and error*, sebuah jaring dibuat dan dihitung kualitasnya. Apabila tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan maka dibentuk jaring baru dan dihitung lagi kualitasnya. Proses ini diulang hingga jaring mampu memberikan nilai yang mendekati kriteria. Pada metode analitis, solusi dari desain jaring ditawarkan melalui perhitungan matematis. Metode ini memberikan sejumlah fungsi objektif yang dianggap dapat memberi deskripsi mengenai nilai presisi, reliabilitas, dan biaya. Fungsi objektif inilah yang harus dipenuhi pada proses optimasi.

2.7.2 Model Optimasi

Secara matematis, optimasi berarti menentukan nilai maksimum atau minimum dari fungsi objektif dengan beberapa batasan (persamaan maupun pertidaksamaan). Untuk memenuhi kriteria kualitas yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat pendekatan persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan kriteria mana yang menjadi tujuan utama. Persamaan tersebut adalah (Kuang 1996):

$$\alpha_p (\text{presisi}) + \alpha_r (\text{reliabilitas}) + \alpha_c (\text{biaya})^{-1} = \max \quad (2.40)$$

dimana α_p , α_r , α_c adalah nilai bobot dari perhitungan kriteria diseuaikan dengan tujuan pada desain jaring. Persamaan 2.33 dapat disebut *multi-objective optimization problem* (Kuang 1996). Jika pembobotan tidak dilakukan dan solusi jaring dituntut untuk memiliki nilai yang maksimum atau minimum pada satu kriteria saja maka disebut juga *single-objective optimization model*.

Apabila mengacu pada persamaan 2.40, terdapat 3 model optimasi yakni:

- a. Presisi = maksimum
 Reliabilitas \geq konstan
 Biaya \leq konstan
 berarti presisi dioptimasi sementara reliabilitas dan biaya tetap dikontrol.
- b. Reliabilitas = maksimum
 Presisi \geq konstan
 Biaya \leq konstan
 berarti reliabilitas dioptimasi sementara presisi dan biaya tetap dikontrol.
- c. Biaya = minimum
 Presisi \geq konstan
 Reliabilitas \geq konstan
 Berarti biaya dioptimasi dengan tetap melihat nilai presisi dan reliabilitasnya.

Pada survei deformasi, jaring yang dibutuhkan harus mampu mendeteksi besar deformasi yang terjadi. Karena itu, nilai presisi jaring lebih diutamakan dengan tetap memperhatikan biaya yang dibutuhkan. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukan optimasi model 1 atau optimasi presisi dengan fungsi objektif yang harus terpenuhi adalah (Kuang 1996):

$$\|C_x - C_c\| = \text{minimum} \quad (2.41)$$

persamaan ini menandakan bahwa nilai presisi yang dihasilkan harus lebih baik atau sama dengan nilai kriteria yang diinginkan. fungsi ini juga bermaksud untuk menghindari nilai presisi suatu titik menjadi tidak seimbang dengan yang lain atau menjadi lebih baik daripada titik yang lainnya. Persamaan 2.41 kemudian dapat dirumuskan kembali kedalam bentuk satu kesatuan matriks dan vektor melalui persamaan berikut (Kuang 1996):

$$\|Gw - u\| = \min \quad (2.42)$$

dengan kondisi penyelesaian dari persamaan 2.42 adalah

$$w^T G^T G w - 2 u^T G w + u^T u = \min \quad (2.43)$$

mengacu pada syarat

$$G_1 w - u_1 \leq 0 \quad (2.44)$$

$$A_{00} w \leq b_{00} \quad (2.45)$$

keterangan:

$$G = [\text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial x_1} - \frac{\partial C_c}{\partial x_1} \right) \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial y_1} - \frac{\partial C_c}{\partial y_1} \right) \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial z_1} - \frac{\partial C_c}{\partial z_1} \right) \dots \\ \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial x_m} - \frac{\partial C_c}{\partial x_m} \right) \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial y_m} - \frac{\partial C_c}{\partial y_m} \right) \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial z_m} - \frac{\partial C_c}{\partial z_m} \right) \\ \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial p_1} \right) \dots \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial p_l} \right)] \quad (2.46)$$

$$u = \text{vec}(C_c) - \text{vec}(C_x^0) \quad (2.47)$$

$$G_1 = (I_u \theta I_u)^T G \quad (2.48)$$

$$u_1 = (I_u \theta I_u)^T u \quad (2.49)$$

$$w = (\Delta x_1 \Delta y_1 \Delta z_1 \dots \Delta x_m \Delta y_m \Delta z_m \Delta p_1 \dots \Delta p_l)^T \quad (2.50)$$

dimana “vec” menghasilkan vektor dengan menumpuk kolom matriks kuadrat, satu dengan yang lainnya. Simbol θ menunjukkan *Khatri-Rao product*, C_c adalah matriks kriteria presisi Untuk menyelesaikan kondisi pada persamaan 2.42 dapat digunakan proses yang dinamakan *quadratic programming*. *Quadratic programming* merupakan proses penyelesaian khusus untuk masalah optimasi terlebih untuk menyelesaikan masalah optimasi dimana kondisi penyelesaiannya berbentuk persamaan kuadrat (persamaan 2.43) dengan batasan nilai yang berbentuk persamaan linier (persamaan 2.44 dan 2.45). Proses penyelesaian ini sangat krusial untuk memperoleh nilai optimasi yang ada pada matriks w . Penyelesaian tersebut dilakukan secara berulang hingga nilai presisi yang didapatkan kurang dari atau sama dengan nilai kriteria

yang diberikan. Dari matriks w , didapatkan nilai optimasi berupa perbaikan nilai dari koordinat x , y , dan z maupun nilai bobot pengukuran. Nilai ini kemudian ditambahkan pada nilai koordinat estimasi dan bobot awal sehingga menghasilkan koordinat optimasi dan bobot akhir yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan *baseline* pengamatan yang akan dilakukan.

2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut ini beberapa penelitian terdahulu mengenai analisis dan optimasi desain jaring yang pernah dilakukan, baik di dalam maupun di luar negara Indonesia yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini:

Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Judul dan Peneliti	Inti Penelitian
1	1991	<i>Optimization and Design of Deformaton Monitoring Schemes</i> (Kuang)	Optimasi desain jaring deformasi menggunakan multi-objective optimization model
2	2011	Optimasi Jaring Pada Pengukuran Orde-3 Menggunakan Perataan Parameter (Sriani)	Analisis standar deviasi desain jaring melalui hitung perataan parameter
3	2014	<i>Optimal Observational Planning of Local GPS Networks: Assessing an Analytical Method</i> (Mehrabi dan Voosoghi)	Optimasi desain jaring berdasarkan second order design menggunakan metode analitis dan dibuktikan melalui pengamatan langsung
4	2015	<i>Optimisation of Lilla Edet Landslide GPS Monitoring Network</i> (Alizadeh-Khameneh, Eshagh, dan Sjöberg)	Optimasi desain jaring deformasi menggunakan single-objective optimization model, bi-objective optimization model, dan multi-objective optimization model untuk mencari nilai presisi, reliabilitas, dan biaya

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Surabaya dengan rincian koordinat sebagai berikut: 7°08'00" LS - 7°21'00" LS / 112°35'00" BT - 112°50'00" BT. Kota Surabaya berbatasan langsung dengan Selat Madura di bagian utara dan timur, Kabupaten Sidoarjo di bagian selatan, dan Kabupaten Gresik di sebelah barat.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Google Earth 2018)

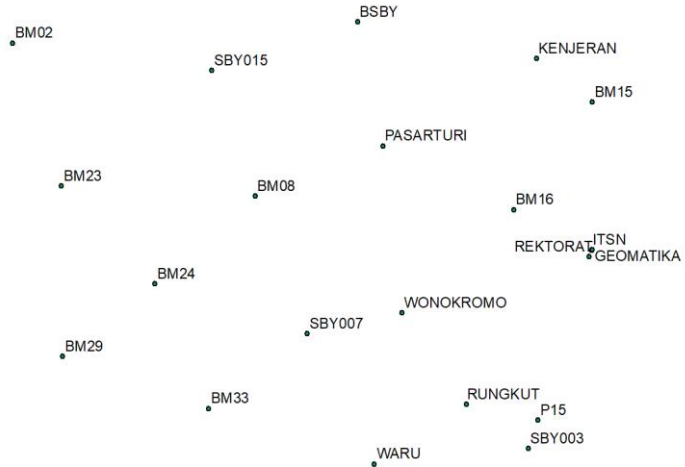
3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

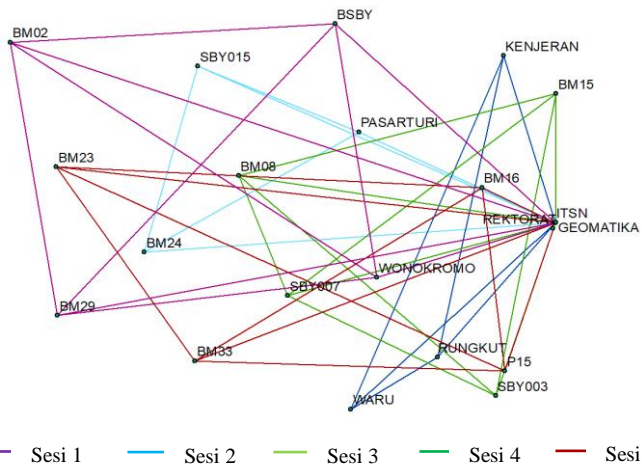
Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data titik pengamatan deformasi Kota Surabaya tahun 2018 (Tabel 3.1, Gambar 3.2 dan 3.3).
- b. Informasi deformasi yang terjadi di Kota Surabaya.

- c. Informasi spesifikasi alat yang digunakan pada pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018.



Gambar 3.2 Sebaran Titik Pengamatan Deformasi Kota Surabaya Tahun 2018



Gambar 3.3 Desain Jaring Pengamatan Deformasi Kota Surabaya Tahun 2018

koordinat estimasi titik-titik tersebut disajikan dalam sistem proyeksi UTM Zona 49S sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Koordinat Titik Pengamatan Deformasi Kota Surabaya Tahun 2018

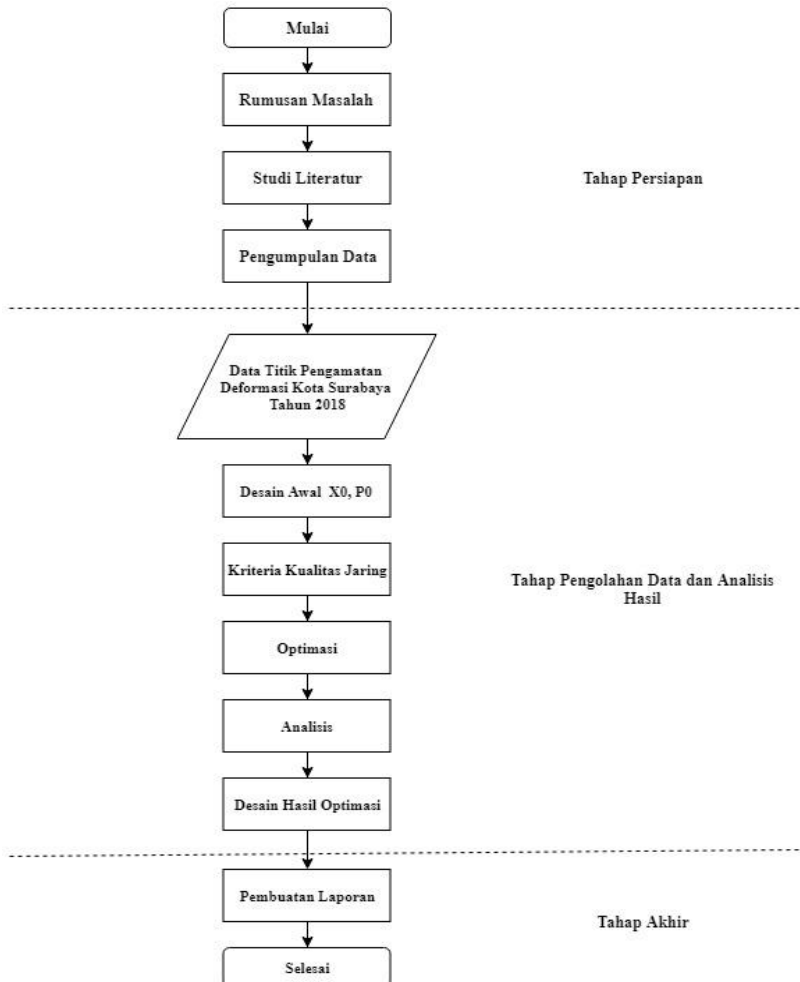
No	Nama Titik	Easting (m)	Northing (m)	h (m)
1	ITSN	698149.004	9194909.406	49.550
2	BM02	678770.918	9201854.029	32.308
3	BM29	680450.925	9191345.936	39.179
4	BSBY	690317.166	9202561.280	33.231
5	WONOKROMO	691800.932	9192801.441	37.390
6	BM23	680396.009	9197064.513	49.328
7	BM33	685336.567	9189599.008	39.239
8	BM16	695547.289	9196266.157	33.013
9	P15	696369.104	9189206.808	32.997
10	BM08	686889.062	9196723.106	34.434
11	SBY007	688642.939	9192104.902	36.598
12	BM15	698174.975	9199871.028	28.922
13	SBY003	696034.269	9188247.425	32.124
14	WARU	690882.718	9187737.616	42.228
15	RUNGKUT	693958.507	9189733.089	33.323
16	KENJERAN	696311.904	9201328.143	32.461
17	SBY015	685446.941	9200929.347	31.808
18	BM24	683535.593	9193770.991	56.316
19	PASARTURI	691183.076	9198402.931	31.219
20	GEOMATIKA	698181.956	9194924.913	52.239
21	REKTORAT	698075.379	9194685.620	32.838

3.2.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa *hardware* dan *software* untuk pengolahan data dan pembuatan laporan. Untuk pengolahan data, digunakan *software* MATLAB 2017 untuk pembuatan program perhitungan optimasi dan visualisasi desain jaring kemudian digunakan *Microsoft Excel* untuk menyimpan data hasil perhitungan dan optimasi. Sedangkan, untuk pembuatan laporan digunakan *Microsoft word*.

3.3 Metodologi Pekerjaan

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan diagram alir tahapan penelitian:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Rumusan Masalah

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi awal perumusan masalah yang akan diselesaikan, yaitu bentuk desain jaring pengamatan deformasi di Kota Surabaya yang optimal yakni dengan kualitas presisi, reliabilitas, dan biaya yang terbaik.

2. Studi Literatur

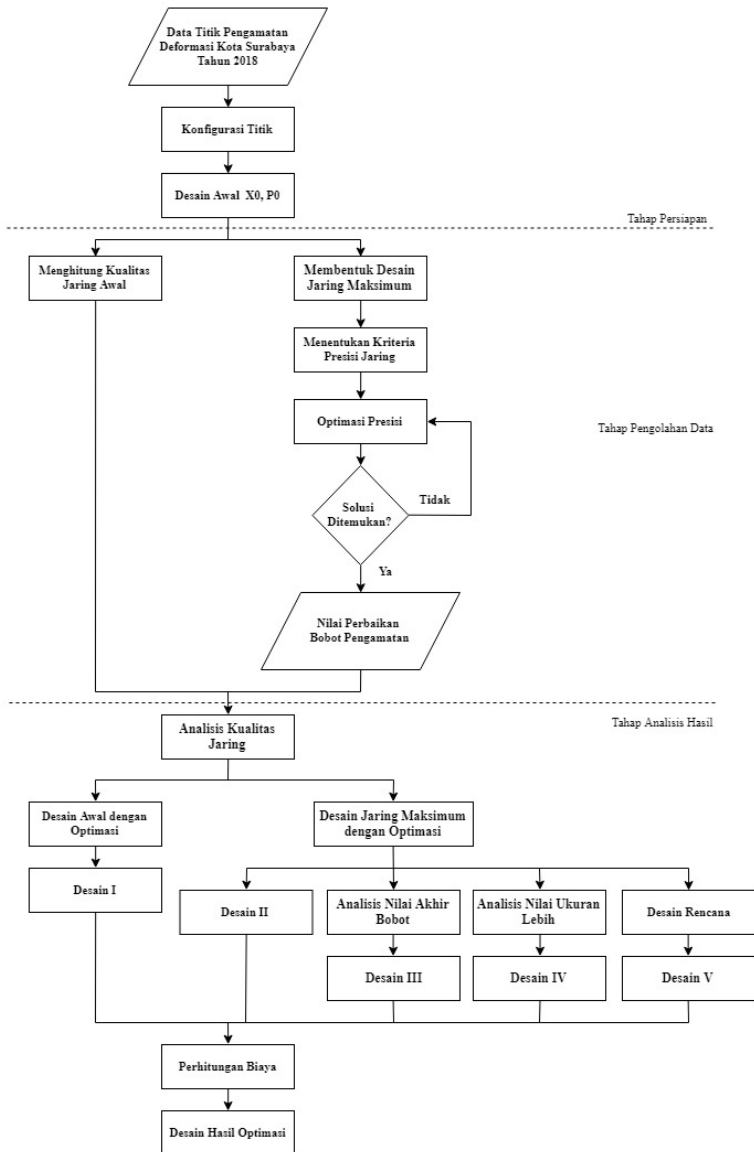
Tahapan ini dilakukan untuk memperoleh referensi yang menunjang kegiatan penelitian, berupa: teori, rumus, maupun data dari berbagai sumber (buku, jurnal, thesis, internet, dan lain-lain). Referensi yang digunakan berhubungan dengan pembuatan desain jaring melalui proses optimasi dan analisis hasil optimasi untuk penentuan desain jaring yang optimal dari segi presisi dan reliabilitas menggunakan perhitungan matematis. Selain itu, mencari informasi deformasi yang terjadi di Kota Surabaya dan spesifikasi alat yang digunakan pada pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018. Informasi deformasi didapat dari penelitian mengenai pengamatan deformasi yang pernah dilakukan.

3. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data diperlukan untuk mencari data-data pokok yang dijadikan bahasan penelitian. Data tersebut dapat berupa angka maupun grafis yang menunjang proses penelitian. Adapun data yang digunakan yakni data titik pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018.

b. Tahap Pengolahan Data dan Analisis Hasil

Alur dari tahap pengolahan data dan analisis hasil pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Diagram Alir Tahapan Pengolahan Data

Berikut ini adalah penjelasan diagram alir tahap pengolahan data:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, mencakup pengumpulan data titik pengamatan deformasi Kota Surabaya tahun 2018. Data ini berupa nilai estimasi koordinat titik-titik pengamatan dari survei deformasi Kota Surabaya tahun 2018. Data titik diplot untuk dapat dilihat sebarannya dan dibentuk jaring sesuai dengan survei pengamatan deformasi yang telah dilakukan seperti pada gambar 3.3. Kemudian dibuat matriks bobot dari pengamatan. Perhitungan matriks bobot mengacu pada informasi ketelitian alat yang akan digunakan dan jarak antar titik pengamatan.

2. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan kualitas jaring awal yakni presisi dan reliabilitas pada jaring awal untuk mengetahui kualitas jaring sebelum optimasi. Untuk memulai proses optimasi jaring, dibentuk desain jaring maksimum dimana jaring memuat semua kemungkinan pengamatan dari titik-titik yang ada. Sebelum melakukan proses optimasi, diperlukan matriks kriteria yakni nilai yang diharapkan setelah proses optimasi. Nilai kriteria yang digunakan berdasarkan informasi deformasi yang terjadi di Kota Surabaya. Setelah matriks kriteria terdefinisi, maka dilanjutkan proses optimasi. Proses optimasi yang dilakukan adalah optimasi presisi jaring. Ketika pada proses perhitungan belum mendapatkan nilai presisi jaring maksimum yang lebih baik atau sama dengan nilai kriteria maka proses perhitungan diulang hingga nilai presisi jaring maksimum lebih baik atau sama dengan nilai kriteria. Dari proses tersebut akan didapatkan nilai perbaikan bobot pengamatan. Besar perbaikan ini ditambahkan terhadap nilai bobot pengamatan awal sehingga didapatkan bobot pengamatan akhir hasil optimasi.

3. Tahap Analisis Hasil

Pada tahap ini, dilakukan proses perhitungan kualitas jaring awal dan jaring maksimum. Hasil perhitungan diplot, jaring awal diberi nama desain I sedangkan jaring maksimum diberi nama desain II. Dari hasil optimasi dilakukan analisis bobot akhir pengamatan. Analisis ini menghilangkan pengamatan dengan nilai bobot yang kecil. Selain analisis bobot, juga dilakukan analisis nilai ukuran lebih. *Baseline* pengamatan dengan nilai ukuran lebih yang lebih besar dari nilai ukuran lebih relatif jaring akan dihilangkan dari rencana pengamatan. Dari kedua analisis ini akan menghasilkan desain jaring baru dan diberi nama desain III dan desain IV dan dihitung kualitasnya. Setelah itu, dibuat desain rencana pengamatan deformasi yang baru. Desain ini dibentuk sebaik mungkin dengan memperhatikan loop dari jaring seperti pada gambar 2.7. Desain ini diberi nama desain V. Kemudian desain I, II, III, IV, dan V dihitung estimasi biayanya lalu dibandingkan untuk menentukan desain jaring pengamatan deformasi yang optimal yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini.

c. Tahap Akhir

Pada tahap ini, dilakukan penulisan laporan tugas akhir dari semua tahapan kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pendefinisian Matriks

Proses pengolahan data diawali dengan pembuatan matriks pengamatan, baik pada jaring pengamatan deformasi Kota Surabaya tahun 2018 (Desain I) dan jaring pengamatan maksimum (Desain II). Matriks yang dibuat antara lain matriks desain A, matriks bobot P, matriks pengamatan L dari masing-masing desain. Matriks desain A dibuat melalui persamaan *baseline* dan sudah mengeliminasi persamaan datum (D dan H). Lalu matriks kriteria, dengan nilai kriteria yang diinginkan adalah 2 mm. Pembuatan matriks desain A, matriks bobot P, dan matriks pengamatan L dari Desain I dapat dilihat pada sub bab konsep hitung perataan. Nilai matriks desain A, matriks bobot P, dan matriks pengamatan L dari Desain II juga dapat dilihat pada sub bab konsep hitung perataan. Untuk matriks kriteria dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk menghitung matriks P, karena ketelitian alat pada sumbu horizontal dan vertikal berbeda (lihat Lampiran 22), maka dipilih nilai yang paling besar yakni 5 mm + 0.5 ppm lalu bobot dapat dihitung dengan persamaan

$$P_L = Q_L^{-1} = \sigma_0^2 C_L^{-1} \quad (4.1)$$

$$\sigma_s^2 = a^2 + b^2 s^2 \quad (4.2)$$

$$\sigma_{\Delta xi}^2 = \sigma_{\Delta yi}^2 = \sigma_{\Delta zi}^2 = a^2 + b^2 s_i^2 \quad (4.3)$$

$$C_{Li} = \begin{bmatrix} \sigma_{\Delta xi}^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\Delta yi}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\Delta zi}^2 \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

dimana a bernilai 5 dan b bernilai 0,5 ppm. Keterangan mengenai simbol-simbol diatas secara lengkap dijelaskan pada sub bab

konsep hitung perataan. Pada penelitian ini, matriks bobot tidak dibuat seperti pada persamaan 4.4. Nilai bobot masing-masing pengamatan pada matriks diurutkan sesuai dengan parameternya ($X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, \dots, Y_n, Z_1, \dots, Z_n$) dan bukan urutan titiknya seperti pada persamaan 4.4. Hal ini tidak akan mempengaruhi hasil akhir perhitungan apabila pembentukan matriks lain juga berdasarkan kondisi persamaan yang sama. Nilai S atau jarak *baseline* dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.1.2 Proses Optimasi Jaring

Proses optimasi jaring diawali dengan menentukan persamaan perhitungan presisi (Cx) dan reliabilitas (R). Karena pada persamaan tersebut matriks desain A adalah matriks konstan, maka matriks Cx dan R berisi fungsi nonlinier dari matriks bobot P, sehingga matriks ini yang akan dioptimalkan pada tahap desain jaring. bila diberikan nilai pendekatan untuk bobot pengamatan maka matriks Cx dapat dihitung seperti berikut:

$$C_x = C_x^0 + \sum_{i=1}^n \frac{\partial C_x}{\partial P_i} \Delta P_i \quad (4.5)$$

dimana

$$C_x^0 = \sigma_0^2 (A^T P A)^{-1} |_{P_0} \quad (4.6)$$

$$\frac{\partial C_x}{\partial P_i} = \sigma_0^2 \left\{ -(A^T P A)^{-1} \left[A^T \frac{\partial P}{\partial p_i} A \right] (A^T P A)^{-1} \right\} \quad (4.7)$$

P_0 adalah nilai bobot pengamatan awal dan ΔP_i ($i = 1, \dots, n$) adalah perbaikannya, yang dicari melalui optimasi. Jika diasumsikan tidak ada korelasi antara observasi yang ada, turunan dari matriks P terhadap bobot tunggal p_i adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial P}{\partial p_i} = \text{diag}(E_{ij}) \quad (4.8)$$

dengan $E_j=1$ jika $j=i$ dan $E_j=0$ jika $j \neq i$. Sedangkan untuk persamaan reliabilitas dapat dihitung sebagai berikut:

$$R = R_0 + \sum_{i=1}^n \frac{\partial R}{\partial p_i} \Delta p_i \quad (4.9)$$

dimana

$$R_0 = [I - A(A^T P A)^{-1} A^T P]_{p_0} \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial p_i} = & \{A(A^T P A)^{-1} \left(A^T \frac{\partial P}{\partial p_i} A \right) (A^T P A)^{-1} A^T P - \dots \\ & A(A^T P A)^{-1} A^T \frac{\partial P}{\partial p_i} \} \end{aligned} \quad (4.11)$$

Setelah mendefinisikan turunan matriks P, maka presisi dan reliabilitas jaring awal dapat dihitung dengan pendekatan nilai perbaikan awal sama dengan 0. Nilai presisi dan reliabilitas awal Desain I dapat dilihat pada Lampiran 3 dan 4. Nilai presisi dan reliabilitas awal Desain II dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6. Proses selanjutnya adalah pendefinisian matriks model optimasi (persamaan 2.43 hingga 2.49) dengan matriks yang diturunkan terhadap p_i saja yang dimasukkan kedalam model sehingga kondisi penyelesaian menjadi seperti berikut ini

$$w^T G^T G w - 2 u^T G w + u^T u = \min \quad (4.12)$$

dengan syarat

$$G_1 w - u_1 \leq 0 \quad (4.13)$$

$$A_{00} w \leq b_{00} \quad (4.14)$$

dimana

$$G = [\text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial p_1} \right) \dots \text{vec} \left(\frac{\partial C_x}{\partial p_i} \right)] \quad (4.15)$$

$$u = \text{vec}(C_c) - \text{vec}(C_x^0) \quad (4.16)$$

$$G_1 = (I_u \oslash I_u)^T G \quad (4.17)$$

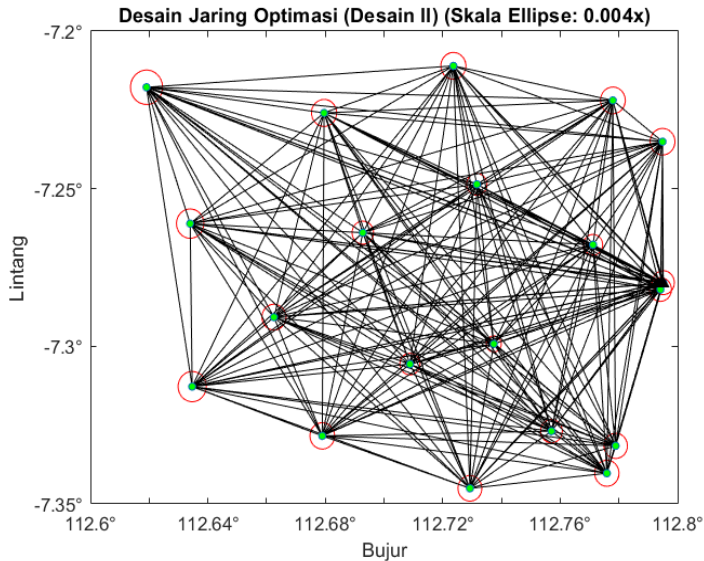
$$u_1 = (I_u \oslash I_u)^T u \quad (4.18)$$

$$w = (\Delta p_1 \Delta p_2 \dots \Delta p_i)^T \quad (4.19)$$

Perlu diingat bahwa desain yang digunakan untuk proses optimasi adalah desain jaring maksimum yakni Desain II. Desain ini dipilih karena mampu mendefinisikan seluruh *baseline* yang ada sehingga dapat diketahui *baseline* mana yang memiliki nilai bobot yang baik maupun yang kurang baik. Setelah model optimasi terdefinisi, maka dilakukan proses optimasi untuk mendapatkan nilai perbaikan bobot yang terdapat pada matriks w . Hasil perbaikan tersebut kemudian ditambahkan ke nilai bobot awal. Bobot baru ini digunakan untuk perhitungan presisi pada Desain II. Apabila nilai presisi masih belum memenuhi syarat (lebih kecil atau sama dengan kriteria) maka proses optimasi diulang dengan menggunakan bobot baru sebagai nilai bobot awal (persamaan 4.5 hingga 4.19). Nilai perbaikan bobot pengamatan yang digunakan adalah nilai perbaikan yang terakhir dari hasil pengulangan perhitungan. Nilai ini ditambahkan pada nilai bobot awal untuk menghasilkan nilai bobot pengamatan akhir hasil optimasi. Hasil akhir nilai perbaikan bobot dapat dilihat pada Lampiran 7. Sedangkan nilai bobot pengamatan akhir dapat dilihat pada Lampiran 8.

