

TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN MOSAIK FOTO TERESTRIAL JARAK DEKAT
MENGUNAKAN KAMERA DIGITAL NON-METRIK
RESOLUSI 5.0 MEGAPIXEL (MP)
(Lokasi Penelitian: Ngoro-Gempol Pasuruan)**



**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi**

Oleh :

HENDRA GIRI

Nim : 99.25.015

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2006**

TUGAS AKHIR

PEMILITAN HASIL FOTO TERESTRIAL LABAK DEKAT
MENGGUNAKAN KAMERA DIGITAL NON-METRIK
RESOLUSI 5.0 MEGAPIKSEL (MP)
(Tahap Penelitian: foto-geografis)

data yang didapat dari hasil penelitian ini
dapat digunakan untuk keperluan lain

dan

MEMORANDUM
No : 00.00.00

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MAKASSAR

2008

**PEMBUATAN MOSAIK FOTO TERESTRIAL JARAK DEKAT
MENGUNAKAN KAMERA DIGITAL NON-METRIK
RESOLUSI 5.0 MEGAPIXEL (MP)
(Lokasi Penelitian: Ngoro-Gempol Pasuruan)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi

Ofek:

HENDRA GIRI

Nim : 99.25.015

Menyetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. M. Nurhadi, MT)

Dosen Pembimbing II



(Christian T. Siahaan, ST)

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(Ir. Leo Patimena, MSc)

Dipertahankan Didepan Panitia Ujian Akhir
Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang
Dan diterima untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna
memperoleh gelar Sarjana S1 Teknik Geodesi

Panitia Ujian Akhir

Ketua



(Ir. Agustina Nurul H., MTP)

MENGESAHKAN
Foto copy sesuai dengan aslinya

Wakil Dekan I - FTSP

DEKAN Ir. PRADONO JOANES D, MSi.

NIP. 131 753 724

Sekretaris

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the Secretary.

(Ir. Leo Patimena, MSc)

Anggota Penguji Tugas Akhir

Penguji I

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Penguji I.

(Ir. M. Nurhadi, MT)

Penguji II

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Penguji II.

(Ir. Pradono Joanes, MSi)

Penguji III

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Penguji III.

(Ir. Jasmani, MKom)



Institut Teknologi Nasional
Jln. Bendungan Sigura-gura No.2
Malang

Nama : Hendra Giri
Nim : 99.25.015
Jurusan : T. Geodesi S-1
Dosen Pemb : 1. Ir. M. Nurhadi, MT
2. Christian Tongam S, ST

Daftar Asistensi

TUGAS AKHIR

No.	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
1.	5 - Juni - 2004	Orientasi Lapangan	
2.	11 - Juni - 2004	Data koordinat ground disusun dengan foto.	
3.	9 - Agustus 2004	Data - data sudah lengkap Lakukan pemrosesan mosaic foto.	
4.	2 - Desember 2004	perbaiki tampilan mosaic nya.	
5.	3 - Januari 2005	Lakukan Analisa - kemiringan objek - Variasi stala - Uji statistik untuk ketelitian datanya	



Institut Teknologi Nasional
Jln. Bendungan Sigura-gura No.2
Malang

Nama : Hendra Giri
Nim : 99.25.015
Jurusan : T. Geodesi S-1
Dosen Pemb : 1. Ir. M. Nurhadi, MT
2. Christian Tongam S, ST

Daftar Asistensi
TUGAS AKHIR

No.	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
6.	11-April 2005	ACC Analisa kemiringan	
7.	18-April 2005	Lakukan dua analisa untuk variasi skala dg menggunakan fix fokus dan variabel fokus	
8.	9-Mei 2005	ACC Analisa Variasi skala	
9.	13-juni 2005	konsultasikan analisa wi statistik kepada pembimbing II	
10.	5/8 2005	ACC Seminar hasil	
11.	28/12 '05	ACC jilid	



Institut Teknologi Nasional
Jln. Bendungan Sigura-gura No.2
Malang

Nama : Hendra Giri
Nim : 99.25.015
Jurusan : T. Geodesi S-1
Dosen Pemb : 1. Ir. M. Nurhadi, MT
2. Christian Tongam S, ST

Daftar Asistensi

TUGAS AKHIR

No.	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
	20/7/05	Hasil hitungan tingkat kepercayaan 1% — 90% (lengkap) . !	
	4/8/05.	Tingkat kepercayaan 1% - 40% Konsultasikan kpd Pembimbing I: - Hasil uji ketelitian - Analisa hasil Bimbingan (technical support) → Ace .	

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada kami sehingga Tugas Akhir dengan judul " **Pembuatan Mosaik Foto Terestrial Jarak Dekat Menggunakan Kamera Digital Non-Metrik Resolusi 5.0 Megapixel (MP)**" dapat kami selesaikan dengan baik.

Adapun tujuan disusunnya tugas akhir ini ialah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan.**

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini kami ingin mengucapkan terima kasih pada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ibu Ir. Agustina Nurul H.,M.T.P selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Ir. Leo Patimena, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi
4. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT atas bimbingannya selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Chritian Tongam S, ST atas bimbingannya selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak Dr. Antonius B.W beserta karyawan dan staff dilingkungan Kantor BAKOSURTANAL yang telah memberikan waktu dan bantuannya pada penulis untuk menyelesaikan pengerjaan mosaik.
7. Bapak Heru dan sekeluarga atas konsultasi dan pengarahan pada penulis.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Geodesi.
9. Teman-teman angkatan 99 Jurusan Teknik Geodesi.

Barangkali sebuah ucapan terima kasih saja tidak cukup membalas semua niat baik dan keikhlasan semuanya, namun hanya itu yang penulis haturkan dan semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal (Amien).

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis dalam hal pengetahuan, pengalaman dan waktu yang tersedia, namun penulis sudah berusaha semaksimal mungkin, maka dari itu penulis mohon maaf apabila ada kesalahan pada tugas akhir ini.

Akhir kata Wassalmualaikum Warohmatullahi Wabarrokatur

Malang, Desember 2005

Penulis

Ucapan Terima Kasih

Perkenanknalah pada kesempatan yang penuh kebahagiaan ini kami mengajak pembaca sekalian untuk memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Alhamdulillah akhirnya masa studi kami di jurusan teknik geodesi ITN Malang selesai sudah. Ini tak luput dari peran serta para dosen pembimbing dan rekan-rekan sekalian dalam membantu kami menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. M. Nurhadi MT selaku dosen pembimbing I yang telah sabar dan telaten dalam memberikan waktu, masukan dan dorongannya kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sekali lagi saya mengucapkan terima kasih.
2. Bapak Christian T,S, ST, tanpa bantuan dari beliau kami tidak mungkin cepat dalam melaksanakan seminar hasil dan juga merupakan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingannya.
3. Bapak Anton dan Bapak Heru yang telah membantu dan membimbing kami dalam pemrosesan data mosaik.
4. Keluarga besarku yang selalu sabar dalam mendukung studi baik berupa lahir dan batin.
5. Tak luput juga kepada mas Hendry dan mbak Ayong yang telah menyediakan akomodasi dan transportasi sehingga kami dapat menyelesaikan studi kami
6. dan juga teman-temenku Ardhi 2000, Eko, Azwir, Mas Boim, Uki, Cak Rosyidi dan juga saudari Dwi beserta teman-temanku yang lain yang tidak kami sebutkan disini dalam membantu terselesaikannya tugas akhir ini

kauleh sekalen aghik mator sekalangkong dek sekabbinneh reng-oreng seng a bantu tugas akhir nekah wabillahi taufik wallhidayah wassalamualaikum warohmatullahi waborrakatuh.

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
DAFTAR ASISTENSI	
KATA PENGANTAR	
UCAPAN TERIMA KASIH	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan Penelitian	2
I.3. Manfaat Penelitian	2
I.4. Batasan Masalah	2
I.5. Perumusan Masalah	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1. Fotogrametri Terrestrial.....	4
II.1.1. Photography Case Normal.....	4
II.1.2. Photography Parallel Tilt	6
II.1.3. Photogrphy Memusat	7
II.2. Kamera	8
II.2.1. Kamera Digital.....	8
II.2.2. Komponen Kamera Digital	9
II.2.3. Kalibrasi Kamera	9
II.3. Sistem Koordinat Foto Terrestrial	10
II.4. Titik Kontrol Ditanah.....	11
II.5. Rektifikasi.....	12
II.6. Koreksi Geometrik.....	12
II.6.1. Metode Koreksi Geometrik.....	13
II.6.2. Parameter Koreksi Geometrik.....	13
II.7. Resampling Citra Foto	15
II.8. Mosaic Foto.....	16
II.9. Penyeragaman Warna	18
II.10. Uji Statistik	18

II.9.1. Uji Rata-Rata Dan Standart Deviasi.....	18
II.9.2. Uji Tingkat Ketelitian.....	19
II.11. Pengenalan Perangkat Lunak ER Mapper 6.1	20
II.10.1. Menggunakan Mouse.....	20
II.10.2. Menu Utama ER Mapper 6.1.	21
II.10.3. Kotak Dialog ER Mapper.....	23
BAB III PELAKSANAAN PEKERJAAN	27
III.1. Alat Penelitian	27
III.1.1. Peralatan Pengukuran Dan Pemotretan	27
III.1.2. Perangkat Keras.....	27
III.1.3. Perangkat Lunak	28
III.2. Metodologi Penelitian.....	28
III.2.1. Rancangan Penelitian	28
III.2.2. Kriteria Dalam Pemotretan.....	29
III.2.3. Persiapan Dan Pemilihan Lokasi	30
III.2.4. Pengumpulan Data.....	30
III.2.5. Analisis Data	31
III.3. Pengolahan Awal Gambar	34
III.3.1. Input Data Ke Komputer.....	34
III.3.2. Proses Pengeblokan Gambar	35
III.3.3. Import Data Ke File.Ers.....	35
III.3.4. Import Data Vektor	36
III.4. Konversi Sumbu.....	37
III.5. Koreksi Geometrik.....	38
III.6. Pembuatan Mosaik	41
III.7. Image Balancing	42
III.8. Pengambilan Koordinat Model.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
IV.1. Data Hasil Pemrosesan	49
IV.1.1. Foto Yang Bisa Dilakukan Pertampalan	49
IV.1.2. Foto Yang Tidak Bisa Dilakukan Pertampalan.....	50
IV.2. Data Hasil Perhitungan	50
IV.2.1. Nilai Residual Dari Titik Gcp.....	51
IV.2.2. Uji Ketelitian	51
IV.2.2.1. Uji Harga Rata-Rata Dan Standart Deviasi	52

IV.2.2.2. Uji Tingkat Kepercayaan (Level Of Significance)	54
IV.2.3. Kemiringan Obyek.....	55
IV.2.4. Variasi Skala	57
IV.3. Analisa Hasil	61
BAB V KESIMPULAN	63
V.1. Kesimpulan	63
V.2. Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

Data Hasil Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Photography Case Normal	5
Gambar 2.2.	Photography Parallel Tilt	6
Gambar 2.3.	Photography Memusat	7
Gambar 2.4.	Sistem Koordinat Foto Terrestrial	11
Gambar 2.5.	Tarnsformasi Koordinat Foto Ke Koordinat Geografis	12
Gambar 2.6.	Menu Utama ER Mapper.....	22
Gambar 2.7.	Kotak Dialog Print ER Mapper.....	23
Gambar 2.8.	Kotak Dialog Open ER Mapper	23
Gambar 2.9.	Kotak Dialog Status Proses.....	25
Gambar 2.10.	Kotak Dialog Information	25
Gambar 2.11.	Kotak Dialog Algoritm	26
Gambar 2.12.	Tombol Pemrosesan Diagram Pada Kotak Dialog Algoritm	26
Gambar 3.1.	Bentuk Dari Premark	27
Gambar 3.2.	Cakupan Kamera Vertikal Pada Foto Terrestrial.....	29
Gambar 3.3.	Posisi Kamera Diatas Theodolite	33
Gambar 3.4.	Mdel Stereoskopik	33
Gambar 3.5.	Dialog Download Data Dari Kamera Ke Komputer	34
Gambar 3.6.	Foto Yang Telah Dircropping.....	35
Gambar 3.7.	Menu Utilities Untuk Mengimport Data Dari Jpeg Ke File.Ers.....	36
Gambar 3.8.	Kotak Dialog Import Autocad Dxf	36
Gambar 3.9.	Kotak Dialog Geocoding Wizard Imput File.....	39
Gambar 3.10.	Kotak Dialog Gcp Setup	39
Gambar 3.11.	Kotak Diaiog Gcp Edit	40
Gambar 3.12.	Kotak Dialog Rektifikasi.....	40
Gambar 3.13.	Kotak Dialog Mosaik Wizard.....	41
Gambar 3.14.	Kotak Dialog Memilih File	41
Gambar 3.15.	Kotak Dialog Hasil Dan Hasil Gambar	42
Gambar 3.16.	Kotak Dialog Image Balancing	42
Gambar 3.17.	Kotak Dialog Option Balance Image	43
Gambar 3.18.	Kotak Dialog Option Balance Mosaik	43
Gambar 3.19.	Kotak Dialog Hasil Dan Gambar Hasil Balance	44
Gambar 3.20.	Mosaik Hasil Balance Dan Kotak Dialog Cell Koordinat	44
Gambar 4.1.	Hasil Pengolahan Foto Digial Yang Bisa Dilakukan Mosaik	49
Gambar 4.2.	Hasil Pengolahan Foto Digial Yang Tidak Bisa Dilakukan Mosaik	50

Daftar Tabel

Tabel 4.1.	Nilai Residual Dari Pengkoreksian Geometri.....	51
Tabel 4.2.	Hasil Perhitungan Simpangan Rata-Rata Dan Standart Deviasi.....	53
Tabel 4.3.	Hasil Hitungan Tingkat Kepercayaan.....	55
Tabel 4.4.	Nilai Kemiringan Obyek.....	56
Tabel 4.5.	Variasi Skala Foto III	58
Tabel 4.6.	Variasi Skala Foto IV.....	58
Tabel 4.7.	Variasi Skala Foto V.....	58
Tabel 4.8.	Nilai Variasi Skala Menggunakan Variabel Fokus	60
Tabel 4.9.	Nilai Variasi Skala Menggunakan Fix Fokus.....	60

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Fotogrametri didefinisikan sebagai seni, ilmu dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam. Pada awal mulanya peralatan fotogrametri berdasarkan pada optik dan mekanik, alat yang digunakan ialah kamera analog dan alat stereo plotter untuk pengambilan dan pengolahan datanya. Sejak bergesernya teknologi dari mekanik menjadi digital, maka berpengaruh juga pada peralatan fotogrametri yang menggunakan analog dan mekanik menjadi peralatan semi digital, penerapannya ialah dengan menggunakan software komputer dalam pengolahan datanya. Software yang digunakan misalnya seperti ER mapper.

Pada tahun-tahun terakhir ini kamera digital non-metrik mengalami Perkembangan yang sangat pesat. Selain harganya yang terjangkau, dari segi teknologi juga mengalami kemajuan yaitu peningkatan kualitas gambar yang sampai pada megapixel yang artinya bahwa kualitas gambar yang dihasilkan semakin halus dalam pembesaran tertentu.

Teknik pemetaan yang ada pada saat ini banyak menggunakan cara terestrial, yang artinya teknik pengukurannya masih menggunakan alat ukur sudut dan jarak. Namun sekarang sudah berkembang alat ukur sudut dan jarak dengan teknologi digital seperti Total Station (TS), tetapi masih belum sepenuhnya dapat melakukan pemetaan terestrial pada medan yang sulit.

Dari kemajuan kamera digital nantinya akan digunakan dalam membantu pemetaan terestrial, dengan menggunakan metode fotogrametri terestrial jarak dekat, dalam pengumpulan data pada medan yang sulit dijangkau dengan teknik pengukuran yang lain.

Kemudian hasil dari pengumpulan data dari metode fotogrametri jarak dekat ini akan dianalisa mengenai efektif tidaknya hasil foto kamera digital dalam pembuatan mosaik foto. Kamera yang digunakan ialah kamera yang memiliki resolusi tinggi yaitu 5.0 megapiksel, dengan panjang fokus 35-50 mm dan jarak pemotretan kurang dari 100 meter. objek yang diteliti misalnya seperti tepi jurang, pinggir sungai yang memiliki kemiringan terrain lebih dari 45°.

I.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian ini untuk mengetahui efektifitas kamera digital non-metrik 5.0 megapixel dalam pembuatan mosaik foto terrestrial jarak dekat.

I.3. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran terhadap pengembangan sistem pemetaan terestrial fotogrametri jarak dekat dengan menggunakan kamera digital resolusi 5.0 Megapixel.

I.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada :

1. Menggunakan kamera digital non-metrik dengan resolusi 5.0 megapixel
2. Metode yang digunakan dalam pengambilan foto ialah kasus sumbu normal atau sumbu sejajar
3. Daerah yang digunakan dalam experiment ini adalah wilayah gempol-pasuruan.
4. Titik yang digunakan sebagai Ground Control Point (GCP) adalah hasil dari pengukuran Total Station yang berjumlah 21 titik yang diukur dari 5 stasiun pemotretan.

5. foto yang dihasilkan sebanyak 5 (lima) bingkai yang masing-masing akan bertampalan 60%-70% sehingga didapat 4 model stereoskopik.
6. Perangkat pengolahan data yang digunakan ialah ER Mapper 6.1
7. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui ketelitian dari kamera digital 5.0 megapixel dalam pembuatan mosaik foto terestrial jarak dekat.

I.5. Perumusan Masalah

Apakah kamera digital non-metrik 5.0 megapixel dapat digunakan untuk pemetaan fotogrametry terestrial jarak dekat.

BAB II
DASAR TEORI

II.1. Fotogrametri Terrestrial

Fotogrametri didefinisikan sebagai seni, ilmu dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam. Sesuai dengan namanya maka ilmu ini hanya menganalisis foto. Fotogrametri terrestrial merupakan suatu cabang penting ilmu fotogrametri. Ilmu ini mempelajari foto yang dibuat dengan kamera yang terletak pada permukaan bumi.

Close Range photogrammetry adalah suatu teknik pemotretan jarak dekat yang biasanya lebih kecil dari 100m atau 300m dengan kamera yang terletak dipermukaan bumi yang berprinsip pada fotogrametri. Teknik ini digunakan apabila obyek-obyek yang akan diukur tidak dapat dilakukan dengan menyentuh atau seminimal mungkin menyentuh obyek itu sendiri dengan berbagai alasan, antara lain membahayakan, tidak dapat dijangkau secara langsung atau berupa obyek-obyek yang bergerak cepat. (Paul R. Wolf, 1993).

