

**ANALISIS KESTABILAN JARINGAN TITIK KONTROL UNTUK
JARING PENGUKURAN TOTAL STATION MENGGUNAKAN
METODE *FREE NETWORK ADJUSMENT*
(Studi Kasus : Bendungan Manikin,Kabupaten Kupang)**

SKRIPSI



**Disusun Oleh:
Stivano Pong
NIM 18.25.067**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KESTABILAN JARINGAN TITIK KONTROL UNTUK
JARINGAN PENGUKURAN TOTAL STATION MENGGUNAKAN
METODE *FREE NETWORK ADJUSTMENT***

(Studi Kasus: Bendungan Manikin, Kabupaten Kupang)

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh :

STIVANO PONG

18.25.067

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama



M. Edwin Liahjadi, ST, M. Geom. Sc., Ph.D.

NIP. Y. 1039800320

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Pendamping



Silvester Sari Sai, ST., MT.

NIP. P. 1030600413

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1



Dedy Kurnia Sunarvo, ST., MT

NIP. Y. 1039500280



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NISGA MALANG

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Pusat), Fax. (0341) 583015 Malang 65145
Kampus II : J. Raya Karangri, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

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

NAMA : STIVANO PONG
NIM : 1825067
JURUSAN : TEKNIK GEODESI
JUDUL : ANALISIS KESTABILAN JARINGAN TITIK KONTROL UNTUK
JARING PENGUKURAN TOTAL STATION MENGGUNAKAN
METODE *FREE NETWORK ADJUSTMENT* (Studi Kasus:
Bendungan Manikin, Kabupaten Kupang)

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

Pada Hari : Selasa
Tanggal : 22 Agustus 2023
Dengan Nilai : _____ (Angka)

Panitia Ujian Skripsi
Ketua

Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT
NIP. Y.1039500280

Penguji I

Dosen Pendamping

Penguji II

Silvester Sari Sai, ST., MT.
NIP.P.1030600413

M. Edwin Triandji, ST., M. Geom. Sc., Ph.D.
NIP. Y.1039800320

Adhha Yuliananda M., ST., M
NIP. Y.1031700526

**ANALISIS KESTABILAN JARINGAN TITIK KONTROL UNTUK
JARING PENGUKURAN TOTAL STATION MENGGUNAKAN METODE
*FREE NETWORK ADJUSTMENT***

(Studi Kasus: Bendungan Manikin, Kabupaten Kupang)

Stivano Pong 1825067

Dosen Pembimbing 1 : M.Edwin Tjahjadi, ST, M.Geo.Sc.,Ph.D.

Dosen Pembimbing 2 : Silvester Sari Sai, ST., MT.

ABSTRAKSI

Titik dasar teknik atau orde jaring adalah tingkat keakuratan jaring yaitu tingkat kedekatan jaring tersebut terhadap jaring titik kontrol atau kerangka kontrol yang sudah ada yang digunakan sebagai Referensi. Sistem referensi geodesi merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mendefinisikan koordinat dengan teratur dan akurat didalam suatu ruang, dalam realisasinya sistem referensi dinyatakan dalam bentuk jaring kontrol geodesi yang membentuk suatu kerangka referensi. Dalam penelitian kali ini dengan memanfaatkan jaring pengukuran non-linier yang akan digunakan dalam proses analisis deformasi, memerlukan jaring pengukuran yang stabil demi menghasilkan data yang teliti dan akurat. Dengan melihat tujuan diatas penggunaan *metode minimum inner constrain* (Mc) dalam *free network adjustment* (Fna) untuk menyelidiki jaring pengukuran non-linier yang mengakibatkan ketidakstabilan pada jaring pengukuran, akibat dari ketidakstabilan jaring pengukuran non-linier dapat mengganggu kestabilan kerangka referensi dan ketelitian deformasi. Pengujian jaring dilakukan pada 3 epok pengukuran dengan rentang waktu pengukuran epok 1, 2 dan 3 selama (1 bulan). Dari hasil analisis menggunakan (Mc) dalam (Fna) akibat pengukuran yang non-linier menyimpulkan bahwa kestabilan jaring berada pada 3 baseline dari 18 observasi, dengan demikian jaring pengukuran dianggap tidak stabil. Ketidakstabilan dipengaruhi oleh 2 titik yaitu TP 2 dan TP 3 karena mengandung kesalahan yang signifikan dari iterasi 1 dan 2 kesalahan pada 2 titik terjadi karena gangguan geometri internal yaitu komponen pengantar dan jarak semu yang dapat menyebabkan ketidakstabilan pada kerangka pengukuran dan dapat mengganggu datum pengukuran.