Nilai presisi dan reliabilitas dari Desain II dihitung kembali untuk mendapatkan nilai presisi dan reliabilitas hasil optimasi. Nilai presisi dan reliabilitas hasil optimasi juga dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6. Selain nilai presisi dan reliabilitas, jaring Desain II di plot untuk diketahui bentuknya. Karena koordinat dengan sistem proyeksi UTM memiliki nilai yang besar, maka pada semua plot desain jaring dalam penelitian ini menggunakan sistem koordinat geografis (lintang dan bujur). Semua koordinat titik diubah menjadi koordinat geografis dengan tujuan untuk mempermudah proses plot titik-titik yang digunakan dimana koordinat geografis titik dapat dilihat pada Lampiran 9. Pada plot juga ditambahkan elips kesalahan dari masing-masing titik yang dapat dihitung dari nilai variansi-kovariansi yang didapatkan pada perhitungan presisi. Elips kesalahan berfungsi untuk memberikan

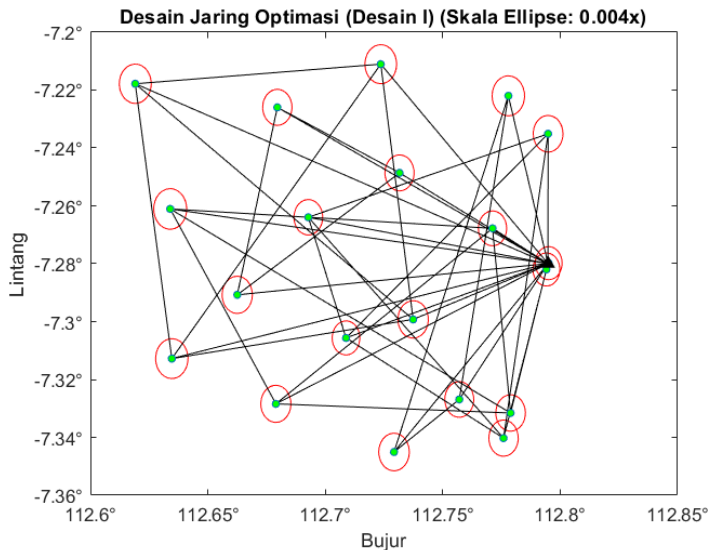
informasi tentang besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam segala arah pada suatu titik. Bentuk dari Desain II adalah seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Desain II

Nilai presisi maksimum pada Desain II terdapat pada titik WONOKROMO dengan nilai standar deviasi sebesar 0.405 mm. Nilai presisi minimum pada desain II terdapat pada titik BM02 dengan nilai standar deviasi sebesar 1.863 mm. Untuk nilai reliabilitas jaring, pada *baseline* 1-21 (ITSN-REKTORAT) memiliki nilai terkecil yakni 0.795 dan reliabilitas terbesar ada pada *baseline* 5-11 (WONOKROMO-SBY007) dengan nilai 0.987. Nilai reliabilitas internal dan eksternal jaring Desain II dihitung dan digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah *baseline* tersebut berada pada kategori yang baik atau kurang baik. Nilai ini dapat dilihat pada Lampiran 10. Jaring Desain II memiliki nilai SOF sebesar 0.095.

Kemudian, pada Desain I, nilai presisi dan reliabilitas dihitung kembali dengan menggunakan nilai bobot pengamatan akhir. Nilai presisi dan reliabilitas Desain I dapat dilihat pada Lampiran 9 dan 10. Bentuk dari Desain I adalah seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Desain I

Nilai presisi maksimum pada Desain I terdapat pada titik REKTORAT dengan nilai standar deviasi sebesar 2.038 mm. Nilai presisi minimum pada Desain I terdapat pada titik BM23 dengan nilai standar deviasi sebesar 3.067 mm. Untuk nilai reliabilitas jaring, pada *baseline* 1-21 (ITSN-REKTORAT) memiliki nilai terkecil yakni 0.156 dan reliabilitas terbesar ada pada *baseline* 2-5 (BM02-WONOKROMO) dengan nilai 0.907. Nilai reliabilitas internal dan eksternal jaring Desain I dihitung dan digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah *baseline* tersebut berada pada kategori yang baik atau kurang baik. Nilai ini dapat dilihat pada Lampiran 11. Jaring Desain I memiliki nilai SOF sebesar 0.457.

4.1.3 Seleksi *Baseline* Pengamatan

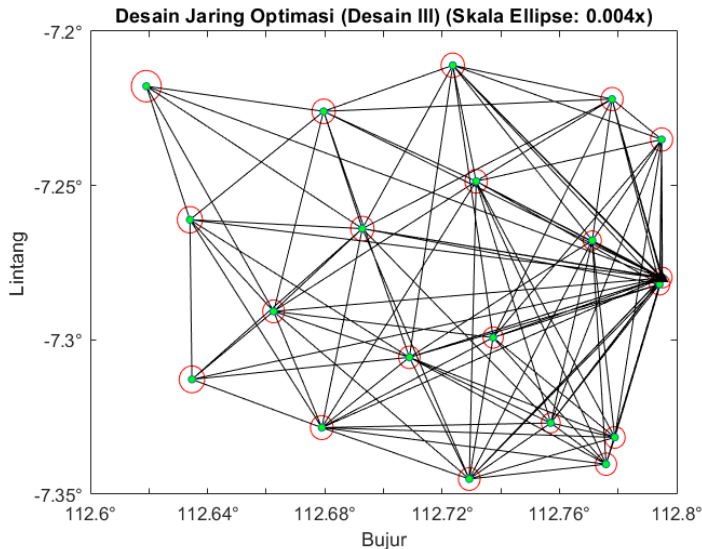
Dari hasil optimasi, selanjutnya dilakukan proses seleksi *baseline* pengamatan. Seleksi dilakukan sebanyak dua kali. Seleksi pertama yakni untuk mendapatkan desain dengan nilai presisi yang optimal. Seleksi ini didasarkan pada nilai bobot pengamatan akhir dari semua *baseline*. Pengamatan yang memiliki nilai bobot akhir dibawah nol atau kecil akan dihilangkan dari rencana pengamatan. Karena nilai bobot kecil ini relatif dan belum ada ketentuan mengenai ukuran nilai bobot yang dapat dikatakan kecil, maka pada penelitian ini menggunakan ketentuan orde jaring titik kontrol horizontal dari Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai acuan untuk mendefinisikan nilai bobot yang kecil. Orde jaring tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut (BSN 2002):

Tabel 4.1 Orde Jaring Titik Kontrol Horizontal

Orde	Jaring Kontrol	Jarak*
00	Jaring tetap GPS	1,000
0	Jaring titik kontrol geodetik nasional	500
1	Jaring titik kontrol geodetik regional	100
2	Jaring titik kontrol geodetik lokal	10
3	Jaring titik kontrol geodetik perapatan	2
4	Jaring titik kontrol pemetaan	0.1
*jarak antar titik yang berdampingan dalam jaring (dalam km)		

Dari Tabel diatas, Kota Surabaya dapat dikategorikan dalam jaring lokal sehingga jarak antar titik dalam jaring maksimal adalah 10 km. Jarak ini kemudian diterapkan pada perhitungan bobot seperti pada persamaan 4.1 hingga 4.4 dan mendapatkan nilai batas bobot sebesar 0.02. Dari seluruh nilai bobot pengamatan akhir (Lampiran 8) diseleksi dimana bobot pengamatan akhir yang lebih kecil dari nilai 0.02 akan dihilangkan dari rencana pengamatan. Bobot yang tidak dihilangkan diidentifikasi untuk mengetahui *baseline* pengamatannya dan dibentuk desain jaring yang baru berdasarkan *baseline* tersebut. Desain ini merupakan

desain jaring dengan presisi optimal, diberi nama Desain III, yang bentuknya seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Desain III

Nilai presisi dan reliabilitas dari jaring Desain III dapat dilihat pada Lampiran 12 dan 13. Nilai presisi maksimum pada Desain III terdapat pada titik BM16 dengan nilai standar deviasi sebesar 0.605 mm. Nilai presisi minimum pada Desain III terdapat pada titik BM02 dengan nilai standar deviasi sebesar 1.619 mm. Untuk nilai reliabilitas jaring, pada *baseline* 2-6 (BM02-BM23) memiliki nilai terkecil yakni 0.632 dan reliabilitas terbesar ada pada *baseline* 1-14 (ITSN-WARU) dengan nilai 0.928. Nilai reliabilitas internal dan eksternal jaring Desain III dihitung dan digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah *baseline* tersebut berada pada kategori yang baik atau kurang baik. Nilai ini dapat dilihat pada Lampiran 14. Jaring Desain III memiliki nilai SOF sebesar 0.145.

Setelah itu, dilakukan seleksi kedua yakni untuk mendapatkan desain jaring dengan nilai reliabilitas yang optimal. Seleksi ini

didasarkan pada nilai reliabilitas dari setiap *baseline* yang lebih besar dari nilai reliabilitas relatif dari jaring akan dihilangkan dari rencana pengamatan. Reliabilitas relatif jaring sebenarnya sudah diketahui melalui persamaan 4.9, tetapi untuk reliabilitas *baseline* memiliki rumus perhitungannya sendiri. Rumus untuk menghitung reliabilitas *baseline* dijelaskan oleh persamaan berikut

$$r_j \gg r_i = \text{dihilangkan} \quad (4.20)$$

dengan,

$$r_j = Q_v \times P_i \quad (4.21)$$

$$Q_v = P^{-1} - A(A^T P A)^{-1} A^T \quad (4.22)$$

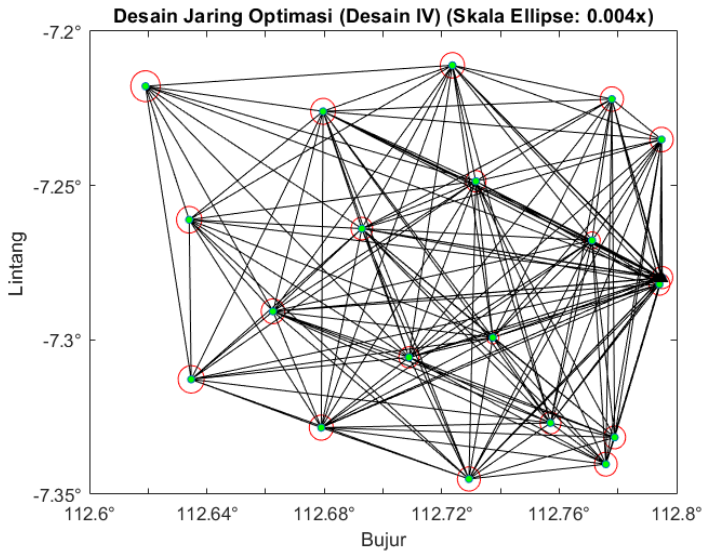
$$r_i = \text{diag } R \quad (4.23)$$

dimana

- r_j = reliabilitas *baseline*
- Q_v = kofaktor matriks residual (matriks V)
- P = matriks bobot pengamatan akhir hasil optimasi
- r_i = reliabilitas relatif jaring
- R = matriks reliabilitas

Perbandingan matriks reliabilitas *baseline* dan reliabilitas relatif jaring dapat dilihat pada Lampiran 15. Nilai reliabilitas *baseline* yang lebih tinggi dari nilai reliabilitas relatif jaring akan dihilangkan dari rencana pengukuran. Sedangkan nilai yang lebih rendah akan tetap dibiarkan. Nilai reliabilitas yang tidak dihilangkan selanjutnya diidentifikasi untuk diketahui *baseline* pengamatannya. *Baseline* ini kemudian dihubungkan sehingga membentuk desain jaring yang baru berdasarkan *baseline* tersebut.

Desain hasil seleksi ini merupakan desain jaring dengan reliabilitas optimal dan diberi nama Desain IV yang bentuknya seperti pada Gambar 4.4.

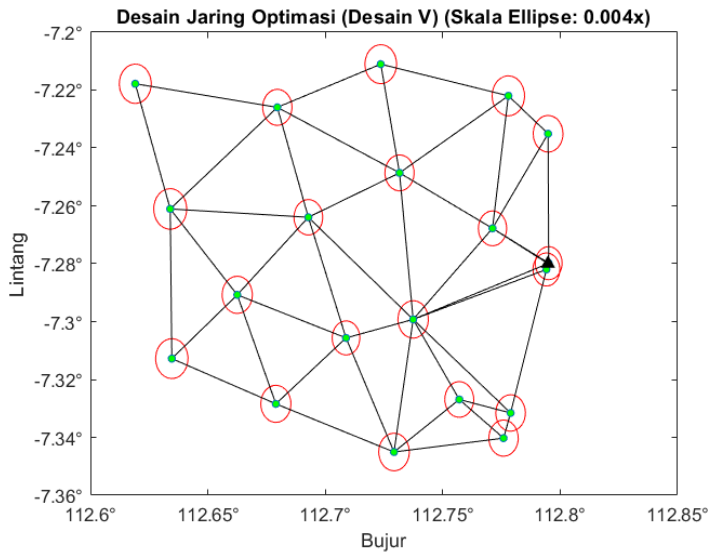


Gambar 4.4 Desain IV

Nilai presisi dan reliabilitas dari jaring Desain IV dapat dilihat pada Lampiran 16 dan 17. Nilai presisi maksimum pada Desain IV terdapat pada titik WONOKROMO dengan nilai standar deviasi sebesar 0.266 mm. Nilai presisi minimum pada Desain IV terdapat pada titik BM02 dengan nilai standar deviasi sebesar 1.563 mm. Untuk nilai reliabilitas jaring, pada *baseline* 2-6 (BM02-BM23) memiliki nilai terkecil yakni 0.697 dan reliabilitas terbesar ada pada *baseline* 18-20 (BM24-GEOMATIKA) dengan nilai 0.988. Nilai reliabilitas internal dan eksternal jaring Desain IV dihitung dan digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah *baseline* tersebut berada pada kategori yang baik atau kurang baik. Nilai ini dapat dilihat pada Lampiran 18. Jaring Desain IV memiliki nilai SOF sebesar 0.109.

Dari dua desain hasil seleksi ini, dihasilkan desain jaring yang rumit dan cukup sulit untuk direalisasikan. Oleh karena itu dibuat desain tandingan dimana *baseline* pengamatannya dibuat

serealistik mungkin seperti pada Gambar 2.7. Jaringan ini diberi nama jaring V. Nilai presisi dan reliabilitas jaring ini juga dihitung menggunakan bobot pengamatan akhir. Presisi dan reliabilitas jaring ini dapat dilihat pada Lampiran 19 dan 20. Bentuk dari Desain V adalah seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Desain V

Nilai presisi maksimum pada Desain V terdapat pada titik BM16 dengan nilai standar deviasi sebesar 1.090 mm. Nilai presisi minimum pada Desain V terdapat pada titik SBY007 dengan nilai standar deviasi sebesar 4.744 mm. Untuk nilai reliabilitas jaring, pada *baseline* 13-15 (SBY003-RUNGKUT) memiliki nilai terkecil yakni 0.266 dan reliabilitas terbesar ada pada *baseline* 8-20 (BM16-GEOMATIKA) dengan nilai 0.875. Nilai reliabilitas internal dan eksternal jaring Desain V dihitung dan digunakan sebagai kontrol untuk melihat apakah *baseline* tersebut berada pada kategori yang baik atau kurang baik. Nilai ini dapat dilihat

pada Lampiran 21. Jaring Desain V memiliki nilai SOF sebesar 0.704.

4.2 Analisis

Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan lima desain jaring dengan presisi dan reliabilitasnya masing-masing. Dari kelima desain ini, akan dipilih satu yang terbaik dari segi presisi, reliabilitas, dan biaya.

4.2.1 Perbandingan Presisi

Untuk menentukan jaring dengan presisi terbaik, dapat dilakukan dengan melihat nilai presisi maksimum dan minimum pada jaring tersebut. Selain itu, juga dihitung nilai rata-rata presisi pada jaring. Secara garis besar, nilai presisi maksimum dan minimum setiap desain dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Presisi

Desain	Presisi Minimum (mm)	Presisi Maksimum (mm)	Presisi Rata-Rata (mm)
Desain I	3.067	2.038	2.526
Desain II	1.863	0.405	1.021
Desain III	1.619	0.605	0.906
Desain IV	1.563	0.266	0.915
Desain V	4.744	1.090	2.666

Oleh karena desain yang dibuat bertujuan untuk pengamatan deformasi, maka nilai presisi harus sesuai dengan kriteria deformasi yang terjadi. Dengan mengasumsikan deformasi yang terjadi sebesar 2 mm maka Desain II, III, dan IV masuk kedalam kriteria sehingga ketiga desain ini dapat dikategorikan sebagai jaring dengan presisi yang baik dengan Desain III adalah yang terbaik diantara ketiganya. Hal ini dapat terjadi dikarenakan Desain III merupakan desain yang dibentuk untuk mencapai nilai presisi yang optimal. Meskipun nilai presisi maksimum dan minimum masih lebih baik Desain IV, tetapi secara rata-rata, nilai

presisi Desain III lebih baik. Hal ini menandakan bahwa presisi jaring Desain III tersebar merata di setiap titik sehingga dapat dikatakan bahwa Desain III dapat mengestimasi adanya deformasi secara menyeluruh dengan baik.

4.2.2 Perbandingan Reliabilitas

Untuk menentukan desain jaring dengan reliabilitas terbaik, juga dapat dilakukan dengan melihat nilai reliabilitas maksimum dan minimum pada jaring tersebut. Selain itu, nilai rata-rata reliabilitas jaring juga dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan apakah jaring tersebut memiliki kualitas reliabilitas yang baik. Secara garis besar, nilai reliabilitas maksimum dan minimum setiap desain dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Reliabilitas

Desain	Reliabilitas Minimum	Reliabilitas Maksimum	Reliabilitas Rata-Rata
Desain I	0.156	0.907	0.555
Desain II	0.795	0.987	0.905
Desain III	0.632	0.928	0.832
Desain IV	0.697	0.988	0.884
Desain V	0.266	0.875	0.574

Dari pengertian reliabilitas dapat disimpulkan bahwa desain jaring yang memiliki nilai reliabilitas tinggi (nilai mendekati 1) mampu mendeteksi kesalahan sehingga pengamatan yang dilakukan menghasilkan nilai yang akurat. Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa Desain II memiliki nilai reliabilitas tertinggi. Hal ini dikarenakan reliabilitas juga berkaitan dengan nilai ukuran lebih. Pada Desain II, jumlah pengamatan *baseline* adalah maksimum sehingga nilai ukuran lebih yang terjadi lebih banyak daripada desain lainnya. Jika nilai reliabilitas rata-ratanya diurutkan mulai dari yang terkecil hingga besar, urutan kualitas reliabilitas dapat diketahui dari jumlah *baseline* pembentuk jaring tersebut.

Tabel 4.4 Hubungan Reliabilitas dan Jumlah *Baseline*

Desain	Reliabilitas Rata-Rata	Jumlah <i>Baseline</i>
Desain I	0.555	45
Desain II	0.905	210
Desain III	0.832	119
Desain IV	0.884	172
Desain V	0.574	47

Karena nilai reliabilitas per titik dan rata-rata dari Desain II lebih tinggi daripada desain lainnya maka dapat dikatakan Desain II merupakan desain dengan kualitas reliabilitas terbaik.

4.2.3 Perhitungan Biaya

Sebelum melakukan perhitungan biaya setiap desain, terlebih dahulu menentukan jenis biaya yang akan dihitung. Sesuai dengan batasan masalah penelitian ini, nilai biaya yang akan dimasukkan dalam perhitungan adalah jumlah personel, alat, dan transportasi. Sedangkan waktu pengamatan menjadi faktor pengali dari masing-masing jenis karena biaya dari ketiga jenis tersebut berdasarkan fungsi waktu. Nominal dari jenis biaya tersebut mengacu pada Ikatan Konsultan Nasional Indonesia (INKINDO) tahun 2017, dimana nominal dan jenis biaya yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Jenis dan Nominal Biaya yang Digunakan

No	Jenis Biaya	Nominal Biaya (Rp)	Keterangan
1	<i>Surveyor</i>	9,000,000	Per Bulan
2	Kendaraan Roda-4	14,000,000	Termasuk O&M saja, Per Bulan
3	Kendaraan Roda-2	1,750,000	Termasuk O&M, Per Bulan
4	<i>GPS Dual Frequency</i>	500,000	Per Hari, Satu set

Mengacu pada persamaan 2.37 sampai 2.39 mengenai perhitungan biaya, nominal pada Tabel 4.5 dapat disederhanakan

menjadi biaya per hari dengan nilai masing-masing adalah sebagai berikut:

- a. Biaya *Surveyor* sebesar 450,000 Rupiah per hari.
- b. Kendaraan Roda-4 sebesar 700,000 Rupiah per hari.
- c. Kendaraan Roda-2 sebesar 87,500 Rupiah per hari.
- d. GPS *Dual Frequency* sebesar 500,000 Rupiah per hari.

Setelah diketahui jenis dan nominal biaya yang akan digunakan, maka selanjutnya menentukan jumlah personel, alat dan kendaraan yang dibutuhkan. Untuk jumlah personel setiap titik pengamatan dibutuhkan minimal 2 orang, lalu alat yang akan digunakan berjumlah 5 buah, kendaraan roda-4 sebanyak 1 buah, dan kendaraan roda-2 sebanyak 1 buah disetiap titik pengamatan. Jumlah ini sesuai dengan yang telah dilakukan pada pengamatan deformasi di Kota Surabaya tahun 2018. Untuk lama pengamatan minimal survei deformasi adalah 17 jam. Dengan menggunakan 5 alat, *baseline* nontrivial yang didapat akan sama dengan $n-1$ yakni 4 *baseline* sehingga untuk jumlah sesi pengamatan akan sama dengan jumlah *baseline* dibagi 4. Secara garis besar rumus perhitungan biaya akan memiliki bentuk persamaan sebagai berikut:

$$Biaya = biaya\ personel + biaya\ alat + biaya\ kendaraan \quad (4.24)$$

$$biaya\ personel = j \times p \times n \quad (4.25)$$

$$biaya\ alat = l \times a \times n \quad (4.26)$$

$$biaya\ kendaraan = k \times k4 \times n + k \times k2 \times n \quad (4.27)$$

dimana

- j = jumlah personel yang digunakan
- p = biaya personel per hari
- l = jumlah alat yang digunakan
- a = biaya alat per hari
- k = jumlah kendaraan yang digunakan

- k_4 = biaya kendaraan roda-4 per hari
 k_2 = biaya kendaraan roda-2 per hari
 n = lama pengamatan x sesi pengamatan (hari)

dari rumus perhitungan diatas, biaya dari realisasi desain jaring dapat ketahu. Hasil perhitungan biaya dari semua desain adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Total Biaya Desain Jaring

Desain	Total Biaya (Rp)
Desain I	62,300,000
Desain II	295,925,000
Desain III	171,325,000
Desain IV	241,412,500
Desain V	70,087,500

Dari hasil perhitungan biaya desain jaring, Desain I dan V memiliki nilai biaya terkecil dengan 62,300,000 dan 70,087,500 Rupiah, disusul dengan Desain III, IV, dan II. Jika mengacu pada analisis sebelumnya, desain I dan V memiliki nilai presisi dan kualitas reliabilitas yang kurang baik sehingga meskipun biaya yang dibutuhkan untuk merealisasikan desain ini kecil tetapi untuk keperluan survei deformasi masih kurang. Desain II dan III, yang merupakan desain terbaik dari segi reliabilitas dan presisi dibandingkan berdasarkan total biayanya. Selisih biaya antara Desain II dan III sebesar 124,600,000 Rupiah. Nilai selisih ini menunjukkan penghematan biaya oleh Desain III sebesar 42% jika dibandingkan dengan biaya Desain II. Oleh karena itu, desain jaring yang paling optimal dari segi presisi, reliabilitas, dan biaya adalah Desain III.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil perhitungan, desain jaring awal atau desain I memiliki nilai presisi dan reliabilitas yang kurang baik sehingga dapat dikatakan kualitas dari jaring ini kurang baik.
- b. Berdasarkan hasil dan pembahasan, desain optimal dari segi presisi, reliabilitas, dan biaya ditunjukkan pada desain III. Desain ini merupakan desain hasil eliminasi beberapa pengamatan yang tidak berdampak signifikan pada presisi jaring.
- c. Nilai presisi minimum dari desain III terletak pada titik BM16 sebesar 0.605 mm dan presisi maksimum pada titik BM02 sebesar 1.619 mm. Kekuatan geometri jaring desain III sebesar 0.145 dengan biaya untuk mengaplikasikan desain ini mencapai 171,325,000 Rupiah.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perlu adanya validasi atau pengujian desain jaring dengan cara melakukan pengamatan langsung.
- b. Untuk membuat desain jaring pengamatan deformasi yang sesuai, memerlukan informasi deformasi dan model deformasi di Kota Surabaya. Hal ini juga bisa didapatkan melalui pengamatan secara berkala.
- c. Dengan banyaknya metode optimasi yang berkembang, perlu adanya studi lebih lanjut mengenai perbandingan dari beberapa metode optimasi.
- d. Perlu adanya survei harga yang berlaku di masyarakat agar dalam proses estimasi biaya dapat dilakukan lebih akurat.