Untuk kedudukan sumbu kamera dengan garis dasar (basis) dalam fotogrametri terrestrial jarak dekat bentuk photography (pemotretan) diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

II.1.1. Photography Case Normal

Foto yang diambil dengan dua buah garis sumbu kamera (dari posisi kamera 1 dan 2) yang sejajar antara satu dengan yang lain dan tegak lurus terhadap garis dasar B. Koordinat spasial setiap titik p (x_p, y_p, z_p) yang dapat dinyatakan dengan :

$$X_p = \frac{Y_p}{f} x_l \qquad Y_p = \frac{Bf}{p} \qquad Z_p = \frac{Y_p}{f} y \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana p merupakan paralaks, $p = x_1 - x_2$

Kesalahan pada koordinat Y utamanya merupakan sebuah fungsi kesalahan standart paralaks p oleh karena itu :

$$|\sigma_y| = \left| \frac{Bf}{p^2} \right| |\sigma_p| \dots\dots\dots(2.2)$$

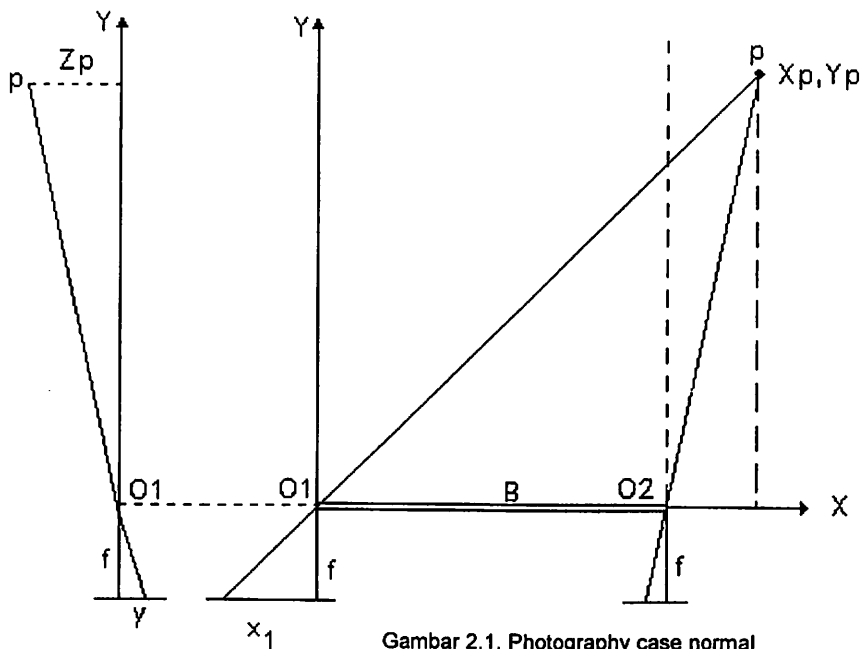
Dimana nilai B dapat dihitung sebagai berikut:

$$B = \frac{(Y_{\max})^2}{f} \left(\frac{\sigma_p}{\sigma_y} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan panjang $B = \frac{Y_{maks}}{20} < B < \frac{Y_{min}}{5}$

Sementara untuk panjang maksimum baseline yang dipergunakan tergantung pada besar sudut antara dua sinar (dari stasiun kamera sampai menuju obyek terdekat)

sehingga didapat rumus : $B_{\max} \leq \frac{1}{4} Y_{\max}$.(Wang Zizhou, 1990).



II.1.2. Photography Parallel Tilt (Sumbu Miring)

Pada metode ini foto memiliki garis-garis kamera yang sejajar miring jika dibandingkan dengan garis dasar. Geometri dalam hal ini dihubungkan dengan photography normal melalui hubungan B dan b sebagai berikut :

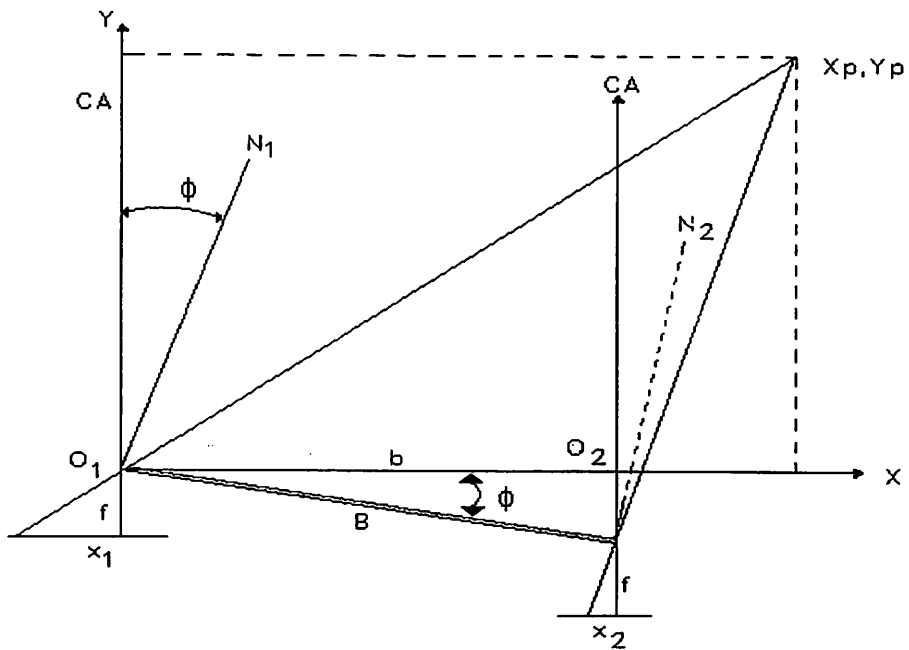
$$b = \frac{B}{f}(f \cos \phi - x \sin \phi) \dots\dots\dots(2.4)$$

yang didistribusikan dalam persamaan :

$$Y_p = \frac{B}{P}f = \frac{\frac{B}{f}(f \cos \phi - x_2 \sin \phi)}{P}f \dots\dots\dots(2.5)$$

$$X_p = \frac{\frac{B}{f}(f \cos \phi - x_2 \sin \phi)}{P}x_1 \dots\dots\dots(2.6)$$

$$Z_p = \frac{\frac{B}{f}(f \cos \phi - x_2 \sin \phi)}{P}y_1$$



Gambar 2.2. Photography Parallel Tilt

Keterangan :

- B : Panjang Baseline
- F : Panjang fokus
- Φ : Sudut kemiringan pemotretan

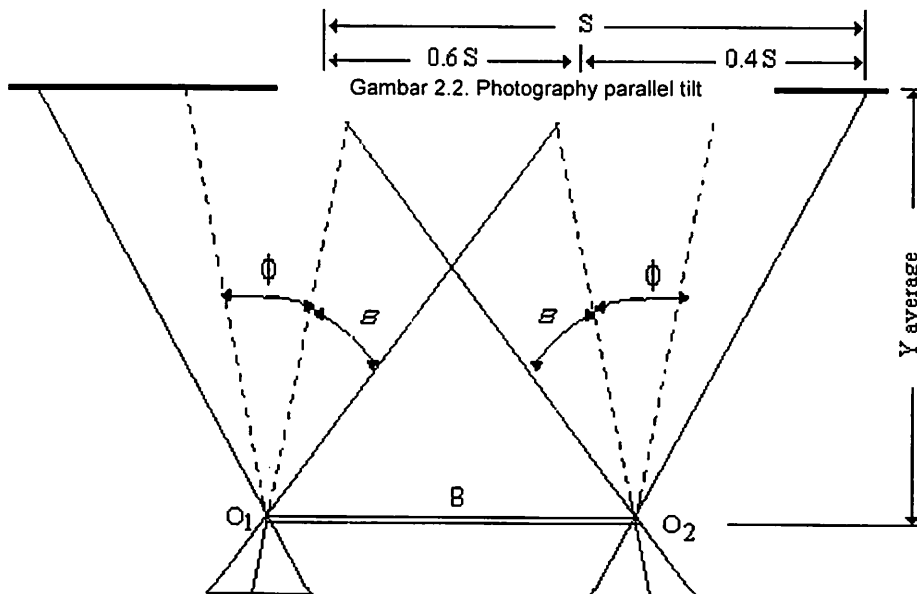
II.1.3. Photography Memusat

Foto yang pandangan stereoskopik yang direncanakan sudut pemusatannya (Φ) dalam gambar dibawah tidak boleh lebih dari 7° , pertampalan antar foto sekitar 60% pada jarak fotografik rata-rata (Y_{av}). Secara umum fotografi memusat diperoleh dari dua atau lebih posisi kamera yang menghasilkan pertampalan 100%. Untuk panjang dasar B dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$B = Y_{av} (1,4 \tan(\beta + \phi) - 0,6 \tan(\beta - \phi)) \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana $\beta = \frac{1}{2}$ sudut pandang kamera

$\phi =$ sudut pemusatan



Gambar 2.3. Photography memusat

II.2. Kamera

Kamera merupakan salah satu perekam obyek dengan menggunakan prinsip optik geometrik dengan media rekaman berupa film, dimana dari film tersebut dapat dihasilkan gambar obyek dengan bentuk film negatif maupun positif (diapositif) melalui media tersebut dapat diaplikasikan pengukuran-pengukuran dimensi obyek. (Paul R.Wolf, 1993).

II.2.1. Kamera Digital

Gambar yang dihasilkan oleh kamera digital terdiri dari ribuan atau bahkan jutaan titik yang disebut picture element (disingkat piksel). Jutaan titik tersebut oleh komputer akan dipisahkan dalam grid-grid piksel dan dipetakan dalam ukuran bit atau dalam istilah aslinya disebut bit mapping, karena itu gambar digital sering disebut "bitmaps". Ada perbedaan besar antara kamera analog dengan kamera digital, yakni tentang bagaimana "menangkap" gambar. Proses penangkapan gambar pada kamera digital pada kamera digital dilakukan oleh jenis perangkat CCD (*charge couple device*).

CCD adalah chip silikon yang terbentuk dari ribuan atau bahkan jutaan dioda fotosintesis yang disebut photosites, photoelement, atau sebagian orang menyebutnya piksel. Tiap photosite menangkap satu titik objek untuk kemudian dirangkai dengan hasil tangkapan photosite lain menjadi satu gambar. Semua proses perekaman gambar yang dilakukan oleh CCD sebenarnya dilakukan dalam format grayscale atau monokrom dengan 256 macam intensitas warna dari putih sampai hitam. Revolusi fotografi yang diwujudkan oleh Jamesclerk Maxwell pada tahun 1860-an mampu membuat gambar berwarna dari film hitam putih menggunakan filter warna merah, hijau, biru yang dikenal dengan RGB. Maxwell menemukan bahwa satu gambar yang sama apabila diberi filter ketiga warna tersebut dengan satu proyektor untuk satu warna dan kemudian digabungkan, akan membentuk gambar yang penuh warna. Proses pengolahan gambar hitam putih menjadi berwarna, yang ditemukan oleh Maxwell tersebut menjadi inspirasi

bagi pengembang kamera digital dalam mengolah hasil perekaman gambar oleh CCD yang berformat grayscale menjadi warna. (A. Fran, 2003)

II.2.2. Komponen Kamera Digital

- **Lensa**

Lensa adalah media penyaring pertama pada saat kita memindai gambar untuk disimpan

- **Perangkat pembidik**

Perangkat pembidik kamera adalah jendela kecil untuk melihat komposisi gambar yang akan dipotret, satu hal yang penting dalam perangkat pembidik ini, yaitu akurasi.

- **Media Penyimpan Data**

Media penyimpan data pada kamera digital mirip dengan film pada kamera konvensional, perbedaannya hanyalah :

1. Bisa dihapus dan digunakan kembali
2. Bersifat removable atau bisa dilepas dan dipasang kembali pada kamera
3. Bisa ditransfer langsung dari media penyimpan data ke komputer tanpa menggunakan kamera digital. (A. Fran, 2003)

II.2.3. Kalibrasi Kamera

Dalam fotogrametri jarak dekat elemen-elemen orientasi dalam tidak dapat diketahui dan tidak stabil, akibatnya dalam pengoperasian dibutuhkan titik-titik kontrol yang mencukupi disekeliling benda yang difoto. Dalam fotogrametri jarak dekat kalibrasi kamera dikarakteristikan dengan fitur bahwa jarak dasar kamera berubah sesuai dengan jarak kamera dengan benda. Ketika jarak-jarak dasar kamera berbeda sebagai akibatnya data distorsi (pergeseran lensa berbeda). Untuk kalibrasi yang lengkap dibutuhkan sebuah bidang uji dimana titik-titik kontrol diatur secara tiga dimensi, susunan untuk persebaran titik kontrol setidaknya harus mencakup benda. Setiap kali kamera difokuskan setidaknya dua bidang harus difokuskan secara tajam dan bersamaan. (Wang Zhizhou, 1990)

II.3. Sistem Koordinat Foto Terestrial

Dalam fotogrametri, posisi setiap titik yang dinyatakan dalam bentuk koordinat kartesius (koordinat tiga dimensi x,y,z) yang titik pusatnya akan selalu berbeda pada setiap foto, koordinat tersebut dikenal sebagai koordinat foto. Sering kali diperlukan transformasi dari koordinat dalam suatu yang berbeda titik pusat, orientasi dan mungkin skala.

Sebagai contoh dalam fotogrametri jarak dekat untuk pemotretan obyek diperlukan sistem transformasi koordinat dari sistem foto ke sistem tanah yang direpresentasikan terhadap datum tertentu. Sistem koordinat foto terestrial berbeda dengan sistem koordinat foto udara, perbedaannya pada sumbu-sumbu fotonya yaitu dengan adanya pada kesejajaran sumbu foto dengan sumbu koordinat tanah.

Dalam proses transformasi koordinat dari sistem foto menjadi sistem tanah dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu :

1. Translasi yaitu pergeseran sumbu atau pusat sumbu koordinat.
2. Rotasi yaitu pengaturan sumbu koordinat terhadap titik pusat tertentu.
3. Scalling perubahan skala atau ukuran sistem koordinat.

Dengan memperhatikan gambar dibawah menunjukkan bahwa :

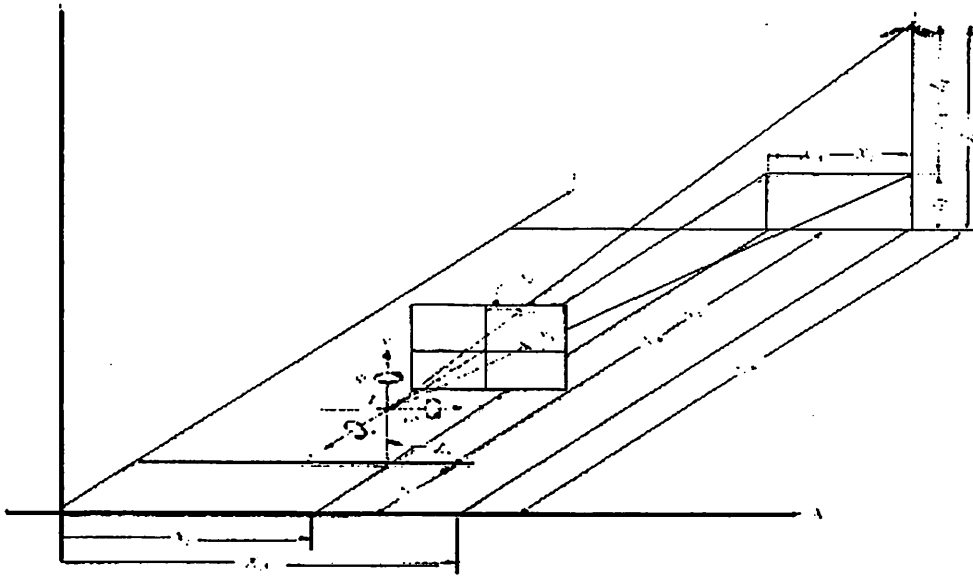
$X Y Z$ = sistem koordinat tanah

$X'Y'Z'$ = sistem koordinat foto

$X_A Y_A Z_A$ = koordinat obyek pada sistem koordinat tanah

$X_L Y_L Z_L$ = koordinat stasiun pemotretan pada sistem koordinat tanah.

Pada koordinat foto udara sumbu foto $X'Y'Z'$ sejajar dengan sumbu koordinat tanah $X Y Z$. Sedang untuk foto terestris sumbu X' sejajar sumbu X sedang sumbu $Y'Z'$ sejajar dengan sumbu Z, Y . (*Paul R. Wolf, 1993*).



Gambar 2.4. Sistem koordinat foto terestrial

II.4. Titik Kontrol Tanah

Titik kontrol tanah diperlukan untuk memperoleh akurasi geometrik ketika foto sedang digunakan dalam penyajian peta, pembuatan mosaik foto serta mosaik ortofoto. Dalam pengukuran titik kontrol tanah dapat dilakukan diantaranya dengan metode terestris. Setelah itu hal yang terpenting lainnya adalah rancangan untuk titik target, hal ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan sehingga bentuk dan ukuran target harus ditentukan dengan cermat. (Wang Zizhou, 1990).

II.5. Rektifikasi

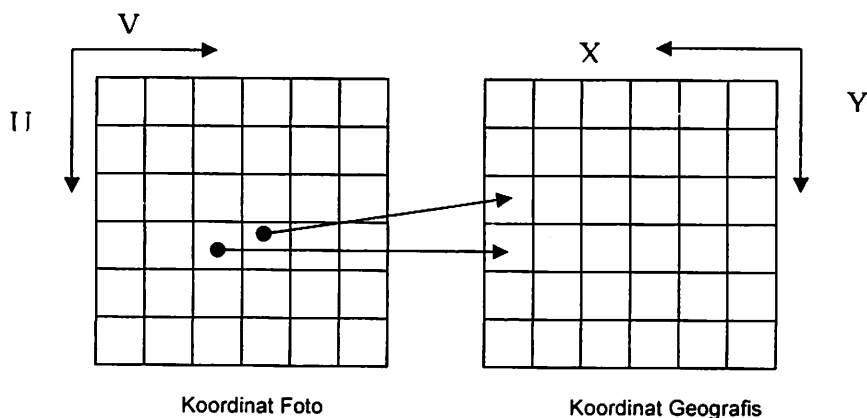
Rektifikasi secara umum mempunyai pengertian sebagai suatu proses yang berkenaan dengan kegiatan pengaturan ulang proyeksi pada foto, rektifikasi secara sistematis adalah melakukan transformasi koordinat pada sistem proyeksi pada foto dengan tujuan untuk memperoleh geometri foto yang ideal dan penyeragaman skala diakibatkan oleh kesalahan-kesalahan instrument pada saat pemotretan. Proses rektifikasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

Untuk tahapan pada rektifikasi sebagai berikut :

- Persiapan dengan menyeleksi model foto yang mencangkup area penelitian.
- Pesiapan ground control point hasil pengukuran dilapangan.
- Proses rektifikasi secara otomatis dengan menempatkan foto pada posisi yang sebenarnya.

II.6. Koreksi Geometrik

Georeferensi adalah suatu proses memposisikan atau merektifikasi suatu citra atau foto kedalam suatu sistem koordinat bumi. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan membutuhkan data seperti peta, titik kontrol tanah. Jadi sebenarnya proses tranformasi yang diterapkan melalui hubungan sistem koordinat citra atau foto (u,v) dan sistem koordinat geografis (x,y) seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5. Transformasi koordinat foto ke koordinat geografis

Dengan proses georeferensi ada dua hal yang ingin dicapai :

1. Suatu citra atau foto dapat dihubungkan pada suatu koordinat peta.
2. mengkoreksi distorsi untuk meningkatkan ketelitian ketika melakukan pengukuran atau menggabungkan citra atau foto dengan data lain dengan cara rektifikasi.

II.6.1. Metode Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik yang bersifat random juga merupakan sumber kesalahan terbesar yang diselesaikan dengan analisa titik kontrol tanah melalui fungsi transformasi yang menghubungkan antara sistem tanah dengan foto. Dalam model transformasi koordinat model matematis yang sering digunakan adalah metode polinomial. (Purwadhi, 2000).