Kata kunci: Jaring pengukuran, Kesalahan nonlinier, *Free Network Adjustment*, *Minimum Constrain*.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Stivano Pong
NIM : 1825067
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**ANALISIS KESTABILAN JARINGAN TITIK KONTROL UNTUK JARINGAN
PENGUKURAN TOTAL STATION MENGGUNAKAN METODE *FREE*
NETWORK ADJUSTMENT (Studi Kasus: Bendungan Manikin, Kabupaten Kupang)**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 30 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan



Stivano Pong,
NIM : 1825067

HALAMAN PERSEMBAHAN

***Diberkatilah orang yang mengandalkan TUHAN,
yang menaruh harapannya pada TUHAN. Yeremia 17 : 7***

Segala puji syukur hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi ini saya persembahkan Kepada :

Bapa hua dan Mama hua

Bapa Ishak dan mama Fera

Untuk kedua orangtuaku terima kasih atas cinta dan do'a serta dukungannya baik moril maupun material yang tak pernah putus dan selalu memberikan semangat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Bapa ayang dan Mama ayang

Bapa Robby dan Mama Mercy

Terimakasih atas doa dan dukungan yang tak pernah putus sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Kakak, adik dan keluarga

Terima kasih untuk Kakak, adik dan keluarga atas dukungan, kebaikan, dan perhatiannya, serta telah menghiburku selama ini.

The Bets Partner Ever

Terimakasih untuk Dea H.R atas dukungan, semangat dan doa yang selalu ada

Sahabat dan Teman-teman

Terima kasih khususnya untuk sahabat dalam satu grub yang banyak sekali dan tidak bisa disebut satu persatu (Balada Takar, Takar¹⁸, Toki Sloki, Teras Kebahagiaan) yang selalu ada dalam susah, senang dan selalu memberikan dukungan . Untuk teman-teman Teknik Geodesi ITN Malang angkatan 2018, terima kasih telah memberikan kenangan dan berproses sama-sama. Semoga bisa bertemu kembali dengan versi terbaik dari kita.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Analisis Kestabilan Jaringan Titik Kontrol Untuk Jaring Pengukuran Total Station Menggunakan Metode Free Network Adjustment (Studi Kasus : Bendungan Manikin, Kabupaten Kupang)” ini guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST, M. Geom. Sc., Ph.D. Selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT. selaku dosen pembimbing pendamping dalam penelitian.
2. Bapak dan Ibu staf pengajar beserta staf karyawan di Jurusan Teknik Geodesi atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama masa studi.
3. Orang tua, kakak, adik, keluarga dan teman - teman yang selalu mendukung, memberikan semangat, doa serta cinta kepada panulis selama penulis menempuh masa studi hingga penyelesaian skripsi ini.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan dan belum sepenuhnya sempurna. Apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan skripsi ini penulis memohon maaf. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak yang memerlukan.

Malang, 21 september 2023

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAKSI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan penelitian.....	3
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Capping beam	5
2.2 Total Station.....	5
2.3 Pengukuran Kerangka Kontrol Horizontal	6
2.3.1 Penentuan Koordinat Metode <i>Resection</i>	7
2.3.2 Penentuan Koordinat Metode <i>Intersection</i>	7
2.4 Datum Pada Jaring Geodesi.....	8
2.5 GNSS (<i>Global Navigation Satellite System</i>)	9
2.6 Prinsip Penentuan Posisi dengan <i>Global Navigation Satellite System</i> ..	

2.7	Metode Penentuan Posisi Dengan <i>Global Navigation Satellite System</i>	
2.8	<i>Least Square Adjustment</i>	11
2.9	<i>Free network addjusment</i>	15
2.10	<i>Minimum Cosntrains</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
1.1.	Lokasi penelitian	25
1.2.	Peralatan dan Bahan Penelitian	25
1.3.	Diagram alir.....	26
1.4.	Keterangan Diagram Alir	29
1.5.	Tahapan Pelaksanaan Penelitian	32
1.	Pengumpulan Data	32
2.	Pengolahan Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
BAB V PENUTUP		57