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z. 2008. Peranan Geodesi Satelit Dalam Memahami Dinamika Bumi di Wilayah Indonesia. Pidato ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung.
- Abidin, Hasanuddin Z, Andrew Jones, dan Joenil Kahar. 2002. Survei Dengan GPS : Cetakan kedua. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Abidin, Hasanuddin Z dan Fajar T. Mugiarto. 2000. "Pengaruh Geometri Jaringan Terhadap Ketelitian Survey GPS". Jurnal Surveying dan Geodesi, Vol. X No. 1.
- Aditya, F. H., Yuwono, B. D., dan Sasmito, B. 2015. "Analisis Geometri Jaring Pada Pengukuran GPS untuk Pengadaan Titik Kontrol Orde-2". Jurnal Geodesi Undip, Vol. 4 No. 2.
- Anjasmara, Ira M. 2005. Hitung Kerangka Geodesi. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anjasmara, Ira M, Meiriska Yufania, Akbar Kurniawan, Awalina L. C. Resmi, dan Roni Kurniawan. 2016. *Analysing Surface Deformation in Surabaya from Sentinel-1A Data Using DInSAR Method*. AIP Conference Proceedings, Vol 1857.
- Al zubaidy, Riyadh Z, Hussen A. Mahdi, dan Hind Sabah Hanooka. 2012. Optimized Zero and First Order Design of Micro Geodetic Networks. *Journal of Engineering*, Vol. 18 No. 12.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2017. Provinsi Jawa Timur Dalam Angka Tahun 2017.
- Badan Standardisasi nasional. 2002. Jaring Kontrol Horizontal.
- Effendi, S. A., Taufik, M., dan Handoko, E. Y. 2009. Kontrol Horizontal Orde-4 Menggunakan GPS Geodetik Metode Rapid Static dengan Total Station. Program Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ghilani, Charles D. 2010. *Adjustment Computations : Spatial Data Analysis Fifth Edition*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Gienputra, Rega H. dan Akbar Kurniawan. 2017. Evaluasi Penurunan Tanah Wilayah Kota Surabaya Berdasarkan Data Pengamatan GPS Juli 2011, Oktober 2016, Desember 2016,

- dan Februari 2017. Jurnal Teknik ITS Vol.6 No.2.
- Haqqi, M. K. F., Yuwono, B. D., dan Awaluddin, M. 2015. Survei Pendahuluan Deformasi Muka Tanah dengan Pengamatan GPS di Kabupaten Demak. Jurnal Geodesi Undip, Vol. 4 No. 4.
- Ikatan Nasional Konsultan Indonesia. 2017. Pedoman Standar Minimal. Jakarta: Dewan Pengurus Nasional.
- Kaplan, M. O., dan Ayan, T. 2004. *The Effects of Geodetic Configuration of the Network in Deformation Analysis*. FIG Working Week, Vol. 29 No. 6:1–15.
- Khameneh, M. A. 2015. *On Optimisation and Design of Geodetic Networks*. Program Pascasarjana. Swedia: Royal Institute of Technology.
- Khameneh, M. A. 2017. *Optimal Design in Geodetic GNSS-Based Networks*. Program Doktorat. Swedia: Royal Institute of Technology.
- Kuang, Shan-long. 1991. *Optimization and Design of Deformation Monitoring Schemes*. Program Pascasarjana. *Department of Surveying Engineering Technical Report No. 157*. University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Kanada, 179 pp.
- Kuang, Shanlong. 1996. *Geodetic Network Analysis and Optimal Design : Concepts and Applications*. Michigan : Ann Arbor Press .Inc (1996).
- Küreç, P. dan H. Konak. 2014. *A Priori Sensitivity Analysis fo Densification GPS Networks and Their Capacities of Crustal Deformation Monitoring: A Real GPS Network Application*. *Natural Hazards and Earth System Science*, Vol 14.
- Kurniawan, A. 2011. Studi Penelitian Penurunan Tanah Kota Surabaya Menggunakan Global Positioning System. Seminar Nasional Pascasarjana XI. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mehrabi dan H. B. Voosoghi. 2014. *Optimal Observational Planning of Local GPS Networks : assessing an analitis*

- method. Journal of geodetic science*, Vol.4 :87-97.
- Mikhail. Edward M. dan Gordon Gracie. 1981. *Analysis and Adjustment of Survey Measurements*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Mochammad, Mushoddaq dan Asep Saepuloh. 2017. *Analyses of Surface Deformation with SBAR InSAR Method and Its Relationship with Aquifer Occurrence in Surabaya City, East Java, Indonesia*. IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 71 012010.
- Pusat Studi Gempa Nasional Indonesia. 2017. Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Bandung.
- Seeber, G. 2003. *Satellite Geodesy*. Edisi ke 2. Berlin: Hubert & Co. GmbH & Co. Kg, Göttingen
- Setyaningrum, Eny. 2005. Optimasi Perencanaan Titik Dasar GPS dalam Pembuatan Kerangka Dasar Geodesi untuk Studi Deformasi. Program Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sriani, Yeni Arsih. 2011. Optimasi Jaring Pada Pengukuran Orde-3 Menggunakan Perataan Parameter. Program Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- U.S. Army Corps of Engineers. 2009. *Structural Deformation Surveying*. Washington DC: Department of The Army
- Widodo, Amien. 2017. Kajian Sesar Sesar di Kota Surabaya dan Sekitarnya. Workshop Pengurangan Risiko Bencana Gempa Kota Surabaya dan Jawa Timur. Surabaya, Indonesia.
- Yalçinkaya, Mualla dan Kamil Teke. 2006. *Optimization of GPS Networks with Respect to Accuracy and Reliability Criteria*. Jerman: FIG Congress XXIII

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Kriteria

Baris 1-30 Kolom 1-30

[illegible]

Baris 31-60 Kolom 1-30

[illegible]

Lampiran 2 Jarak *Baseline* Pengamatan

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
1	2	20584.904
1	3	18053.264
1	4	10949.386
1	5	6688.923
1	6	17883.321
1	7	13869.356
1	8	2934.273
1	9	5973.938
1	10	11405.084
1	11	9911.143
1	12	4961.733
1	13	6989.593
1	14	10209.487
1	15	6659.938
1	16	6676.482
1	17	14056.399
1	18	14657.685
1	19	7792.890
1	20	36.516
1	21	236.178
2	3	10641.546
2	4	11567.892
2	5	15866.020
2	6	5057.735
2	7	13902.996
2	8	17682.504
2	9	21671.372

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
2	10	9603.681
2	11	13874.516
2	12	19505.118
2	13	21980.964
2	14	18600.235
2	15	19431.419
2	16	17548.866
2	17	6739.758
2	18	9382.869
2	19	12883.006
2	20	20610.709
2	21	20592.434
3	4	14937.428
3	5	11442.950
3	6	5718.850
3	7	5188.565
3	8	15877.935
3	9	16061.267
3	10	8388.302
3	11	8227.091
3	12	19667.718
3	13	15888.399
3	14	11038.212
3	15	13603.531
3	16	18740.733
3	17	10807.497
3	18	3923.821
3	19	12844.469

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
3	20	18088.631
3	21	17938.085
4	5	9871.982
4	6	11342.138
4	7	13886.215
4	8	8184.298
4	9	14661.781
4	10	6770.242
4	11	10589.566
4	12	8305.573
4	13	15413.358
4	14	14834.451
4	15	13334.985
4	16	6120.249
4	17	5136.372
4	18	11102.228
4	19	4247.549
4	20	10962.175
4	21	11055.128
5	6	12175.635
5	7	7214.127
5	8	5102.890
5	9	5812.884
5	10	6285.371
5	11	3233.900
5	12	9518.800
5	13	6217.733
5	14	5146.404

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
5	15	3750.992
5	16	9646.426
5	17	10316.785
5	18	8322.028
5	19	5635.465
5	20	6725.088
5	21	6551.249
6	7	8952.258
6	8	15172.306
6	9	17801.221
6	10	6502.040
6	11	9623.390
6	12	17999.122
6	13	17952.612
6	14	14034.313
6	15	15417.241
6	16	16477.088
6	17	6359.965
6	18	4550.200
6	19	10869.800
6	20	17914.173
6	21	17838.707
7	8	12194.665
7	9	11039.512
7	10	7291.300
7	11	4148.686
7	12	16441.997
7	13	10782.746

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
7	14	5850.175
7	15	8622.988
7	16	16063.335
7	17	11330.879
7	18	4544.141
7	19	10568.391
7	20	13905.735
7	21	13716.818
8	9	7107.024
8	10	8670.275
8	11	8061.401
8	12	4460.923
8	13	8033.505
8	14	9720.822
8	15	6723.482
8	16	5119.408
8	17	11124.853
8	18	12268.137
8	19	4859.231
8	20	2956.477
8	21	2981.499
9	10	12098.177
9	11	8251.828
9	12	10816.042
9	13	1016.137
9	14	5679.711
9	15	2467.377
9	16	12121.470

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
9	17	16022.220
9	18	13620.986
9	19	10557.629
9	20	5998.626
9	21	5738.359
10	11	4940.027
10	12	11716.704
10	13	12468.835
10	14	9833.021
10	15	9941.698
10	16	10487.909
10	17	4446.593
10	18	4467.798
10	19	4610.899
10	20	11435.171
10	21	11370.356
11	12	12295.224
11	13	8337.380
11	14	4908.138
11	15	5820.724
11	16	11995.052
11	17	9385.372
11	18	5372.257
11	19	6790.990
11	20	9947.140
11	21	9779.118
12	13	11819.086
12	14	14156.163

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
12	15	10979.818
12	16	2365.212
12	17	12771.954
12	18	15859.463
12	19	7144.359
12	20	4946.175
12	21	5186.366
13	14	5176.727
13	15	2552.639
13	16	13083.664
13	17	16520.367
13	18	13664.812
13	19	11254.700
13	20	7014.401
13	21	6754.000
14	15	3666.403
14	16	14634.843
14	17	14267.777
14	18	9506.941
14	19	10669.550
14	20	10243.841
14	21	10000.466
15	16	11831.473
15	17	14064.243
15	18	11177.758
15	19	9103.250
15	20	6692.749
15	21	6440.202

Observasi		Jarak (m)
Dari	Ke	
16	17	10872.277
16	18	14844.027
16	19	5904.378
16	20	6670.745
16	21	6872.624
17	18	7409.177
17	19	6267.859
17	20	14079.565
17	21	14087.639
18	19	8940.891
18	20	14691.744
18	21	14568.542
19	20	7815.451
19	21	7830.849
20	21	262.670

Lampiran 3 Presisi Desain I

No	Nama Titik	Presisi Awal			Presisi Setelah Optimasi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)	σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
1	ITSN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	BM02	5.574	5.574	5.574	2.881	2.881	2.881
3	BM29	5.425	5.425	5.425	2.955	2.955	2.955
4	BSBY	4.929	4.929	4.929	2.829	2.829	2.829
5	WONOKRO MO	4.564	4.564	4.564	2.607	2.607	2.607
6	BM23	5.244	5.244	5.244	3.067	3.067	3.067
7	BM33	4.751	4.751	4.751	2.559	2.559	2.559
8	BM16	3.965	3.965	3.965	2.260	2.260	2.260

No	Nama Titik	Presisi Awal			Presisi Setelah Optimasi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)	σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
9	P15	4.162	4.162	4.162	2.472	2.472	2.472
10	BM08	4.388	4.388	4.388	2.338	2.338	2.338
11	SBY007	4.229	4.229	4.229	2.160	2.160	2.160
12	BM15	4.083	4.083	4.083	2.495	2.495	2.495
13	SBY003	4.172	4.172	4.172	2.437	2.437	2.437
14	WARU	4.745	4.745	4.745	2.632	2.632	2.632
15	RUNGKUT	4.415	4.415	4.415	2.367	2.367	2.367
16	KENJERAN	4.673	4.673	4.673	2.971	2.971	2.971
17	SBY015	5.308	5.308	5.308	2.422	2.422	2.422
18	BM24	5.447	5.447	5.447	2.579	2.579	2.579
19	PASARTURI	4.871	4.871	4.871	2.406	2.406	2.406
20	GEOMATIKA	4.083	4.083	4.083	2.041	2.041	2.041
21	REKTORAT	4.083	4.083	4.083	2.038	2.038	2.038

Lampiran 4 Reliabilitas Desain I

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
1	2	0.763	0.763	0.763	0.389	0.311	0.674
1	3	0.724	0.724	0.724	0.550	0.685	0.527
1	4	0.558	0.558	0.558	0.531	0.677	0.771
1	5	0.424	0.424	0.424	0.281	0.612	0.545
1	6	0.738	0.738	0.738	0.396	0.692	0.420
1	7	0.691	0.691	0.691	0.378	0.702	0.744
1	8	0.421	0.421	0.421	0.308	0.565	0.578
1	9	0.489	0.489	0.489	0.288	0.588	0.543
1	10	0.665	0.665	0.665	0.452	0.534	0.805
1	11	0.639	0.639	0.639	0.445	0.714	0.861
1	12	0.465	0.465	0.465	0.348	0.700	0.508

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
1	13	0.532	0.532	0.532	0.463	0.770	0.464
1	14	0.559	0.559	0.559	0.300	0.521	0.503
1	15	0.460	0.460	0.460	0.328	0.494	0.587
1	16	0.396	0.396	0.396	0.284	0.470	0.709
1	17	0.621	0.621	0.621	0.621	0.467	0.568
1	18	0.623	0.623	0.623	0.476	0.642	0.605
1	19	0.410	0.410	0.410	0.428	0.428	0.369
1	20	0.333	0.333	0.333	0.156	0.335	0.177
1	21	0.333	0.333	0.333	0.156	0.298	0.320
2	3	0.498	0.498	0.498	0.704	0.919	0.629
2	4	0.551	0.551	0.551	0.683	0.817	0.315
2	5	0.689	0.689	0.689	0.907	0.820	0.583
3	4	0.667	0.667	0.667	0.321	0.256	0.976
3	5	0.570	0.570	0.570	0.816	0.262	0.701
4	5	0.557	0.557	0.557	0.818	0.642	0.278
6	7	0.459	0.459	0.459	0.751	0.293	0.548
6	8	0.680	0.680	0.680	0.604	0.693	0.836
6	9	0.735	0.735	0.735	0.883	0.724	0.867
7	8	0.650	0.650	0.650	0.834	0.759	0.428
7	9	0.604	0.604	0.604	0.805	0.510	0.539
8	9	0.533	0.533	0.533	0.753	0.474	0.495
10	11	0.457	0.457	0.457	0.900	0.505	0.333
10	12	0.651	0.651	0.651	0.832	0.617	0.560
10	13	0.678	0.678	0.678	0.419	0.586	0.678
11	12	0.683	0.683	0.683	0.586	0.645	0.542
11	13	0.568	0.568	0.568	0.666	0.487	0.459
12	13	0.661	0.661	0.661	0.888	0.442	0.789
14	15	0.347	0.347	0.347	0.647	0.360	0.610

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
14	16	0.651	0.651	0.651	0.848	0.566	0.370
15	16	0.588	0.588	0.588	0.594	0.588	0.221
17	18	0.425	0.425	0.425	0.353	0.503	0.273
17	19	0.422	0.422	0.422	0.299	0.523	0.676
18	19	0.499	0.499	0.499	0.823	0.437	0.507
20	21	0.333	0.333	0.333	0.688	0.366	0.503

Lampiran 5 Presisi Desain II

No	Nama Titik	Presisi Awal			Presisi Setelah Optimasi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)	σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
1	ITSN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
2	BM02	2.419	2.419	2.419	1.863	1.863	1.863
3	BM29	2.268	2.268	2.268	1.433	1.433	1.433
4	BSBY	2.141	2.141	2.141	1.137	1.137	1.137
5	WONOKRO MO	1.986	1.986	1.986	0.405	0.405	0.405
6	BM23	2.243	2.243	2.243	1.355	1.355	1.355
7	BM33	2.140	2.140	2.140	1.097	1.097	1.097
8	BM16	1.981	1.981	1.981	0.669	0.669	0.669
9	P15	2.062	2.062	2.062	1.002	1.002	1.002
10	BM08	2.055	2.055	2.055	0.834	0.834	0.834
11	SBY007	2.029	2.029	2.029	0.732	0.732	0.732
12	BM15	2.091	2.091	2.091	1.111	1.111	1.111
13	SBY003	2.088	2.088	2.088	1.067	1.067	1.067
14	WARU	2.097	2.097	2.097	1.030	1.030	1.030
15	RUNGKUT	2.028	2.028	2.028	0.851	0.851	0.851
16	KENJERAN	2.105	2.105	2.105	1.119	1.119	1.119
17	SBY015	2.161	2.161	2.161	1.149	1.149	1.149

No	Nama Titik	Presisi Awal			Presisi Setelah Optimasi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)	σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
18	BM24	2.127	2.127	2.127	1.046	1.046	1.046
19	PASARTURI	2.019	2.019	2.019	0.750	0.750	0.750
20	GEOMATIKA	2.011	2.011	2.011	0.894	0.894	0.894
21	REKTORAT	2.009	2.009	2.009	0.883	0.883	0.883

Lampiran 6 Reliabilitas Desain II

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
1	2	0.955	0.955	0.955	0.805	0.805	0.805
1	3	0.952	0.952	0.952	0.842	0.842	0.842
1	4	0.917	0.917	0.917	0.845	0.845	0.845
1	5	0.891	0.891	0.891	0.805	0.805	0.805
1	6	0.952	0.952	0.952	0.848	0.848	0.848
1	7	0.937	0.937	0.937	0.859	0.859	0.859
1	8	0.855	0.855	0.855	0.795	0.795	0.795
1	9	0.875	0.875	0.875	0.821	0.821	0.821
1	10	0.927	0.927	0.927	0.851	0.851	0.851
1	11	0.917	0.917	0.917	0.839	0.839	0.839
1	12	0.860	0.860	0.860	0.809	0.809	0.809
1	13	0.883	0.883	0.883	0.826	0.826	0.826
1	14	0.914	0.914	0.914	0.848	0.848	0.848
1	15	0.886	0.886	0.886	0.825	0.825	0.825
1	16	0.877	0.877	0.877	0.821	0.821	0.821
1	17	0.937	0.937	0.937	0.855	0.855	0.855
1	18	0.943	0.943	0.943	0.862	0.862	0.862
1	19	0.899	0.899	0.899	0.829	0.829	0.829
1	20	0.838	0.838	0.838	0.795	0.795	0.795
1	21	0.839	0.839	0.839	0.795	0.795	0.795

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
2	3	0.882	0.882	0.882	0.894	0.894	0.894
2	4	0.898	0.898	0.898	0.904	0.904	0.904
2	5	0.937	0.937	0.937	0.945	0.945	0.945
2	6	0.812	0.812	0.812	0.796	0.796	0.796
2	7	0.919	0.919	0.919	0.935	0.935	0.935
2	8	0.945	0.945	0.945	0.959	0.959	0.959
2	9	0.958	0.958	0.958	0.984	0.984	0.984
2	10	0.885	0.885	0.885	0.888	0.888	0.888
2	11	0.924	0.924	0.924	0.931	0.931	0.931
2	12	0.949	0.949	0.949	0.971	0.971	0.971
2	13	0.958	0.958	0.958	0.986	0.986	0.986
2	14	0.947	0.947	0.947	0.970	0.970	0.970
2	15	0.952	0.952	0.952	0.972	0.972	0.972
2	16	0.940	0.940	0.940	0.960	0.960	0.960
2	17	0.842	0.842	0.842	0.831	0.831	0.831
2	18	0.879	0.879	0.879	0.880	0.880	0.880
2	19	0.916	0.916	0.916	0.923	0.923	0.923
2	20	0.955	0.955	0.955	0.977	0.977	0.977
2	21	0.955	0.955	0.955	0.977	0.977	0.977
3	4	0.933	0.933	0.933	0.951	0.951	0.951
3	5	0.917	0.917	0.917	0.914	0.914	0.914
3	6	0.839	0.839	0.839	0.824	0.824	0.824
3	7	0.842	0.842	0.842	0.828	0.828	0.828
3	8	0.944	0.944	0.944	0.952	0.952	0.952
3	9	0.942	0.942	0.942	0.958	0.958	0.958
3	10	0.887	0.887	0.887	0.885	0.885	0.885
3	11	0.886	0.886	0.886	0.886	0.886	0.886
3	12	0.955	0.955	0.955	0.983	0.983	0.983

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
3	13	0.940	0.940	0.940	0.957	0.957	0.957
3	14	0.907	0.907	0.907	0.910	0.910	0.910
3	15	0.930	0.930	0.930	0.936	0.936	0.936
3	16	0.952	0.952	0.952	0.978	0.978	0.978
3	17	0.903	0.903	0.903	0.908	0.908	0.908
3	18	0.830	0.830	0.830	0.819	0.819	0.819
3	19	0.926	0.926	0.926	0.928	0.928	0.928
3	20	0.952	0.952	0.952	0.971	0.971	0.971
3	21	0.951	0.951	0.951	0.970	0.970	0.970
4	5	0.912	0.912	0.912	0.906	0.906	0.906
4	6	0.909	0.909	0.909	0.914	0.914	0.914
4	7	0.933	0.933	0.933	0.942	0.942	0.942
4	8	0.896	0.896	0.896	0.896	0.896	0.896
4	9	0.939	0.939	0.939	0.947	0.947	0.947
4	10	0.879	0.879	0.879	0.886	0.886	0.886
4	11	0.916	0.916	0.916	0.911	0.911	0.911
4	12	0.887	0.887	0.887	0.880	0.880	0.880
4	13	0.942	0.942	0.942	0.955	0.955	0.955
4	14	0.940	0.940	0.940	0.950	0.950	0.950
4	15	0.934	0.934	0.934	0.933	0.933	0.933
4	16	0.863	0.863	0.863	0.855	0.855	0.855
4	17	0.850	0.850	0.850	0.844	0.844	0.844
4	18	0.915	0.915	0.915	0.916	0.916	0.916
4	19	0.855	0.855	0.855	0.882	0.882	0.882
4	20	0.917	0.917	0.917	0.911	0.911	0.911
4	21	0.918	0.918	0.918	0.912	0.912	0.912
5	6	0.925	0.925	0.925	0.922	0.922	0.922
5	7	0.890	0.890	0.890	0.899	0.899	0.899

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
5	8	0.881	0.881	0.881	0.956	0.956	0.956
5	9	0.879	0.879	0.879	0.895	0.895	0.895
5	10	0.889	0.889	0.889	0.936	0.936	0.936
5	11	0.864	0.864	0.864	0.987	0.987	0.987
5	12	0.910	0.910	0.910	0.897	0.897	0.897
5	13	0.881	0.881	0.881	0.887	0.887	0.887
5	14	0.872	0.872	0.872	0.900	0.900	0.900
5	15	0.866	0.866	0.866	0.940	0.940	0.940
5	16	0.911	0.911	0.911	0.900	0.900	0.900
5	17	0.916	0.916	0.916	0.911	0.911	0.911
5	18	0.902	0.902	0.902	0.908	0.908	0.908
5	19	0.885	0.885	0.885	0.949	0.949	0.949
5	20	0.891	0.891	0.891	0.905	0.905	0.905
5	21	0.890	0.890	0.890	0.907	0.907	0.907
6	7	0.888	0.888	0.888	0.886	0.886	0.886
6	8	0.942	0.942	0.942	0.948	0.948	0.948
6	9	0.951	0.951	0.951	0.971	0.971	0.971
6	10	0.869	0.869	0.869	0.873	0.873	0.873
6	11	0.902	0.902	0.902	0.902	0.902	0.902
6	12	0.950	0.950	0.950	0.972	0.972	0.972
6	13	0.950	0.950	0.950	0.973	0.973	0.973
6	14	0.931	0.931	0.931	0.942	0.942	0.942
6	15	0.942	0.942	0.942	0.952	0.952	0.952
6	16	0.943	0.943	0.943	0.962	0.962	0.962
6	17	0.857	0.857	0.857	0.849	0.849	0.849
6	18	0.840	0.840	0.840	0.834	0.834	0.834
6	19	0.913	0.913	0.913	0.914	0.914	0.914
6	20	0.952	0.952	0.952	0.970	0.970	0.970

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
6	21	0.952	0.952	0.952	0.969	0.969	0.969
7	8	0.929	0.929	0.929	0.921	0.921	0.921
7	9	0.916	0.916	0.916	0.913	0.913	0.913
7	10	0.886	0.886	0.886	0.889	0.889	0.889
7	11	0.856	0.856	0.856	0.886	0.886	0.886
7	12	0.947	0.947	0.947	0.963	0.963	0.963
7	13	0.913	0.913	0.913	0.910	0.910	0.910
7	14	0.865	0.865	0.865	0.865	0.865	0.865
7	15	0.899	0.899	0.899	0.896	0.896	0.896
7	16	0.945	0.945	0.945	0.961	0.961	0.961
7	17	0.915	0.915	0.915	0.917	0.917	0.917
7	18	0.851	0.851	0.851	0.853	0.853	0.853
7	19	0.917	0.917	0.917	0.911	0.911	0.911
7	20	0.937	0.937	0.937	0.938	0.938	0.938
7	21	0.937	0.937	0.937	0.936	0.936	0.936
8	9	0.890	0.890	0.890	0.889	0.889	0.889
8	10	0.908	0.908	0.908	0.916	0.916	0.916
8	11	0.905	0.905	0.905	0.913	0.913	0.913
8	12	0.859	0.859	0.859	0.877	0.877	0.877
8	13	0.897	0.897	0.897	0.887	0.887	0.887
8	14	0.913	0.913	0.913	0.899	0.899	0.899
8	15	0.891	0.891	0.891	0.902	0.902	0.902
8	16	0.866	0.866	0.866	0.880	0.880	0.880
8	17	0.920	0.920	0.920	0.918	0.918	0.918
8	18	0.931	0.931	0.931	0.925	0.925	0.925
8	19	0.875	0.875	0.875	0.941	0.941	0.941
8	20	0.855	0.855	0.855	0.915	0.915	0.915
8	21	0.856	0.856	0.856	0.917	0.917	0.917