II.6.2. Parameter Koreksi Geometrik

Yaitu persamaan matematika antara sistem kordinat citra atau foto dengan koordinat geografis. Untuk mendapatkan parameter transformasi diperoleh dengan menggunakan hitungan kuadrat terkecil. Tranformasi koordinat merupakan suatu proses untuk merubah posisi geografis suatu foto dengan mentranformasi citra atau foto tersebut kedalam datum, sistem koordinat lain, dengan persamaan umumnya :

$$X = a_{00} + a_{10} \cdot r + a_{11} \cdot c + a_{20} \cdot r^2 + a_{21} \cdot rc + a_{22} \cdot c^2 + \dots + a_{n0} \cdot r^n + a_{n1} \cdot r \cdot c^{n-1} + \dots + a_{mn} \cdot c^2 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Y = b_{00} + b_{10} \cdot r + b_{11} \cdot c + b_{20} \cdot r^2 + b_{21} \cdot rc + b_{22} \cdot c^2 + \dots + b_{n0} \cdot r^n + b_{n1} \cdot r \cdot c^{n-1} + \dots + b_{mn} \cdot c^2 \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

- r,c : koordinat sistem citra
- X,Y : koordinat sistem tanah
- a₀₀,b₀₀ : translasi
- a₁₀,a₁₁,a_{nn} : parameter polinomial
- b₁₀,b₁₁,b_{nn} : parameter polinomial
- n : orde polinomial

Jumlah titik kontrol tanah tergantung pada tingkat persamaan polinomial yang dipergunakan dalam transformasi koordinat.

Pada umumnya tingkat polinomial dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

- Polinomial orde satu

- Polinomial orde dua
- Polinomial orde tiga

Jumlah titik kontrol tanah untuk masing-masing orde biasanya dapat mengikuti rumus sebagai berikut :

Jumlah titik kontrol tanah = $(T + 1)(T + 2)/2$, T adalah orde fungsi transformasi koordinat citra dalam c,r sedangkan koordinat titik kontrol tanah adalah X_i, Y_i atau E_i, N_i dimana:

$$X = f(c,r); Y = (c,r); c = f(X,Y); r = f(X,Y)$$

Model persamaan orde 1 adalah :

$$X = a_0 + a_1.c_1 + a_2.r_1 \dots\dots\dots(2.11)$$

$$Y = b_0 + b_1.c_1 + b_2.r_1 \dots\dots\dots(2.12)$$

Model persamaan orde 2 adalah :

$$X = a_0 + a_1.c_1 + a_2.r_1 + a_3.c_1^2 + a_4.r_1^2 + a_5.c_1.r_1 \dots\dots\dots(2.13)$$

$$Y = b_0 + b_1.c_1 + b_2.r_1 + b_3.c_1^2 + b_4.r_1^2 + b_5.c_1.r_1 \dots\dots\dots(2.14)$$

Model persamaan orde 3 adalah :

$$X = a_0 + a_1.c_1 + a_2.r_1 + a_3.c_1^2 + a_4.r_1^2 + a_5.c_1.r_1 + a_6.c_1^3 + a_7.c_1^2.r_1 + a_8.c_1.r_1^2 + a_9.r_1^3 \dots\dots\dots(2.15)$$

$$Y = b_0 + b_1.c_1 + b_2.r_1 + b_3.c_1^2 + b_4.r_1^2 + b_5.c_1.r_1 + b_6.c_1^3 + b_7.c_1^2.r_1 + b_8.c_1.r_1^2 + b_9.r_1^3 \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

- c,r : sistem koordinat citra
- X,Y : sistem koordinat tanah
- $a_0 a_1$: parameter

Model persamaan polinomial yang dikenal sebagai Metode Langsung (direct Method).(Wang Zhizhou, 1990).

Sedangkan persamaan polinomial metode tak langsung untuk orde 2 adalah :

$$x = c_0 + c_1X + c_2Y + c_3XY + c_4X^2 + c_5Y^2 \dots\dots\dots(2.17)$$

$$y = d_0 + d_1X + d_2Y + d_3XY + d_4X^2 + d_5Y^2 \dots\dots\dots(2.18)$$

koreksi geometris dilakukan dengan cara mentransformasikan sistem koordinat citra (p,q) atau (r,c) kedalam sistem koordinat tanah (X,Y). Untuk memperkecil distorsi yang muncul maka diperlukan adanya koordinat perantara(x,y).

II.7. Resampling Citra Foto

Setelah melakukan proses georeferensi ada suatu proses lanjutan yang disebut dengan resampling. Resampling ini merupakan proses transformasi foto dengan cara memberikan nilai piksel citra terkoreksi. Pelaksanaan resampling dilakukan dengan proses transformasi dari suatu sistem koordinat ke sistem koordinat yang lain, hubungan antara kedua sistem koordinat dinyatakan dengan fungsi pemetaan transformasi spasial. Proses resampling dilakukan dengan transformasi spasial untuk mencari nilai piksel pada transformasi spasial yang dilakukan dengan pembesaran dan pengecilan resolusi foto.

Persamaan transformasi geometriknya sebagai berikut :

$$u = f (X,Y) \dots\dots\dots(2.19)$$

$$v = g (X,Y) \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

(u,v) adalah koordinat piksel atau foto asli

(x,y) adalah koordinat peta

f,g : fungsi transformasi

Dari rumus diatas, seolah-olah persamaan tersebut menentukan posisi citra atau foto yang terdistorsi berhubungan dengan posisi dipeta yang dianggap benar dan tidak terdistorsi. Tetapi sebenarnya seperti itulah tahap yang perlu dilakukan pada proses koreksi geometrik, pertama kali kita menentukan sebuah matrik output cell yang kosong dan tidak terdistorsi, kemudian mengisi setiap cell tersebut dengan nilai digital dari foto yang terdistorsi. (*Sutanto, 1994*)

Ada beberapa teknik resampling yang digunakan dalam menentukan nilai digital yang tepat untuk output cell atau piksel adalah sebagai berikut :

- Nearest neighbour.

Nilai digital piksel ini diberikan dengan dasar nilai digital dari piksel terdekat dari matrik input tanpa memperhatikan pergeseran yang ada. Keunggulan dari metode ini adalah perhitungan yang sederhana dan menghindari perubahan nilai piksel, dan dapat menyebabkan adanya kenampakan yang tidak seimbang pada foto hasil keluaran. Resampling ini menggunakan nilai digital piksel terdekat sebagai nilai digital piksel pada piksel output.

- Bi-linier Interpolation

Metode ini mengevaluasi nilai dari beberapa piksel disekitar cell pada citra input untuk menghasilkan suatu nilai digital 'sintetik' yang diberikan pada piksel yang bersangkutan pada output citra atau foto. Teknik resampling ini menggunakan nilai digital empat piksel terdekat yang kemudian di interpolasi secara linier untuk memperoleh suatu nilai digital yang baru (sintetik) pada piksel output.

- Cubic Convolution

Teknik ini menggunakan data digital 16 piksel terdekat dan menggunakan interpolasi orde tiga untuk memperoleh suatu nilai digital yang baru pada piksel output, teknik resampling ini menghindarkan ujud seperti yang terjadi pada metode tangga terdekat (nearest neighbour) dan hasilnya lebih tajam dibanding dengan metode interpolasi bi-linier.

II.8. Mosaik Foto

Penyambungan mosaik foto merupakan bentuk proses lanjutan dari foto yang sudah terkoreksi untuk memperkenalkan suatu metode yang baru dalam mendapatkan informasi kewilayahan yang diharapkan dapat digunakan untuk pemantauan perkembangan wilayah secara efisien. (Sardy S, 1992).

Untuk keperluan perencanaan suatu proyek biasanya dibuat suatu mosaik foto pada tahap pekerjaannya. Permasalahan utama pada pembuatan mosaik foto adalah penyamaan warna dan peletakan piksel yang tepat antara kedua foto.

Mosaik mempunyai arti keterbatasan yang serius karena gambarnya secara planimetrik tidak benar, karena dibentuk dari perspektif akan mengalami pergeseran letak gambar dan variasi skala (*Paul R. Wolf, 1993*).

Karena dalam pemotretan mempunyai keterbatasan tidak dapat meliputi seluruh wilayah maka dilakukan pengukuran dengan jalan menyambung beberapa lembar foto yang berurutan sehingga nantinya membentuk gambar utuh suatu medan.

Dalam pengerjaannya teknik pembuatan mosaik secara umum dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. mosaik terkontrol

Mosaik yang dibuat dari hasil penyambungan dua lembar foto atau lebih yang sudah direktifikasi (koreksi geometri) dengan mencocokkan obyek pada foto terhadap titik-titik tanah (GCP) yang telah diketahuikoordinatnya. Oleh karena itu jenis mosaik ini mempunyai ketelitian yang tinggi.

2. mosaik tidak terkontrol

Mosaik jenis ini disambungkan dengan hanya berdasarkan kenampakan yang sama pada dua atau lebih lembar foto sehingga diperlukan titik kontrol tanah (GCP) yang akhirnya jenis mosaik ini mempunyai ketelitian yang paling jelek.

3. mosaik semi terkontrol

Penggabungan dari dua jenis mosaik yang sebelumnya. Mosaik semi terkontrol dibuat dengan dua kemungkinan jenis foto yang digunakan dalam membentuk mosaik, jenis foto tersebut ialah :

- ✓ foto yang sudah mempunyai titik kontrol di tanah tetapi belum dilakukan koreksi geometri.
- ✓ Foto yang sudah dilakukan koreksi geometri tetapi tidak punya titik kontrol tanah.

Syarat utama membuat mosaik yaitu, tiap foto yang dijadikan mosaik harus mempunyai datum geografis dan proyeksi peta yang sama.

Sebuah mosaik dapat dibangun dari set citra atau foto :

- Dari beberapa bend yang berbeda.
- Format data yang berbeda.
- Perbedaan revolusi atau ukuran piksel.

II.9. Penyeragaman Warna

Salah satu fungsi dari pembuatan mosaik adalah menyajikan gambar kealam sebenarnya dengan warna alami sehingga dengan mudah melakukan pengenalan obyek-obyek yang ada didalamnya. Dengan ER Mapper 6.1 dapat melakukan penyeragaman kontras dan warna foto-foto pada mosaik, sehingga hasil mosaik tampak pada kesatuan gambar.

II.10. Uji Statistik

Berdasarkan nilai residu hasil pengolahan foto menggunakan ER Mapper 6.1 maka akan dapat dilakukan uji ketelitian secara statistik untuk mengetahui ketelitian dari hasil pengolahan data.

1. Harga rata-rata
2. standart deviasi (σ) dari populasi
3. tingkat kepercayaan (level of significance/ σ)

II.9.1. Uji Rata-rata dan Standart Deviasi

Uji rata-rata dan standart deviasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kesamaan/dentitas dari suatu pengamatan, yaitu seberapa jauh perbedaan antara harga rata-rata pengamatan dengan data pengamatan.

Harga rata-rata pengamatan dihitung dengan :

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(2.21)$$

Sedangkan standart deviasi dari populasi yang didekati oleh harga sampel adalah :

$$\sigma_x^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x)^2}{n-1} \dots\dots\dots(2.22)$$

untuk harga standart deviasi rata-rata dihitung dengan :

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.23)$$

II.9.2. Uji tingkat ketelitian

Uji pengamatan ini dipergunakan untuk mengetahui sebaran harga pengamatan terhadap harga rata-rata yaitu seberapa jauh pengamatan dapat diterima atau ditolak dalam batas X_1 dan X_2 . Batas penerimaan atau penolakan ditentukan oleh parameter harga rata-rata dan standart deviasi.

$$X_1 = \mu - t\sigma \leq X \leq X_2 = \mu + t\sigma \dots\dots\dots(2.24)$$

dimana :

X_1 dan X_2 : batas penolakan dan penerimaan sampel

σ : standart deviasi dari sampel

$$= S_x^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x)^2}{n} \dots\dots\dots(2.25)$$

μ : harga rata-rata

t : harga untuk $\frac{1}{2} \alpha$ yang dibaca dari tabel Distribusi student -t

berdasarkan hasil perhitungan rata-rata dan standart deviasi dari residu foto akan dapat dihitung tingkat kepercayaan (α) dari data perhitungan (Sudjana, 2001).

II.10. Pengenalan Perangkat Lunak ER Mapper 6.1

ER Mapper 6.1 adalah salah satu software yang digunakan untuk mengolah data citra dan foto, yang merupakan produk dari Eart Resources Mapping pty ltd.

Keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan ER Mapper 6.1 dalam pengolahan data foto yaitu :





1. Semua operasi dilakukan dengan sistem windows sehingga operator lebih mudah mengoperasikannya dan fleksibel.
2. Memori yang dibutuhkan hanya 300 ribu byte dalm penyimpanan disk untuk sebuah data foto.
3. Dapat menampilkan foto dua atau tiga dimensi
4. Dapat membuat mosaik dengan mudah dan cepat
5. Dapat mengintegrasikan data raster dan data vektor serta peta
6. Data dapat diorientasikan terhadap sistem tertentu yang diinginkan (ER Mapper dilengkapi dengan datum dan sistem proyeksi).

II.10.1. Menggunakan Mouse

Pada saat menjalankan ER Mapper digunakan tombol kiri mouse untuk menjalankan suatu operasi seperti memilih items dari menu, merubah jendela citra dan lain-lain. Beberapa istilah yang umum digunakan pada saat menggunakan mouse antara lain :

- Point, artinya menempatkan pointer mouse pada suatu items atau pilihan pada interface ER Mapper.
- Click (klik), artinya menempatkan pointer mouse suatu items dan menekan tombol kiri mouse sekali, sedangkan double-click berarti menekan tombol kiri mouse dua kali.
- Drag, artinya menekan tombol kiri mouse, menahannya kemudian membawa pointer mouse ke lokasi / blok baru.

Simbol dari pointer mouse akan berubah tergantung dari apa yang ditunjukkan oleh posisi/lokasi pointer tersebut.

POINTER	LOKASI PADA LAYAR	FUNGSI
	Bebas	Memilih perintah menu dan tombol klik, menunjuk citra untuk melihat nilai data/koordinat.
	Menu bar dan kotak dialog	Menunjukkan sedang melakukan proses dan dalam proses menunggu hasil
I	Lokasi teks	Menulis/memilih teks dan menempatkan kembali keposisi pointer
	Di dalam windows citra yang sedang aktif	Memperbesar, memperlancar dan memindahkan citra kedalam window citra.
	Di dalam windows citra yang sedang aktif	Memilih windows yang tidak aktif untuk diaktifkan
	Di dalam windows citra ketika dilakukan edit	Menggambar notasi, region/obyek.

II.10.2. Menu Utama ER Mapper 6.1

Menu utama muncul langsung setelah kita menjalankan (membuka) ER Mapper 6.1 yang mempunyai 2 komponen utama yaitu menu bar (menu pilihan) dan tool bar button (tombol toolbar) seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.6 Menu utama ER Mapper 6.1

Keterangan :

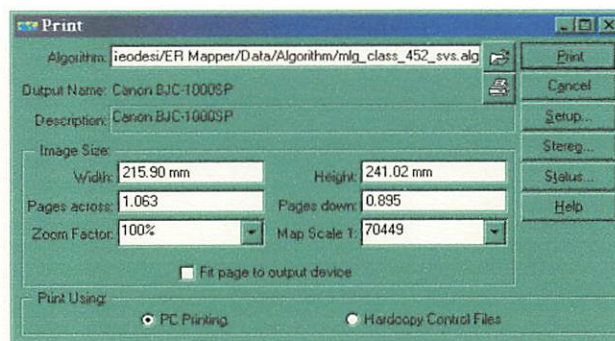
1. Menu bar ialah pilihan perintah yang akan digunakan pada pengolahan citra, untuk memilih perintah baru pada menu bar, klik nama menu bar kemudian arahkan pointer pada perintah yang akan dijalankan.
2. Toolbar, kumpulan perintah-perintah dalam satu menu pilihan yang terdiri dari bermacam-macam fungsi dan perintah.
3. Tombol toolbar, icon yang sekaligus berfungsi sebagai tombol untuk menjalankan satu perintah tertentu yang dapat diketahui dengan mengarahkan pointer ke tombol tersebut sehingga timbul tool tips yaitu keterangan tulisan mengenai perintah.
4. Title bar, tombol-tombol yang berfungsi secara urut dari ujung kanan ; menutup menu utama dan keluar; memperbesar tampilan menu utama ; menyembunyikan menu utama namun tidak keluar/menutup menu utama tersebut.

Dalam perangkat lunak ER Mapper 6.1 terdapat 14 buah toolbar selain toolbar standart dan tool bar fungsi umum (common function toolbar). Semuanya dapat diaktifkan atau disembunyikan..

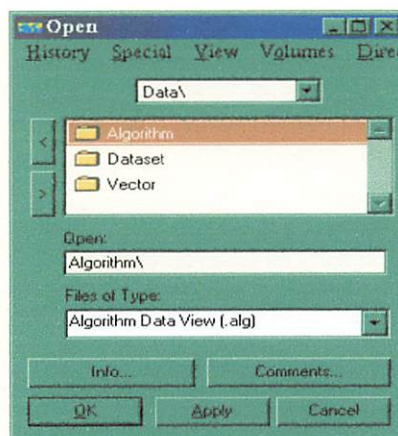
II.10.3. Kotak dialog ER Mapper 6.1

Pada saat memilih perintah atau menekan tombol pada toolbar sering muncul kotak dialog yang mengharuskan kita untuk mengisi pada kotak kosong atau memilih file, atau memilih option yang disediakan ER Mapper dengan meng-klik scroll bar (panah geser).

Kotak dialog yang ada dalam ER Mapper 6.1 sangat banyak sesuai dengan perintah dan operasi yang dilakukan. Namun secara umum dapat dipresentasikan oleh kotak dialog open dan Print dimana terdiri dari beberapa unsur yaitu :



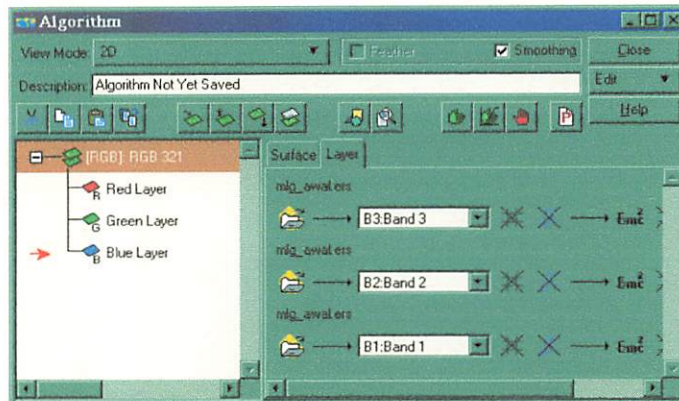
Gambar 2.7. Kotak dialog print ER Mapper 6.1



Gambar 2.8. Kotak dialog Open ER Mapper 6.1

Keterangan :

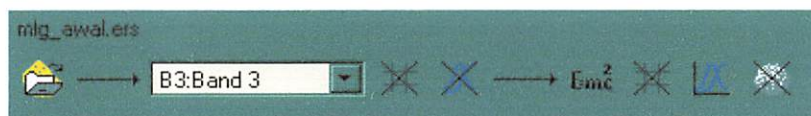
1. Tombol pemasukan file yang bisa diisi dengan menuliskan path dan direktori file atau bisa langsung memilih file dengan meng-klik posisi direktorinya.
2. Tombol untuk melihat daftar pilihan yang sudah disediakan oleh ER Mapper 6.1.
3. Tombol pilihan berupa memberikan tanda pada tempatnya sesuai dengan keterangan yang tertulis disampingnya.
4. Tempat teks yang harus diisikan dengan menempatkan pointer pada baris teks yang akan diisi.
5. Menu bar yang disediakan pada kotak dialog open file berfungsi untuk pengaturan dan penempatan file. Menu-menu tersebut adalah :
 - History Menu, merubah direktori aktif berisi daftar direktori yang telah dibuka berurutan dari yang baru dibuka dan yang lama berada dibawahnya.
 - Special Menu, merubah direktori awal (home direktori) atas untuk menandakan mana sebagai direktori awal serta mengembalikannya ke normal.
 - View Menu, mengurutkan isi direktori berdasarkan nama, tanggal pengeditan atau tanggal pembuatan.
 - Volume Menu, memasuki direktori pada disk-drive tertentu.
 - Directories Menu, merubah direktori yang dibuat oleh system manajemen (basis data) komputer.
6. Memindahkan direktori yang aktif keatas (direktori induk) atau ke bawah (sub direktori)
7. Tombol-tombol pengesahan proses yang akan dilakukan, yaitu OK untuk memulai pelaksanaan proses sekaligus menutup kotak, APPLY untuk memulai, dan CANCEL untuk membatalkan proses sekaligus menutup kotak dialog tersebut.
8. Tombol pilihan untuk memilih file yang akan ditampilkan.
9. File yang sudah dipilih dan diberi tanda highlight



Gambar 2.11. Kotak dialog Algorithm

Keterangan :

1. Tombol editing (perbanyak, penghapusan layer)
2. Layer yang sedang aktif dan keterangan jenis layer yang sedang aktif
3. Tombol yang berfungsi memindahkan layer keatas dan kebawah dalam proses overlay.
4. Tombol-tombol pemrosesan diagram nilai spectral citra penginderaan jauh yang dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.12. Tombol pemrosesan diagram pada kotak dialog algorithm

BAB III

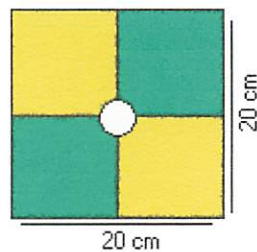
PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Alat Penelitian

Adapun peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

III.1.1. Peralatan Pengukuran dan Pemotretan:

- Kamera digital Sony Cybershoot DCS-P10 dengan :
 - ✓ 5.0 Mega Pixel max resolution
 - ✓ 4 x digital zoom
 - ✓ 4 optical zoom
 - ✓ Media bidik berupa LCD
- Premark (yang mempunyai ukuran 20 cm x 20 cm)



Gambar 3.1. Bentuk dari premark

- Theodolite: (alat untuk mengukur sudut dan jarak)
- Total Station alat untuk mengukur koodinat ground
- Peralatan tambahan berupa pelat besi yang dibuat untuk menempatkan kamera diatas theodolite untuk mendapatkan garis bidik yang sejajar dengan garis bidik theodolite.