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Capping Beam</i> (Sumber: dokumentasi Penelitian)	5
Gambar 2. 2 Total Station (sumber: 2022)	6
Gambar 2. 3 Resection (Sumber : Ghilani .C.D, 2006)	7
Gambar 2. 4 Intersection (Sumber : Ghilani . C. D, 2006)	8
Gambar 2. 5 Penentuan Posisi metode Statik (Sumber : Abidin, 2000)	11
Gambar 3. 1 lokasi penelitian, google earth (2022)	25
Gambar 3. 2 Pengambilan titik BM2 (Sumber: Penelitian, 2022)	33
Gambar 3. 3 Pengambilan data (Sumber : Penelitian, 2022)	33
Gambar 3. 4 Koordinat wgs 84 utm 51 S (Sumber : Penelitian, 2023).....	34
Gambar 3. 5 Pengaturan sistem koordinat (sumber : Penelitian, 2023).....	34
Gambar 3. 6 import data <i>rinex</i> (Sumber : Penelitian, 2023)	35
Gambar 3. 7 <i>Section editor baseline</i> (Sumber : Penelitian, 2023).....	35
Gambar 3. 8 Memilih titik kontrol (Sumber : Penelitian, 2023).....	35
Gambar 3. 9 Proses <i>baseline</i> (sumber : Penelitian, 2022).....	36
Gambar 3. 10 <i>Adjus ment network</i> (Sumber : Penelitian, 2023).....	36
Gambar 3. 11 Hasil <i>ellipse error</i> (Sumber : Penelitian, 2023).....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Konotasi Rumus	xii
Tabel 3. 1 Persiapan Penelitian	29
Tabel 3. 2 Stabilitas Matriks	42
Tabel 3. 3 Hasil perbandingan matriks residu.....	43
Tabel 3. 4 Hasil perbandingan kestabilan jaring.....	43
Tabel 3. 5 Hasil analisis kestabilan jaring Iterasi 3.....	49
Tabel 4. 1 dX komponen vektor pengantar dan $d\theta$ komponen vektor perubahan pada iterasi 1 dan 2.....	50
Tabel 4. 2 dX komponen vektor pengantar c dan $d\theta$ komponen vektor perubahan pada Iterasi 3.....	51
Tabel 4. 3 dY Komponen vektor pengamatan yang disesuaikan	51
Tabel 4. 4 Komponen vektor pengamatan yang disesuaikan dari 3 BM ke 4 titik tp dengan 12 observasi	52
Tabel 4. 5 Elemen kesalahan linirisasi.....	53
Tabel 4. 6 Stabilitas jaringan pada iterasi 1	53
Tabel 4. 7 Stabilitas jaringan pada iterasi 2	54
Tabel 4. 8 Stabilitas jaringan pada iterasi 3	54

Tabel 1 Konotasi Rumus

No	Nama rumus dalam perhitungan	Keterangan
1	J	Matriks koefisien parameter
2	$(J^t \cdot J)^{-1}$	Matriks kovaktor parameter
3	L	Observasi jarak
4	\hat{L}	Jarak pendekatan berbasis koordinat dikurangi observasi jarak
5	V	Matriks residua tau matriks koreksi
6	Σ_{xx}	Matriks ketelitian parameter
7	Q_{LL}	Matriks ketelitian ukuran
8	$\Sigma_{LL} = W$	Matriks bobot pengamatan
9	X_0	Matriks pendekatan.
10	\hat{X}_1	Matriks estimasi dalam <i>least square adjustment</i>
11	\hat{X}_2	Matriks estimasi dalam <i>minimum constraint</i>
12	\hat{X}_3	Matriks estimasi dalam transformasi s setelah ditambah dengan kendala dalam dan vektor derajat kebebasan
13	\hat{X}_4^{ext}	Matriks estimasi dalam transformasi s yang sama dengan matematika
14	\hat{X}_5	Matriks estimasi dalam transformasi s setelah ditambah dengan matriks G (3 translasi, 3 rotasi dan 1 skala).
15	$N = J^T \cdot W \cdot J$	Matriks koefisien parameter yang dikali dengan bobot
16	$N^{-1} = Q_i$	Matriks kovaktor parameter terkendala
17	I	Matriks identitas
18	z	Matriks sembarang
19	U	Suku – suku vektor inependen
20	H	Matriks terkendala dalam
21	E	Matriks terkendala dalam type E
22	$B = (HE^t)^{-1}$	Invers matriks terkendala
23	$c = Hz = dc = c\theta$	Jarak semu
24	$\theta = q$	Vektor derajat kebebasan
25	G	Matriks transformasi (translasi,rotasi,skala)
26	H_{X_0}	Matriks solusi bebas bersih
27	$d\hat{X}$	Komponen vektor c atau jarak semu
28	$d\theta$	Komponen vektor perubahan

29	$d\hat{Y}$	Komponen vektor pengamatan yang disesuaikan
30	ε_i	Elemen kesalahan linierisasi