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
9	10	0.929	0.929	0.929	0.921	0.921	0.921
9	11	0.900	0.900	0.900	0.894	0.894	0.894
9	12	0.914	0.914	0.914	0.907	0.907	0.907
9	13	0.828	0.828	0.828	0.833	0.833	0.833
9	14	0.867	0.867	0.867	0.862	0.862	0.862
9	15	0.845	0.845	0.845	0.870	0.870	0.870
9	16	0.924	0.924	0.924	0.921	0.921	0.921
9	17	0.946	0.946	0.946	0.959	0.959	0.959
9	18	0.935	0.935	0.935	0.938	0.938	0.938
9	19	0.920	0.920	0.920	0.906	0.906	0.906
9	20	0.875	0.875	0.875	0.876	0.876	0.876
9	21	0.872	0.872	0.872	0.875	0.875	0.875
10	11	0.874	0.874	0.874	0.927	0.927	0.927
10	12	0.924	0.924	0.924	0.921	0.921	0.921
10	13	0.931	0.931	0.931	0.924	0.924	0.924
10	14	0.912	0.912	0.912	0.906	0.906	0.906
10	15	0.917	0.917	0.917	0.909	0.909	0.909
10	16	0.915	0.915	0.915	0.912	0.912	0.912
10	17	0.855	0.855	0.855	0.875	0.875	0.875
10	18	0.860	0.860	0.860	0.888	0.888	0.888
10	19	0.870	0.870	0.870	0.934	0.934	0.934
10	20	0.927	0.927	0.927	0.917	0.917	0.917
10	21	0.926	0.926	0.926	0.917	0.917	0.917
11	12	0.929	0.929	0.929	0.921	0.921	0.921
11	13	0.899	0.899	0.899	0.891	0.891	0.891
11	14	0.867	0.867	0.867	0.891	0.891	0.891
11	15	0.881	0.881	0.881	0.909	0.909	0.909
11	16	0.927	0.927	0.927	0.920	0.920	0.920

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
11	17	0.906	0.906	0.906	0.904	0.904	0.904
11	18	0.871	0.871	0.871	0.897	0.897	0.897
11	19	0.893	0.893	0.893	0.922	0.922	0.922
11	20	0.917	0.917	0.917	0.904	0.904	0.904
11	21	0.916	0.916	0.916	0.903	0.903	0.903
12	13	0.921	0.921	0.921	0.918	0.918	0.918
12	14	0.937	0.937	0.937	0.942	0.942	0.942
12	15	0.919	0.919	0.919	0.908	0.908	0.908
12	16	0.827	0.827	0.827	0.816	0.816	0.816
12	17	0.925	0.925	0.925	0.930	0.930	0.930
12	18	0.945	0.945	0.945	0.958	0.958	0.958
12	19	0.886	0.886	0.886	0.888	0.888	0.888
12	20	0.859	0.859	0.859	0.858	0.858	0.858
12	21	0.862	0.862	0.862	0.861	0.861	0.861
13	14	0.859	0.859	0.859	0.853	0.853	0.853
13	15	0.842	0.842	0.842	0.859	0.859	0.859
13	16	0.929	0.929	0.929	0.932	0.932	0.932
13	17	0.947	0.947	0.947	0.964	0.964	0.964
13	18	0.934	0.934	0.934	0.939	0.939	0.939
13	19	0.923	0.923	0.923	0.910	0.910	0.910
13	20	0.883	0.883	0.883	0.876	0.876	0.876
13	21	0.881	0.881	0.881	0.875	0.875	0.875
14	15	0.852	0.852	0.852	0.871	0.871	0.871
14	16	0.939	0.939	0.939	0.947	0.947	0.947
14	17	0.937	0.937	0.937	0.945	0.945	0.945
14	18	0.904	0.904	0.904	0.902	0.902	0.902
14	19	0.920	0.920	0.920	0.909	0.909	0.909
14	20	0.914	0.914	0.914	0.902	0.902	0.902

Observasi		Reliabilitas Awal			Reliabilitas Setelah Optimasi		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z	r_x	r_y	r_z
14	21	0.912	0.912	0.912	0.900	0.900	0.900
15	16	0.925	0.925	0.925	0.917	0.917	0.917
15	17	0.938	0.938	0.938	0.940	0.940	0.940
15	18	0.922	0.922	0.922	0.918	0.918	0.918
15	19	0.911	0.911	0.911	0.903	0.903	0.903
15	20	0.886	0.886	0.886	0.888	0.888	0.888
15	21	0.884	0.884	0.884	0.888	0.888	0.888
16	17	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911	0.911
16	18	0.940	0.940	0.940	0.950	0.950	0.950
16	19	0.872	0.872	0.872	0.885	0.885	0.885
16	20	0.877	0.877	0.877	0.870	0.870	0.870
16	21	0.880	0.880	0.880	0.873	0.873	0.873
17	18	0.880	0.880	0.880	0.878	0.878	0.878
17	19	0.875	0.875	0.875	0.891	0.891	0.891
17	20	0.937	0.937	0.937	0.941	0.941	0.941
17	21	0.938	0.938	0.938	0.941	0.941	0.941
18	19	0.905	0.905	0.905	0.907	0.907	0.907
18	20	0.943	0.943	0.943	0.945	0.945	0.945
18	21	0.942	0.942	0.942	0.944	0.944	0.944
19	20	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899
19	21	0.899	0.899	0.899	0.900	0.900	0.900
20	21	0.839	0.839	0.839	0.886	0.886	0.886

Lampiran 7 Hasil Akhir Perbaikan Bobot

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
1	2	0.018	0.018	0.018
1	3	0.014	0.014	0.014

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
1	4	0.010	0.010	0.010
1	5	0.017	0.017	0.017
1	6	0.014	0.014	0.014
1	7	0.010	0.010	0.010
1	8	0.024	0.024	0.024
1	9	0.015	0.015	0.015
1	10	0.012	0.012	0.012
1	11	0.012	0.012	0.012
1	12	0.016	0.016	0.016
1	13	0.013	0.013	0.013
1	14	0.010	0.010	0.010
1	15	0.016	0.016	0.016
1	16	0.013	0.013	0.013
1	17	0.011	0.011	0.011
1	18	0.011	0.011	0.011
1	19	0.015	0.015	0.015
1	20	0.025	0.025	0.025
1	21	0.025	0.025	0.025
2	3	0.006	0.006	0.006
2	4	0.008	0.008	0.008
2	5	-0.003	-0.003	-0.003
2	6	0.034	0.034	0.034
2	7	-0.001	-0.001	-0.001
2	8	-0.005	-0.005	-0.005
2	9	-0.011	-0.011	-0.011
2	10	0.015	0.015	0.015
2	11	0.001	0.001	0.001
2	12	-0.008	-0.008	-0.008

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
2	13	-0.011	-0.011	-0.011
2	14	-0.008	-0.008	-0.008
2	15	-0.009	-0.009	-0.009
2	16	-0.005	-0.005	-0.005
2	17	0.029	0.029	0.029
2	18	0.015	0.015	0.015
2	19	0.005	0.005	0.005
2	20	-0.009	-0.009	-0.009
2	21	-0.009	-0.009	-0.009
3	4	-0.003	-0.003	-0.003
3	5	0.010	0.010	0.010
3	6	0.036	0.036	0.036
3	7	0.043	0.043	0.043
3	8	-0.003	-0.003	-0.003
3	9	-0.004	-0.004	-0.004
3	10	0.023	0.023	0.023
3	11	0.024	0.024	0.024
3	12	-0.011	-0.011	-0.011
3	13	-0.004	-0.004	-0.004
3	14	0.011	0.011	0.011
3	15	0.002	0.002	0.002
3	16	-0.010	-0.010	-0.010
3	17	0.010	0.010	0.010
3	18	0.049	0.049	0.049
3	19	0.005	0.005	0.005
3	20	-0.008	-0.008	-0.008
3	21	-0.008	-0.008	-0.008
4	5	0.017	0.017	0.017

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
4	6	0.009	0.009	0.009
4	7	0.000	0.000	0.000
4	8	0.026	0.026	0.026
4	9	-0.001	-0.001	-0.001
4	10	0.033	0.033	0.033
4	11	0.015	0.015	0.015
4	12	0.027	0.027	0.027
4	13	-0.004	-0.004	-0.004
4	14	-0.002	-0.002	-0.002
4	15	0.004	0.004	0.004
4	16	0.041	0.041	0.041
4	17	0.046	0.046	0.046
4	18	0.012	0.012	0.012
4	19	0.045	0.045	0.045
4	20	0.015	0.015	0.015
4	21	0.014	0.014	0.014
5	6	0.007	0.007	0.007
5	7	0.028	0.028	0.028
5	8	0.029	0.029	0.029
5	9	0.036	0.036	0.036
5	10	0.027	0.027	0.027
5	11	0.030	0.030	0.030
5	12	0.021	0.021	0.021
5	13	0.035	0.035	0.035
5	14	0.037	0.037	0.037
5	15	0.037	0.037	0.037
5	16	0.019	0.019	0.019
5	17	0.015	0.015	0.015

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
5	18	0.023	0.023	0.023
5	19	0.028	0.028	0.028
5	20	0.031	0.031	0.031
5	21	0.032	0.032	0.032
6	7	0.020	0.020	0.020
6	8	-0.001	-0.001	-0.001
6	9	-0.008	-0.008	-0.008
6	10	0.033	0.033	0.033
6	11	0.017	0.017	0.017
6	12	-0.008	-0.008	-0.008
6	13	-0.008	-0.008	-0.008
6	14	0.000	0.000	0.000
6	15	-0.002	-0.002	-0.002
6	16	-0.005	-0.005	-0.005
6	17	0.035	0.035	0.035
6	18	0.046	0.046	0.046
6	19	0.012	0.012	0.012
6	20	-0.007	-0.007	-0.007
6	21	-0.007	-0.007	-0.007
7	8	0.009	0.009	0.009
7	9	0.013	0.013	0.013
7	10	0.030	0.030	0.030
7	11	0.044	0.044	0.044
7	12	-0.006	-0.006	-0.006
7	13	0.014	0.014	0.014
7	14	0.041	0.041	0.041
7	15	0.024	0.024	0.024
7	16	-0.005	-0.005	-0.005

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
7	17	0.010	0.010	0.010
7	18	0.047	0.047	0.047
7	19	0.015	0.015	0.015
7	20	0.003	0.003	0.003
7	21	0.004	0.004	0.004
8	9	0.033	0.033	0.033
8	10	0.022	0.022	0.022
8	11	0.025	0.025	0.025
8	12	0.046	0.046	0.046
8	13	0.028	0.028	0.028
8	14	0.020	0.020	0.020
8	15	0.032	0.032	0.032
8	16	0.042	0.042	0.042
8	17	0.013	0.013	0.013
8	18	0.009	0.009	0.009
8	19	0.033	0.033	0.033
8	20	0.046	0.046	0.046
8	21	0.046	0.046	0.046
9	10	0.010	0.010	0.010
9	11	0.027	0.027	0.027
9	12	0.015	0.015	0.015
9	13	0.064	0.064	0.064
9	14	0.043	0.043	0.043
9	15	0.055	0.055	0.055
9	16	0.009	0.009	0.009
9	17	-0.004	-0.004	-0.004
9	18	0.003	0.003	0.003
9	19	0.017	0.017	0.017

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
9	20	0.041	0.041	0.041
9	21	0.042	0.042	0.042
10	11	0.035	0.035	0.035
10	12	0.011	0.011	0.011
10	13	0.008	0.008	0.008
10	14	0.019	0.019	0.019
10	15	0.019	0.019	0.019
10	16	0.016	0.016	0.016
10	17	0.045	0.045	0.045
10	18	0.043	0.043	0.043
10	19	0.035	0.035	0.035
10	20	0.013	0.013	0.013
10	21	0.014	0.014	0.014
11	12	0.009	0.009	0.009
11	13	0.026	0.026	0.026
11	14	0.041	0.041	0.041
11	15	0.035	0.035	0.035
11	16	0.010	0.010	0.010
11	17	0.019	0.019	0.019
11	18	0.037	0.037	0.037
11	19	0.028	0.028	0.028
11	20	0.020	0.020	0.020
11	21	0.021	0.021	0.021
12	13	0.010	0.010	0.010
12	14	0.001	0.001	0.001
12	15	0.015	0.015	0.015
12	16	0.063	0.063	0.063
12	17	0.006	0.006	0.006

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
12	18	-0.004	-0.004	-0.004
12	19	0.032	0.032	0.032
12	20	0.048	0.048	0.048
12	21	0.046	0.046	0.046
13	14	0.046	0.046	0.046
13	15	0.056	0.056	0.056
13	16	0.004	0.004	0.004
13	17	-0.006	-0.006	-0.006
13	18	0.003	0.003	0.003
13	19	0.013	0.013	0.013
13	20	0.035	0.035	0.035
13	21	0.037	0.037	0.037
14	15	0.050	0.050	0.050
14	16	-0.001	-0.001	-0.001
14	17	0.000	0.000	0.000
14	18	0.020	0.020	0.020
14	19	0.015	0.015	0.015
14	20	0.018	0.018	0.018
14	21	0.020	0.020	0.020
15	16	0.010	0.010	0.010
15	17	0.002	0.002	0.002
15	18	0.013	0.013	0.013
15	19	0.022	0.022	0.022
15	20	0.036	0.036	0.036
15	21	0.037	0.037	0.037
16	17	0.014	0.014	0.014
16	18	-0.001	-0.001	-0.001
16	19	0.038	0.038	0.038

Observasi		Perbaikan Bobot Pengamatan		
Dari	Ke	ΔP_x	ΔP_y	ΔP_z
16	20	0.038	0.038	0.038
16	21	0.036	0.036	0.036
17	18	0.030	0.030	0.030
17	19	0.035	0.035	0.035
17	20	0.003	0.003	0.003
17	21	0.003	0.003	0.003
18	19	0.022	0.022	0.022
18	20	0.001	0.001	0.001
18	21	0.001	0.001	0.001
19	20	0.029	0.029	0.029
19	21	0.029	0.029	0.029
20	21	0.058	0.058	0.058

Lampiran 8 Nilai Bobot Pengamatan Akhir

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
1	2	0.008
1	3	0.009
1	4	0.018
1	5	0.028
1	6	0.010
1	7	0.014
1	8	0.037
1	9	0.029
1	10	0.017
1	11	0.020
1	12	0.032
1	13	0.027

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
1	14	0.020
1	15	0.028
1	16	0.028
1	17	0.013
1	18	0.013
1	19	0.025
1	20	0.040
1	21	0.040
2	3	0.019
2	4	0.017
2	5	0.011
2	6	0.032
2	7	0.014
2	8	0.010
2	9	0.007
2	10	0.021
2	11	0.014
2	12	0.008
2	13	0.007
2	14	0.009
2	15	0.008
2	16	0.010
2	17	0.028
2	18	0.021
2	19	0.015
2	20	0.008
2	21	0.008
3	4	0.012

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
3	5	0.017
3	6	0.030
3	7	0.032
3	8	0.011
3	9	0.011
3	10	0.023
3	11	0.024
3	12	0.008
3	13	0.011
3	14	0.018
3	15	0.014
3	16	0.009
3	17	0.018
3	18	0.035
3	19	0.015
3	20	0.009
3	21	0.009
4	5	0.020
4	6	0.017
4	7	0.014
4	8	0.024
4	9	0.013
4	10	0.027
4	11	0.019
4	12	0.024
4	13	0.012
4	14	0.012
4	15	0.014

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
4	16	0.029
4	17	0.032
4	18	0.018
4	19	0.034
4	20	0.018
4	21	0.018
5	6	0.016
5	7	0.026
5	8	0.032
5	9	0.030
5	10	0.029
5	11	0.036
5	12	0.021
5	13	0.029
5	14	0.032
5	15	0.035
5	16	0.021
5	17	0.019
5	18	0.024
5	19	0.030
5	20	0.028
5	21	0.028
6	7	0.022
6	8	0.012
6	9	0.010
6	10	0.028
6	11	0.021
6	12	0.009

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
6	13	0.009
6	14	0.013
6	15	0.012
6	16	0.011
6	17	0.028
6	18	0.033
6	19	0.018
6	20	0.010
6	21	0.010
7	8	0.016
7	9	0.018
7	10	0.026
7	11	0.034
7	12	0.011
7	13	0.018
7	14	0.030
7	15	0.023
7	16	0.011
7	17	0.018
7	18	0.033
7	19	0.019
7	20	0.014
7	21	0.014
8	9	0.027
8	10	0.023
8	11	0.024
8	12	0.033
8	13	0.024

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
8	14	0.021
8	15	0.028
8	16	0.032
8	17	0.018
8	18	0.016
8	19	0.032
8	20	0.037
8	21	0.037
9	10	0.016
9	11	0.024
9	12	0.018
9	13	0.040
9	14	0.030
9	15	0.038
9	16	0.016
9	17	0.011
9	18	0.014
9	19	0.019
9	20	0.029
9	21	0.030
10	11	0.032
10	12	0.017
10	13	0.016
10	14	0.020
10	15	0.020
10	16	0.019
10	17	0.033
10	18	0.033

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
10	19	0.033
10	20	0.017
10	21	0.017
11	12	0.016
11	13	0.024
11	14	0.032
11	15	0.030
11	16	0.016
11	17	0.021
11	18	0.031
11	19	0.027
11	20	0.020
11	21	0.020
12	13	0.017
12	14	0.013
12	15	0.018
12	16	0.038
12	17	0.015
12	18	0.011
12	19	0.026
12	20	0.032
12	21	0.032
13	14	0.032
13	15	0.038
13	16	0.015
13	17	0.011
13	18	0.014
13	19	0.018

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
13	20	0.027
13	21	0.027
14	15	0.035
14	16	0.013
14	17	0.013
14	18	0.021
14	19	0.019
14	20	0.020
14	21	0.020
15	16	0.017
15	17	0.013
15	18	0.018
15	19	0.022
15	20	0.028
15	21	0.028
16	17	0.018
16	18	0.012
16	19	0.030
16	20	0.028
16	21	0.027
17	18	0.026
17	19	0.029
17	20	0.013
17	21	0.013
18	19	0.022
18	20	0.013
18	21	0.013
19	20	0.025

Observasi		Nilai Bobot Pengamatan
Dari	Ke	
19	21	0.025
20	21	0.040

Lampiran 9 Koordinat Titik (Geografis)

No	Nama Titik	Latitude (°)	Longitude (°)	h (m)
1	ITSN	-7.280	112.795	49.55
2	BM02	-7.218	112.619	32.308
3	BM29	-7.313	112.635	39.179
4	BSBY	-7.211	112.724	33.231
5	WONOKROMO	-7.299	112.737	37.390
6	BM23	-7.261	112.634	49.328
7	BM33	-7.328	112.679	39.239
8	BM16	-7.268	112.771	33.013
9	P15	-7.332	112.779	32.997
10	BM08	-7.264	112.693	34.434
11	SBY007	-7.306	112.709	36.598
12	BM15	-7.235	112.795	28.922
13	SBY003	-7.340	112.776	32.124
14	WARU	-7.345	112.729	42.228
15	RUNGKUT	-7.327	112.757	33.323
16	KENJERAN	-7.222	112.778	32.461
17	SBY015	-7.226	112.680	31.808
18	BM24	-7.291	112.663	56.316
19	PASARTURI	-7.249	112.732	31.219
20	GEOMATIKA	-7.280	112.795	52.239
21	REKTORAT	-7.282	112.794	32.838

Lampiran 10 Reliabilitas Internal dan Eksternal Desain II

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	2	14.520	14.520	14.520	1.900	1.900	1.900
1	3	14.166	14.166	14.166	1.472	1.472	1.472
1	4	13.218	13.218	13.218	1.437	1.437	1.437
1	5	12.499	12.499	12.499	1.901	1.901	1.901
1	6	14.096	14.096	14.096	1.407	1.407	1.407
1	7	13.655	13.655	13.655	1.290	1.290	1.290
1	8	11.783	11.783	11.783	2.026	2.026	2.026
1	9	12.175	12.175	12.175	1.705	1.705	1.705
1	10	13.175	13.175	13.175	1.371	1.371	1.371
1	11	12.946	12.946	12.946	1.500	1.500	1.500
1	12	12.032	12.032	12.032	1.849	1.849	1.849
1	13	12.423	12.423	12.423	1.646	1.646	1.646
1	14	13.055	13.055	13.055	1.410	1.410	1.410
1	15	12.302	12.302	12.302	1.666	1.666	1.666
1	16	12.378	12.378	12.378	1.708	1.708	1.708
1	17	13.664	13.664	13.664	1.326	1.326	1.326
1	18	13.701	13.701	13.701	1.253	1.253	1.253
1	19	12.520	12.520	12.520	1.616	1.616	1.616
1	20	11.445	11.445	11.445	2.027	2.027	2.027
1	21	11.451	11.451	11.451	2.027	2.027	2.027
2	3	22.186	22.186	22.186	0.926	0.926	0.926
2	4	22.415	22.415	22.415	0.834	0.834	0.834
2	5	29.877	29.877	29.877	0.460	0.460	0.460
2	6	16.270	16.270	16.270	2.006	2.006	2.006
2	7	26.820	26.820	26.820	0.547	0.547	0.547
2	8	33.853	33.853	33.853	0.338	0.338	0.338
2	9	54.059	54.059	54.059	0.125	0.125	0.125

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
2	10	20.622	20.622	20.622	0.989	0.989	0.989
2	11	26.276	26.276	26.276	0.578	0.578	0.578
2	12	40.486	40.486	40.486	0.230	0.230	0.230
2	13	57.368	57.368	57.368	0.111	0.111	0.111
2	14	39.076	39.076	39.076	0.243	0.243	0.243
2	15	40.667	40.667	40.667	0.224	0.224	0.224
2	16	34.140	34.140	34.140	0.330	0.330	0.330
2	17	17.266	17.266	17.266	1.591	1.591	1.591
2	18	19.980	19.980	19.980	1.067	1.067	1.067
2	19	24.732	24.732	24.732	0.658	0.658	0.658
2	20	44.842	44.842	44.842	0.183	0.183	0.183
2	21	44.731	44.731	44.731	0.184	0.184	0.184
3	4	28.627	28.627	28.627	0.403	0.403	0.403
3	5	22.385	22.385	22.385	0.739	0.739	0.739
3	6	16.069	16.069	16.069	1.672	1.672	1.672
3	7	15.682	15.682	15.682	1.626	1.626	1.626
3	8	29.079	29.079	29.079	0.394	0.394	0.394
3	9	30.624	30.624	30.624	0.342	0.342	0.342
3	10	18.711	18.711	18.711	1.022	1.022	1.022
3	11	19.015	19.015	19.015	1.010	1.010	1.010
3	12	48.841	48.841	48.841	0.132	0.132	0.132
3	13	30.465	30.465	30.465	0.349	0.349	0.349
3	14	21.118	21.118	21.118	0.774	0.774	0.774
3	15	24.903	24.903	24.903	0.536	0.536	0.536
3	16	42.809	42.809	42.809	0.174	0.174	0.174
3	17	21.028	21.028	21.028	0.797	0.797	0.797
3	18	15.203	15.203	15.203	1.738	1.738	1.738
3	19	23.636	23.636	23.636	0.606	0.606	0.606

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
3	20	36.767	36.767	36.767	0.232	0.232	0.232
3	21	36.053	36.053	36.053	0.242	0.242	0.242
4	5	20.411	20.411	20.411	0.817	0.817	0.817
4	6	21.494	21.494	21.494	0.736	0.736	0.736
4	7	25.000	25.000	25.000	0.478	0.478	0.478
4	8	19.045	19.045	19.045	0.906	0.906	0.906
4	9	25.786	25.786	25.786	0.441	0.441	0.441
4	10	17.909	17.909	17.909	1.004	1.004	1.004
4	11	20.358	20.358	20.358	0.762	0.762	0.762
4	12	17.665	17.665	17.665	1.067	1.067	1.067
4	13	28.009	28.009	28.009	0.373	0.373	0.373
4	14	26.597	26.597	26.597	0.412	0.412	0.412
4	15	23.082	23.082	23.082	0.564	0.564	0.564
4	16	16.186	16.186	16.186	1.328	1.328	1.328
4	17	15.683	15.683	15.683	1.452	1.452	1.452
4	18	20.740	20.740	20.740	0.717	0.717	0.717
4	19	17.726	17.726	17.726	1.045	1.045	1.045
4	20	20.077	20.077	20.077	0.766	0.766	0.766
4	21	20.175	20.175	20.175	0.759	0.759	0.759
5	6	23.123	23.123	23.123	0.665	0.665	0.665
5	7	19.636	19.636	19.636	0.882	0.882	0.882
5	8	29.401	29.401	29.401	0.364	0.364	0.364
5	9	19.160	19.160	19.160	0.920	0.920	0.920
5	10	24.148	24.148	24.148	0.540	0.540	0.540
5	11	53.015	53.015	53.015	0.105	0.105	0.105
5	12	19.497	19.497	19.497	0.905	0.905	0.905
5	13	18.603	18.603	18.603	0.999	0.999	0.999
5	14	19.611	19.611	19.611	0.871	0.871	0.871

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
5	15	25.075	25.075	25.075	0.499	0.499	0.499
5	16	19.792	19.792	19.792	0.874	0.874	0.874
5	17	20.994	20.994	20.994	0.768	0.768	0.768
5	18	20.447	20.447	20.447	0.793	0.793	0.793
5	19	27.182	27.182	27.182	0.422	0.422	0.422
5	20	20.036	20.036	20.036	0.824	0.824	0.824
5	21	20.257	20.257	20.257	0.804	0.804	0.804
6	7	18.606	18.606	18.606	1.012	1.012	1.012
6	8	27.477	27.477	27.477	0.432	0.432	0.432
6	9	36.307	36.307	36.307	0.232	0.232	0.232
6	10	17.602	17.602	17.602	1.142	1.142	1.142
6	11	20.099	20.099	20.099	0.854	0.854	0.854
6	12	37.348	37.348	37.348	0.224	0.224	0.224
6	13	37.580	37.580	37.580	0.218	0.218	0.218
6	14	25.746	25.746	25.746	0.481	0.481	0.481
6	15	28.189	28.189	28.189	0.397	0.397	0.397
6	16	31.941	31.941	31.941	0.310	0.310	0.310
6	17	16.451	16.451	16.451	1.395	1.395	1.395
6	18	15.555	15.555	15.555	1.563	1.563	1.563
6	19	21.348	21.348	21.348	0.738	0.738	0.738
6	20	35.491	35.491	35.491	0.243	0.243	0.243
6	21	35.137	35.137	35.137	0.248	0.248	0.248
7	8	21.516	21.516	21.516	0.675	0.675	0.675
7	9	20.227	20.227	20.227	0.747	0.747	0.747
7	10	17.957	17.957	17.957	0.980	0.980	0.980
7	11	17.950	17.950	17.950	1.007	1.007	1.007
7	12	31.060	31.060	31.060	0.300	0.300	0.300
7	13	20.033	20.033	20.033	0.772	0.772	0.772