III.1.2. Perangkat Keras

Peralatan untuk pemrosesan yang utama yaitu sebuah komputer dengan spesifikasi :

- Processor Intel Pentium III 933 Hz
- Memory sdram 128 MB

- CD room ASUS 50 speed sebagai drive E : untuk membaca data dalam bentuk CD
- Peralatan tampilan yaitu monitor
- Peralatan masukan berupa: mouse, papan ketik (keyboard)
- Peralatan pencetakan berupa :printer CANON 2100SP

III.1.3. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk download data adalah software dari kamera Sony tersebut. Sedangkan perangkat lunak dalam pemrosesan datanya adalah ER Mapper 6.1. Program ini melakukan proses rektifikasi terhadap model foto dengan titik kontrol tanah, melakukan koreksi geometric, proses mosaik serta penyeragaman warna. dan Arc View untuk keperluan memproses data vektor.

III.2. Metode Penelitian

Metode dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang masing-masing mempunyai kegiatan yang berbeda antara satu dengan yang lain.

III.2.1. Rancangan Penelitian

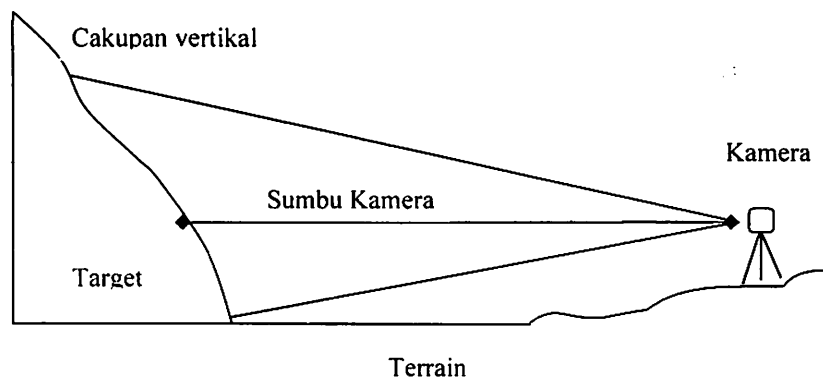
Penelitian ini masih bersifat eksperimen, dengan pengelompokan menjadi beberapa kelompok yaitu :

- Orientasi lapangan
- Perekaman Obyek
- Terrestrial untuk mengukur ground control.
- Pengolahan data, yaitu konversi sumbu pemotretan dari sistem koordinat foto terrestrial ke sistem foto udara, dimana koordinat ground control sebagai benchmark untuk mengenali ketelitiannya dalam satu jalur pemotretan dan diuji secara statistik mengenai ketelitiannya.
- Pemetaan

III.2.2. Kriteria dalam pemotretan.

Kriteria pemotretan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Obyek yang dipotret berupa tebing dengan kemiringan 45° - 75° .
- Kamera yang digunakan 1 (satu) buah yaitu kamera digital beresolusi tinggi.
- Jarak kamera dengan obyek dibuat mendekati sama (perbedaan jarak pemotretan untuk masing-masing pemotretan tidak lebih 5 meter), agar tidak terjadi variasi skala pada foto satu dengan yang lain.
- Titik pemotretan membentuk garis lurus.



Gambar 3.2. Cakupan kamera vertikal pada foto terestial

Pada tebing atau bukit yang akan dipotret secara bersambung sebanyak 5 (lima) bingkai yang membentuk sebuah strip, masing-masing bingkai saling bertampalan antara 60%-70% sehingga dengan kelima bingkai tersebut menghasilkan 4 model stereoskopis (rekonstruksi obyek tiga dimensi yang dapat dilakukan pengukuran-pengukuran dimensi)

Obyek pemotretan dipasang "premark" (tanda dipermukaan tanah yang berfungsi sebagai ground control dalam hitungan transformasi koordinat dari sistem koordinat foto ke sistem koordinat peta) sedemikian rupa sehingga setiap model stereoskopis terdapat 6 (enam) premark yang dapat menyambungkan keempat model stereoskopis secara berurutan.

Titik-titik pada ketiga model tersebut dihitung dan dianalisa ketelitian koordinatnya secara statistik.

Pada dasarnya ada tiga metode untuk membuat kontrol didalam fotogrametri terestrial, yaitu :

- Melakukan kontrol pada kamera dengan mengukur posisi orientasinya terhadap sistem koordinat terhadap obyek yang dipotret.
- Meletakkan titik kontrol dalam ruang obyek dengan cara yang sama memasang premark sebagai ground control.
- Memadukan titik kontrol kamera dan ruang obyek. (Paul R. Wolf 1993)

III.2.3. Persiapan dan Pemilihan Lokasi

Tahap ini merupakan kegiatan pemilihan lokasi yang akan dipakai dalam penelitian. Lokasi yang dipilih adalah pada bukit atau tebing yang memiliki kemiringan antara 45° sampai dengan 75° , hal tersebut dilakukan untuk menekan seminimal mungkin distorsi radial kamera yaitu distorsi akibat dari sistem proyeksi perspektif kamera.

III.2.4. Pengumpulan Data.

Cara pengumpulan data adalah dengan pemotretan dan pengukuran langsung dengan alat-alat ukur sebagai berikut :

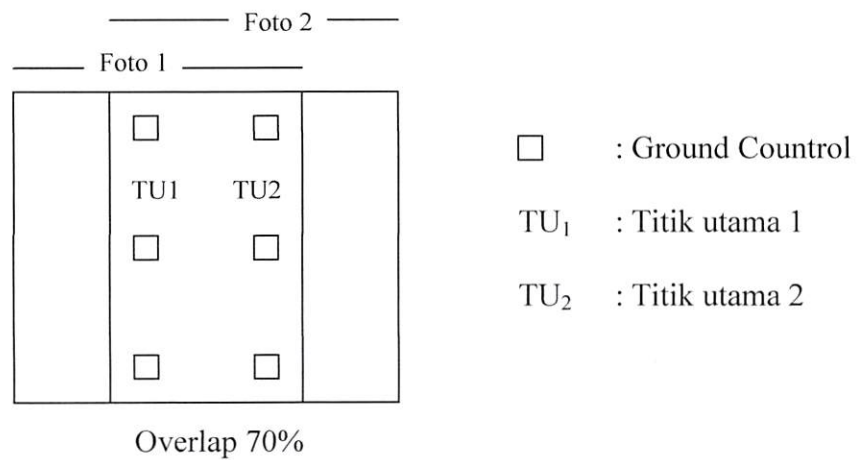
- Alat ukur terestrial dan kelengkapannya, yang berupa total station yang digunakan untuk mengukur koordinat ground. Sedangkan theodolite digunakan untuk meletakkan kamera agar koisiden masing-masing garis bidiknya dan mengukur sudut pemotretan.
- Kamera digital dengan resolusi spasial tinggi yaitu 5.0 Megapixel yang mempunyai panjang fokus 7.9-23.7 mm.
- Pengukuran koordinat model stereoskopis dilakukan dengan cara digital dengan program komputer yaitu ER Mapper 6.1.



Gambar 3.3. Posisi Kamera diatas Theodolite

III.2.5. Analisis Data

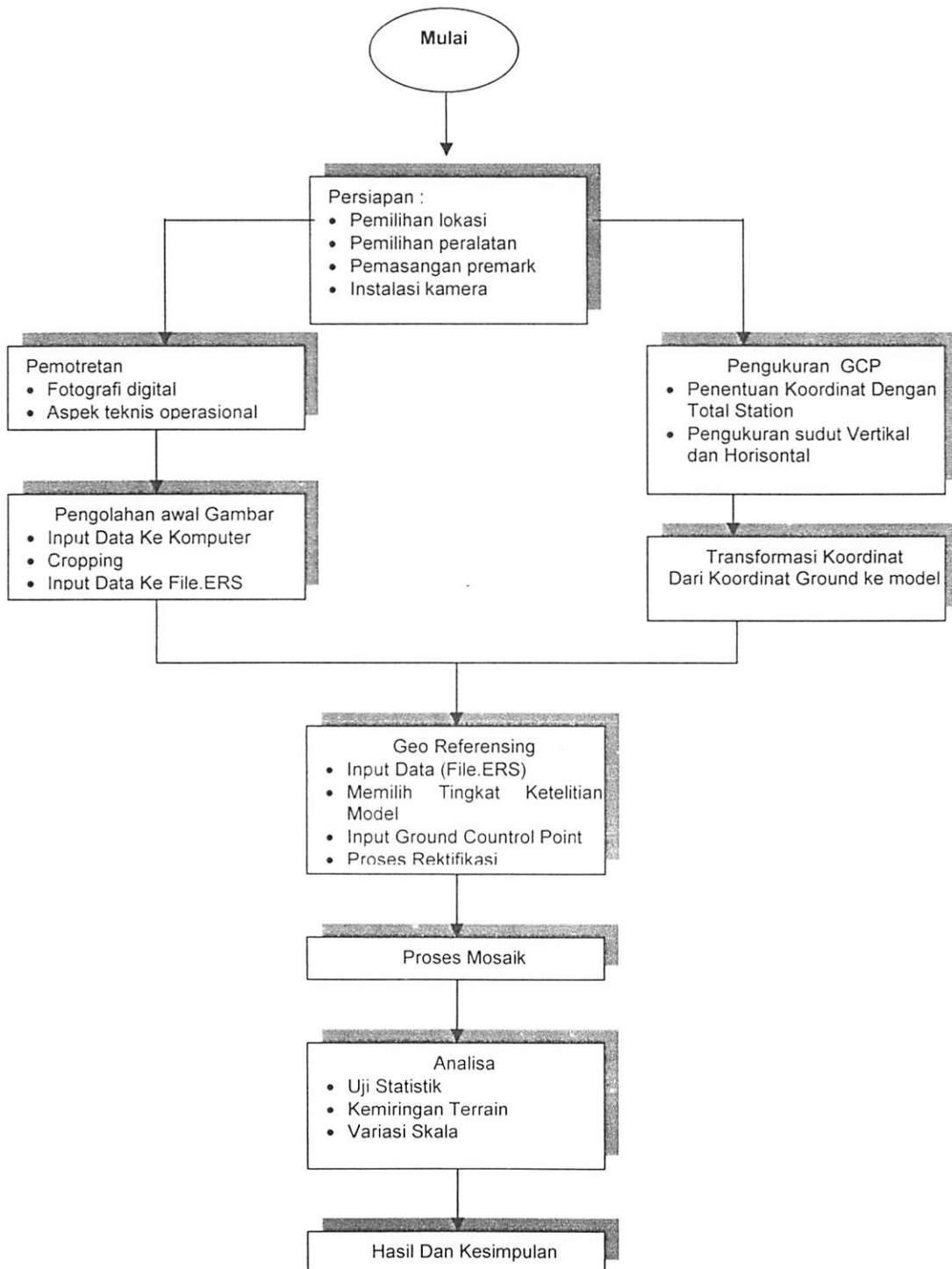
- Titik-titik kontrol yang diukur koordinatnya adalah titik kontrol pada obyek (ground control) dan titik kontrol fotogrametris (rekaman ground control pada foto), sehingga terdapat dua sistem koordinat, yaitu sistem koordinat ground dan sistem koordinat model.



Gambar 3.4. Model Stereoskopik

- Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana ketelitian yang diperoleh dari pembuatan mosaik. Cara ini dilakukan dengan menganalisa dan melakukan perhitungan statistik terhadap ΔX , ΔY yang terjadi pada titik sampel yang dipilih terhadap koordinat ground dan koordinat model.
- Analisis kemiringan terrain dengan melakukan perhitungan antara jarak dua titik (d) dengan beda tinggi (Δh).
- Variasi skala perbedaan skala pada tiap-tiap foto akibat dari kemiringan obyek.

Diagram Alir Penelitian

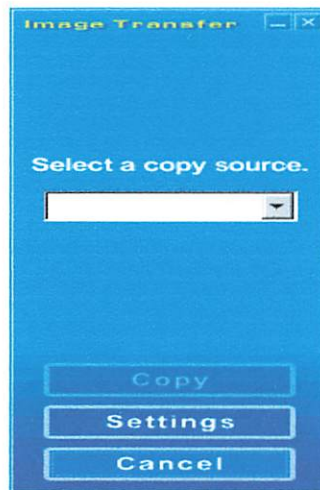


III.3. Pengolahan Awal Gambar

III.3.1. Input Data ke Komputer

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Siapkan kabel USB untuk menghubungkan antara kamera digital dengan komputer
2. Hidupkan komputer
3. Klik program transfer foto dari, kemudian muncul dialog box seperti terlihat pada gambar . Secara otomatis file akan di download dari kamera digital ke komputer.
4. Secara otomatis file akan disimpan pada direktori My Picture.



Gambar 3.5. Dialog Box Download data dari kamera ke komputer

III.3.2. Proses Pengeblokan Gambar

Proses ini dilakukan untuk membedakan antara obyek terrain dengan langit, proses ini dilakukan karena Software ER Mapper 6.1. tidak dapat mengolah foto terestrial oleh karena itu semua obyek di foto terestrial kita anggap sama, yaitu berupa obyek terrain yang dianggap rata.

Langkah-langkahnya :

1. Buka program photshop, klik Open pada menu utama terus pilih file yang telah ditransfer dari USB.

2. Pilih perintah Blok untuk membedakan daerah daratan yang dibawah dan langit dengan warna hitam untuk daratan dan abu-abu untuk langit
3. kemudian simpan gambar yang telah diblok. Hasil terlihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.

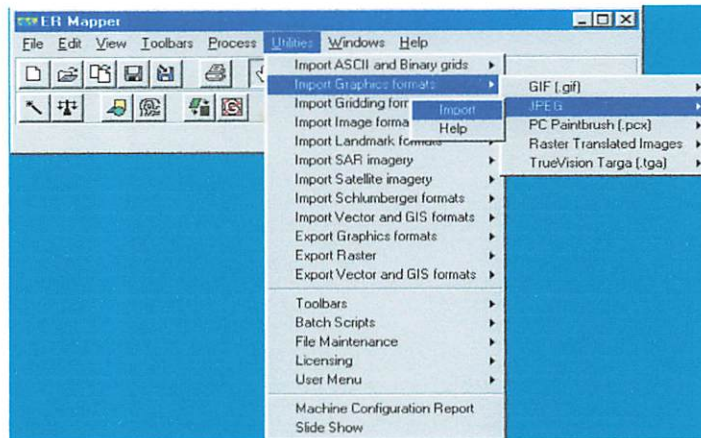


Gambar 3.6. Foto yang telah diblok

III.3.3. Import Data ke File.ERS

Langkah-langkahnya :

1. Pada menu utama ER Mapper 6.1 pilih menu Utilities-Import Graphic format sehingga kemudian akan tampak sub menu yang berisi berbagai format file yang akan diimport.
2. Untuk format file JPEG yang telah diblok lanjutkan dengan pilih JPEG-Import, kemudian muncul kotak dialog Import JPEG ke ERS.
3. Kemudian muncul dialog box Import JPEG. Isikan file JPEG pada input dataset kemudian ketik nama file output kemudian Klik Ok

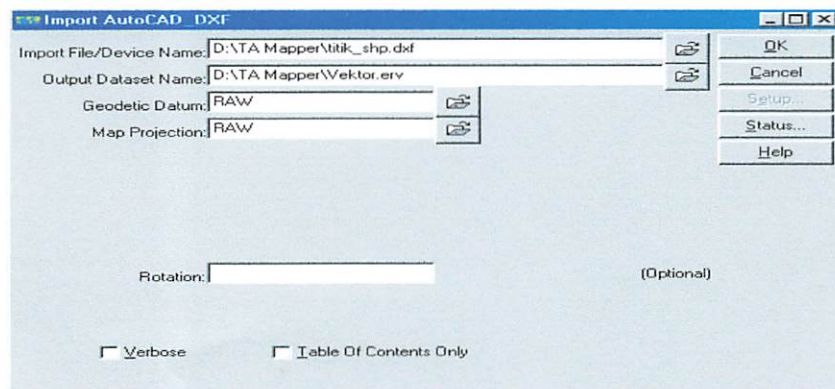


Gambar 3.7. Menu Utilities Untuk Mengimport data JPEG ke ERS

4. Import data dari JPEG ke File.ERS telah selesai

III.3.4. Import Vektor

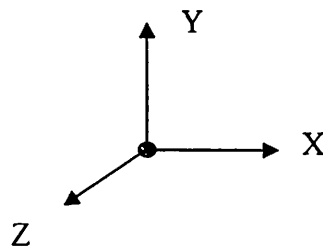
1. Pada menu utama ER Mapper 6.1 pilih menu Utilities-Import Vektor and GIS Format sehingga kemudian akan tampak sub menu yang berisi berbagai format file yang akan diimport.
2. Untuk format file AutoCAD pilih AutoCAD DXF-Import
3. Kemudian muncul dialog box Import AutoCAD DXF. Isikan file DXF pada input dataset kemudian ketik nama file output kemudian Klik Ok seperti terlihat pada gambar 3.8.



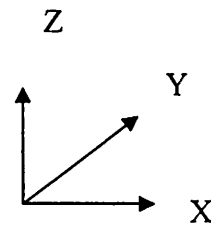
Gambar 3.8. Kotak Dialog Import AutoCAD DXF

III.4. Konversi Sumbu

Konversi sumbu koordinat dilakukan karena pada program ER Mapper tidak ada fasilitas untuk mengolah data foto terestrial. Pada ER Mapper hanya ada untuk mengolah data foto udara. Oleh karena itu sumbu koordinat pada foto terestrial dijadikan koordinat foto udara. Dimana Z menjadi Y, dan Y menjadi Z sedangkan X tetap.