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
7	14	16.443	16.443	16.443	1.222	1.222	1.222
7	15	18.590	18.590	18.590	0.911	0.911	0.911
7	16	30.127	30.127	30.127	0.320	0.320	0.320
7	17	20.980	20.980	20.980	0.706	0.706	0.706
7	18	15.785	15.785	15.785	1.350	1.350	1.350
7	19	20.110	20.110	20.110	0.766	0.766	0.766
7	20	23.688	23.688	23.688	0.523	0.523	0.523
7	21	23.363	23.363	23.363	0.539	0.539	0.539
8	9	18.140	18.140	18.140	0.983	0.983	0.983
8	10	20.735	20.735	20.735	0.720	0.720	0.720
8	11	20.589	20.589	20.589	0.748	0.748	0.748
8	12	17.531	17.531	17.531	1.097	1.097	1.097
8	13	18.140	18.140	18.140	0.996	0.996	0.996
8	14	18.985	18.985	18.985	0.884	0.884	0.884
8	15	19.258	19.258	19.258	0.855	0.855	0.855
8	16	17.729	17.729	17.729	1.068	1.068	1.068
8	17	21.279	21.279	21.279	0.704	0.704	0.704
8	18	22.003	22.003	22.003	0.635	0.635	0.635
8	19	24.722	24.722	24.722	0.491	0.491	0.491
8	20	20.518	20.518	20.518	0.732	0.732	0.732
8	21	20.779	20.779	20.779	0.711	0.711	0.711
9	10	20.984	20.984	20.984	0.676	0.676	0.676
9	11	18.419	18.419	18.419	0.934	0.934	0.934
9	12	19.650	19.650	19.650	0.801	0.801	0.801
9	13	14.839	14.839	14.839	1.574	1.574	1.574
9	14	16.139	16.139	16.139	1.254	1.254	1.254
9	15	16.584	16.584	16.584	1.173	1.173	1.173
9	16	21.218	21.218	21.218	0.673	0.673	0.673

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
9	17	29.274	29.274	29.274	0.338	0.338	0.338
9	18	23.691	23.691	23.691	0.519	0.519	0.519
9	19	19.407	19.407	19.407	0.818	0.818	0.818
9	20	16.878	16.878	16.878	1.115	1.115	1.115
9	21	16.868	16.868	16.868	1.117	1.117	1.117
10	11	22.042	22.042	22.042	0.614	0.614	0.614
10	12	21.206	21.206	21.206	0.677	0.677	0.677
10	13	21.516	21.516	21.516	0.646	0.646	0.646
10	14	19.306	19.306	19.306	0.816	0.816	0.816
10	15	19.695	19.695	19.695	0.782	0.782	0.782
10	16	20.224	20.224	20.224	0.754	0.754	0.754
10	17	17.126	17.126	17.126	1.119	1.119	1.119
10	18	17.750	17.750	17.750	0.991	0.991	0.991
10	19	22.943	22.943	22.943	0.556	0.556	0.556
10	20	20.502	20.502	20.502	0.709	0.709	0.709
10	21	20.455	20.455	20.455	0.714	0.714	0.714
11	12	21.451	21.451	21.451	0.674	0.674	0.674
11	13	18.339	18.339	18.339	0.955	0.955	0.955
11	14	18.214	18.214	18.214	0.958	0.958	0.958
11	15	19.807	19.807	19.807	0.788	0.788	0.788
11	16	21.362	21.362	21.362	0.681	0.681	0.681
11	17	19.647	19.647	19.647	0.830	0.830	0.830
11	18	18.725	18.725	18.725	0.899	0.899	0.899
11	19	21.395	21.395	21.395	0.667	0.667	0.667
11	20	19.305	19.305	19.305	0.833	0.833	0.833
11	21	19.260	19.260	19.260	0.838	0.838	0.838
12	13	20.957	20.957	20.957	0.699	0.699	0.699
12	14	24.617	24.617	24.617	0.485	0.485	0.485

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
12	15	19.778	19.778	19.778	0.793	0.793	0.793
12	16	14.484	14.484	14.484	1.764	1.764	1.764
12	17	22.949	22.949	22.949	0.587	0.587	0.587
12	18	28.980	28.980	28.980	0.345	0.345	0.345
12	19	18.072	18.072	18.072	0.993	0.993	0.993
12	20	16.082	16.082	16.082	1.293	1.293	1.293
12	21	16.221	16.221	16.221	1.267	1.267	1.267
13	14	15.760	15.760	15.760	1.349	1.349	1.349
13	15	16.085	16.085	16.085	1.284	1.284	1.284
13	16	22.862	22.862	22.862	0.576	0.576	0.576
13	17	31.314	31.314	31.314	0.296	0.296	0.296
13	18	24.000	24.000	24.000	0.510	0.510	0.510
13	19	19.978	19.978	19.978	0.774	0.774	0.774
13	20	17.027	17.027	17.027	1.105	1.105	1.105
13	21	16.957	16.957	16.957	1.118	1.118	1.118
14	15	16.688	16.688	16.688	1.158	1.158	1.158
14	16	25.815	25.815	25.815	0.438	0.438	0.438
14	17	25.442	25.442	25.442	0.456	0.456	0.456
14	18	19.018	19.018	19.018	0.850	0.850	0.850
14	19	19.712	19.712	19.712	0.789	0.789	0.789
14	20	18.901	18.901	18.901	0.853	0.853	0.853
14	21	18.724	18.724	18.724	0.873	0.873	0.873
15	16	20.751	20.751	20.751	0.711	0.711	0.711
15	17	24.510	24.510	24.510	0.497	0.497	0.497
15	18	20.691	20.691	20.691	0.704	0.704	0.704
15	19	19.225	19.225	19.225	0.838	0.838	0.838
15	20	17.756	17.756	17.756	0.990	0.990	0.990
15	21	17.795	17.795	17.795	0.986	0.986	0.986

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
16	17	20.451	20.451	20.451	0.762	0.762	0.762
16	18	26.704	26.704	26.704	0.411	0.411	0.411
16	19	17.891	17.891	17.891	1.018	1.018	1.018
16	20	16.762	16.762	16.762	1.168	1.168	1.168
16	21	16.901	16.901	16.901	1.146	1.146	1.146
17	18	17.357	17.357	17.357	1.086	1.086	1.086
17	19	18.381	18.381	18.381	0.962	0.962	0.962
17	20	24.482	24.482	24.482	0.495	0.495	0.495
17	21	24.475	24.475	24.475	0.496	0.496	0.496
18	19	19.615	19.615	19.615	0.801	0.801	0.801
18	20	25.132	25.132	25.132	0.455	0.455	0.455
18	21	24.880	24.880	24.880	0.466	0.466	0.466
19	20	18.801	18.801	18.801	0.876	0.876	0.876
19	21	18.859	18.859	18.859	0.871	0.871	0.871
20	21	17.566	17.566	17.566	1.006	1.006	1.006

Lampiran 11 Reliabilitas Internal dan Eksternal Desain I

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	2	20.891	23.358	15.867	12.321	17.364	3.791
1	3	17.518	15.709	17.909	6.402	3.611	7.044
1	4	16.682	14.771	13.835	6.935	3.743	2.323
1	5	21.139	14.331	15.188	20.023	4.967	6.544
1	6	20.624	15.600	20.017	11.956	3.486	10.807
1	7	20.573	15.100	14.667	12.885	3.325	2.694
1	8	18.915	13.977	13.816	17.586	6.043	5.725
1	9	20.576	14.388	14.970	19.422	5.490	6.591
1	10	18.070	16.635	13.547	9.489	6.844	1.900

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	11	17.778	14.036	12.782	9.775	3.140	1.265
1	12	18.338	12.936	15.183	14.667	3.359	7.588
1	13	16.597	12.869	16.587	9.090	2.340	9.070
1	14	21.950	16.646	16.950	18.307	7.197	7.751
1	15	19.506	15.889	14.588	16.057	8.017	5.526
1	16	21.065	16.358	13.320	19.814	8.835	3.217
1	17	16.039	18.500	16.766	4.788	8.962	5.960
1	18	18.436	15.880	16.350	8.625	4.376	5.109
1	19	17.424	17.416	18.759	10.476	10.458	13.390
1	20	25.829	17.621	24.282	42.412	15.547	36.570
1	21	25.862	18.686	18.034	42.487	18.433	16.630
2	3	25.007	21.884	26.447	3.296	0.689	4.616
2	4	25.783	23.583	37.952	3.637	1.762	17.027
2	5	30.491	32.070	38.044	0.805	1.723	5.618
3	4	49.281	55.130	28.253	16.589	22.732	0.189
3	5	23.695	41.840	25.550	1.773	22.131	3.336
4	5	21.476	24.249	36.871	1.744	4.378	20.408
6	7	20.205	32.344	23.655	2.599	18.910	6.468
6	8	34.430	32.144	29.251	5.149	3.481	1.534
6	9	38.084	42.047	38.417	1.042	2.986	1.198
7	8	22.610	23.700	31.553	1.562	2.491	10.471
7	9	21.537	27.055	26.320	1.895	7.523	6.699
8	9	19.703	24.843	24.306	2.569	8.709	8.000
10	11	22.370	29.856	36.777	0.867	7.670	15.694
10	12	22.311	25.907	27.186	1.587	4.871	6.157
10	13	31.939	27.011	25.107	10.859	5.533	3.715
11	12	26.893	25.630	27.948	5.542	4.315	6.612
11	13	21.211	24.819	25.565	3.926	8.269	9.252

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
12	13	21.315	30.214	22.602	0.993	9.910	2.092
14	15	19.372	25.968	19.942	4.284	13.947	5.009
14	16	27.276	33.396	41.284	1.401	6.013	13.329
15	16	25.790	25.906	42.263	5.369	5.488	27.631
17	18	27.396	22.944	31.106	14.397	7.758	20.828
17	19	31.713	23.981	21.094	18.362	7.143	3.753
18	19	20.593	28.256	26.230	1.684	10.091	7.612
20	21	19.934	27.321	23.315	3.552	13.560	7.744

Lampiran 12 Presisi Desain III

No	Nama Titik	Presisi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
1	ITSN	0	0	0
2	BM02	1.619	1.619	1.619
3	BM29	1.177	1.177	1.177
4	BSBY	0.986	0.986	0.986
5	WONOKROMO	0.737	0.737	0.737
6	BM23	1.145	1.145	1.145
7	BM33	0.940	0.940	0.940
8	BM16	0.605	0.605	0.605
9	P15	0.769	0.769	0.769
10	BM08	0.994	0.994	0.994
11	SBY007	0.828	0.828	0.828
12	BM15	0.886	0.886	0.886
13	SBY003	0.819	0.819	0.819
14	WARU	0.852	0.852	0.852
15	RUNGKUT	0.652	0.652	0.652
16	KENJERAN	0.887	0.887	0.887

No	Nama Titik	Presisi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
17	SBY015	0.992	0.992	0.992
18	BM24	0.857	0.857	0.857
19	PASARTURI	0.915	0.915	0.915
20	GEOMATIKA	0.689	0.689	0.689
21	REKTORAT	0.760	0.760	0.760

Lampiran 13 Reliabilitas Desain III

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
1	2	0.745	0.745	0.745
1	3	0.856	0.856	0.856
1	4	0.908	0.908	0.908
1	5	0.895	0.895	0.895
1	6	0.872	0.872	0.872
1	7	0.920	0.920	0.920
1	8	0.877	0.877	0.877
1	9	0.911	0.911	0.911
1	10	0.905	0.905	0.905
1	11	0.919	0.919	0.919
1	12	0.889	0.889	0.889
1	13	0.914	0.914	0.914
1	14	0.928	0.928	0.928
1	15	0.919	0.919	0.919
1	16	0.901	0.901	0.901
1	17	0.902	0.902	0.902
1	18	0.922	0.922	0.922
1	19	0.895	0.895	0.895
1	20	0.887	0.887	0.887

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
1	21	0.876	0.876	0.876
2	6	0.632	0.632	0.632
2	10	0.822	0.822	0.822
2	17	0.687	0.687	0.687
2	18	0.824	0.824	0.824
3	6	0.701	0.701	0.701
3	7	0.688	0.688	0.688
3	10	0.814	0.814	0.814
3	11	0.813	0.813	0.813
3	18	0.656	0.656	0.656
4	5	0.881	0.881	0.881
4	8	0.835	0.835	0.835
4	10	0.790	0.790	0.790
4	11	0.904	0.904	0.904
4	12	0.831	0.831	0.831
4	16	0.763	0.763	0.763
4	17	0.698	0.698	0.698
4	19	0.741	0.741	0.741
4	20	0.916	0.916	0.916
4	21	0.914	0.914	0.914
5	7	0.823	0.823	0.823
5	9	0.801	0.801	0.801
5	12	0.871	0.871	0.871
5	13	0.801	0.801	0.801
5	14	0.790	0.790	0.790
5	16	0.875	0.875	0.875
5	18	0.848	0.848	0.848
5	20	0.833	0.833	0.833

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
5	21	0.826	0.826	0.826
6	7	0.852	0.852	0.852
6	10	0.776	0.776	0.776
6	11	0.872	0.872	0.872
6	17	0.745	0.745	0.745
6	18	0.714	0.714	0.714
7	9	0.920	0.920	0.920
7	10	0.822	0.822	0.822
7	11	0.767	0.767	0.767
7	13	0.913	0.913	0.913
7	14	0.784	0.784	0.784
7	15	0.863	0.863	0.863
7	18	0.746	0.746	0.746
7	19	0.902	0.902	0.902
8	9	0.826	0.826	0.826
8	11	0.857	0.857	0.857
8	12	0.742	0.742	0.742
8	13	0.841	0.841	0.841
8	14	0.885	0.885	0.885
8	15	0.826	0.826	0.826
8	16	0.756	0.756	0.756
8	20	0.762	0.762	0.762
9	11	0.862	0.862	0.862
9	12	0.915	0.915	0.915
9	13	0.706	0.706	0.706
9	14	0.798	0.798	0.798
9	15	0.745	0.745	0.745
9	19	0.904	0.904	0.904

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
9	20	0.820	0.820	0.820
9	21	0.807	0.807	0.807
10	14	0.885	0.885	0.885
10	15	0.887	0.887	0.887
10	16	0.892	0.892	0.892
10	17	0.726	0.726	0.726
10	18	0.763	0.763	0.763
10	20	0.919	0.919	0.919
10	21	0.914	0.914	0.914
11	13	0.859	0.859	0.859
11	14	0.795	0.795	0.795
11	15	0.824	0.824	0.824
11	17	0.868	0.868	0.868
11	18	0.794	0.794	0.794
11	20	0.900	0.900	0.900
11	21	0.892	0.892	0.892
12	15	0.917	0.917	0.917
12	16	0.671	0.671	0.671
12	19	0.816	0.816	0.816
12	20	0.771	0.771	0.771
12	21	0.767	0.767	0.767
13	14	0.777	0.777	0.777
13	15	0.734	0.734	0.734
13	19	0.918	0.918	0.918
13	20	0.835	0.835	0.835
13	21	0.822	0.822	0.822
14	15	0.763	0.763	0.763
14	18	0.882	0.882	0.882

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
14	19	0.909	0.909	0.909
14	20	0.912	0.912	0.912
14	21	0.901	0.901	0.901
15	19	0.877	0.877	0.877
15	20	0.839	0.839	0.839
15	21	0.827	0.827	0.827
16	17	0.894	0.894	0.894
16	19	0.786	0.786	0.786
16	20	0.811	0.811	0.811
16	21	0.808	0.808	0.808
17	18	0.808	0.808	0.808
17	19	0.772	0.772	0.772
18	19	0.863	0.863	0.863
19	20	0.855	0.855	0.855
19	21	0.851	0.851	0.851
20	21	0.749	0.749	0.749

Lampiran 14 Reliabilitas Internal dan Eksternal Desain III

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	2	15.092	15.092	15.092	2.682	2.682	2.682
1	3	14.046	14.046	14.046	1.316	1.316	1.316
1	4	12.749	12.749	12.749	0.790	0.790	0.790
1	5	11.855	11.855	11.855	0.923	0.923	0.923
1	6	13.902	13.902	13.902	1.154	1.154	1.154
1	7	13.191	13.191	13.191	0.680	0.680	0.680
1	8	11.216	11.216	11.216	1.099	1.099	1.099

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	9	11.562	11.562	11.562	0.768	0.768	0.768
1	10	12.777	12.777	12.777	0.824	0.824	0.824
1	11	12.372	12.372	12.372	0.691	0.691	0.691
1	12	11.479	11.479	11.479	0.979	0.979	0.979
1	13	11.814	11.814	11.814	0.738	0.738	0.738
1	14	12.475	12.475	12.475	0.606	0.606	0.606
1	15	11.655	11.655	11.655	0.691	0.691	0.691
1	16	11.816	11.816	11.816	0.860	0.860	0.860
1	17	13.304	13.304	13.304	0.848	0.848	0.848
1	18	13.250	13.250	13.250	0.665	0.665	0.665
1	19	12.048	12.048	12.048	0.916	0.916	0.916
1	20	10.832	10.832	10.832	0.998	0.998	0.998
1	21	10.907	10.907	10.907	1.111	1.111	1.111
2	6	18.261	18.261	18.261	4.564	4.564	4.564
2	10	21.437	21.437	21.437	1.702	1.702	1.702
2	17	18.999	18.999	18.999	3.579	3.579	3.579
2	18	20.650	20.650	20.650	1.674	1.674	1.674
3	6	17.426	17.426	17.426	3.347	3.347	3.347
3	7	17.208	17.208	17.208	3.558	3.558	3.558
3	10	19.501	19.501	19.501	1.787	1.787	1.787
3	11	19.851	19.851	19.851	1.804	1.804	1.804
3	18	16.979	16.979	16.979	4.107	4.107	4.107
4	5	20.697	20.697	20.697	1.061	1.061	1.061
4	8	19.729	19.729	19.729	1.545	1.545	1.545
4	10	18.968	18.968	18.968	2.081	2.081	2.081
4	11	20.446	20.446	20.446	0.836	0.836	0.836
4	12	18.182	18.182	18.182	1.596	1.596	1.596
4	16	17.140	17.140	17.140	2.440	2.440	2.440

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
4	17	17.243	17.243	17.243	3.393	3.393	3.393
4	19	19.337	19.337	19.337	2.734	2.734	2.734
4	20	20.021	20.021	20.021	0.719	0.719	0.719
4	21	20.152	20.152	20.152	0.739	0.739	0.739
5	7	20.523	20.523	20.523	1.688	1.688	1.688
5	9	20.248	20.248	20.248	1.943	1.943	1.943
5	12	19.786	19.786	19.786	1.166	1.166	1.166
5	13	19.580	19.580	19.580	1.952	1.952	1.952
5	14	20.935	20.935	20.935	2.086	2.086	2.086
5	16	20.070	20.070	20.070	1.121	1.121	1.121
5	18	21.153	21.153	21.153	1.401	1.401	1.401
5	20	20.879	20.879	20.879	1.568	1.568	1.568
5	21	21.226	21.226	21.226	1.650	1.650	1.650
6	7	18.974	18.974	18.974	1.365	1.365	1.365
6	10	18.663	18.663	18.663	2.258	2.258	2.258
6	11	20.436	20.436	20.436	1.148	1.148	1.148
6	17	17.566	17.566	17.566	2.688	2.688	2.688
6	18	16.806	16.806	16.806	3.137	3.137	3.137
7	9	20.146	20.146	20.146	0.678	0.678	0.678
7	10	18.668	18.668	18.668	1.692	1.692	1.692
7	11	19.293	19.293	19.293	2.382	2.382	2.382
7	13	20.003	20.003	20.003	0.746	0.746	0.746
7	14	17.269	17.269	17.269	2.155	2.155	2.155
7	15	18.945	18.945	18.945	1.248	1.248	1.248
7	18	16.880	16.880	16.880	2.670	2.670	2.670
7	19	20.214	20.214	20.214	0.856	0.856	0.856
8	9	18.818	18.818	18.818	1.654	1.654	1.654
8	11	21.249	21.249	21.249	1.307	1.307	1.307

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
8	12	19.059	19.059	19.059	2.722	2.722	2.722
8	13	18.630	18.630	18.630	1.480	1.480	1.480
8	14	19.128	19.128	19.128	1.017	1.017	1.017
8	15	20.125	20.125	20.125	1.656	1.656	1.656
8	16	19.134	19.134	19.134	2.535	2.535	2.535
8	20	22.484	22.484	22.484	2.453	2.453	2.453
9	11	18.755	18.755	18.755	1.257	1.257	1.257
9	12	19.570	19.570	19.570	0.731	0.731	0.731
9	13	16.118	16.118	16.118	3.267	3.267	3.267
9	14	16.772	16.772	16.772	1.980	1.980	1.980
9	15	17.917	17.917	17.917	2.680	2.680	2.680
9	19	19.420	19.420	19.420	0.829	0.829	0.829
9	20	17.439	17.439	17.439	1.719	1.719	1.719
9	21	17.570	17.570	17.570	1.879	1.879	1.879
10	14	19.527	19.527	19.527	1.015	1.015	1.015
10	15	19.939	19.939	19.939	0.997	0.997	0.997
10	16	20.457	20.457	20.457	0.954	0.954	0.954
10	17	18.806	18.806	18.806	2.963	2.963	2.963
10	18	19.146	19.146	19.146	2.436	2.436	2.436
10	20	20.484	20.484	20.484	0.695	0.695	0.695
10	21	20.486	20.486	20.486	0.739	0.739	0.739
11	13	18.679	18.679	18.679	1.284	1.284	1.284
11	14	19.285	19.285	19.285	2.022	2.022	2.022
11	15	20.804	20.804	20.804	1.678	1.678	1.678
11	17	20.055	20.055	20.055	1.193	1.193	1.193
11	18	19.899	19.899	19.899	2.028	2.028	2.028
11	20	19.347	19.347	19.347	0.871	0.871	0.871
11	21	19.385	19.385	19.385	0.951	0.951	0.951

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
12	15	19.685	19.685	19.685	0.713	0.713	0.713
12	16	15.979	15.979	15.979	3.848	3.848	3.848
12	19	18.850	18.850	18.850	1.770	1.770	1.770
12	20	16.974	16.974	16.974	2.334	2.334	2.334
12	21	17.181	17.181	17.181	2.377	2.377	2.377
13	14	16.510	16.510	16.510	2.245	2.245	2.245
13	15	17.409	17.409	17.409	2.848	2.848	2.848
13	19	19.894	19.894	19.894	0.702	0.702	0.702
13	20	17.440	17.440	17.440	1.544	1.544	1.544
13	21	17.498	17.498	17.498	1.699	1.699	1.699
14	15	17.833	17.833	17.833	2.435	2.435	2.435
14	18	19.234	19.234	19.234	1.048	1.048	1.048
14	19	19.709	19.709	19.709	0.787	0.787	0.787
14	20	18.798	18.798	18.798	0.759	0.759	0.759
14	21	18.706	18.706	18.706	0.857	0.857	0.857
15	19	19.508	19.508	19.508	1.095	1.095	1.095
15	20	18.261	18.261	18.261	1.500	1.500	1.500
15	21	18.438	18.438	18.438	1.636	1.636	1.636
16	17	20.653	20.653	20.653	0.933	0.933	0.933
16	19	18.987	18.987	18.987	2.137	2.137	2.137
16	20	17.364	17.364	17.364	1.827	1.827	1.827
16	21	17.558	17.558	17.558	1.858	1.858	1.858
17	18	18.102	18.102	18.102	1.869	1.869	1.869
17	19	19.749	19.749	19.749	2.321	2.321	2.321
18	19	20.111	20.111	20.111	1.244	1.244	1.244
19	20	19.278	19.278	19.278	1.324	1.324	1.324
19	21	19.394	19.394	19.394	1.372	1.372	1.372
20	21	19.109	19.109	19.109	2.629	2.629	2.629

Lampiran 15 Nilai Reliabilitas *Baseline* dan Reliabilitas Jaring

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
1	2	0.487	0.487	0.487	0.805	0.805	0.805
1	3	0.588	0.588	0.588	0.842	0.842	0.842
1	4	0.680	0.680	0.680	0.845	0.845	0.845
1	5	0.580	0.580	0.580	0.805	0.805	0.805
1	6	0.591	0.591	0.591	0.848	0.848	0.848
1	7	0.684	0.684	0.684	0.859	0.859	0.859
1	8	0.524	0.524	0.524	0.795	0.795	0.795
1	9	0.626	0.626	0.626	0.821	0.821	0.821
1	10	0.662	0.662	0.662	0.851	0.851	0.851
1	11	0.651	0.651	0.651	0.839	0.839	0.839
1	12	0.618	0.618	0.618	0.809	0.809	0.809
1	13	0.654	0.654	0.654	0.826	0.826	0.826
1	14	0.696	0.696	0.696	0.848	0.848	0.848
1	15	0.620	0.620	0.620	0.825	0.825	0.825
1	16	0.647	0.647	0.647	0.821	0.821	0.821
1	17	0.661	0.661	0.661	0.855	0.855	0.855
1	18	0.666	0.666	0.666	0.862	0.862	0.862
1	19	0.616	0.616	0.616	0.829	0.829	0.829
1	20	0.528	0.528	0.528	0.795	0.795	0.795
1	21	0.526	0.526	0.526	0.795	0.795	0.795
2	3	0.576	0.576	0.576	0.894	0.894	0.894
2	4	0.492	0.492	0.492	0.904	0.904	0.904
2	5	1.213	1.213	1.213	0.945	0.945	0.945
2	6	0.069	0.069	0.069	0.796	0.796	0.796
2	7	1.012	1.012	1.012	0.935	0.935	0.935
2	8	1.643	1.643	1.643	0.959	0.959	0.959
2	9	4.807	4.807	4.807	0.984	0.984	0.984

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
2	10	0.237	0.237	0.237	0.888	0.888	0.888
2	11	0.855	0.855	0.855	0.931	0.931	0.931
2	12	2.463	2.463	2.463	0.971	0.971	0.971
2	13	5.435	5.435	5.435	0.986	0.986	0.986
2	14	2.498	2.498	2.498	0.970	0.970	0.970
2	15	2.668	2.668	2.668	0.972	0.972	0.972
2	16	1.674	1.674	1.674	0.960	0.960	0.960
2	17	0.078	0.078	0.078	0.831	0.831	0.831
2	18	0.295	0.295	0.295	0.880	0.880	0.880
2	19	0.619	0.619	0.619	0.923	0.923	0.923
2	20	3.138	3.138	3.138	0.977	0.977	0.977
2	21	3.126	3.126	3.126	0.977	0.977	0.977
3	4	1.271	1.271	1.271	0.951	0.951	0.951
3	5	0.401	0.401	0.401	0.914	0.914	0.914
3	6	0.029	0.029	0.029	0.824	0.824	0.824
3	7	-0.087	-0.087	-0.087	0.828	0.828	0.828
3	8	1.260	1.260	1.260	0.952	0.952	0.952
3	9	1.444	1.444	1.444	0.958	0.958	0.958
3	10	0.089	0.089	0.089	0.885	0.885	0.885
3	11	0.031	0.031	0.031	0.886	0.886	0.886
3	12	4.165	4.165	4.165	0.983	0.983	0.983
3	13	1.418	1.418	1.418	0.957	0.957	0.957
3	14	0.387	0.387	0.387	0.910	0.910	0.910
3	15	0.767	0.767	0.767	0.936	0.936	0.936
3	16	3.175	3.175	3.175	0.978	0.978	0.978
3	17	0.457	0.457	0.457	0.908	0.908	0.908
3	18	-0.155	-0.155	-0.155	0.819	0.819	0.819
3	19	0.649	0.649	0.649	0.928	0.928	0.928

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
3	20	2.253	2.253	2.253	0.971	0.971	0.971
3	21	2.154	2.154	2.154	0.970	0.970	0.970
4	5	0.152	0.152	0.152	0.906	0.906	0.906
4	6	0.450	0.450	0.450	0.914	0.914	0.914
4	7	0.914	0.914	0.914	0.942	0.942	0.942
4	8	-0.076	-0.076	-0.076	0.896	0.896	0.896
4	9	1.010	1.010	1.010	0.947	0.947	0.947
4	10	-0.184	-0.184	-0.184	0.886	0.886	0.886
4	11	0.274	0.274	0.274	0.911	0.911	0.911
4	12	0.034	0.034	0.034	0.880	0.880	0.880
4	13	1.280	1.280	1.280	0.955	0.955	0.955
4	14	1.129	1.129	1.129	0.950	0.950	0.950
4	15	0.692	0.692	0.692	0.933	0.933	0.933
4	16	-0.136	-0.136	-0.136	0.855	0.855	0.855
4	17	-0.181	-0.181	-0.181	0.844	0.844	0.844
4	18	0.384	0.384	0.384	0.916	0.916	0.916
4	19	-0.527	-0.527	-0.527	0.882	0.882	0.882
4	20	0.289	0.289	0.289	0.911	0.911	0.911
4	21	0.300	0.300	0.300	0.912	0.912	0.912
5	6	0.499	0.499	0.499	0.922	0.922	0.922
5	7	-0.224	-0.224	-0.224	0.899	0.899	0.899
5	8	-1.951	-1.951	-1.951	0.956	0.956	0.956
5	9	-0.445	-0.445	-0.445	0.895	0.895	0.895
5	10	-0.817	-0.817	-0.817	0.936	0.936	0.936
5	11	-9.657	-9.657	-9.657	0.987	0.987	0.987
5	12	0.097	0.097	0.097	0.897	0.897	0.897
5	13	-0.322	-0.322	-0.322	0.887	0.887	0.887
5	14	-0.580	-0.580	-0.580	0.900	0.900	0.900

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
5	15	-1.659	-1.659	-1.659	0.940	0.940	0.940
5	16	0.118	0.118	0.118	0.900	0.900	0.900
5	17	0.208	0.208	0.208	0.911	0.911	0.911
5	18	-0.094	-0.094	-0.094	0.908	0.908	0.908
5	19	-1.385	-1.385	-1.385	0.949	0.949	0.949
5	20	-0.401	-0.401	-0.401	0.905	0.905	0.905
5	21	-0.449	-0.449	-0.449	0.907	0.907	0.907
6	7	0.196	0.196	0.196	0.886	0.886	0.886
6	8	1.034	1.034	1.034	0.948	0.948	0.948
6	9	2.223	2.223	2.223	0.971	0.971	0.971
6	10	-0.125	-0.125	-0.125	0.873	0.873	0.873
6	11	0.183	0.183	0.183	0.902	0.902	0.902
6	12	2.266	2.266	2.266	0.972	0.972	0.972
6	13	2.403	2.403	2.403	0.973	0.973	0.973
6	14	0.922	0.922	0.922	0.942	0.942	0.942
6	15	1.181	1.181	1.181	0.952	0.952	0.952
6	16	1.568	1.568	1.568	0.962	0.962	0.962
6	17	-0.015	-0.015	-0.015	0.849	0.849	0.849
6	18	-0.148	-0.148	-0.148	0.834	0.834	0.834
6	19	0.318	0.318	0.318	0.914	0.914	0.914
6	20	2.055	2.055	2.055	0.970	0.970	0.970
6	21	2.010	2.010	2.010	0.969	0.969	0.969
7	8	0.459	0.459	0.459	0.921	0.921	0.921
7	9	0.338	0.338	0.338	0.913	0.913	0.913
7	10	-0.094	-0.094	-0.094	0.889	0.889	0.889
7	11	-0.540	-0.540	-0.540	0.886	0.886	0.886
7	12	1.627	1.627	1.627	0.963	0.963	0.963
7	13	0.317	0.317	0.317	0.910	0.910	0.910

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
7	14	-0.184	-0.184	-0.184	0.865	0.865	0.865
7	15	0.030	0.030	0.030	0.896	0.896	0.896
7	16	1.516	1.516	1.516	0.961	0.961	0.961
7	17	0.460	0.460	0.460	0.917	0.917	0.917
7	18	-0.243	-0.243	-0.243	0.853	0.853	0.853
7	19	0.272	0.272	0.272	0.911	0.911	0.911
7	20	0.751	0.751	0.751	0.938	0.938	0.938
7	21	0.713	0.713	0.713	0.936	0.936	0.936
8	9	-0.194	-0.194	-0.194	0.889	0.889	0.889
8	10	-0.102	-0.102	-0.102	0.916	0.916	0.916
8	11	-0.193	-0.193	-0.193	0.913	0.913	0.913
8	12	-0.500	-0.500	-0.500	0.877	0.877	0.877
8	13	-0.054	-0.054	-0.054	0.887	0.887	0.887
8	14	0.143	0.143	0.143	0.899	0.899	0.899
8	15	-0.336	-0.336	-0.336	0.902	0.902	0.902
8	16	-0.427	-0.427	-0.427	0.880	0.880	0.880
8	17	0.289	0.289	0.289	0.918	0.918	0.918
8	18	0.454	0.454	0.454	0.925	0.925	0.925
8	19	-1.359	-1.359	-1.359	0.941	0.941	0.941
8	20	-1.162	-1.162	-1.162	0.915	0.915	0.915
8	21	-1.200	-1.200	-1.200	0.917	0.917	0.917
9	10	0.446	0.446	0.446	0.921	0.921	0.921
9	11	-0.035	-0.035	-0.035	0.894	0.894	0.894
9	12	0.305	0.305	0.305	0.907	0.907	0.907
9	13	-0.419	-0.419	-0.419	0.833	0.833	0.833
9	14	-0.197	-0.197	-0.197	0.862	0.862	0.862
9	15	-0.592	-0.592	-0.592	0.870	0.870	0.870
9	16	0.495	0.495	0.495	0.921	0.921	0.921

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
9	17	1.400	1.400	1.400	0.959	0.959	0.959
9	18	0.732	0.732	0.732	0.938	0.938	0.938
9	19	0.240	0.240	0.240	0.906	0.906	0.906
9	20	-0.255	-0.255	-0.255	0.876	0.876	0.876
9	21	-0.287	-0.287	-0.287	0.875	0.875	0.875
10	11	-0.913	-0.913	-0.913	0.927	0.927	0.927
10	12	0.384	0.384	0.384	0.921	0.921	0.921
10	13	0.518	0.518	0.518	0.924	0.924	0.924
10	14	0.179	0.179	0.179	0.906	0.906	0.906
10	15	0.152	0.152	0.152	0.909	0.909	0.909
10	16	0.229	0.229	0.229	0.912	0.912	0.912
10	17	-0.406	-0.406	-0.406	0.875	0.875	0.875
10	18	-0.474	-0.474	-0.474	0.888	0.888	0.888
10	19	-1.139	-1.139	-1.139	0.934	0.934	0.934
10	20	0.313	0.313	0.313	0.917	0.917	0.917
10	21	0.304	0.304	0.304	0.917	0.917	0.917
11	12	0.475	0.475	0.475	0.921	0.921	0.921
11	13	-0.008	-0.008	-0.008	0.891	0.891	0.891
11	14	-0.485	-0.485	-0.485	0.891	0.891	0.891
11	15	-0.517	-0.517	-0.517	0.909	0.909	0.909
11	16	0.446	0.446	0.446	0.920	0.920	0.920
11	17	0.126	0.126	0.126	0.904	0.904	0.904
11	18	-0.449	-0.449	-0.449	0.897	0.897	0.897
11	19	-0.462	-0.462	-0.462	0.922	0.922	0.922
11	20	0.133	0.133	0.133	0.904	0.904	0.904
11	21	0.111	0.111	0.111	0.903	0.903	0.903
12	13	0.459	0.459	0.459	0.918	0.918	0.918
12	14	0.895	0.895	0.895	0.942	0.942	0.942

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
12	15	0.310	0.310	0.310	0.908	0.908	0.908
12	16	-0.303	-0.303	-0.303	0.816	0.816	0.816
12	17	0.568	0.568	0.568	0.930	0.930	0.930
12	18	1.312	1.312	1.312	0.958	0.958	0.958
12	19	-0.177	-0.177	-0.177	0.888	0.888	0.888
12	20	-0.303	-0.303	-0.303	0.858	0.858	0.858
12	21	-0.290	-0.290	-0.290	0.861	0.861	0.861
13	14	-0.209	-0.209	-0.209	0.853	0.853	0.853
13	15	-0.507	-0.507	-0.507	0.859	0.859	0.859
13	16	0.681	0.681	0.681	0.932	0.932	0.932
13	17	1.663	1.663	1.663	0.964	0.964	0.964
13	18	0.764	0.764	0.764	0.939	0.939	0.939
13	19	0.341	0.341	0.341	0.910	0.910	0.910
13	20	-0.125	-0.125	-0.125	0.876	0.876	0.876
13	21	-0.153	-0.153	-0.153	0.875	0.875	0.875
14	15	-0.482	-0.482	-0.482	0.871	0.871	0.871
14	16	1.040	1.040	1.040	0.947	0.947	0.947
14	17	0.965	0.965	0.965	0.945	0.945	0.945
14	18	0.161	0.161	0.161	0.902	0.902	0.902
14	19	0.276	0.276	0.276	0.909	0.909	0.909
14	20	0.218	0.218	0.218	0.902	0.902	0.902
14	21	0.189	0.189	0.189	0.900	0.900	0.900
15	16	0.434	0.434	0.434	0.917	0.917	0.917
15	17	0.828	0.828	0.828	0.940	0.940	0.940
15	18	0.333	0.333	0.333	0.918	0.918	0.918
15	19	0.041	0.041	0.041	0.903	0.903	0.903
15	20	-0.238	-0.238	-0.238	0.888	0.888	0.888
15	21	-0.276	-0.276	-0.276	0.888	0.888	0.888

Observasi		Reliabilitas <i>Baseline</i>			Reliabilitas Jaring		
Dari	Ke	r_{jx}	r_{jy}	r_{jz}	r_x	r_y	r_z
16	17	0.299	0.299	0.299	0.911	0.911	0.911
16	18	1.042	1.042	1.042	0.950	0.950	0.950
16	19	-0.330	-0.330	-0.330	0.885	0.885	0.885
16	20	-0.153	-0.153	-0.153	0.870	0.870	0.870
16	21	-0.138	-0.138	-0.138	0.873	0.873	0.873
17	18	-0.007	-0.007	-0.007	0.878	0.878	0.878
17	19	-0.299	-0.299	-0.299	0.891	0.891	0.891
17	20	0.767	0.767	0.767	0.941	0.941	0.941
17	21	0.768	0.768	0.768	0.941	0.941	0.941
18	19	0.036	0.036	0.036	0.907	0.907	0.907
18	20	0.886	0.886	0.886	0.945	0.945	0.945
18	21	0.857	0.857	0.857	0.944	0.944	0.944
19	20	-0.157	-0.157	-0.157	0.899	0.899	0.899
19	21	-0.158	-0.158	-0.158	0.900	0.900	0.900
20	21	-0.904	-0.904	-0.904	0.886	0.886	0.886

Lampiran 16 Preisi Desain IV

No	Nama Titik	Presisi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
1	ITSN	0	0	0
2	BM02	1.563	1.563	1.563
3	BM29	1.231	1.231	1.231
4	BSBY	1.063	1.063	1.063
5	WONOKROMO	0.267	0.267	0.267
6	BM23	1.156	1.156	1.156
7	BM33	1.035	1.035	1.035
8	BM16	0.479	0.479	0.479
9	P15	0.857	0.857	0.857

10	BM08	0.835	0.835	0.835
11	SBY007	0.732	0.732	0.732
12	BM15	0.985	0.985	0.985
13	SBY003	0.931	0.931	0.931
14	WARU	0.959	0.959	0.959
15	RUNGKUT	0.784	0.784	0.784
16	KENJERAN	0.977	0.977	0.977
17	SBY015	1.108	1.108	1.108
18	BM24	1.008	1.008	1.008
19	PASARTURI	0.750	0.750	0.750
20	GEOMATIKA	0.798	0.798	0.798
21	REKTORAT	0.784	0.784	0.784

Lampiran 17 Reliabilitas Desain IV

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
1	2	0.790	0.790	0.790
1	3	0.875	0.875	0.875
1	4	0.907	0.907	0.907
1	5	0.940	0.940	0.940
1	6	0.884	0.884	0.884
1	7	0.917	0.917	0.917
1	8	0.910	0.910	0.910
1	9	0.907	0.907	0.907
1	10	0.930	0.930	0.930
1	11	0.934	0.934	0.934
1	12	0.887	0.887	0.887
1	13	0.908	0.908	0.908
1	14	0.923	0.923	0.923
1	15	0.917	0.917	0.917

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
1	16	0.899	0.899	0.899
1	17	0.906	0.906	0.906
1	18	0.918	0.918	0.918
1	19	0.922	0.922	0.922
1	20	0.881	0.881	0.881
1	21	0.882	0.882	0.882
2	3	0.905	0.905	0.905
2	4	0.904	0.904	0.904
2	6	0.697	0.697	0.697
2	10	0.863	0.863	0.863
2	11	0.969	0.969	0.969
2	17	0.750	0.750	0.750
2	18	0.857	0.857	0.857
2	19	0.942	0.942	0.942
3	5	0.938	0.938	0.938
3	6	0.756	0.756	0.756
3	7	0.747	0.747	0.747
3	10	0.863	0.863	0.863
3	11	0.860	0.860	0.860
3	14	0.917	0.917	0.917
3	15	0.972	0.972	0.972
3	17	0.919	0.919	0.919
3	18	0.723	0.723	0.723
3	19	0.961	0.961	0.961
4	5	0.916	0.916	0.916
4	6	0.925	0.925	0.925
4	7	0.983	0.983	0.983
4	8	0.876	0.876	0.876

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
4	10	0.842	0.842	0.842
4	11	0.924	0.924	0.924
4	12	0.852	0.852	0.852
4	15	0.971	0.971	0.971
4	16	0.790	0.790	0.790
4	17	0.762	0.762	0.762
4	18	0.928	0.928	0.928
4	19	0.795	0.795	0.795
4	20	0.922	0.922	0.922
4	21	0.924	0.924	0.924
5	6	0.954	0.954	0.954
5	7	0.872	0.872	0.872
5	8	0.870	0.870	0.870
5	9	0.849	0.849	0.849
5	10	0.886	0.886	0.886
5	11	0.858	0.858	0.858
5	12	0.907	0.907	0.907
5	13	0.850	0.850	0.850
5	14	0.838	0.838	0.838
5	15	0.841	0.841	0.841
5	16	0.910	0.910	0.910
5	17	0.925	0.925	0.925
5	18	0.898	0.898	0.898
5	19	0.882	0.882	0.882
5	20	0.872	0.872	0.872
5	21	0.871	0.871	0.871
6	7	0.871	0.871	0.871
6	10	0.822	0.822	0.822

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
6	11	0.899	0.899	0.899
6	14	0.984	0.984	0.984
6	17	0.792	0.792	0.792
6	18	0.752	0.752	0.752
6	19	0.923	0.923	0.923
7	8	0.954	0.954	0.954
7	9	0.928	0.928	0.928
7	10	0.861	0.861	0.861
7	11	0.807	0.807	0.807
7	13	0.921	0.921	0.921
7	14	0.806	0.806	0.806
7	15	0.884	0.884	0.884
7	17	0.935	0.935	0.935
7	18	0.780	0.780	0.780
7	19	0.926	0.926	0.926
7	20	0.977	0.977	0.977
7	21	0.974	0.974	0.974
8	9	0.863	0.863	0.863
8	10	0.909	0.909	0.909
8	11	0.901	0.901	0.901
8	12	0.802	0.802	0.802
8	13	0.877	0.877	0.877
8	14	0.910	0.910	0.910
8	15	0.870	0.870	0.870
8	16	0.812	0.812	0.812
8	17	0.933	0.933	0.933
8	18	0.956	0.956	0.956
8	19	0.860	0.860	0.860

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
8	20	0.809	0.809	0.809
8	21	0.811	0.811	0.811
9	10	0.951	0.951	0.951
9	11	0.884	0.884	0.884
9	12	0.922	0.922	0.922
9	13	0.728	0.728	0.728
9	14	0.809	0.809	0.809
9	15	0.775	0.775	0.775
9	16	0.949	0.949	0.949
9	18	0.975	0.975	0.975
9	19	0.925	0.925	0.925
9	20	0.830	0.830	0.830
9	21	0.825	0.825	0.825
10	11	0.859	0.859	0.859
10	12	0.942	0.942	0.942
10	13	0.957	0.957	0.957
10	14	0.912	0.912	0.912
10	15	0.920	0.920	0.920
10	16	0.919	0.919	0.919
10	17	0.798	0.798	0.798
10	18	0.817	0.817	0.817
10	19	0.855	0.855	0.855
10	20	0.940	0.940	0.940
10	21	0.939	0.939	0.939
11	12	0.953	0.953	0.953
11	13	0.883	0.883	0.883
11	14	0.825	0.825	0.825
11	15	0.859	0.859	0.859

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
11	16	0.949	0.949	0.949
11	17	0.903	0.903	0.903
11	18	0.839	0.839	0.839
11	19	0.886	0.886	0.886
11	20	0.917	0.917	0.917
11	21	0.915	0.915	0.915
12	13	0.943	0.943	0.943
12	14	0.987	0.987	0.987
12	15	0.928	0.928	0.928
12	16	0.709	0.709	0.709
12	17	0.954	0.954	0.954
12	19	0.854	0.854	0.854
12	20	0.792	0.792	0.792
12	21	0.798	0.798	0.798
13	14	0.792	0.792	0.792
13	15	0.766	0.766	0.766
13	16	0.969	0.969	0.969
13	18	0.976	0.976	0.976
13	19	0.936	0.936	0.936
13	20	0.846	0.846	0.846
13	21	0.841	0.841	0.841
14	15	0.788	0.788	0.788
14	18	0.898	0.898	0.898
14	19	0.927	0.927	0.927
14	20	0.913	0.913	0.913
14	21	0.909	0.909	0.909
15	16	0.944	0.944	0.944
15	17	0.982	0.982	0.982

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
15	18	0.935	0.935	0.935
15	19	0.907	0.907	0.907
15	20	0.855	0.855	0.855
15	21	0.852	0.852	0.852
16	17	0.914	0.914	0.914
16	19	0.828	0.828	0.828
16	20	0.828	0.828	0.828
16	21	0.833	0.833	0.833
17	18	0.846	0.846	0.846
17	19	0.838	0.838	0.838
17	20	0.977	0.977	0.977
17	21	0.978	0.978	0.978
18	19	0.901	0.901	0.901
18	20	0.988	0.988	0.988
18	21	0.987	0.987	0.987
19	20	0.881	0.881	0.881
19	21	0.882	0.882	0.882
20	21	0.770	0.770	0.770

Lampiran 18 Reliabilitas Internal dan Eksternal Desain IV

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	2	14.657	14.657	14.657	2.085	2.085	2.085
1	3	13.899	13.899	13.899	1.125	1.125	1.125
1	4	12.758	12.758	12.758	0.801	0.801	0.801
1	5	11.565	11.565	11.565	0.500	0.500	0.500
1	6	13.802	13.802	13.802	1.025	1.025	1.025
1	7	13.213	13.213	13.213	0.708	0.708	0.708

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	8	11.010	11.010	11.010	0.774	0.774	0.774
1	9	11.585	11.585	11.585	0.803	0.803	0.803
1	10	12.604	12.604	12.604	0.591	0.591	0.591
1	11	12.272	12.272	12.272	0.553	0.553	0.553
1	12	11.491	11.491	11.491	0.998	0.998	0.998
1	13	11.851	11.851	11.851	0.793	0.793	0.793
1	14	12.508	12.508	12.508	0.650	0.650	0.650
1	15	11.669	11.669	11.669	0.713	0.713	0.713
1	16	11.832	11.832	11.832	0.884	0.884	0.884
1	17	13.273	13.273	13.273	0.809	0.809	0.809
1	18	13.277	13.277	13.277	0.699	0.699	0.699
1	19	11.871	11.871	11.871	0.662	0.662	0.662
1	20	10.869	10.869	10.869	1.059	1.059	1.059
1	21	10.868	10.868	10.868	1.047	1.047	1.047
2	3	22.061	22.061	22.061	0.827	0.827	0.827
2	4	22.416	22.416	22.416	0.835	0.835	0.835
2	6	17.395	17.395	17.395	3.415	3.415	3.415
2	10	20.918	20.918	20.918	1.245	1.245	1.245
2	11	25.766	25.766	25.766	0.254	0.254	0.254
2	17	18.175	18.175	18.175	2.611	2.611	2.611
2	18	20.254	20.254	20.254	1.313	1.313	1.313
2	19	24.480	24.480	24.480	0.486	0.486	0.486
3	5	22.098	22.098	22.098	0.521	0.521	0.521
3	6	16.778	16.778	16.778	2.530	2.530	2.530
3	7	16.513	16.513	16.513	2.655	2.655	2.655
3	10	18.943	18.943	18.943	1.243	1.243	1.243
3	11	19.297	19.297	19.297	1.274	1.274	1.274
3	14	21.039	21.039	21.039	0.710	0.710	0.710

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
3	15	24.435	24.435	24.435	0.224	0.224	0.224
3	17	20.893	20.893	20.893	0.686	0.686	0.686
3	18	16.176	16.176	16.176	3.003	3.003	3.003
3	19	23.233	23.233	23.233	0.320	0.320	0.320
4	5	20.295	20.295	20.295	0.719	0.719	0.719
4	6	21.364	21.364	21.364	0.632	0.632	0.632
4	7	24.475	24.475	24.475	0.133	0.133	0.133
4	8	19.271	19.271	19.271	1.114	1.114	1.114
4	10	18.376	18.376	18.376	1.471	1.471	1.471
4	11	20.215	20.215	20.215	0.641	0.641	0.641
4	12	17.955	17.955	17.955	1.362	1.362	1.362
4	15	22.625	22.625	22.625	0.234	0.234	0.234
4	16	16.843	16.843	16.843	2.087	2.087	2.087
4	17	16.501	16.501	16.501	2.446	2.446	2.446
4	18	20.608	20.608	20.608	0.608	0.608	0.608
4	19	18.671	18.671	18.671	2.019	2.019	2.019
4	20	19.958	19.958	19.958	0.665	0.665	0.665
4	21	20.041	20.041	20.041	0.645	0.645	0.645
5	6	22.729	22.729	22.729	0.377	0.377	0.377
5	7	19.933	19.933	19.933	1.147	1.147	1.147
5	8	30.811	30.811	30.811	1.170	1.170	1.170
5	9	19.676	19.676	19.676	1.398	1.398	1.398
5	10	24.812	24.812	24.812	1.007	1.007	1.007
5	11	56.853	56.853	56.853	1.297	1.297	1.297
5	12	19.379	19.379	19.379	0.799	0.799	0.799
5	13	19.006	19.006	19.006	1.386	1.386	1.386
5	14	20.328	20.328	20.328	1.519	1.519	1.519
5	15	26.509	26.509	26.509	1.480	1.480	1.480

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
5	16	19.674	19.674	19.674	0.771	0.771	0.771
5	17	20.827	20.827	20.827	0.631	0.631	0.631
5	18	20.560	20.560	20.560	0.889	0.889	0.889
5	19	28.201	28.201	28.201	1.053	1.053	1.053
5	20	20.407	20.407	20.407	1.147	1.147	1.147
5	21	20.675	20.675	20.675	1.164	1.164	1.164
6	7	18.758	18.758	18.758	1.157	1.157	1.157
6	10	18.139	18.139	18.139	1.699	1.699	1.699
6	11	20.126	20.126	20.126	0.877	0.877	0.877
6	14	25.193	25.193	25.193	0.128	0.128	0.128
6	17	17.033	17.033	17.033	2.059	2.059	2.059
6	18	16.375	16.375	16.375	2.580	2.580	2.580
6	19	21.240	21.240	21.240	0.652	0.652	0.652
7	8	21.140	21.140	21.140	0.380	0.380	0.380
7	9	20.066	20.066	20.066	0.610	0.610	0.610
7	10	18.241	18.241	18.241	1.261	1.261	1.261
7	11	18.805	18.805	18.805	1.871	1.871	1.871
7	13	19.914	19.914	19.914	0.670	0.670	0.670
7	14	17.031	17.031	17.031	1.882	1.882	1.882
7	15	18.719	18.719	18.719	1.033	1.033	1.033
7	17	20.780	20.780	20.780	0.544	0.544	0.544
7	18	16.508	16.508	16.508	2.211	2.211	2.211
7	19	19.949	19.949	19.949	0.629	0.629	0.629
7	20	23.199	23.199	23.199	0.181	0.181	0.181
7	21	22.893	22.893	22.893	0.205	0.205	0.205
8	9	18.403	18.403	18.403	1.240	1.240	1.240
8	10	20.818	20.818	20.818	0.789	0.789	0.789
8	11	20.730	20.730	20.730	0.866	0.866	0.866

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
8	12	18.337	18.337	18.337	1.938	1.938	1.938
8	13	18.247	18.247	18.247	1.100	1.100	1.100
8	14	18.862	18.862	18.862	0.772	0.772	0.772
8	15	19.607	19.607	19.607	1.173	1.173	1.173
8	16	18.455	18.455	18.455	1.812	1.812	1.812
8	17	21.097	21.097	21.097	0.559	0.559	0.559
8	18	21.641	21.641	21.641	0.358	0.358	0.358
8	19	25.868	25.868	25.868	1.281	1.281	1.281
8	20	21.810	21.810	21.810	1.845	1.845	1.845
8	21	22.089	22.089	22.089	1.824	1.824	1.824
9	10	20.645	20.645	20.645	0.403	0.403	0.403
9	11	18.514	18.514	18.514	1.025	1.025	1.025
9	12	19.491	19.491	19.491	0.661	0.661	0.661
9	13	15.872	15.872	15.872	2.931	2.931	2.931
9	14	16.657	16.657	16.657	1.846	1.846	1.846
9	15	17.575	17.575	17.575	2.282	2.282	2.282
9	16	20.899	20.899	20.899	0.419	0.419	0.419
9	18	23.231	23.231	23.231	0.198	0.198	0.198
9	19	19.206	19.206	19.206	0.639	0.639	0.639
9	20	17.340	17.340	17.340	1.611	1.611	1.611
9	21	17.371	17.371	17.371	1.659	1.659	1.659
10	11	22.901	22.901	22.901	1.285	1.285	1.285
10	12	20.969	20.969	20.969	0.487	0.487	0.487
10	13	21.142	21.142	21.142	0.353	0.353	0.353
10	14	19.238	19.238	19.238	0.755	0.755	0.755
10	15	19.577	19.577	19.577	0.680	0.680	0.680
10	16	20.145	20.145	20.145	0.687	0.687	0.687
10	17	17.938	17.938	17.938	1.989	1.989	1.989