Sistem koordinat foto terestrial



Sistem koordinat foto udara

Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam merubah sistem koordinat foto terestrial.

1. Menentukan persamaan garis titik-titik terjauh
2. Menentukan jarak titik terjauh (target dari garis kamera)
3. Tentukan persamaan garis sejajar dengan kamera dan melewati titik terjauh.
4. Persamaan garis ini dianggap sebagai bidang $Z = 0$
5. Jarak titik-titik target yang lain dan adanya garis baru dijadikan Z-nya
6. Nilai X (easting) adalah garis tegak lurus dengan garis kamera.

Sehingga langkah-langkah diatas diperoleh data-data koordinat yang bisa dipergunakan untuk proses transformasi koordianat dengan menggunakan rumus matematika seperti berikut :

$$y = mx + c \text{ tegak lurus } y = -\frac{1}{m}x + d \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

m adalah nilai dari stasiun berdiri alat (hasil plotting)

x,y adalah koordinat ground x,y

$$d = \left(m + \frac{1}{m}\right)x + c \text{ dan } d = y + \frac{1}{m}x \dots\dots\dots(3.2)$$

perpotongan antara sumbu X,Y adalah

$$mx + c = -\frac{1}{x} + d$$

$$\left(m + \frac{1}{m}\right)X_n = d - c$$

$$X_n = \left(\frac{d - c}{m + \frac{1}{m}}\right) \dots\dots\dots(3.3)$$

$$Y_n = mX_n + c \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

Xn,Yn adalah koordinat X,Y

C adalah nilai terkecil dari $c_1 = 90$

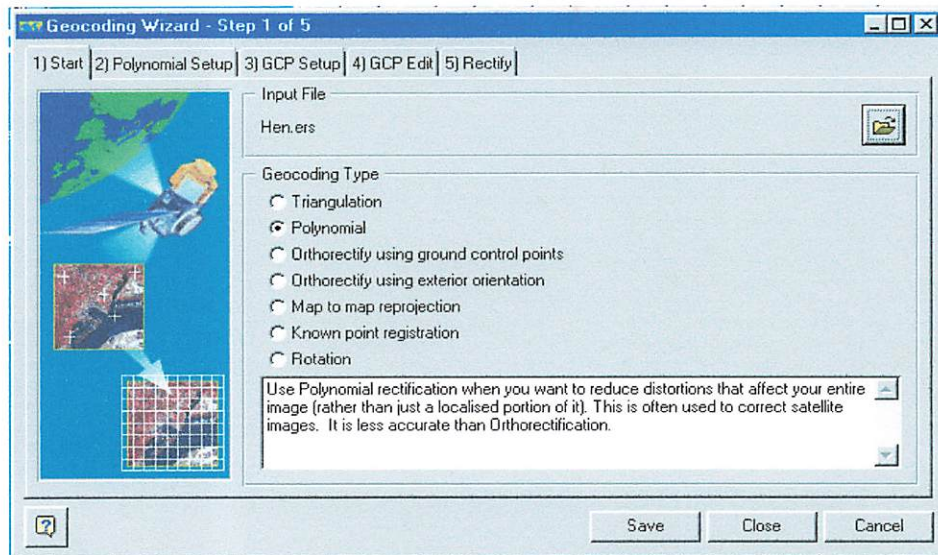
$$\text{Jarak} = \sqrt{(X_n - X_1)^2 + (Y_n - Y_1)^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

III.5. Koreksi Geometrik.

Koreksi geometrik dilakukan agar data sesuai dengan kondisi proyeksi dari peta referensi sehingga citranya mempunyai georeferensi yang sama.

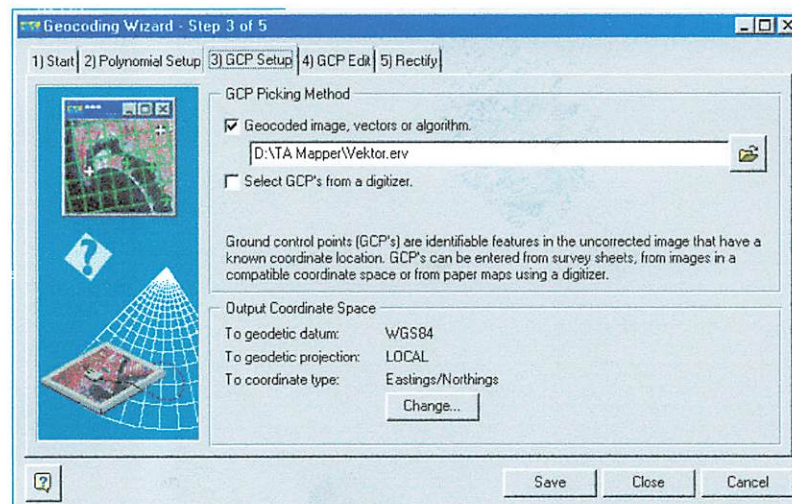
Langkah-langkahnya :

1. Pada toolbar utama ER Mapper 6.1 klik toolbar ortho and geocoding wizard kemudian akan tampil kotak dialog geocoding wizard (gambar 3.9).



Gambar 3.9. Kotak Dialog Geocoding Wizard

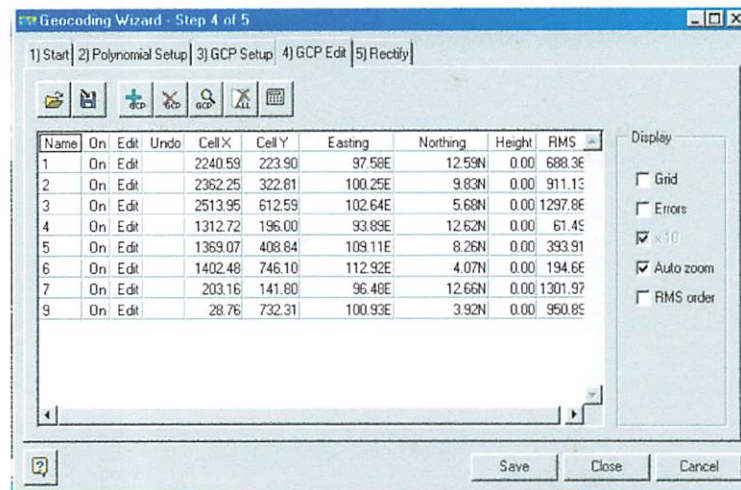
2. Masukkan File yang berextension ERS kemudian pilih Polynomial
3. Kemudian Klik menu Polynomial Setup-klik linier.
4. Klik menu GCP Setup, klik geocode image, vektor or algoritm kemudian diminta untuk memasukkan file vektor yang mempunyai ekstention erv. Seperti tampak pada (gambar 3.10.)



Gambar 3.10 Kotak Dialog GCP Setup

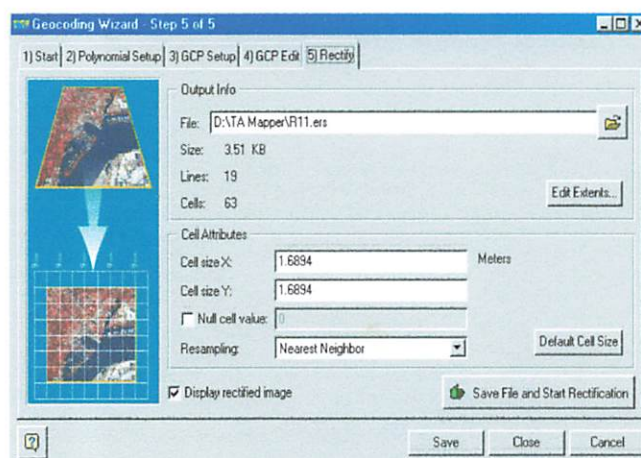
5. Selanjunya Klik Menu GCP Edit seperti tampak pada (gambar 3.11.) Saat pemasukan GCP secara otomatis akan membaca koordinat dalam sistem baris-

kolom, lalu isikan Easting ..., Northing... dengan angka koordinat hasil dari titik-titik ground.



Gambar 3.11. Kotak Dialog GCP Edit

6. Lakukan penguncian terhadap GCP yang sudah dianggap benar dengan merubah Edit pada baris GCP yang bersangkutan sehingga menjadi bernilai ON.
7. Kemudian klik menu Rectify seperti tampak pada (gambar 3.12.)



Gambar 3.12. Kotak Dialog Rektifikasi

8. Isikan Output file....., dengan nama file yang akan dihasilkan dari proses rectify ini. Kemudian klik Save File and Start Rectification. Proses rectifikasi telah selesai.

III.6. Pembuatan Mosaik

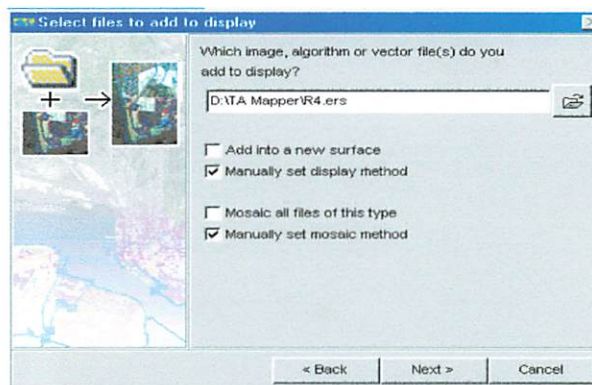
Pembuatan mosaik dilakukan dengan cara penyambungan dua buah foto atau lebih, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Klik menu File-Open, pilih file pertama yang akan dibuat mosaik
2. Kemudian klik Image Display and Mosaik Wizard. Selanjutnya akan muncul dialog box seperti pada (gambar 3.13.)



Gambar 3.13. Kotak Dialog Mosaic Wizard

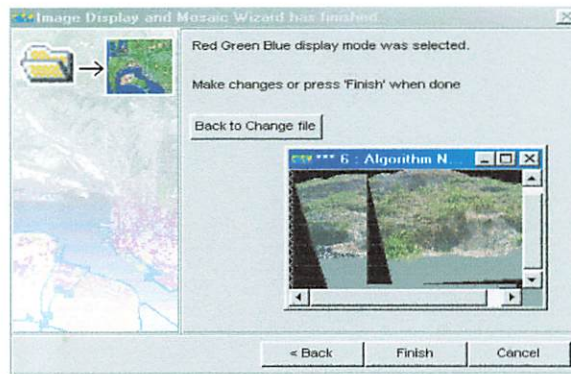
3. Klik add more this window kemudian klik next



Gambar 3.14. Kotak Dialog memilih file

4. Selanjutnya Muncul kotak dialog Select file to add to display tampak pada (gambar 3.13), pada menu ini diminta file kedua yang akan dibuat mosaik, kemudian klik Manually set display method dan manually set mosaik method, kemudian klik next.

5. Program dengan sendirinya memroses mosaik yang kemudian akan muncul menu baru dan hasil dari mosaik tersebut, seperti tampak pada (gambar 3.15.)



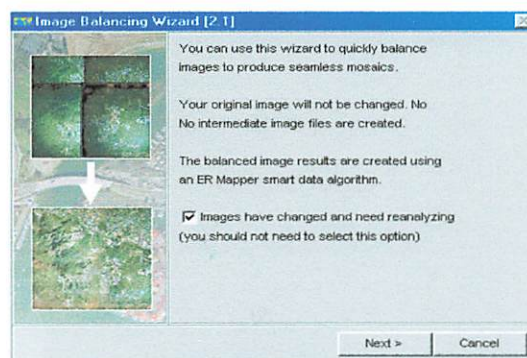
Gambar 3.15. Kotak Dialog hasil dan hasil gambar

6. Pembuatan mosaik telah selesai.

III.7. Image Balancing

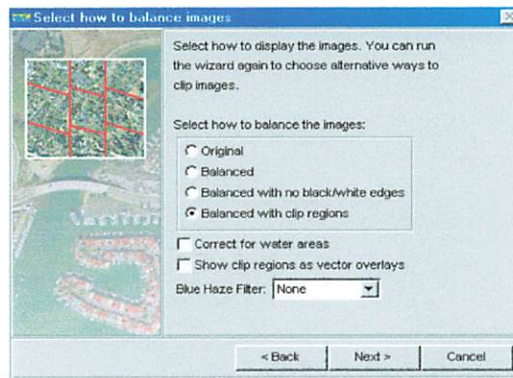
Image balancing perlu dilakukan karena foto dari hasil pembuatan mosaik masih belum menyambung dengan sempurna, untuk itu perlu dilakukan proses image balancing. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Klik menu File-Open pada menu utama ER Mapper 6.1 kemudian buka file hasil dari pembuatan mosaik. Kemudian muncul dialog box seperti tampak pada (gambar 3.16.)



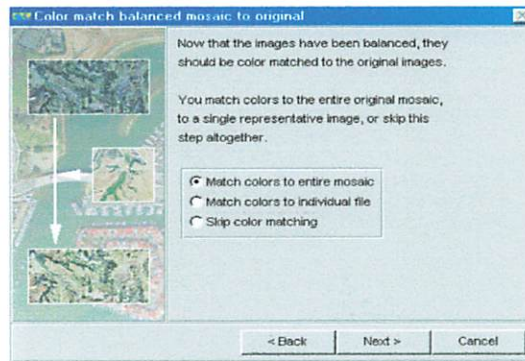
Gambar 3.16. Kotak Dialog Image balancing

2. Klik image have changed and need to reanalyzing, kemudian Klik Next.
3. Muncul kotak dialog Select how to balance image, disana ada beberapa option. Klik Balanced with clip regions terus klik next kemudian program akan proses dengan sendirinya. seperti tampak pada (gambar 3.17).



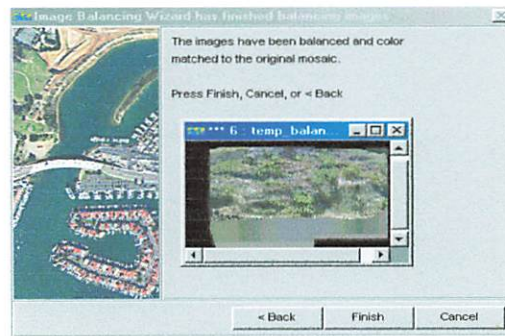
Gambar 3.17. Kotak Dialog option balance image

4. Dilanjutkan dengan kotak dialog color match balanced mosaic to original. Dimenu ini ada option lagi, terus klik match color to entire mosaic-Next kemudian program dengan sendirinya akan proses. Seperti tampak pada (gambar 3.18.)



Gambar 3.18. Kotak Dialog Option balance mosaik

5. Setelah ini akan didapatkan hasil berupa mosaik yang telah tersambung dengan sempurna. Seperti tampak pada (gambar 3.19.)



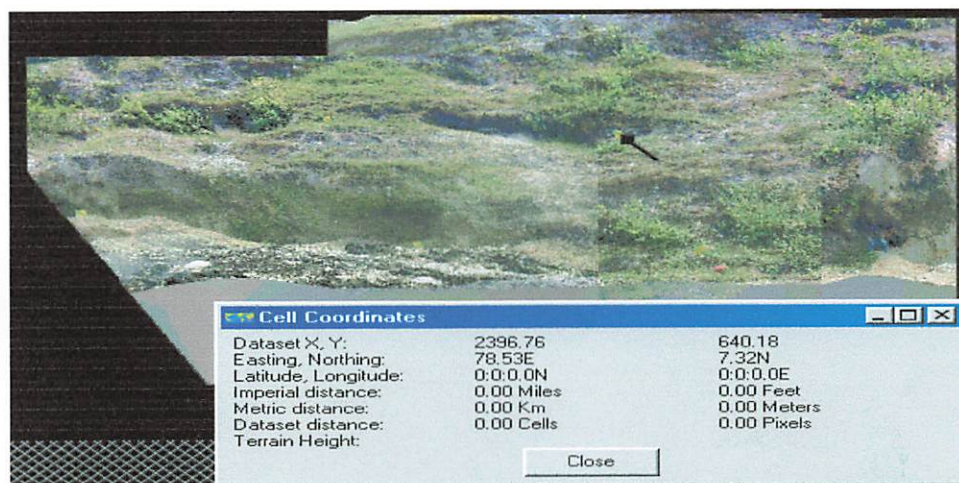
Gambar 3.19. Kotak Dialog hasil dan gambar hasil balance

6. Proses image balancing telah selesai

III.8. Pengambilan Koordinat Model

Setelah mendapatkan hasil mosaik yang baik, selanjutnya dilakukan tahapan pengambilan koordinat mosaik untuk keperluan analisa perhitungan RMS Error. Langkah langkahnya sebagai berikut :

1. Klik menu File-Open, pilih file hasil dari mosaik dan image balance.
2. Kemudian muncul file mosaik foto,
3. Difoto tersebut klik kanan mouse, yang kemudian muncul dialog box .
4. Klik cell koordinat, kemudian klik titik tengah GCP pada foto tersebut kemudian lihat berapa koordinat di kotak dialog cell koordinat, selanjutnya catat. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.20. hasil mosaik, hasil balance dan Kotak Dialog cell koordinat

Berikut data fame foto terestrial beserta hasil pembuatan moasik dari masing-masing foto, sebelum disambung menjadi satu yang membentuk 4 model stereoskopik.