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
10	18	18.503	18.503	18.503	1.757	1.757	1.757
10	19	23.971	23.971	23.971	1.325	1.325	1.325
10	20	20.251	20.251	20.251	0.501	0.501	0.501
10	21	20.207	20.207	20.207	0.507	0.507	0.507
11	12	21.085	21.085	21.085	0.386	0.386	0.386
11	13	18.430	18.430	18.430	1.043	1.043	1.043
11	14	18.934	18.934	18.934	1.667	1.667	1.667
11	15	20.370	20.370	20.370	1.286	1.286	1.286
11	16	21.032	21.032	21.032	0.420	0.420	0.420
11	17	19.661	19.661	19.661	0.842	0.842	0.842
11	18	19.368	19.368	19.368	1.509	1.509	1.509
11	19	21.816	21.816	21.816	1.005	1.005	1.005
11	20	19.169	19.169	19.169	0.712	0.712	0.712
11	21	19.143	19.143	19.143	0.733	0.733	0.733
12	13	20.679	20.679	20.679	0.474	0.474	0.474
12	14	24.049	24.049	24.049	0.105	0.105	0.105
12	15	19.569	19.569	19.569	0.612	0.612	0.612
12	16	15.539	15.539	15.539	3.213	3.213	3.213
12	17	22.667	22.667	22.667	0.381	0.381	0.381
12	19	18.421	18.421	18.421	1.337	1.337	1.337
12	20	16.745	16.745	16.745	2.062	2.062	2.062
12	21	16.848	16.848	16.848	1.984	1.984	1.984
13	14	16.361	16.361	16.361	2.064	2.064	2.064
13	15	17.036	17.036	17.036	2.394	2.394	2.394
13	16	22.421	22.421	22.421	0.254	0.254	0.254
13	18	23.536	23.536	23.536	0.191	0.191	0.191
13	19	19.703	19.703	19.703	0.538	0.538	0.538
13	20	17.334	17.334	17.334	1.430	1.430	1.430

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
13	21	17.300	17.300	17.300	1.484	1.484	1.484
14	15	17.546	17.546	17.546	2.107	2.107	2.107
14	18	19.063	19.063	19.063	0.891	0.891	0.891
14	19	19.510	19.510	19.510	0.614	0.614	0.614
14	20	18.781	18.781	18.781	0.743	0.743	0.743
14	21	18.629	18.629	18.629	0.785	0.785	0.785
15	16	20.446	20.446	20.446	0.462	0.462	0.462
15	17	23.987	23.987	23.987	0.145	0.145	0.145
15	18	20.494	20.494	20.494	0.542	0.542	0.542
15	19	19.184	19.184	19.184	0.801	0.801	0.801
15	20	18.089	18.089	18.089	1.325	1.325	1.325
15	21	18.170	18.170	18.170	1.363	1.363	1.363
16	17	20.424	20.424	20.424	0.739	0.739	0.739
16	19	18.496	18.496	18.496	1.627	1.627	1.627
16	20	17.188	17.188	17.188	1.631	1.631	1.631
16	21	17.293	17.293	17.293	1.568	1.568	1.568
17	18	17.686	17.686	17.686	1.427	1.427	1.427
17	19	18.952	18.952	18.952	1.517	1.517	1.517
17	20	24.017	24.017	24.017	0.181	0.181	0.181
17	21	24.005	24.005	24.005	0.179	0.179	0.179
18	19	19.687	19.687	19.687	0.864	0.864	0.864
18	20	24.578	24.578	24.578	0.094	0.094	0.094
18	21	24.337	24.337	24.337	0.107	0.107	0.107
19	20	18.993	18.993	18.993	1.055	1.055	1.055
19	21	19.047	19.047	19.047	1.045	1.045	1.045
20	21	18.847	18.847	18.847	2.343	2.343	2.343

Lampiran 19 Presisi Desain V

No	Nama Titik	Presisi		
		σ_x (mm)	σ_y (mm)	σ_z (mm)
1	ITSN	0.000	0.000	0.000
2	BM02	2.733	2.733	2.733
3	BM29	3.306	3.306	3.306
4	BSBY	2.876	2.876	2.876
5	WONOKROMO	1.248	1.248	1.248
6	BM23	3.080	3.080	3.080
7	BM33	3.470	3.470	3.470
8	BM16	1.090	1.090	1.090
9	P15	2.010	2.010	2.010
10	BM08	3.527	3.527	3.527
11	SBY007	4.744	4.744	4.744
12	BM15	1.704	1.704	1.704
13	SBY003	2.847	2.847	2.847
14	WARU	2.790	2.790	2.790
15	RUNGKUT	3.332	3.332	3.332
16	KENJERAN	2.072	2.072	2.072
17	SBY015	2.981	2.981	2.981
18	BM24	3.536	3.536	3.536
19	PASARTURI	3.295	3.295	3.295
20	GEOMATIKA	1.240	1.240	1.240
21	REKTORAT	1.435	1.435	1.435

Lampiran 20 Reliabilitas Desain V

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
1	5	0.527	0.564	0.544
1	8	0.405	0.559	0.649

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
1	20	0.442	0.552	0.533
1	21	0.477	0.519	0.464
2	6	0.352	0.548	0.430
2	17	0.440	0.402	0.544
3	6	0.381	0.277	0.393
3	7	0.432	0.556	0.327
3	18	0.528	0.757	0.670
4	16	0.415	0.574	0.603
4	17	0.436	0.369	0.547
4	19	0.571	0.555	0.570
5	8	0.800	0.896	0.782
5	9	0.570	0.615	0.643
5	10	0.649	0.962	0.302
5	11	0.710	0.253	1.136
5	14	0.663	0.786	0.830
5	15	0.611	0.547	0.415
5	19	0.475	0.969	0.631
5	21	0.588	0.845	0.916
6	10	0.683	0.851	0.768
6	17	0.633	0.415	0.310
6	18	0.669	0.462	0.646
7	11	0.274	0.726	0.742
7	14	0.552	0.298	0.716
7	18	0.679	0.584	0.514
8	12	0.737	0.630	0.579
8	16	0.495	0.682	0.619
8	19	0.830	0.418	0.292
8	20	0.875	0.573	0.562

Observasi		Reliabilitas		
Dari	Ke	r_x	r_y	r_z
9	13	0.619	0.442	0.609
9	15	0.713	0.588	0.619
9	21	0.683	0.410	0.353
10	11	0.834	0.648	0.714
10	17	0.459	0.503	0.773
10	18	0.537	0.503	0.509
10	19	0.794	0.335	0.280
11	14	0.744	0.707	0.222
11	18	0.787	0.689	0.688
12	16	0.436	0.367	0.419
12	20	0.406	0.404	0.523
13	14	0.310	0.467	0.323
13	15	0.266	0.520	0.551
14	15	0.742	0.639	0.475
16	19	0.739	0.704	0.728
17	19	0.516	0.884	0.869
20	21	0.516	0.445	0.667

Lampiran 21 Reliabilitas Internal dan Eksternal Desain V

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
1	5	15.449	14.926	15.197	7.042	6.052	6.561
1	8	16.506	14.054	13.038	11.522	6.196	4.241
1	20	15.346	13.732	13.981	9.898	6.364	6.883
1	21	14.780	14.169	14.993	8.596	7.267	9.074
2	6	24.483	19.607	22.144	14.456	6.459	10.399
2	17	23.724	24.831	21.334	9.966	11.666	6.560
3	6	23.627	27.726	23.278	12.725	20.479	12.121

Observasi		Reliabilitas Internal			Reliabilitas Eksternal		
Dari	Ke	x	y	z	x	y	z
3	7	21.718	19.137	24.959	10.316	6.256	16.138
3	18	18.929	15.805	16.808	7.008	2.512	3.868
4	16	23.247	19.756	19.283	11.071	5.818	5.172
4	17	21.806	23.729	19.477	10.123	13.433	6.492
4	19	22.041	22.351	22.054	5.898	6.287	5.914
5	8	32.142	30.355	32.497	1.965	0.906	2.183
5	9	23.999	23.118	22.610	5.904	4.914	4.359
5	10	28.988	23.820	42.479	4.236	0.314	18.091
5	11	62.494	104.753	49.406	3.200	23.180	-0.940
5	14	22.856	20.985	20.420	3.991	2.134	1.604
5	15	31.116	32.885	37.728	5.001	6.502	11.038
5	19	38.423	26.906	33.327	8.668	0.255	4.579
5	21	25.156	20.984	20.160	5.490	1.435	0.721
6	10	19.900	17.829	18.768	3.641	1.375	2.371
6	17	19.050	23.526	27.235	4.543	11.046	17.470
6	18	17.366	20.889	17.673	3.879	9.117	4.298
7	11	32.302	19.826	19.611	20.811	2.954	2.721
7	14	20.581	28.019	18.078	6.357	18.472	3.114
7	18	17.690	19.084	20.338	3.702	5.592	7.415
8	12	19.124	20.688	21.573	2.795	4.606	5.693
8	16	23.636	20.137	21.146	7.992	3.652	4.832
8	19	26.320	37.097	44.357	1.603	10.919	18.979
8	20	20.973	25.912	26.173	1.116	5.832	6.109
9	13	17.216	20.361	17.357	4.831	9.885	5.040
9	15	18.317	20.166	19.666	3.154	5.486	4.834
9	21	19.095	24.642	26.549	3.638	11.276	14.350
10	11	23.237	26.364	25.114	1.556	4.254	3.134
10	17	23.660	22.587	18.218	9.259	7.744	2.298


```

help2=0;                                %parameter 2 bantu untuk
iterasi1
for iterasi1=1:data_no_bm                %proses iterasi1
    iterasi1=iterasi1+1;
    help2=help2+1;
    pers_baseline(help2,1)=[help1];      %persamaan baseline
titik 1 ke semua
    pers_baseline(help2,2)=[iterasi1];
    if iterasi1~=all_data
        iterasi1=iterasi1+1;
        while iterasi1:all_data
            help2=help2+1;
            pers_baseline(help2,1)=[help1]; %persamaan baseline
selanjutnya
            pers_baseline(help2,2)=[iterasi1];
            iterasi1=iterasi1+1;
        end
    else
        iterasi1=help1+1;
    end
    help1=help1+1;
    iterasi1=help1;
end
urutan_baseline=[pers_baseline];        %semua persamaan
baseline dan jarakny
end

```

b. Pembuatan Matriks A

```

function
matriks_A=matriks_a(all_baseline,data_no_bm,pers_baseli
ne)
%input matriks_a(all baseline, data titik tanpa bm,
persamaan baseline)
%persiapan membuat matriks desain A
matriks_Ax_awal=zeros(all_baseline,data_no_bm*3);
% matriks dengan nilai untuk parameter x pada matriks A
matriks_Ay_awal=zeros(all_baseline,data_no_bm*3);
% matriks dengan nilai untuk parameter y pada matriks A

```

```

matriks_Az_awal=zeros(all_baseline,data_no_bm*3);
% matriks dengan nilai untuk parameter z pada matriks A

% menyusun nilai pada matriks desain A menurut
parameter x
for iterasi1=1:all_baseline
% proses iterasi3
    if pers_baseline(iterasi1,1)==1
        matriks_Ax_awal(iterasi1,pers_baseline(iterasi1,2)-
1)=1;
        iterasi1=iterasi1+1;
    else
        matriks_Ax_awal(iterasi1,pers_baseline(iterasi1,1)-
1)=-1;
        matriks_Ax_awal(iterasi1,pers_baseline(iterasi1,2)-
1)=1;
        iterasi1=iterasi1+1;
    end
end

% menyusun nilai pada matriks desain A menurut
parameter y
for iterasi2=1:all_baseline
% proses iterasi4
    if pers_baseline(iterasi2,1)==1

matriks_Ay_awal(iterasi2,pers_baseline(iterasi2,2)+data_n
o_bm-1)=1;
        iterasi2=iterasi2+1;
    else
matriks_Ay_awal(iterasi2,pers_baseline(iterasi2,1)+data_n
o_bm-1)=-1;

matriks_Ay_awal(iterasi2,pers_baseline(iterasi2,2)+data_n
o_bm-1)=1;

```

```

        iterasi2=iterasi2+1;
    end
end

%menyusun nilai pada matriks desain A menurut
parameter z
for iterasi3=1:all_baseline
%proses iterasi5
    if pers_baseline(iterasi3,1)==1

matriks_Az_awal(iterasi3,pers_baseline(iterasi3,2)+data_no_bm*2-1)=1;
        iterasi3=iterasi3+1;
    else

matriks_Az_awal(iterasi3,pers_baseline(iterasi3,1)+data_no_bm*2-1)=-1;

matriks_Az_awal(iterasi3,pers_baseline(iterasi3,2)+data_no_bm*2-1)=1;
        iterasi3=iterasi3+1;
    end
end

%Pembuatan Matriks A (all_baseline)
matriks_A=[matriks_Ax_awal;matriks_Ay_awal;matriks_Az_awal]; %menyusun matriks A dari matriks yang
telah dibuat sebelumnya
end

```

c. Perhitungan Optimasi Desain Jaring

```

function
[Cx_D2,varians_D2,st_dev_D2,P_optimasi,P_baru,delta_P,w_QP,loopcnt]=opt_proc(all_baseline,data_no_bm,matriks

```

```

s_A_D2,matriks_AT_D2,Cs,Cx_D2_awal,varians_D2_awal,st_dev_D2_awal,P_awal_all,turunan_Pp)

%proses perhitungan optimasi
loopcnt=1;
Cx_D2(:, :, loopcnt)=Cx_D2_awal;
varians_D2(:, :, loopcnt)=varians_D2_awal;
st_dev_D2(:, :, loopcnt)=st_dev_D2_awal;
P_optimasi(:, :, loopcnt)=P_awal_all;
while max(varians_D2(:, :, loopcnt))>4
    if max(st_dev_D2(:, :, loopcnt))>2
        %turunan fungsi Cx terhadap pi

dCx_pi=Turunan_Cx_pi(all_baseline,matriks_A_D2,P_optimasi(:, :, loopcnt),turunan_Pp);

        %%membentuk model optimasi presisi (Kuang p221-227,248-249)
        %membentuk matriks u
        vec_matriks_kriteria=Cs(:);           %vec matriks
kriteria
        Cx_D2_bantu=Cx_D2(:, :, loopcnt);
        vec_Cx_awal=Cx_D2_bantu(:);
%vec matriks presisi awal
        matriks_u=vec_matriks_kriteria-vec_Cx_awal;
%vec matriks kriteria - vec matriks presisi awal

        %vec turunan Cx terhadap pi
        for iterasi7=1:all_baseline*3
%proses iterasi27

vec_dCx_pi(:, :, iterasi7)=reshape(dCx_pi(:, :, iterasi7), [], 1);
%vec turunan Cx terhadap pi
        iterasi7=iterasi7+1;
end

```

```

G_p=squeeze(vec_dCx_pi);
% menggabungkan vec kedalam 1 matriks

% membentuk matriks G
matriks_G=G_p;

% menghitung matriks G1
I_P=eye(data_no_bm*3);
khatri_rao=khatrirao(I_P,I_P);
G1=transpose(khatri_rao)*matriks_G;

% menghitung matriks u1
u1=transpose(khatri_rao)*matriks_u;

% menentukan nilai optimasi w melalui quadratic
programming ( $1/2 \mathbf{x}^T \mathbf{H} \mathbf{x} + \mathbf{f}^T \mathbf{x}$ )
% objective function = ( $\mathbf{w}^T \mathbf{x} \mathbf{H} \mathbf{T} \mathbf{x} \mathbf{H} \mathbf{x} \mathbf{w} -$ 
 $2 \mathbf{x} \mathbf{u}^T \mathbf{x} \mathbf{H} \mathbf{x} \mathbf{w} + \mathbf{u}^T \mathbf{x} \mathbf{u}$ )
H_QP=2*transpose(matriks_G)*matriks_G;
% H pada quadprog =  $\mathbf{H}^T \mathbf{H}$  pada fungsi, dikali 2 agar
fungsi dapat balik ke bentuk OF semula
f_QP=transpose(-2*transpose(matriks_u)*matriks_G);
% f pada quadprog =  $-2 \mathbf{u}^T \mathbf{H}$  pada fungsi
A_QP=G1; % A
pada quadprog = G1 (kondisi penyelesaian  $\mathbf{G1} \mathbf{x} \mathbf{w} - \mathbf{u1} \leq 0$ )
b_QP=u1; % b pada
quadprog = u1 (kondisi penyelesaian  $\mathbf{G1} \mathbf{x} \mathbf{w} - \mathbf{u1} \leq 0$ )
w_QP=quadprog(H_QP,f_QP,A_QP,b_QP,[],[]);
% untuk batas nilai lb & ub tidak diketahui sehingga
dibiarkan 0 ([])
%% mendefinisikan hasil optimasi
% nilai optimasi bobot pengamatan
delta_P=zeros(all_baseline*3,1);
for iterasi12=1:all_baseline*3
% proses iterasi31

```

```

        delta_P(iterasi12,1)=w_QP(iterasi12,1);
%mengambil nilai penambahan bobot pengamatan dari
matriks w (hasil optimasi)
        iterasi12=iterasi12+1;
    end

P_baru(:,:,loopcnt)=diag(P_optimasi(:,:,loopcnt))+delta_P;
    loopcnt=loopcnt+1;
    P_optimasi(:,:,loopcnt)=diag(P_baru(:,:,loopcnt-1));
    %turunan fungsi Cx terhadap pi

dCx_pi=Turunan_Cx_pi(all_baseline,matriks_A_D2,P_opt
imasi(:,:,loopcnt),turunan_Pp);

    for iterasi14=1:all_baseline*3

dctxdpi_pi(:,:,iterasi14)=dCx_pi(:,:,iterasi14)*delta_P(iteras
i14,1);
        iterasi14=iterasi14+1;
    end
    sigmadp_pi_pi=sum(dctxdpi_pi,3);

Cx_D2(:,:,loopcnt)=inv(matriks_AT_D2*P_optimasi(:,:,lo
opcnt)*matriks_A_D2)+sigmadp_pi_pi;
    varians_D2(:,:,loopcnt)=diag(Cx_D2(:,:,loopcnt));
%mengecek varians hasil optimasi menggunakan bobot
awal
    st_dev_D2(:,:,loopcnt)=sqrt(varians_D2(:,:,loopcnt));
    else
        break
    end
end
end
end

```

d. Main Script

```

clc
clear all
%%%Proses pendefinisian matriks
%%input file
filepath=strcat('f:\Data Lama\Geomatika ITS\semester
8\Buat TA\','*.txt');
[FileName,PathName]=uigetfile(filepath);
infilepath=strcat(PathName,FileName);
rootName=strtok(FileName, '.');
load(infilepath);
File=eval(rootName);

%%program khusus minimum constraint
%%membaca data
num_sta = File(:,1);
Lat = File(:,2);    %nilai latitude koordinat titik
Long = File(:,3);   %nilai longitude koordinat titik
height = File(:,4); %nilai tinggi referensi ellipsoid

%mengubah data lat,long ke utm
[est_x,est_y]=latlong2utm(Lat,Long);

%%input spesifikasi alat yang digunakan (horizontal dan
vertikal dianggap sama
error_alat=input('masukkan nilai kesalahan horizontal alat
(error(mm) ppm)', 's'); %memasukkan nilai kesalahan alat
val_error_alat=regexp(error_alat, '[ ,]', 'split');
%memisah input antara error fix dan error ppm
nilai_error_alat=str2double(val_error_alat);
%mengubah format error menjadi double value
all_data=length(est_x);           %jumlah data
data_no_bm=(all_data-1);         %jumlah data
tanpa bm
%%menghitung total possible baseline

```

```

est_pos_dist=[est_x est_y height];          %data
keseluruhan
dist=pdist(est_pos_dist);                  %menghitung
semua kemungkinan selisih x,y,dan z
distance=transpose(dist);                  %transpose hasil
hitungan dist
all_baseline=length(dist);                 %jumlah baseline
(jumlah titik-1 x(jumlah titik/2))

%%%PROSES OPTIMASI DENGAN DESAIN II
%membuat persamaan perhitungan baseline
pers_baseline=pers_all_bl(data_no_bm,all_data);

%%menentukan nilai bobot
bobot_awal=zeros(all_baseline,1);
for iterasi2=1:all_baseline
%proses iterasi2

bobot_awal(iterasi2,1)=(nilai_error_alat(1,1))^2+(nilai_err
or_alat(1,2)/1000*(distance(iterasi2,1)))^2; %error alat
(mm)kuadrat + (error alat (ppm) x pjg baseline
(Km))kuadrat
    iterasi2=iterasi2+1;
end
P_awal=inv(diag(bobot_awal));
%menentukan nilai bobot pengamatan
est_P=diag(P_awal);
P_awal_all=diag([est_P;est_P;est_P]);      %matriks
bobot pengamatan awal

%%membuat matriks L (pengamatan)
matriks_L_D2=matriks_l(all_baseline,pers_baseline,est_x,
est_y,height);

%%membentuk matriks-matriks

```



```

%persiapan membuat matriks desain A
matriks_A_D2=matriks_a(all_baseline,data_no_bm,pers_b
aseline);
matriks_AT_D2=transpose(matriks_A_D2);
%transpose matriks A

%presisi awal desain II
Cx_D2_awal=inv(matriks_AT_D2*P_awal_all*matriks_A
_D2);
%menghitung presisi awal
varians_D2_awal=diag(Cx_D2_awal);
%mencari nilai varians per titik
st_dev_D2_awal=sqrt(varians_D2_awal);
%mencari nilai st dev per titik (presisi)

%reliabilitas awal desain II
I_R_D2=eye(all_baseline*3);
%membuat matriks identitas untuk digunakan pada
perhitungan reliabilitas
R_D2_awal=I_R_D2-
matriks_A_D2*inv(matriks_AT_D2*P_awal_all*matriks_
A_D2)*matriks_AT_D2*P_awal_all;
ri_D2_awal=diag(R_D2_awal);
%mencari nilai reliabilitas per titik

%%membuat matriks kriteria presisi sebagai kriteria
optimasi
matriks_kriteria=eye(length(Cx_D2_awal));
%ukuran matriks kriteria (bentuk matriks variansi-
kovariansi)
kriteriadesain=input('masukkan nilai kriteria presisi desain
jaring yang ingin dicapai (mm)', 's');
target_presisi=str2double(kriteriadesain);
Cs=matriks_kriteria*(target_presisi^2);

```

%%%proses optimasi (Optimasi Presisi), mengasumsikan jaring penuh (all_baseline) adalah pengamatan maksimal dengan hasil maksimal

```
%%turunan matriks-matriks Desain II
%turunan matriks P terhadap pi
turunan_Pp=turunan_P_pi(P_awal_all);
```

```
%proses perhitungan optimasi
[Cx_D2,varians_D2,st_dev_D2,P_optimasi,P_baru,delta_P,w_QP,loopcnt]=opt_proc(all_baseline,data_no_bm,matriks_A_D2,matriks_AT_D2,Cs,Cx_D2_awal,varians_D2_awal,st_dev_D2_awal,P_awal_all,turunan_Pp);
```

```
%koordinat akhir setelah perataan dan optimasi
deltaX_asal=(inv(matriks_AT_D2*P_optimasi(:, :, loopcnt)*matriks_A_D2))*((matriks_AT_D2*P_optimasi(:, :, loopcnt)*matriks_L_D2));
final_x_D2=deltaX_asal(1:data_no_bm)-est_x(2:end);
final_y_D2=deltaX_asal(data_no_bm+1:data_no_bm*2)-est_y(2:end);
final_z_D2=deltaX_asal(data_no_bm*2+1:end)-height(2:end);
```

```
%nilai-nilai fix desain 2
Cx_D2_final=Cx_D2(:, :, loopcnt);
varians_D2_final=varians_D2(:, :, loopcnt);
st_dev_D2_final=st_dev_D2(:, :, loopcnt);
P_optimasi_final=P_optimasi(:, :, loopcnt);
P_baru_final=P_baru(:, :, loopcnt-1);
```

```
%% menghitung reliabilitas hasil optimasi desain II
%turunan R terhadap pi
dR_pi=Turunan_R_pi(all_baseline,matriks_A_D2,P_optimasi_final,turunan_Pp);
```

```

%menghitung turunan R terhadap pi dikali delta pi
dR_pi_pi=zeros(all_baseline*3,all_baseline*3,all_baseline
*3);
for iterasi16=1:all_baseline*3

dR_pi_pi(:,:,iterasi16)=dR_pi(:,:,iterasi16)*delta_P(iterasi1
6,1);
    iterasi16=iterasi16+1;
end
sigma_dR_pi_pi=sum(dR_pi_pi,3);

R_D2_baru=(I_R_D2-
matriks_A_D2*inv(matriks_AT_D2*P_optimasi_final*ma
triaks_A_D2)*matriks_AT_D2*P_optimasi_final);
ri_D2_baru=diag(R_D2_baru);

%menghitung st dev yang dibutuhkan untuk tiap baseline
[st_dev_all_baseline,ri_D2_r_internal,ri_D2_r_eks]=reliab
ilitas(all_baseline,P_baru_final,ri_D2_baru);

%plot Desain II
%%plot desain jaring optimasi dengan variansi-kovariansi
baru
all_varcov_D2=varcov(data_no_bm,st_dev_D2_final);

figure          %plotting ke dalam gambar
axis('normal');
scale=1/250;
for pltelp=1:all_data
    ind_opt=(pltelp-1)*2+1;
    ond_opt=(pltelp-1)*2+2;

    plterrel(Lat(pltelp,1),Long(pltelp,1),all_varcov_D2(1:2,ind
_opt:ond_opt),scale);

```

```

    pltelp=pltelp+1;
    hold on
end

grid off;
title(['Desain Jaring Optimasi (Desain II) ','(Skala Ellipse:
',num2str(scale),'x)']);
xlabel('Bujur');
ylabel('Lintang');
hold on

% Plot garis dari titik ke semua titik
bujur_t=transpose(Long);
lintang_t=transpose(Lat);
num_points=all_data;
[D2_line,c_line,v_line] = find(hankel(2:num_points));
%% Create unique combinations of indices
index = [v_line c_line].';          %#
Reshape the indices
line(bujur_t(index),lintang_t(index),'Color','k','MarkerSize',
12);          %# Plot the lines
hold on
plot(Long(2:end),Lat(2:end),'o','MarkerFaceColor','g','Mar
kerSize',4);
plot(Long(1,1),Lat(1,1),'^','MarkerFaceColor','k','MarkerEd
geColor','k','MarkerSize',6);
xtickformat('%g\x00B0');
ytickformat('%g\x00B0');
hold off

SOF_D2=(sum(diag(inv(matriks_AT_D2*matriks_A_D2))
))/(data_no_bm*3);
%%%Desain I
%pembuatan Matriks A (Desain I)
%menentukan bobot pengamatan

```

```

bobot_D1_awal(:,:)=est_P([1:23,40:41,58,91:93,106:107,1
20,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
P_D1_awal=diag([bobot_D1_awal;bobot_D1_awal;bobot_
D1_awal]);

```

```

%persamaan baseline desain I
pers_baseline_D1(:,:)=pers_baseline([1:23,40:41,58,91:93,
106:107,120,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,2
05,210],:);
D1_baseline=length(pers_baseline_D1);
matriks_A_D1=matriks_a(D1_baseline,data_no_bm,pers_
baseline_D1);
matriks_AT_D1=transpose(matriks_A_D1);

```

```

%% menghitung nilai presisi (variansi-kovariansi) desain I
dan II

```

```

%presisi desain I
Cx_D1_awal=inv(matriks_AT_D1*P_D1_awal*matriks_
A_D1);
varians_D1_awal=diag(Cx_D1_awal);
st_dev_D1_awal=sqrt(varians_D1_awal);

```

```

%reliabilitas desain I
I_R_D1=eye(D1_baseline*3);
R_D1_awal=I_R_D1-
matriks_A_D1/(matriks_AT_D1*P_D1_awal*matriks_A_
D1)*matriks_AT_D1*P_D1_awal;
ri_D1_awal=diag(R_D1_awal);

```

```

%mendefinisikan bobot desain I hasil optimasi
P_baru_x=P_baru_final(1:all_baseline,1);
P_baru_y=P_baru_final(1+all_baseline:all_baseline*2,1);
P_baru_z=P_baru_final(1+all_baseline*2:all_baseline*3,1)
;

```

```

P_D1_baru_x=P_baru_x([1:23,40:41,58,91:93,106:107,12
0,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
P_D1_baru_y=P_baru_y([1:23,40:41,58,91:93,106:107,12
0,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
P_D1_baru_z=P_baru_z([1:23,40:41,58,91:93,106:107,12
0,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
P_D1_baru=[P_D1_baru_x;P_D1_baru_y;P_D1_baru_z];
P_D1_baru_all=diag(P_D1_baru);

%turunan matriks P terhadap pi
turunan_Pp_D1=turunan_P_pi(P_D1_baru);
%turunan Cx terhadap pi
dCx_pi_D1=Turunan_Cx_pi(D1_baseline,matriks_A_D1,
P_D1_baru_all,turunan_Pp_D1);

%turunan Cx terhadap pi dikali delta pi
delta_p_x(:,1)=delta_P(1:all_baseline,1);
delta_p_y(:,1)=delta_P(1+all_baseline:all_baseline*2);
delta_p_z(:,1)=delta_P(1+all_baseline*2:all_baseline*3);

delta_P_D1_x=delta_p_x([1:23,40:41,58,91:93,106:107,12
0,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
delta_P_D1_y=delta_p_y([1:23,40:41,58,91:93,106:107,12
0,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
delta_P_D1_z=delta_p_z([1:23,40:41,58,91:93,106:107,12
0,145:147,156:157,166,183:184,190,201:202,205,210],:);
delta_P_D1=[delta_P_D1_x;delta_P_D1_y;delta_P_D1_z]
;

dcxdpi_pi_D1=zeros(data_no_bm*3,data_no_bm*3,D1_ba
seline*3);
for D1iterasi7=1:D1_baseline*3
dcxdpi_pi_D1(:,D1iterasi7)=dCx_pi_D1(:,D1iterasi7)*d
elta_P_D1(D1iterasi7,1);
D1iterasi7=D1iterasi7+1;

```

```

end
sigmadp_pi_pi_D1=sum(dcxdpi_pi_D1,3);

%menghitung nilai presisi hasil optimasi Desain I
Cx_D1_baru=inv(matriks_AT_D1*P_D1_baru_all*matriks_
s_A_D1)+sigmadp_pi_pi_D1;
varians_D1_baru=diag(Cx_D1_baru);
st_dev_D1_baru=sqrt(varians_D1_baru);

%%menghitung reliabilitas hasil optimasi desain I
%turunan R terhadap pi
dR_pi_D1=Turunan_R_pi(D1_baseline,matriks_A_D1,P_
D1_baru_all,turunan_Pp_D1);

%menghitung turunan R terhadap pi dikali delta pi
dR_pi_pi_D1=zeros(D1_baseline*3,D1_baseline*3,D1_ba
seline*3);
for D1iterasi8=1:D1_baseline*3

dR_pi_pi_D1(:, :,D1iterasi8)=dR_pi_D1(:, :,D1iterasi8)*del
ta_P(D1iterasi8,1);
    D1iterasi8=D1iterasi8+1;
end
sigma_dR_pi_pi_D1=sum(dR_pi_pi_D1,3);

R_D1_baru=I_R_D1-
matriks_A_D1/(matriks_AT_D1*P_D1_baru_all*matriks_
A_D1)*matriks_AT_D1*P_D1_baru_all+sigma_dR_pi_pi
_D1;
ri_D1=diag(R_D1_baru);

[st_dev_D1_baseline,ri_D1_r_internal,ri_D1_r_eks]=reliab
ilitas(D1_baseline,P_D1_baru,ri_D1);

%koordinat setelah perataan desain I

```

```

matriks_L_D1=matriks_l(D1_baseline,pers_baseline_D1,e
st_x,est_y,height);
deltaX_D1=(inv(matriks_AT_D1*P_D1_baru_all*matriks
_A_D1))*((matriks_AT_D1*P_D1_baru_all*matriks_L_D
1));
final_x_D1=deltaX_D1(1:data_no_bm)-est_x(2:end);
final_y_D1=deltaX_D1(data_no_bm+1:data_no_bm*2)-
est_y(2:end);
final_z_D1=deltaX_D1(data_no_bm*2+1:end)-
height(2:end);

%plot Desain I
%%plot desain jaring optimasi dengan variansi-kovariansi
baru
all_varcov_D1=varcov(data_no_bm,st_dev_D1_baru);

figure          %plotting ke dalam gambar
axis('normal');
scale=1/250;
for pltelp=1:all_data
    ind_opt=(pltelp-1)*2+1;
    ond_opt=(pltelp-1)*2+2;

    plterrel(Lat(pltelp,1),Long(pltelp,1),all_varcov_D1(1:2,ind
_opt:ond_opt),scale);
    pltelp=pltelp+1;
    hold on
end

grid off;
title(['Desain Jaring Optimasi (Desain I) ','(Skala Ellipse:
',num2str(scale),'x)']);
xlabel('Bujur');
ylabel('Lintang');
hold on

```



```
% Plot garis dari titik ke semua titik
bujur_t=transpose(Long);
lintang_t=transpose(Lat);
index = [pers_baseline_D1(:,2) pers_baseline_D1(:,1)].';
%# Reshape the indices
line(bujur_t(index),lintang_t(index),'Color','k','MarkerSize',
12);          %# Plot the lines
hold on
plot(Long(2:end),Lat(2:end),'o','MarkerFaceColor','g','Mar
kerSize',4);
plot(Long(1,1),Lat(1,1),'^','MarkerFaceColor','k','MarkerEd
geColor','k','MarkerSize',6);
xtickformat('%g\x00B0');
ytickformat('%g\x00B0');
hold off
```

```
SOF_D1=(sum(diag(inv(matriks_AT_D1*matriks_A_D1))
))/(data_no_bm*3);
```

```
% %%%Membuat Desain hasil optimasi presisi (Desain
III)
% %%%membentuk matriks-matriks
% %ekstrak persamaan baseline desain III
%
helpD3=1/((nilai_error_alat(1,1))^2+(nilai_error_alat(1,2))
^2);
% P_baseline_all=[pers_baseline P_baru_x];
% ind1=P_baseline_all(:,3)>0.02;
% mengambil baseline dengan st dev <10
% pers_baseline_D3=P_baseline_all(ind1,:);
%
% %ekstrak nilai bobot baseline desain III
% P_all_xyz=[P_baru_x P_baru_y P_baru_z];
% ind2=P_all_xyz(:,1)>0.02;
```

```

% P_D3_all=P_all_xyz(ind2,:);
% P_D3=[P_D3_all(:,1);P_D3_all(:,2);P_D3_all(:,3)];
% P_D3_baru=diag(P_D3);
%
% %membuat matriks desain A
% D3_baseline=length(pers_baseline_D3);
%
matriks_A_D3=matriks_a(D3_baseline,data_no_bm,pers_
baseline_D3);
% matriks_AT_D3=transpose(matriks_A_D3);
%
% %turunan matriks P terhadap pi
% turunan_Pp_D3=turunan_P_pi(P_D3);
%
% %turunan Cx terhadap pi
%
dCx_pi_D3=Turunan_Cx_pi(D3_baseline,matriks_A_D3,
P_D3_baru,turunan_Pp_D3);
%
% %turunan Cx terhadap pi dikali delta pi
% delta_P_all_xyz=[P_baru_x delta_p_x delta_p_y
delta_p_z];
% ind3=delta_P_all_xyz(:,1)>0.02;
% delta_P_D3_all=delta_P_all_xyz(ind3,:);
%
delta_P_D3=[delta_P_D3_all(:,2);delta_P_D3_all(:,3);delt
a_P_D3_all(:,4)];
%
%
dcxdpi_pi_D3=zeros(data_no_bm*3,data_no_bm*3,D3_ba
seline*3);
% for D3iterasi11=1:D3_baseline*3
%
dcxdpi_pi_D3(:, :,D3iterasi11)=dCx_pi_D3(:, :,D3iterasi11)
*delta_P_D3(D3iterasi11,1);

```

```

% D3iterasi11=D3iterasi11+1;
% end
% sigmadp_pi_pi_D3=sum(dcxdpi_pi_D3,3);
%
% %menghitung nilai presisi hasil optimasi Desain III
%
Cx_D3_baru=inv(matriks_AT_D3*P_D3_baru*matriks_A
_D3)+sigmadp_pi_pi_D3;
% varians_D3_baru=diag(Cx_D3_baru);
% st_dev_D3_baru=sqrt(varians_D3_baru);
%
% %menghitung reliabilitas hasil optimasi desain III
% %turunan R terhadap pi
%
dR_pi_D3=Turunan_R_pi(D3_baseline,matriks_A_D3,P_
D3_baru,turunan_Pp_D3);
% %menghitung turunan R terhadap pi dikali delta pi
%
dR_pi_pi_D3=zeros(D3_baseline*3,D3_baseline*3,D3_ba
seline*3);
% for D3iterasi15=1:D3_baseline*3
%
dR_pi_pi_D3(:, :,D3iterasi15)=dR_pi_D3(:, :,D3iterasi15)*
delta_P_D3(D3iterasi15,1);
% D3iterasi15=D3iterasi15+1;
% end
% sigma_dR_pi_pi_D3=sum(dR_pi_pi_D3,3);
%
% I_R_D3=eye(D3_baseline*3);
% R_D3_baru=I_R_D3-
(matriks_A_D3/(matriks_AT_D3*P_D3_baru*matriks_A_
D3)*matriks_AT_D3*P_D3_baru)+sigma_dR_pi_pi_D3;
% ri_D3=diag(R_D3_baru);
%

```

```

% %menghitung st dev yang dibutuhkan untuk tiap
baseline
%
[st_dev_D3_baseline,ri_D3_r_internal,ri_D3_r_eks]=reliabilitas(D3_baseline,P_D3,ri_D3);
%
% %koordinat setelah perataan desain III
%
matriks_L_D3=matriks_l(D3_baseline,pers_baseline_D3,est_x,est_y,height);
%
deltaX_D3=(inv(matriks_AT_D3*P_D3_baru*matriks_A_D3))*((matriks_AT_D3*P_D3_baru*matriks_L_D3));
% final_x_D3=deltaX_D3(1:data_no_bm)-est_x(2:end);
% final_y_D3=deltaX_D3(data_no_bm+1:data_no_bm*2)-est_y(2:end);
% final_z_D3=deltaX_D3(data_no_bm*2+1:end)-height(2:end);
%
% %plot Desain III
% %%plot desain jaring optimasi dengan variansi-kovariansi baru
% all_varcov_D3=varcov(data_no_bm,st_dev_D3_baru);
%
% figure %plotting ke dalam gambar
% axis('normal');
% scale=1/250;
% for pltelp=1:all_data
%     ind_opt=(pltelp-1)*2+1;
%     ond_opt=(pltelp-1)*2+2;
%
% plterrel(Lat(pltelp,1),Long(pltelp,1),all_varcov_D3(1:2,ind_opt:ond_opt),scale);
%     pltelp=pltelp+1;
%     hold on

```



```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% %%%Membuat Desain hasil optimasi reliabilitas
(Desain IV)
% %%membentuk matriks-matriks redundancy awal
% %individual redundancy (yalcinkaya-teke 2006)
% Qvv_D2=diag(inv(P_optimasi_final)-
matriks_A_D2/(matriks_AT_D2*P_optimasi_final*matrik
s_A_D2)*matriks_AT_D2);
% Z_ind_ri_D2=zeros(all_baseline*3,1);
% for iterasi34=1:all_baseline*3
%
Z_ind_ri_D2(iterasi34,1)=Qvv_D2(iterasi34,1)*P_baru(ite
rasi34,1);
%   iterasi34=iterasi34+1;
% end
% %internal reliability
% Z_int_ri_D2=zeros(all_baseline*3,1);
% for iterasi35=1:all_baseline*3
%
Z_int_ri_D2(iterasi35,1)=st_dev_all_baseline(iterasi35,1)*
sqrt(2.80/(P_baru(iterasi35,1)*Z_ind_ri_D2(iterasi35,1)));
%   iterasi35=iterasi35+1;
% end
% %eksternal reliability
% Z_eks_ri_D2=zeros(all_baseline*3,1);
% for iterasi36=1:all_baseline*3
%   Z_eks_ri_D2(iterasi36,1)=(1-
ri_D2_baru(iterasi36,1))/ri_D2_baru(iterasi36,1)*2.80;
%   iterasi36=iterasi36+1;
% end
%
% %seleksi
% ri_D4_baseline=[pers_baseline
ri_D2_baru(1:all_baseline)];

```

```

%
ind4=ri_D4_baseline(:,3)>Z_ind_ri_D2(1:all_baseline,1);
% mengambil baseline dengan st dev <10
% pers_baseline_D4=ri_D4_baseline(ind4,1:2);
%
% %ekstrak nilai bobot baseline desain III
% R_all_xyz=[ri_D2_baru P_baru_final];
% ind5=R_all_xyz(:,1)>Z_ind_ri_D2(:,1);
% P_D4_all=R_all_xyz(ind5,:);
% P_D4=diag(P_D4_all(:,2));
%
% %membuat matriks desain A
% D4_baseline=length(pers_baseline_D4);
%
matriks_A_D4=matriks_a(D4_baseline,data_no_bm,pers_
baseline_D4);
% matriks_AT_D4=transpose(matriks_A_D4);
%
% %turunan matriks P terhadap pi
% turunan_Pp_D4=turunan_P_pi(P_D4);
%
% %turunan Cx terhadap pi
%
dCx_pi_D4=Turunan_Cx_pi(D4_baseline,matriks_A_D4,
P_D4,turunan_Pp_D4);
%
% %turunan Cx terhadap pi dikali delta pi
% delta_P_all_xyz_D4=[ri_D2_baru delta_P];
% ind6=delta_P_all_xyz_D4(:,1)>Z_ind_ri_D2(:,1);
% delta_P_D4_all=delta_P_all_xyz_D4(ind6,:);
% delta_P_D4=delta_P_D4_all(:,2);
%
%
%
dcxdpi_pi_D4=zeros(data_no_bm*3,data_no_bm*3,D4_ba
seline*3);

```

```

% for D4iterasi11=1:D4_baseline*3
%
dcxdpi_pi_D4(:,D4iterasi11)=dCx_pi_D4(:,D4iterasi11)
*delta_P_D4(D4iterasi11,1);
%   D4iterasi11=D4iterasi11+1;
% end
% sigmadp_pi_pi_D4=sum(dcxdpi_pi_D4,3);
%
% %menghitung nilai presisi hasil optimasi Desain IV
%
Cx_D4_baru=inv(matriks_AT_D4*P_D4*matriks_A_D4)
+sigmadp_pi_pi_D4;
% varians_D4_baru=diag(Cx_D4_baru);
% st_dev_D4_baru=sqrt(varians_D4_baru);
%
% %menghitung reliabilitas hasil optimasi desain IV
% %turunan R terhadap pi
%
dR_pi_D4=Turunan_R_pi(D4_baseline,matriks_A_D4,P_
D4,turunan_Pp_D4);
% %menghitung turunan R terhadap pi dikali delta pi
%
dR_pi_pi_D4=zeros(D4_baseline*3,D4_baseline*3,D4_ba
seline*3);
% for D4iterasi15=1:D4_baseline*3
%
dR_pi_pi_D4(:,D4iterasi15)=dR_pi_D4(:,D4iterasi15)*
delta_P_D4(D4iterasi15,1);
%   D4iterasi15=D4iterasi15+1;
% end
% sigma_dR_pi_pi_D4=sum(dR_pi_pi_D4,3);
%
% I_R_D4=eye(D4_baseline*3);

```



```

% R_D4_baru=I_R_D4-
matriks_A_D4/(matriks_AT_D4*P_D4*matriks_A_D4)*
matriks_AT_D4*P_D4+sigma_dR_pi_pi_D4;
% ri_D4=diag(R_D4_baru);
%
% %menghitung st dev yang dibutuhkan untuk tiap
baseline
%
[st_dev_D4_baseline,ri_D4_r_internal,ri_D4_r_eks]=reliab
ilitas(D4_baseline,P_D4_all(:,2),ri_D4);
%
% %koordinat setelah perataan desain III
%
matriks_L_D4=matriks_l(D4_baseline,pers_baseline_D4,e
st_x,est_y,height);
%
deltaX_D4=(inv(matriks_AT_D4*P_D4*matriks_A_D4))*
((matriks_AT_D4*P_D4*matriks_L_D4));
% final_x_D4=deltaX_D4(1:data_no_bm)-est_x(2:end);
% final_y_D4=deltaX_D4(data_no_bm+1:data_no_bm*2)-
est_y(2:end);
% final_z_D4=deltaX_D4(data_no_bm*2+1:end)-
height(2:end);
%
% %plot Desain IV
% %%plot desain jaring optimasi dengan variansi-
kovariansi baru
% all_varcov_D4=varcov(data_no_bm,st_dev_D4_baru);
%
% figure           %plotting ke dalam gambar
% axis('normal');
% scale=1/250;
% for pltelp=1:all_data
%     ind_opt=(pltelp-1)*2+1;
%     ond_opt=(pltelp-1)*2+2;

```

```

%
plterrel(Lat(pltelp,1),Long(pltelp,1),all_varcov_D4(1:2,ind
_opt:ond_opt),scale);
%   pltelp=pltelp+1;
%   hold on
% end
%
% grid off;
% title(['Desain Jaring Optimasi (Desain IV) ','(Skala
Ellipse: ',num2str(scale),'x)']);
% xlabel('Bujur');
% ylabel('Lintang');
% hold on
%
% % Plot garis dari titik ke semua titik
% bujur_t=transpose(Long);
% lintang_t=transpose(Lat);
% index = [pers_baseline_D4(:,2) pers_baseline_D4(:,1)].';
%# Reshape the indices
%
line(bujur_t(index),lintang_t(index),'Color','k','MarkerSize',
12);      %# Plot the lines
% hold on
%
plot(Long(2:end),Lat(2:end),'o','MarkerFaceColor','g','Mar
kerSize',4);
%
plot(Long(1,1),Lat(1,1),'^','MarkerFaceColor','k','MarkerEd
geColor','k','MarkerSize',6);
% xtickformat('%g\x00B0');
% ytickformat('%g\x00B0');
% hold off
%

```

```

%
SOF_D4=(sum(diag(inv(matriks_AT_D4*matriks_A_D4))
))/(data_no_bm*3);

%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% %%%membuat desain jaring realistis (Desain V)
% %pembuatan Matriks A (Desain V)
% %menentukan bobot pengamatan
%
bobot_D5_awal(:,:)=est_P([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70
,72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,13
0,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,
183,198,202,210],:);
%
P_D5_awal=diag([bobot_D5_awal;bobot_D5_awal;bobot_
D5_awal]);
%
% %persamaan baseline desain V
%
pers_baseline_D5(:,:)=pers_baseline([4,7,19,20,24,35,42,4
3,54,69,70,72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,1
23,127,130,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173
,175,176,183,198,202,210],:);
% D5_baseline=length(pers_baseline_D5);
%
matriks_A_D5=matriks_a(D5_baseline,data_no_bm,pers_
baseline_D5);
% matriks_AT_D5=transpose(matriks_A_D5);
%
% %%%menghitung nilai presisi (variansi-kovariansi) desain
V
% %presisi desain V

```

```

%
Cx_D5_awal=inv(matriks_AT_D5*P_D5_awal*matriks_
A_D5);
% varians_D5_awal=diag(Cx_D5_awal);
% st_dev_D5_awal=sqrt(varians_D5_awal);
%
% %reliabilitas desain V
% I_R_D5=eye(D5_baseline*3);
% R_D5_awal=I_R_D5-
matriks_A_D5/(matriks_AT_D5*P_D5_awal*matriks_A_
D5)*matriks_AT_D5*P_D5_awal;
% ri_D5_awal=diag(R_D5_awal);
%
% %mendefinisikan bobot desain V hasil optimasi
%
P_D5_baru_x=P_baru_x([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70,
72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,130
,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,1
83,198,202,210],:);
%
P_D5_baru_y=P_baru_y([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70,
72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,130
,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,1
83,198,202,210],:);
%
P_D5_baru_z=P_baru_z([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70,7
2,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,130,
131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,18
3,198,202,210],:);
%
P_D5_baru=[P_D5_baru_x;P_D5_baru_y;P_D5_baru_z];
% P_D5_baru_all=diag(P_D5_baru);
%
% %turunan matriks P terhadap pi
% turunan_Pp_D5=turunan_P_pi(P_D5_baru);

```

```

% %turunan Cx terhadap pi
%
dCx_pi_D5=Turunan_Cx_pi(D5_baseline,matriks_A_D5,
P_D5_baru_all,turunan_Pp_D5);
%
% %turunan Cx terhadap pi dikali delta pi
%
delta_P_D5_x=delta_p_x([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70,
72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,130
,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,1
83,198,202,210].:);
%
delta_P_D5_y=delta_p_y([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70,
72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,130
,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,1
83,198,202,210].:);
%
delta_P_D5_z=delta_p_z([4,7,19,20,24,35,42,43,54,69,70,
72,77:80,83,84,88,90,94,101,102,109,112,116,123,127,130
,131,136,138,144,145,151:153,158,162,169,173,175,176,1
83,198,202,210].:);
%
delta_P_D5=[delta_P_D5_x;delta_P_D5_y;delta_P_D5_z]
;
%
%
dcxdpi_pi_D5=zeros(data_no_bm*3,data_no_bm*3,D5_ba
seline*3);
% for D5iterasi1=1:D5_baseline*3
%
dcxdpi_pi_D5(:, :, D5iterasi1)=dCx_pi_D5(:, :, D5iterasi1)*d
elta_P_D5(D5iterasi1,1);
%   D5iterasi1=D5iterasi1+1;
% end
% sigmadp_pi_pi_D5=sum(dcxdpi_pi_D5,3);

```

```

%
% %menghitung nilai presisi hasil optimasi Desain V
%
Cx_D5_baru=inv(matriks_AT_D5*P_D5_baru_all*matriks_
s_A_D5)+sigmadp_pi_pi_D5;
% varians_D5_baru=diag(Cx_D5_baru);
% st_dev_D5_baru=sqrt(varians_D5_baru);
%
% % %menghitung reliabilitas hasil optimasi desain V
% %turunan R terhadap pi
%
dR_pi_D5=Turunan_R_pi(D5_baseline,matriks_A_D5,P_
D5_baru_all,turunan_Pp_D5);
%
% %menghitung turunan R terhadap pi dikali delta pi
%
dR_pi_pi_D5=zeros(D5_baseline*3,D5_baseline*3,D5_ba
seline*3);
% for D5iterasi2=1:D5_baseline*3
%
dR_pi_pi_D5(:, :,D5iterasi2)=dR_pi_D5(:, :,D5iterasi2)*del
ta_P(D5iterasi2,1);
%   D5iterasi2=D5iterasi2+1;
% end
% sigma_dR_pi_pi_D5=sum(dR_pi_pi_D5,3);
%
% R_D5_baru=I_R_D5-
matriks_A_D5/(matriks_AT_D5*P_D5_baru_all*matriks_
A_D5)*matriks_AT_D5*P_D5_baru_all+sigma_dR_pi_pi
_D5;
% ri_D5=diag(R_D5_baru);
%
%
[st_dev_D5_baseline,ri_D5_r_internal,ri_D5_r_eks]=reliab
ilitas(D5_baseline,P_D5_baru,ri_D5);

```

```

%
% %koordinat setelah perataan desain V
%
matriks_L_D5=matriks_l(D5_baseline,pers_baseline_D5,e
st_x,est_y,height);
%
deltaX_D5=(inv(matriks_AT_D5*P_D5_baru_all*matriks
_A_D5))*((matriks_AT_D5*P_D5_baru_all*matriks_L_D
5));
% final_x_D5=deltaX_D5(1:data_no_bm)-est_x(2:end);
% final_y_D5=deltaX_D5(data_no_bm+1:data_no_bm*2)-
est_y(2:end);
% final_z_D5=deltaX_D5(data_no_bm*2+1:end)-
height(2:end);
%
% %plot Desain V
% %%plot desain jaring optimasi dengan variansi-
kovariansi baru
% all_varcov_D5=varcov(data_no_bm,st_dev_D5_baru);
%
% figure                %plotting ke dalam gambar
% axis('normal');
% scale=1/250;
% for pltelp=1:all_data
%   ind_opt=(pltelp-1)*2+1;
%   ond_opt=(pltelp-1)*2+2;
%
%   pltterrel(Lat(pltelp,1),Long(pltelp,1),all_varcov_D1(1:2,ind
_opt:ond_opt),scale);
%   pltelp=pltelp+1;
%   hold on
% end
%
% grid off;

```

```

% title(['Desain Jaring Optimasi (Desain V) ','(Skala
Ellipse: ',num2str(scale),x)']);
% xlabel('Bujur');
% ylabel('Lintang');
% hold on
%
% % Plot garis dari titik ke semua titik
% bujur_t=transpose(Long);
% lintang_t=transpose(Lat);
% index = [pers_baseline_D5(:,2) pers_baseline_D5(:,1)].';
%# Reshape the indices
%
line(bujur_t(index),lintang_t(index),'Color','k','MarkerSize',
12);      %# Plot the lines
% hold on
%
plot(Long(2:end),Lat(2:end),'o','MarkerFaceColor','g','Mar
kerSize',4);
%
plot(Long(1,1),Lat(1,1),'^','MarkerFaceColor','k','MarkerEd
geColor','k','MarkerSize',6);
% xtickformat('%g\x00B0');
% ytickformat('%g\x00B0');
% hold off
%
%
SOF_D5=(sum(diag(inv(matriks_AT_D5*matriks_A_D5))
))/(data_no_bm*3);

```


BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 10 Juni 1995, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pelangi, SDN Sidokare IV, SMP Cendekia, dan SMAN 1 Sidoarjo. Setelah lulus dari SMA, memilih melanjutkan kuliah S-1 dengan mengikuti program SBMPTN dan diterima di Teknik Geomatika – Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan (FTSLK) – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2014 terdaftar dengan NRP 03311440000067. Di Teknik Geomatika penulis memilih bidang kajian ilmu Terestris. Penulis aktif sebagai keanggotaan KMK-ITS dan ditunjuk sebagai kepala departemen eksternal atau bagian luar ITS. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan pada beberapa acara workshop dan seminar baik yang diselenggarakan oleh Departemen Teknik Geomatika maupun yang diselenggarakan oleh ITS.