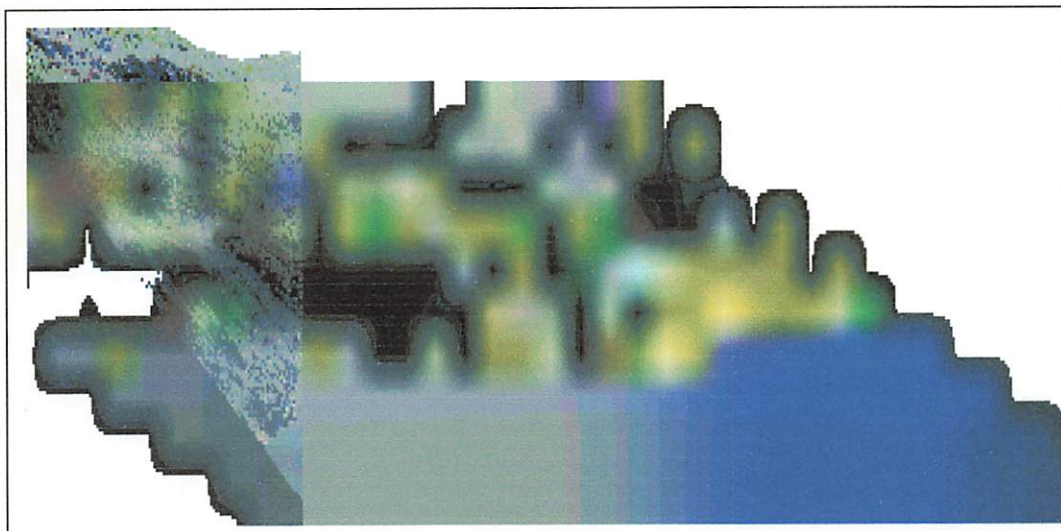
HASIL PENGOLAHAN MOSAIC FOTO TERRESTRIAL



FOTO 2



FOTO 1



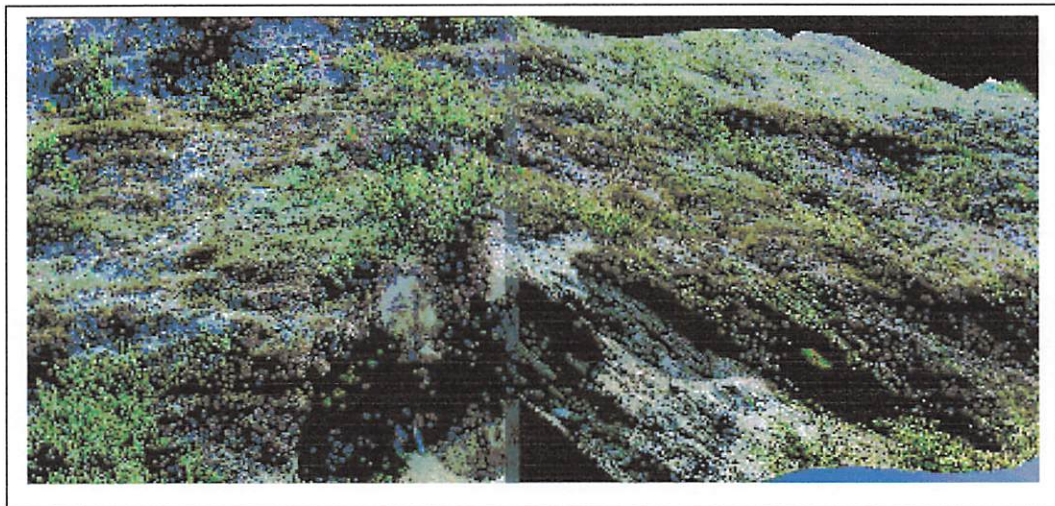
HASIL PROSESING MOSAIK FOTO 2 DAN 1



FOTO 3



FOTO 2



HASIL PROSESING FOTO TERRESTRIAL 3 DAN 2

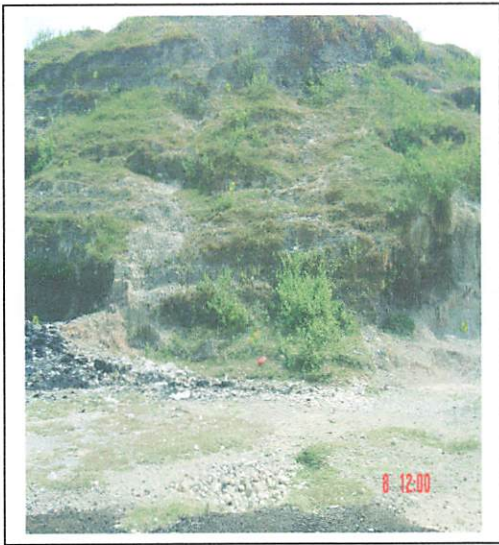


FOTO 4

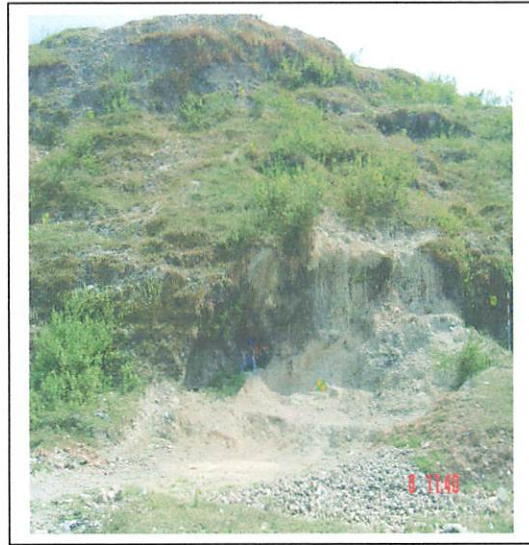


FOTO 3



HASIL PROSESING FOTO TERRESTRIAL 4 DAN 3



FOTO 5



FOTO 4



HASIL PROSESING FOTO TERRESTRIAL 5 DAN 4

BAB IV

HASIL DAN ANALISA DATA

IV.1. Data Hasil Pemrosesan

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini masih adalah sebuah tampilan moasik yang didapat dari pengolahan gambar foto kamera digital yang didalam nya sudah ada titik kontrolnya. Hasil dari pembuatan mosaik ini ada dua yaitu :

IV.1.1. Foto yang bisa dilakukan pertampalan

Foto yang bisa dilakukan pertampalan ialah foto -3, 4, 5, berikut tampilan gambarnya :



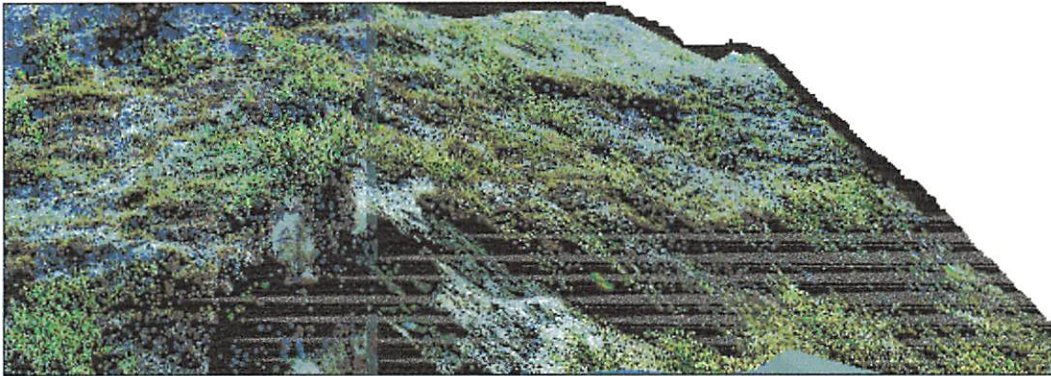
Gambar 4.1. Hasil pengolahan foto digital yang bisa dilakukan mosaik

Dari hasil gambar foto diatas beserta cara pengambilan data dilapangan dapat ditarik kesimpulan bahwa foto yang bisa dibuat mosaik harus memperhatikan hal-hal berikut ini. Yaitu :

- Pembuatan baseline yang lurus.
- Penempatan GCP yang kira-kira hampir mempunyai jarak yang sama
- Jarak dari stasiun pemotretan ke objek terrain harus dekat.

IV.1.2. Foto yang tidak bisa dilakukan pertampalan

Frame foto yang tidak bisa dilakukan pertampalan ialah gambar foto -1,2.



Gambar 4.1. Hasil pengolahan foto digital yang tidak bisa dilakukan mosaik

Adapun hal-hal yang dapat ditarik kesimpulan dari hasil gambar diatas beserta praktek dilapangan ialah sebagai berikut :

- Garis baseline yang tidak lurus
- Ada beberapa GCP yang jarak dari stasiun pemotretan terlampau jauh.
- Kemiringan terrain yang berada dibawah batas toleransi $\geq 50^\circ$

Oleh sebab itu data mosaik yang dipergunakan dalam analisa berikutnya adalah foto yang dapat dilakukan pertampalan yang terdiri dari data hasil foto 3, 4, 5 pertampalan dari 3 (tiga) bingkai foto terrestrial.

IV.2. Data Hasil Perhitungan

Data perhitungan dalam penelitian ini diperoleh dari file report ER Mappes 6.1 berupa file Teks (TIFF) yang kemudian disusun ulang menggunakan Microsoft Excel 2000 untuk keperluan penyajian yang lebih bagus.

Adapun data-data dari hasil perhitungan tersebut dapat dibagi menjadi dua macam yang akan dibahas secara terpisah :

IV.2.1. Nilai Residual dari titik Ground Control Point

Residual adalah perbedaan antara data pengamatan dengan data yang paling mungkin terjadi pada suatu pengukuran. Oleh karena itu residual digunakan sebagai salah satu nilai yang berpengaruh dalam ketelitian pengukuran. Ketelitian dari proses ini ditunjukkan dengan nilai residual masing-masing foto sebagai berikut :

Tabel 4.1. Nilai residual dari Pengkoreksian Goemetri

No titik GCP	Residu X	Residu Y	RMS
7	-0.87	-0.93	22.91
8	-0.18	0.96	20.72
10	-0.60	-0.26	73.34
11	-0.64	0.95	32.69
12	0.10	-1.36	116.93
13	-3.72	0.07	126.44
14	0.24	1.21	92.48
15	-0.50	-0.72	138.03
17	-0.87	1.01	25.02
18	1.52	-0.61	35.72
19	3.85	-1.18	92.23
20	1.06	0.55	43.72
21	-0.59	0.51	177.83

Keterangan :

1. Unit X dan Y dalam satuan meter (m)
2. Sistem pengkodean tingkat kesalahan RMS : Root mean Square.

Dari data diatas diperoleh nilai RMS dari koreksi geometri foto berkisar 20.72 sampai dengan 177.83 milimeter (mm).

IV.2.2. Uji ketelitian

Uji statistik ini didasarkan pada nilai residu hasil dari pengolahan foto dengan menggunakan ER Mapper 6.1 yang akan diuji secara statistik untuk mengetahui ketelitiannya.

Uji ini meliputi :

- Harga rata-rata

- Standart deviasi dari populasi
- Tingkat kepercayaan (level of significance)

IV.2.2.1. Uji Harga Rata-Rata Dan Standart Deviasi

Uji rata-rata dan standart deviasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kesamaan/dentitas dari suatu pengamatan, yaitu seberapa jauh perbedaan antara harga rata-rata pengamatan dengan data pengamatan.

Harga rata-rata pengamatan dihitung dengan :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(\text{Berdasarkan 2.19})$$

sedangkan standart deviasi dari populasi yang didekati oleh harga sampel adalah

$$\sigma_x^2 = \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \dots\dots\dots(\text{Berdasarkan 2.20})$$

jika untuk arah $(e_i - e_x) = 17.452$

$$n = 13$$

sesuai dengan rumus diatas didapat perhitungan sebagai berikut :

$$\sigma_x^2 = \frac{34.966}{13-1} = 2.913$$

$$\sigma_x = \sqrt{2.913} = 1.706$$

Untuk arah Y $(e - e) = 9.938$

$$\sigma_y^2 = \frac{9.938}{13-1} = 0.828$$

$$\sigma_y = \sqrt{0.828} = 0.909$$

Untuk harga standart deviasi rata-rata dihitung dengan :

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(\text{Berdasarkan 2.21})$$

$$= \frac{1.706}{\sqrt{13}}$$

$$= 0.473159$$

$$\sigma_{\bar{y}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0.909}{\sqrt{13}}$$

$$= 0.252111$$

Untuk hasil dari perhitungan uji rata-rata dan standart deviasi untuk residu hasil pengolahan dapat dilihat dalam tabel

Hasil perhitungan uji statistik pada mosaik dapat dilihat pada tabel 4.2. seperti dibawah ini :

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Simpangan Rata-rata dan Standart Deviasi

Σ titik	residu		$(e_i - e_x)$	$(e_i - e_x)^2$	$(e_i - e_y)$	$(e_i - e_y)^2$		
	X	Y					ax	ay
13	-0.87	-0.93	-0.78	-0.608	-0.95	0.903	0.47316	0.25211
	-0.18	0.96	-0.09	0.008	0.94	0.884		
	-0.60	-0.26	-0.51	0.260	-0.28	0.078		
	-0.64	0.95	-0.55	0.303	0.93	0.865		
	0.10	-1.36	0.19	0.036	-1.38	1.904		
	-3.72	0.07	-3.63	13.177	0.05	0.003		
	0.24	1.21	0.33	0.109	1.19	1.416		
	-0.50	-0.72	-0.41	0.168	-0.74	0.548		
	-0.87	1.01	-0.78	0.608	0.99	0.980		
	1.52	-0.61	1.61	2.592	-0.63	0.397		
	3.85	-1.18	3.94	15.524	-1.20	1.440		
	1.06	0.55	1.15	1.323	0.53	0.281		
	-0.59	0.51	-0.50	0.250	0.49	0.240		
	-0.09	0.02		34.966		9.938		

Dari hasil perhitungan harga rata-rata dan standart deviasi dari residu titik premark diperoleh harga rata-rata dan standart deviasi untuk arah X standart deviasi sebesar 0.473159 sedangkan untuk arah Y diperoleh standart deviasi sebesar 0.252111

IV.2.2.2. Uji Tingkat Kepercayaan (level of Significance)

Uji pengamatan ini dipergunakan untuk mengetahui sebaran harga pengamatan terhadap harga rata-rata yaitu seberapa jauh pengamatan dapat diterima atau ditolak dalam batas X_1 dan X_2 . Batas penerimaan atau penolakan X_1 dan X_2 ditentukan oleh parameter harga rata-rata dan standart deviasi.

$$X_1 = \mu - t\sigma \leq X \leq X_2 = \mu + t\sigma \dots\dots\dots(\text{Berdasarkan 2.22})$$

Dimana :

X_1 dan X_2 : batas penolakan dan penerimaan sampel

σ : standart deviasi dari sampel

μ : harga rata-rata

t : harga untuk $\frac{1}{2} \alpha$ yang dibaca dari tabel Distribusi student - t

Dengan adanya rumus diatas penulis mengambil hasil perhitungan untuk $\alpha = 1$

% sebagai contoh

$$\begin{aligned} X_1 &= m - t \cdot \sigma_x \\ &= -0.09 - 3.055 \cdot (0.47316) \\ &= -1.535 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2 &= m + t \cdot \sigma_x \\ &= -0.09 + 3.055(0.47316) \\ &= 1.355 \end{aligned}$$

Maka untuk arah X dapat diterima pada selang kepercayaan $-1.535 \leq X \leq 1.355$

$$\begin{aligned} Y1 &= m - t\sigma_y \\ &= -0.02 - 3.055(0.252111) \\ &= -0.750 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y2 &= m + t\sigma_y \\ &= 0.02 + 3.055(0.252111) \\ &= 0.790 \end{aligned}$$

Tabel 4.8. Nilai Variasi Skala Menggunakan Variabel Fokus

No foto	Fokus	Jarak awal	Jarak (+10m)	Jarak (+20m)	jarak (+30m)	jarak (+40m)	jarak (+50m)
FOTO 3	7.9 mm	699.696	699.698	699.886	669.712	699.696	700.057
sd (nilai skala)							
FOTO 4	7.9 mm	732.116	814.508	831.314	832.099	831.982	832.378
sd (nilai skala)							
FOTO 5	7.9 mm	752.138	752.247	752.08	751.953	752.138	752.138
sd (nilai skala)							

Dari tabel di atas dapat kita lihat bahwa pada 3 (tiga) foto terestrial memiliki. Dari masing-masing foto, besarnya sd (nilai skala) berkisar antara 669 sampai 700 nilai skala III, 732 sampai 832 nilai skala foto IV, sedangkan nilai skala foto V ialah 752.

Tabel 4.9. Nilai Variasi Skala Menggunakan Fix Fokus

No foto	Fokus	Jarak awal	Jarak (+10m)	Jarak (+20m)	jarak (+30m)	jarak (+40m)	jarak (+50m)
FOTO 3	23.7 mm	233.021	233.021	233.207	233.2071	233.332	222.154
sd (nilai skala) Prosentase							
FOTO 4	23.7 mm	277.272	277.349	277.125	269.048	277.317	277.453
sd (nilai skala) Prosentase							
FOTO 5	23.7 mm	250.666	250.666	250.783	250.483	251.479	250.665
sd (nilai skala) Prosentase							

Dari tabel di atas dapat kita lihat bahwa pada 3 (tiga) foto terestrial memiliki variasi skala lebih kecil dari table fix focus. Dari masing-masing foto, 222 sampai 233 nilai skala III, 269 sampai 277 nilai skala foto IV, sedangkan 250 sampai 251 nilai skala foto V.

Kesimpulan yang dapat ditarik dari kedua hasil perhitungan nilai variasi skala diatas ialah adanya variasi skala yang disebabkan oleh fix fokus dan variabel fokus. Fix fokus ialah kondisi panjang fokus pada saat pemotretan dengan kamera yang mempunyai zoom atau pembesaran tetap sedangkan variabel fokus ialah kondisi panjang fokus dari lensa kamera digital yang mempunyai zoom atau pembesaran. Untuk mendapatkan angka standart deviasi yang kecil dari faktor skala sebaiknya kita gunakan kamera yang mempunyai fix fokus.

IV.3. Analisa Hasil

Dalam Proses pembuatan mosaik foto, didapat hasil 2 buah mosaik Yaitu mosaik yang bisa dilakukan pertampalan seperti tampak pada gambar 4.1 dari hasil tiga buah frame foto yaitu foto-3,4,5, dan mosaik yang tidak bisa dilakukan pertampalan (tampak pada gambar 4.2). Foto-3,4,5, bisa dilakukan pertampalan karena posisi sumbu pemotretan atau base line yang tegak lurus terhadap objek Sedangkan pada hasil mosaik foto 1 dan 2 sumbu pemotretan atau garis base line tidak tegak lurus dengan terrain atau obyek yang dipotret, dalam hal ini ialah tebing dan juga kedua foto tersebut memiliki variasi skala yang besar dan memiliki kemiringan terrain dibawa $\geq 50^\circ$.

Analisa hasil untuk nilai residual titik Ground Control Point dari koreksi geometrik diperoleh nilai RMS yaitu 20.72 mm sampai dengan 177.83 mm. Untuk hasil dari uji ketelitian terhadap harga rata-rata dan standart deviasi dari 13 titik premark pada tabel 4.2 untuk arah X diperoleh 0.473 dan arah Y sebesar 0.252. Sedangkan untuk uji statistik tingkat kepercayaan terhadap nilai dari harga rata-rata dan standart deviasi dengan menggunakan tes statistik level of significance yang telah dilakukan dengan menggunakan rentang kepercayaan 1% hingga 40% didapatkan hasil untuk arah-X diterima pada rentang 1% sampai dengan 20%, sedangkan untuk arah Y diterima pada rentang 1% sampai dengan 30%.

Berdasarkan rumus 4.1 didapatkan hasil kemiringan terrain atau obyek yang tampak pada tabel 4.3 yang menunjukkan nilai kemiringan berkisar $45^\circ 8' 48.36''$ sampai dengan $53^\circ 31' 34.13''$. Jika dihubungkan dari hasil prosesing mosaik dimana foto 1 dan 2

tidak dapat dilakukan pertampalan, maka nilai kemiringan dari terrain di bawah dari 50° . Sedangkan batas toleransi harus lebih dari 50° untuk dapat melakukan proses mosaik yang baik.

Variasi skala yang dihasilkan dari foto 3,4 dan 5 disebabkan oleh jarak pemotretan yang tidak sama dari posisi kamera ke terrain untuk premark yang sama. Sedangkan untuk nilai dari besar tidaknya variasi skala kita hitung dari selisih dari skala titik dengan skala rata-rata yang kemudian akan mendapatkan hasil standart deviasi dari masing-masing frame foto. Nilai standart deviasi foto 5 memiliki standart deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan foto 3 dan 4. Sedangkan untuk hasil dari hipotesa penambahan jarak, untuk nilai standart deviasi dari foto yang sama, penambahan jarak sampai 50 m tidak terlalu berpengaruh pada hasil standart deviasi. Sedangkan apabila kita lakukan hipotesa terhadap panjang fokus, dimana kita gunakan variabel fokus dalam perhitungannya nilai dari standart deviasi menunjukkan perubahan yang amat besar, yaitu semakin kecil. Variabel fokus ini ialah kondisi panjang fokus dari lensa kamera digital yang mempunyai pembesaran optik atau zoom sedangkan fix fokus merupakan panjang fokus kamera yang tidak mempunyai pembesaran optik.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian mengenai "Pembuatan Mosaik Foto Terrestrial Jarak Dekat Dengan Kamera Digital Resolusi 5.0 Megapixel" adalah sebagai berikut :

1. Kamera digital non-metrik resolusi 5.0 megapixel efektif untuk foto terrestrial jarak dekat, dengan hasil analisa –analisa sebagai berikut :
 - Dengan adanya hipotesa perhitungan secara statistik membuktikan bahwa dengan tingkat kepercayaan antara 1%-20% untuk arah X dapat diterima dan untuk arah Y diterima pada 1%-30%, sedang nilai RMS yang diperoleh dari residual X dan Residual Y dari 13 titik ground yaitu 20.72 sampai dengan 177.83.
 - Objek yang dipotret memiliki kriteria kemiringan lebih dari 50°. Karena dengan kemiringan obyek kurang dari 50° software ER Mapper tidak mampu melakukan proses mosaik.
 - Dalam pemotretan jarak yang digunakan adalah jarak jauh (panjang), apabila jarak pendek yang dipergunakan akan berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai standart deviasi. Panjang-pendeknya fokus juga mempengaruhi nilai dari standart deviasi.
2. Disamping kesimpulan diatas dalam ekperiment ini penulis akan memaparkan adanya kesalahan dalam melakukan pengumpulan data yang telah dilakukan di lapangan.
 - a. Adanya dua foto yang dianulir, disebabkan oleh variasi skala. Variasi skala ialah perbandingan skala rata-rata dengan skala faktual dititik tersebut ini diakibatkan oleh jarak pemotretan antara stasiun kamera dengan objek yang tidak sama yang disebabkan kondisi lapangan, mengakibatkan cakupan kamera setiap

- frame foto tidak sama. Sehingga menciptakan variasi skala yang besar pada dua foto tersebut sehingga tidak dapat disambung.
- b. Beberapa foto ternyata hanya memuat 7 titik kontrol yang seharusnya 9 titik kontrol yang diketahui harus terekam. Disebabkan oleh pemasangan titik GCP dengan jarak yang berbeda sehingga cakupan kamera digital tidak sampai.
 - c. Garis baseline yang tidak lurus yang disebabkan oleh kondisi lapangan.
3. Dalam prosesing datanya kami menggunakan software ER Mapper 6.1. yang mana dalam penggunaannya kami mengalami beberapa hambatan antara lain sebagai berikut :
- a. Software ini tidak bisa membedakan antara daratan dengan objek terrain, sehingga untuk mengolah data, terlebih dahulu memblock area daratan dengan tinta hitam dan area langit dengan abu-abu.
 - b. Sumbu koordinat yang digunakan dalam software ini ialah sumbu koordinat foto udara. Sehingga untuk mengolah data, harus mengkonversi koordinat foto terestrial, menjadi koordinat foto udara.
 - c. Foto 1 dan 2 tidak bisa untuk dibuat mosaiknya disebabkan oleh kemiringan obyek yang dibawah 45° . dan kondisi lapangan yang membujur maksudnya tidak berhadapan langsung dengan stasiun pemotretan.
 - d. Intepretasi mosaik foto setiap orang pasti berbeda tergantung oleh tingkat ketelitian dalam interpretasinya.

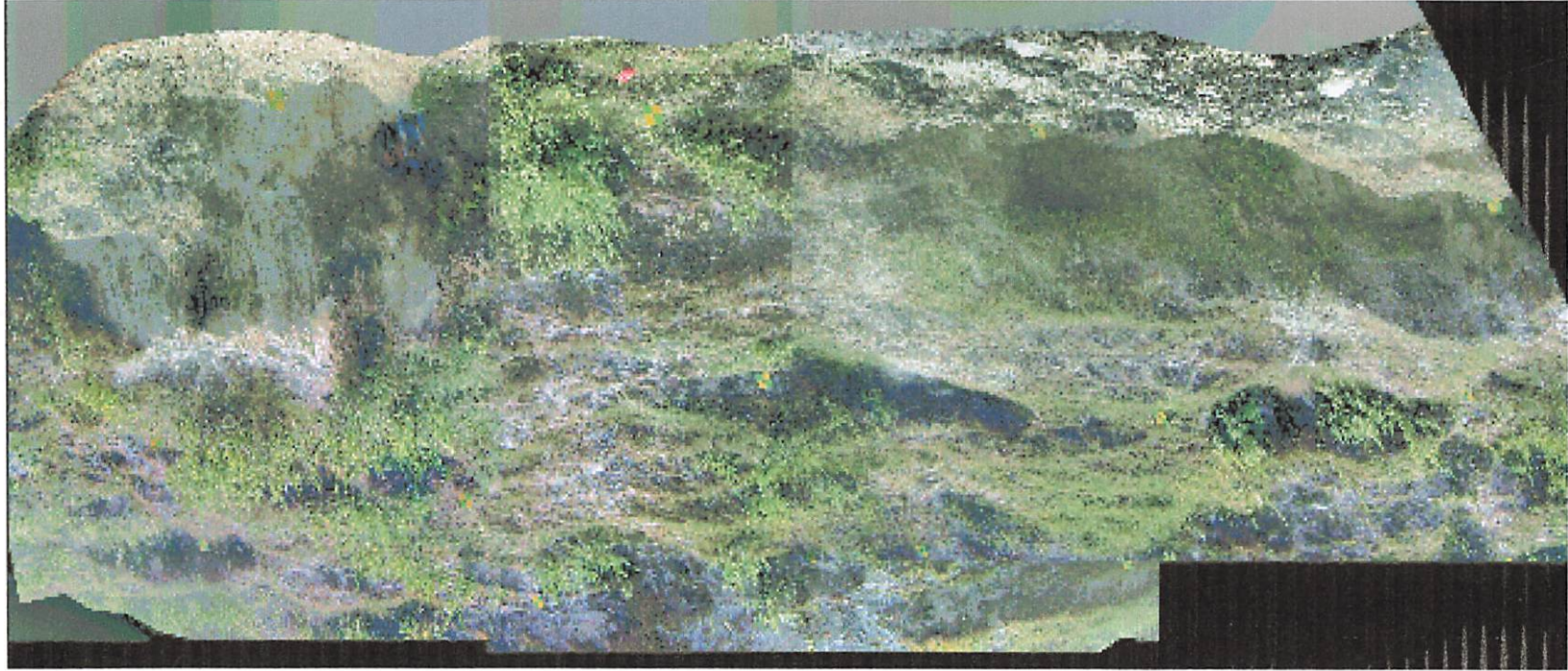
5.2. Saran

Dari penelitian ini dapat diambil suatu saran bagi pemerhati dan pengguna data foto terrestrial jarak dekat dengan kamera digital khususnya mosaik foto, antara lain :

1. Dalam experiment ini, yang penulis kaji terbatas pada efektifitas kamera digital dalam foto terrestrial. Untuk distorsi radial kamera dan distorsi perspektif kamera belum diteliti, oleh karena itu penulis berharap penelitian ini akan terus berlanjut tentunya dengan pertimbangan dan persiapan yang lebih baik untuk mendapatkan hasil yang baik.
2. Diperlukan perencanaan yang baik dalam pengumpulan data untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang diakibatkan oleh kondisi lapangan.
3. Perencanaan pemasangan titik kontrol dengan jarak yang hampir sama, pemasangan baseline harus lurus, dan penempatan jarak stasiun pemotretan agak jauh dari obyek untuk mendapatkan frame foto yang memuat 9 titik kontrol. Pemilihan lokasi yang baik untuk penelitian ialah dengan objek terrain yang memiliki kemiringan $\geq 50^\circ$ untuk mendapatkan hasil mosaik foto yang baik. $\geq 50^\circ$ merupakan batas toleransi yang diperbolehkan dan juga untuk mendapatkan nilai variasi skala yang kecil.
4. Untuk mendapatkan hasil yang baik, dalam pengolahan data foto terrestrial ini sebaiknya menggunakan software yang khusus untuk pengolahan data foto terrestrial seperti "SoftCopy Photogrammetry".

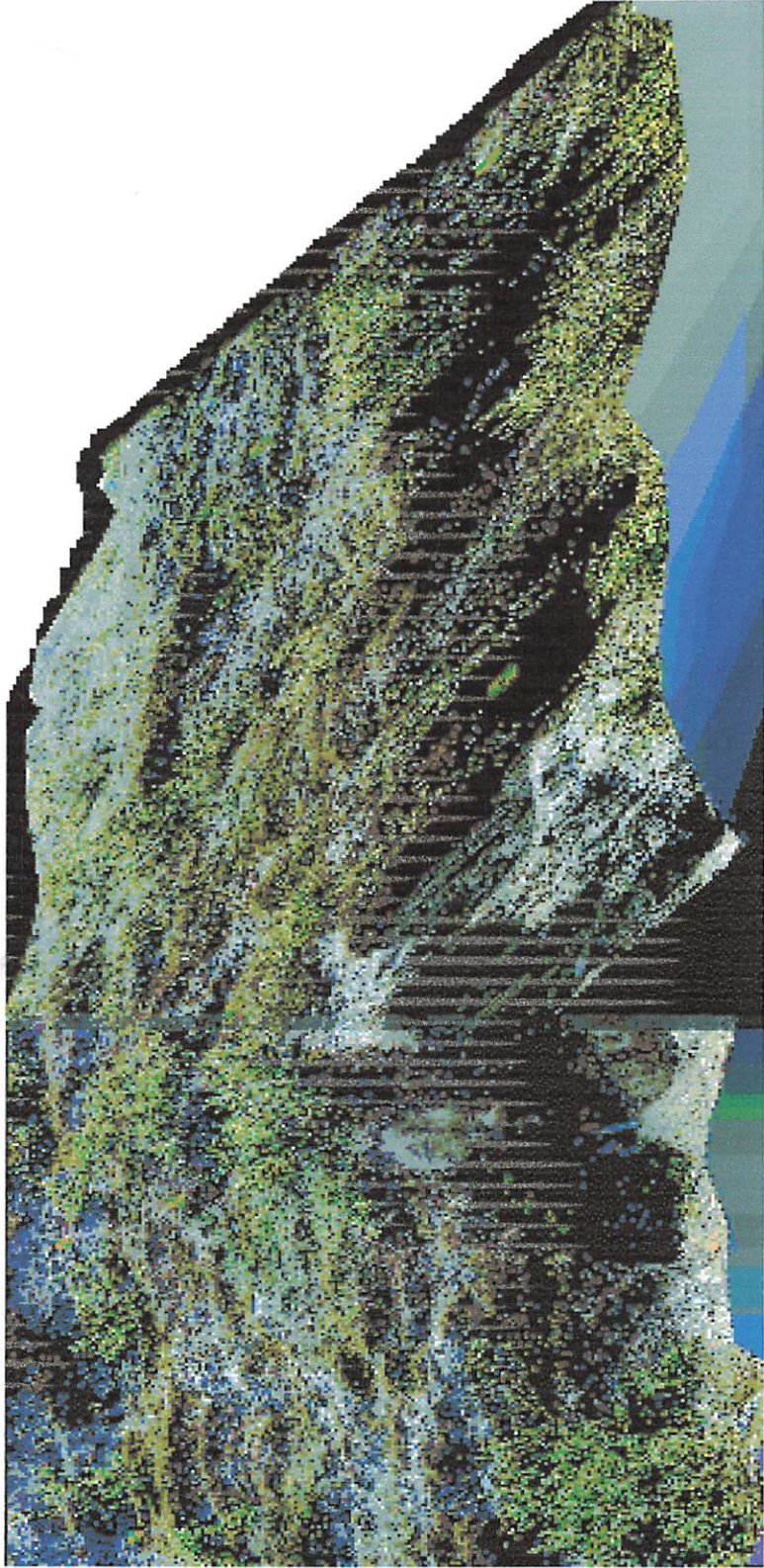
Daftar Pustaka

1. Antonius Fran Setiawan., 2003, *Panduan Belajar Fotografi Digital*, Penerbit Andi.
2. Djarwanto Drs. Ps dan Drs. Pangestu Subagiyo, Drs. MBA, *Statistik Induktif*, BPFE, Yogyakarta.
3. LAPAN., 2001, *Pengenalan ER Mapper 6.0*, Jakarta.
4. Ockert., *Manual of Photogrametry-Fourth Edition*, American Society Of Photorametry.
5. Paul Rwolf., 1993, *Elemen fotogrametri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
6. Projo Danuedoro., 1996, *Pengolahan Citra Digital Teori Dan Aplikasi Dalam Bidang Penginderaan Jauh*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
7. Sudjana., 2001, *Metoda Statistika*, Tarsito Bandung.
8. Turus Sujitno., 1995, *Teknik dan Aplikasi Geologi Foto*, PT. Rosda Jayaputra, Jayakarta.
9. Wang Zizhou. *Principles Of Photogrmatry*, Press OF Wuhan Technical University Of Surveying and Mapping.



MOSAİK FOTO TERESTRIAL

FOTO YANG TIDAK DAPAT DI MOSAIK



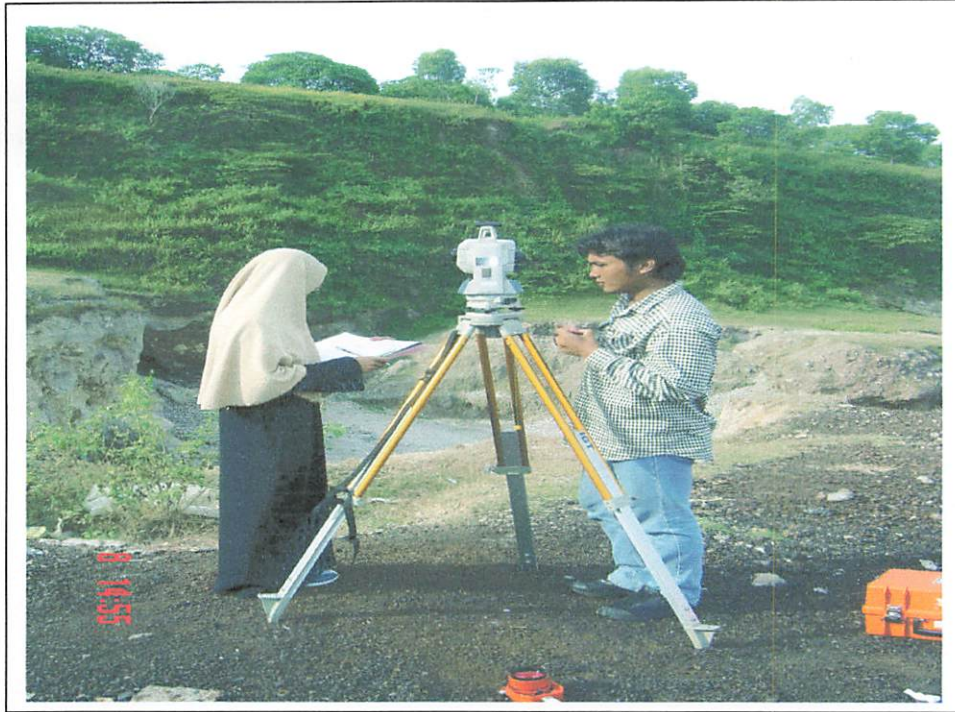
GAMBAR PENGUMPULAN DATA DAN DESKRIPSI LAPANGAN



Posisi Premark Pada Saat Pembacaan Koordinat XYZ



Menentukan Koordinat Dengan Total Station (TS) Tepat Pada Bacaan X,Y, Z.



Pencatatan Nilai Koordinat Ground Yang Di Hasilkan Dari Total Station



Posisi Premark Saat Pembacaan Koordinat



Tim Pelaksana Survei Fotogrametri Terrestrial Jarak Dekat

DAFTAR KOORDINAT GCP DAN POLIGON BESERTA HASIL KONVERSI SUMBU

Ket	Hasil dilapangan			Dikurangi			Hasil perhitungan di komputer											
				999000	9900	300	m = 7,39 c = -634,18			m1 = -0,135302			Cbaru = 90					
Target	X0	Y0	Z0	X1	Y1	Z1	Y Baru	C1	Xn	Yn	Jarak 1	Z Baru	C2	Xn1	Yn1	(X Baru)	Y Baru	Z Baru
1	99981,67	100053,50	312,59	81,67	153,50	12,59	12,59	164,55	106,13	150,19	24,68	25,32	757,1148	8,593902	88,83725	97,58	12,59	25,32
2	99986,72	100050,85	309,83	86,72	150,85	9,83	9,83	162,58	105,87	148,26	19,32	30,68	791,78885	7,881762	88,9336	100,25	9,83	30,68
3	99991,53	100047,52	305,68	91,53	147,52	5,68	5,68	159,90	105,51	145,63	14,11	35,89	824,00908	7,189108	89,02731	102,64	5,68	35,89
4	99982,52	100046,44	312,63	82,52	146,44	12,63	12,63	157,60	105,20	143,37	22,89	27,11	756,33707	8,356209	88,8694	93,89	12,63	27,11
5	100000,12	100044,39	308,26	100,12	144,39	8,26	8,26	157,94	105,25	143,70	5,17	44,83	884,36691	6,002306	89,18789	109,11	8,26	44,83
6	100006,46	100039,90	304,07	106,46	139,90	4,07	4,07	154,30	104,77	140,13	1,71	48,29	926,73521	5,542002	89,25017	112,92	4,07	48,29
7	99988,82	100040,79	312,66	88,82	140,79	12,66	12,66	152,81	104,57	138,66	15,89	34,11	797,24974	7,426036	88,99526	96,48	12,66	34,11
8	99992,75	100034,51	307,97	92,75	134,51	7,97	7,97	147,06	103,80	133,01	11,15	38,85	820,01597	6,796697	89,08041	97,22	7,97	38,85
9	99996,98	100033,31	303,92	96,98	133,31	3,92	3,92	146,43	103,72	132,40	6,80	43,20	850,07948	6,218357	89,15866	100,93	3,92	43,20
10	99982,45	100032,08	313,46	82,45	132,08	13,46	13,46	143,24	103,29	129,26	21,03	28,97	741,4597	8,109601	88,90277	85,97	13,46	28,97
11	99986,16	100029,18	309,58	86,16	129,18	9,58	9,58	140,84	102,98	126,90	16,97	33,03	765,97994	7,569444	88,97585	88,28	9,58	33,03
12	99992,05	100026,81	301,33	92,05	126,81	1,33	1,33	139,26	102,77	125,36	10,81	39,19	807,14235	6,751689	89,0865	93,27	1,33	39,19
13	99976,99	100025,25	311,76	76,99	125,25	11,76	11,76	135,67	102,29	121,83	25,53	24,47	694,27539	8,70684	88,82196	77,39	11,76	24,47
14	99980,28	100019,26	306,15	80,28	119,26	6,15	6,15	130,12	101,55	116,38	21,47	28,53	712,60145	8,166935	88,89501	78,25	6,15	28,53
15	99985,39	100015,66	301,06	85,39	115,66	1,06	1,06	127,21	101,17	113,53	15,92	34,08	746,76895	7,42997	88,99473	82,39	1,06	34,08
16	99966,96	100018,24	312,86	66,96	118,24	12,86	12,86	127,30	101,18	113,61	34,53	15,47	613,13466	9,9026	88,66018	64,27	12,86	15,47
17	99971,58	100013,92	307,33	71,58	113,92	7,33	7,33	123,60	100,69	109,98	29,37	20,63	642,96062	9,217326	88,7529	67,25	7,33	20,63
18	99973,72	100011,41	301,30	73,72	111,41	1,30	1,3	121,38	100,39	107,80	26,91	23,09	656,26715	8,890838	88,79707	68,66	1,3	23,09
19	99956,71	100013,39	313,27	56,71	113,39	13,27	13,27	121,06	100,35	107,49	44,04	5,96	532,52794	11,16581	88,48927	51,91	13,27	5,96
20	99962,45	100008,95	307,10	62,45	108,95	7,10	7,1	117,40	99,86	103,89	37,75	12,25	570,5117	10,33093	88,60223	55,95	7,1	12,25
21	99970,56	100002,02	302,13	70,56	102,02	2,13	2,13	111,57	99,09	98,16	28,79	21,21	623,5219	9,13963	88,76341	62,83	2,13	21,21
Poligon																		
I	100002,00	100018,22	299,38	102,00	118,22	-0,62	1,005	132,02	101,80	118,25	0,20	49,80	872,0918	5,340987	89,27736	100,90	1,005	49,80
II	99999,12	100010,32	299,99	99,12	110,32	-0,01	1,615	123,73	100,70	110,11	1,60	48,40	842,90601	5,527016	89,25219	95,93	1,615	48,40
III	100000,00	100000,00	300,00	100,00	100,00	0,00	1	113,53	99,35	100,09	0,66	49,34	839,09	5,402239	89,26908	95,20	1	49,34
IV	99998,40	99990,91	299,59	98,40	90,91	-0,41	1,215	104,22	98,11	90,95	0,29	49,71	818,17456	5,353507	89,27567	93,06	1,215	49,71
V	99997,05	99979,73	299,23	97,05	79,73	-0,77	0,855	92,86	96,60	79,79	0,45	49,55	797,01685	5,374926	89,27277	92,17	0,855	49,55

Tabel Perhitungan Kemiringan Obyek

Titik	Koordinat			D	ΔH	Kemiringan			
	X	Y	Z			K(Derajat)			
Premark 1	97.58	12.59	25.32	3.84	5.36	54.392256	54	23	32.12
Premark 2	100.25	9.83	30.68						
Premark 3	102.64	5.68	35.89	4.79	5.21	47.399504	47	23	58.22
Premark 4	93.89	12.63	27.11	15.8	17.72	48.20571	48	12	20.56
Premark 5	109.11	8.26	44.83						
Premark 6	112.92	4.07	48.29	5.66	3.46	31.443511	31	26	36.64
Premark 7	96.48	12.66	34.11	4.75	4.74	44.947622	44	56	51.44
Premark 8	97.22	7.97	38.85						
Premark 9	100.93	3.92	43.2	5.49	4.35	38.378282	38	22	41.82
Premark 10	85.97	13.46	28.97	4.51	4.06	41.966923	41	58	0.92
Premark 11	88.28	9.58	33.03						
Premark 12	93.27	1.33	39.19	9.64	6.16	32.573309	32	34	23.91
Premark 13	77.39	11.76	24.47	5.67	4.06	35.583234	35	34	59.64
Premark 14	78.25	6.15	28.53						
Premark 15	82.39	1.06	34.08	6.57	5.55	40.203639	40	12	13.1
Premark 16	64.27	12.86	15.47	6.28	5.16	39.399505	39	23	58.22
Premark 17	67.25	7.33	20.63						
Premark 18	68.66	1.3	23.09	6.19	2.46	21.664938	21	39	53.78
Premark 19	51.91	13.27	5.96	7.38	6.29	40.453122	40	27	11.24
Premark 20	55.95	7.1	12.25						
				8.49	8.96	46.539562	46	32	22.42

**TABEL PERHITUNGAN VARIASI SKALA DENGAN FOKUS 23.7 mm
BESERTA HASIL PERHITUNGAN DARI PENAMBAHAN JARAK**

foto 1

Tabel Variasi Skala

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	40.718	1:1718	1:1226	492	242064	340.0235
2	36.075	1:1522	27%	296	87616	
3	31.095	1:1312		86	7396	
4	34.257	1:1445		219	47961	
5	26.247	1:1107		119	14161	
6	22.134	1:933		-293	85849	
7	26.146	1:1103		-123	15129	
9	15.893	1:670		-556	309136	
					809312	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	39.715	1:1675	1:1297	378	142884	256.9237
5	34.094	1:1438		141	19881	
6	30.477	1:1285		-12	144	
7	32.173	1:1357		60	3600	
8	25.004	1:1055		-242	58564	
9	23.079	1:973		-324	104976	
					330049	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	42.304	1:1784	1:1368	416	173056	233.0212
8	25.243	1:1065		-303	91809	
9	33.436	1:1410		42	1764	
10	36.584	1:1543		175	30625	
11	32.313	1:1363		-5	25	
12	27.954	1:1179		-189	35721	
13	34.198	1:1442		74	5476	
14	27.592	1:1164		-204	41616	
					380092	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	50.801	1:2143	1:1614	529	279841	277.2722
11	44.17	1:1863		249	62001	
12	40.198	1:1696		82	6724	
13	36.447	1:1537		-77	5929	
14	40.51	1:1709		95	9025	
15	33.679	1:1421		-193	37249	
16	27.996	1:1181		-433	187489	
17	41.631	1:1756		142	20164	
18	35.324	1:1490		-124	15376	
19	32.077	1:1353		-261	68121	
					691919	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	60.801	1;2565	1;2036	529	279841	277.3498
11	54.17	1;2285		249	62001	
12	50.198	1;2118		82	6724	
13	46.447	1;1959		-77	5929	
14	50.51	1;2131		95	9025	
15	43.679	1;1842		-194	37636	
16	37.996	1;1603		-433	187489	
17	51.631	1;2178		142	20164	
18	45.324	1;1912		-124	15376	
19	42.077	1;1775		-261	68121	
					692306	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	59.789	1;2522	1;2268	254	64516	250.6661
14	52.976	1;2235		-33	1089	
15	47.812	1;2017		-251	63001	
16	58.84	1;2482		214	45796	
17	52.618	1;2220		-48	2304	
18	49.335	1;2081		-187	34969	
19	62.545	1;2639		371	137641	
20	55.319	1;2334		66	4356	
21	44.607	1;1882		-386	148996	
					502668	

foto 1

Tabel Simulasi Penambahan Jarak 20 meter

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	60.718	1;2561	1;2070	491	241081	339.781
2	56.075	1;2366		296	87616	
3	51.095	1;2155		85	7225	
4	54.257	1;2289		219	47961	
5	46.247	1;1951		-119	14161	
6	42.134	1;1777		-293	85849	
7	46.146	1;1947		-123	15129	
9	35.893	1;1514		-556	309136	
					808158	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	59.715	1;2519	1;2141	378	142884	257.1124
5	54.094	1;2282		141	19881	
6	50.477	1;2129		-12	144	
7	52.173	1;2201		60	3600	
8	45.004	1;1898		-243	59049	
9	43.079	1;1817		-324	104976	
					330534	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	62.304	1;2628	1;2212	416	173056	233.2071
8	45.243	1;1908		-304	92416	
9	53.436	1;2254		42	1764	
10	56.584	1;2387		175	30625	
11	52.313	1;2207		-5	25	
12	47.954	1;2023		-189	35721	
13	54.198	1;2286		74	5476	
14	47.592	1;2008		-204	41616	
					380699	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	70.801	1;2987	1;2458	529	279841	277.1253
11	64.17	1;2707		249	62001	
12	60.198	1;2540		82	6724	
13	56.447	1;2381		-77	5929	
14	60.51	1;2553		95	9025	
15	53.679	1;2264		-194	37636	
16	47.996	1;2025		-433	187489	
17	61.531	1;2596		138	19044	
18	55.324	1;2334		-124	15376	
19	52.077	1;2197		-261	68121	
					691186	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	69.789	1;2944	1;2689	255	65025	250.483
14	62.976	1;2657		-32	1024	
15	57.812	1;2439		250	62500	
16	68.84	1;2904		215	46225	
17	62.618	1;2642		-47	2209	
18	59.335	1;2503		-186	34596	
19	72.545	1;3060		371	137641	
20	65.319	1;2756		67	4489	
21	54.607	1;2304		-385	148225	
					501934	

foto 1

Tabel Simulasi Penambahan Jarak 30 meter

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	70.718	1;2983	1;2491	492	242064	339.658
2	66.075	1;2787		296	87616	
3	61.095	1;2577		86	7396	
4	64.257	1;2711		220	48400	
5	56.247	1;2373		-118	13924	
6	52.134	1;2199		-292	85264	
7	56.146	1;2369		-122	14884	
9	45.893	1;1936		-555	308025	
					807573	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	69.715	1;2941	1;2563	378	142884	257.1124
5	64.094	1;2704		141	19881	
6	60.477	1;2551		-12	144	
7	62.173	1;2623		60	3600	
8	55.004	1;2320		-243	59049	
9	53.079	1;2239		-324	104976	
					330534	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	72.304	1;3050	1;2634	416	173056	233.2071
8	55.243	1;2330		-304	92416	
9	63.436	1;2676		42	1764	
10	66.584	1;2809		175	30625	
11	62.313	1;2629		-5	25	
12	57.954	1;2445		-189	35721	
13	64.198	1;2708		74	5476	
14	57.592	1;2430		-204	41616	
					380699	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	80.801	1;3409	1;2870	539	290521	269.0483
11	74.17	1;3029		159	25281	
12	70.198	1;2961		91	8281	
13	66.447	1;2803		-67	4489	
14	70.51	1;2975		105	11025	
15	63.679	1;2686		-184	33856	
16	57.996	1;2447		-423	178929	
17	71.631	1;3022		152	23104	
18	65.324	1;2756		-114	12996	
19	62.077	1;2619		-251	63001	
					651483	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	79.789	1;3366	1;3111	255	65025	250.483
14	72.976	1;3076		-32	1024	
15	67.812	1;2861		-250	62500	
16	78.84	1;3326		215	46225	
17	72.618	1;3064		-47	2209	
18	69.335	1;2925		-186	34596	
19	82.545	1;3482		371	137641	
20	75.319	1;3178		67	4489	
21	64.607	1;2726		-385	148225	
					501934	

foto 1 **Tabel Simulasi Penambahan Jarak 40 meter**

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	80.718	1;3405	1;2913	492	242064	339.7095
2	76.075	1;3209		296	87616	
3	71.095	1;299		86	7396	
4	74.257	1;3133		220	48400	
5	66.247	1;2795		-118	13924	
6	62.134	1;2621		-292	85264	
7	66.146	1;2790		-123	15129	
9	55.893	1;2358		-555	308025	
					807818	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	79.715	1;3363	1;2985	378	142884	249.3387
5	74.094	1;3126		14	196	
6	70.477	1;2973		-12	144	
7	72.173	1;3045		60	3600	
8	65.004	1;2742		-243	59049	
9	63.079	1;2661		-324	104976	
					310849	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	82.304	1;3472	1;3056	416	173056	233.3324
8	65.243	1;2752		-304	92416	
9	73.436	1;3098		42	1764	
10	76.584	1;3231		175	30625	
11	72.313	1;3051		-5	25	
12	67.954	1;2867		-189	35721	
13	74.198	1;3130		74	5476	
14	67.592	1;2851		-205	42025	
					381108	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	90.801	1;3831	1;3302	529	279841	277.3171
11	84.17	1;3551		249	62001	
12	80.198	1;3383		81	6561	
13	76.447	1;3225		-77	5929	
14	80.51	1;3397		95	9025	
15	73.679	1;3108		-194	37636	
16	67.996	1;2869		-433	187489	
17	81.631	1;3444		142	20164	
18	75.324	1;3178		-124	15376	
19	72.077	1;3041		-261	68121	
					692143	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	89.789	1,3788	1,3530	258	66564	251.4799
14	82.976	1,3501		-29	841	
15	77.812	1,3283		-247	61009	
16	88.84	1,3748		218	47524	
17	82.618	1,3458		-72	5184	
18	79.335	1,3347		-183	33489	
19	92.545	1,3904		374	139876	
20	85.319	1,3599		69	4761	
21	74.607	1,3147		-383	146689	
					505937	

foto 1

Tabel Simulasi Penambahan Jarak 50 meter

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	90.718	1,3827	1,3335	492	242064	339.7095
2	86.075	1,3631		296	87616	
3	81.095	1,3421		86	7396	
4	84.257	1,3555		220	48400	
5	76.247	1,3217		-118	13924	
6	72.134	1,3043		-292	85264	
7	76.146	1,3212		-123	15129	
9	65.893	1,2780		-555	308025	
					807818	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	89.715	1,3785	1,3407	378	142884	257.1124
5	84.094	1,3548		141	19881	
6	80.477	1,3395		-12	144	
7	82.173	1,3467		60	3600	
8	75.004	1,3164		-243	59049	
9	73.079	1,3083		-324	104976	
					330534	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	92.304	1,3894	1,3478	416	173056	222.1544
8	75.243	1,3174		-304	92416	
9	83.436	1,3520		42	1764	
10	86.584	1,3653		175	30625	
11	82.313	1,3473		-5	25	
12	77.954	1,3289		-9	81	
13	84.198	1,3552		74	5476	
14	77.592	1,3273		-205	42025	
					345468	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	100.801	1;4253	1;3724	529	279841	277.4529
11	94.17	1;3973		249	62001	
12	90.198	1;3805		81	6561	
13	86.447	1;3647		-77	5929	
14	90.51	1;3818		94	8836	
15	83.679	1;3530		-194	37636	
16	77.996	1;3290		-434	188356	
17	91.631	1;3866		142	20164	
18	85.324	1;3600		-124	15376	
19	82.077	1;3463		-261	68121	
					692821	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	99.789	1;4210	1;3768	255	65025	250.6659
14	92.976	1;3923		-32	1024	
15	87.812	1;3705		-250	62500	
16	98.84	1;4105		215	46225	
17	92.618	1;3907		-48	2304	
18	89.335	1;3769		-186	34596	
19	102.545	1;4326		371	137641	
20	95.319	1;4021		66	4356	
21	84.607	1;3569		-386	148996	
					502667	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	62.304	1,7886	1,6639	1247	1555009	699.886
8	45.243	1,5726		-913	833569	
9	53.436	1,6764		125	15625	
10	56.584	1,7162		523	273529	
11	52.313	1,6621		-18	324	
12	47.954	1,6070		-569	323761	
13	54.198	1,6860		221	48841	
14	47.592	1,6024		-615	378225	
					3428883	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	70.801	1,8962	1,7376	1586	2515396	831.3144
11	64.17	1,8122		746	556516	
12	60.198	1,7620		244	59536	
13	56.447	1,7145		-231	53361	
14	60.51	1,7659		283	80089	
15	53.679	1,6794		-582	338724	
16	47.996	1,6075		-1301	1692601	
17	61.531	1,7788		412	169744	
18	55.324	1,7003		-373	139129	
19	52.077	1,6592		-784	614656	
					6219752	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	69.789	1,8834	1,8070	764	583696	752.0807
14	62.976	1,7971		-99	9801	
15	57.812	1,7317		-753	567009	
16	68.84	1,8713		643	413449	
17	62.618	1,7926		-144	20736	
18	59.335	1,7510		-560	313600	
19	72.545	1,9182		1112	1236544	
20	65.319	1,8268		198	39204	
21	54.607	1,6912		-1158	1340964	
					4525003	

Tabel Simulasi Penambahan Jarak 30 meter

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	70.718	1,8951	1,7480	1471	2163841	1022.998
2	66.075	1,8393		913	833569	
3	61.095	1,7733		253	64009	
4	64.257	1,8133		653	426409	
5	56.247	1,7119		-361	130321	
6	52.134	1,6599		-881	776161	
7	56.146	1,7107		-373	139129	
9	45.893	1,5809		-1671	2792241	
					7325680	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
			1,7690	1134	1285956	771.1392
4	69.715	1,8824		423	178929	
5	64.094	1,8113		-35	1225	
6	60.477	1,7655		180	32400	
7	62.173	1,7870		-728	529984	
8	55.004	1,6962		-972	944784	
9	53.079	1,6718			2973278	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
			1,7942	1210	1464100	669.712
7	72.304	1,9152		-950	902500	
8	55.243	1,6992		87	7569	
9	63.436	1,8029		486	236196	
10	66.584	1,8428		-55	3025	
11	62.313	1,7887		-607	368449	
12	57.954	1,7335		184	33856	
13	64.198	1,8126		-352	123904	
14	57.592	1,7590			3139599	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
			1,8642	1585	2512225	832.0996
10	80.801	1,10227		746	556516	
11	74.17	1,9388		243	59049	
12	70.198	1,8885		-232	53824	
13	66.447	1,8411		283	80089	
14	70.51	1,8925		-582	338724	
15	63.679	1,8060		-1302	1695204	
16	57.996	1,7341		424	179776	
17	71.631	1,9067		-374	139876	
18	65.324	1,8268		-785	616225	
19	62.077	1,7857			6231508	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V1	Sd
			1,9336	763	582169	751.9538
13	79.789	1,10099		-99	9801	
14	72.976	1,9237		-753	567009	
15	67.812	1,8583		643	413449	
16	78.84	1,9979		-144	20736	
17	72.618	1,9192		-560	313600	
18	69.335	1,8776		1112	1236544	
19	82.545	1,10448		198	39204	
20	75.319	1,9534		-1158	134094	
21	64.607	1,8178			52346	



Tabel Simulasi Penambahan Jarak 40 meter

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	80.718	1:10217	1,8742	1475	2175625	1019.632
2	76.075	1:9629		887	786769	
3	71.095	1:8999		257	66049	
4	74.257	1:9399		657	431649	
5	66.247	1:8385		-357	127449	
6	62.134	1:7865		-878	770884	
7	66.146	1:8372		-370	136900	
9	55.893	1:7075		-1668	2782224	
					7277549	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	79.715	1:10090	1,8956	1134	1285956	770.983
5	74.094	1:9378		422	178084	
6	70.477	1:8921		-35	1225	
7	72.173	1:9135		179	32041	
8	65.004	1:8228		-728	529984	
9	63.079	1:7984		-972	944784	
					2972074	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	82.304	1:10418	1,9170	1247	1555009	699.6962
8	65.243	1:8258		-912	831744	
9	73.436	1:9295		125	15625	
10	76.584	1:9694		523	273529	
11	72.313	1:9153		-17	289	
12	67.954	1:8601		-569	323761	
13	74.198	1:9392		221	48841	
14	67.592	1:8555		-615	378225	
					3427023	

foto 4

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
10	90.801	1:11493	1,9908	1585	2512225	831.9825
11	84.17	1:10654		746	556516	
12	80.198	1:10151		243	59049	
13	76.447	1:9676		-232	53824	
14	80.51	1:10191		283	80089	
15	73.679	1:9326		-582	338724	
16	67.996	1:8607		-1301	1692601	
17	81.631	1:1033		425	180625	
18	75.324	1:9534		-374	139876	
19	72.077	1:9123		-785	616225	
					6229754	

foto 5

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
13	89.789	1;11365	1;10601	764	583696	752.1381
14	82.976	1;10503		-98	9604	
15	77.812	1;9849		-752	565504	
16	88.84	1;11245		644	414736	
17	82.618	1;10457		-144	20736	
18	79.335	1;10042		-559	312481	
19	92.545	1;11714		1113	1238769	
20	85.319	1;5739		198	39204	
21	74.607	1;9443		-1158	1340964	
					4525694	

Tabel Simulasi Penambahan Jarak 50 meter

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
1	90.718	1;11483	1;10008	1475	2175625	1019.596
2	86.075	1;10895		887	786769	
3	81.095	1;10265		256	65536	
4	84.257	1;10665		657	431649	
5	76.247	1;9651		-357	127449	
6	72.134	1;9130		-878	770884	
7	76.146	1;9638		-370	136900	
9	65.893	1;8340		-1668	2782224	
					7277036	

foto 2

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
4	89.715	1;11356	1;10221	1135	1288225	771.1814
5	84.094	1;10644		423	178929	
6	80.477	1;10186		-35	1225	
7	82.173	1;10401		180	32400	
8	75.004	1;9494		-728	529984	
9	73.079	1;9250		-971	942841	
					2973604	

foto 3

No Titik	Jarak	Skala	Rata-rata	V	V2	Sd
7	92.304	1;11684	1;10436	1248	1557504	700.0577
8	75.243	1;9524		-912	831744	
9	83.436	1;10561		125	15625	
10	86.584	1;10960		524	274576	
11	82.313	1;10419		-17	289	
12	77.954	1;9867		-569	323761	
13	84.198	1;10657		221	48841	
14	77.592	1;9821		-615	378225	
					3430565	