



UNIVERSITAS INDONESIA



**ANALISIS PENGARUH PEMILIHAN KANAL DAN WINDOW
DALAM PROSES OTOMATISASI PENGAMBILAN TITIK
GCP UNTUK KOREKSI GEOMETRIK CITRA LANDSAT**

SKRIPSI

Cesilia Atlantika Putri

06 06 07 8304

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH PEMILIHAN KANAL DAN WINDOW DALAM
PROSES OTOMATISASI PENGAMBILAN TITIK GCP UNTUK
KOREKSI GEOMETRIK CITRA**

SKRIPSI

Cesilia Atlantika Putri

06 06 07 8304

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
DEPOK**

i

JUNI 2010

HALAMAN PERNYAAN ORISINALITAS

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

Nama : Cesilia Atlantika Putri

NPM : 0606078304

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Cesilia Atlantika Putri
NPM : 0606078304
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Pemilihan Kanal Dan Window
Dalam Proses Otomatisasi Pengambilan Titik GCP
Untuk Koreksi Geometrik Citra

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. Ir. Dodi Sudiana, M. Eng.

(.....)

Penguji : Dr. Ir. Retno Wigajatri P., MT

(.....)

Penguji : Prof. Drs. Benyamin Kusumoputro., M.Eng. Dr.Eng

(.....)

Di tetapkan di : Depok

Pada Tanggal : 25 Juni 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan buku skripsi ini. Mulai dari proses pembelajaran dan analisa yang telah dijalani dan proses penyusunan dari skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Dodi Sudiana, M. Eng, selaku pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Drs Kustiyo, M.Si, selaku pembimbing dua yang juga telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam memahami skripsi yang penulis buat ini;
3. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberi dukungan moril dan materil, serta doa untuk kesuksesan penulis;
4. Karina Novianti, Gilang Nandia Putri, Safira, Teungku Lady Devina, serta Fildha Yugaswari, para sahabat terbaik yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Teman-teman satu bimbingan dan teman seperjuangan di teknik Elektro-Komputer : Abdullah, Anggit, Barnas, Yomma, Azam, Winda, Monik, kak Mia, Gregorius, Ary, Boma yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Seluruh keluarga besar Sivitas Akademika Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu kelancaran administrasi kemahasiswaan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan mengikuti ujian skripsi.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu khususnya bidang *Remote Sensing*.

Depok, 15 Juni 2010

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cesilia Atlantika Putri

NPM : 0606078304

Program Studi : Teknik Komputer

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS PENGARUH PEMILIHAN KANAL DAN WINDOW DALAM PROSES OTOMATISASI PENGAMBILAN TITIK GCP UNTUK KOREKSI GEOMETRIK CITRA LANDSAT

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 15 Juni 2010
Yang Menyatakan



(Cesilia Atlantika Putri)

ABSTRAK

Nama : Cesilia Atlantika Putri
Program Studi : Teknik Komputer
Title : **ANALISIS PENGARUH PEMILIHAN KANAL DAN WINDOW
DALAM PROSES OTOMATISASI PENGAMBILAN TITIK GCP
UNTUK KOREKSI GEOMETRIK CITRA LANDSAT**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari nilai parameter *window* dan kanal yang dapat memaksimalkan ketelitian *image matching* sekaligus meneliti sistem baru yang diterapkan untuk membantu proses koreksi geometrik dalam tahap pemilihan titik GCP. Apabila sistem ini dapat digunakan dengan baik bagi pengolahan data Landsat, maka akan dikembangkan bagi pengolahan data satelit lainnya.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software *smartw2*. Program ini merupakan program yang membantu proses pemilihan GCP secara otomatis. Proses otomatisasi ini biasa disebut *point matching*. Namun, pemakaian teknologi baru ini dipengaruhi oleh beberapa parameter, yaitu: pemilihan kanal, ukuran *window*, basis data GCP, radius pencarian, serta metodologi korelasi. Dalam skripsi ini, parameter yang diteliti hanya parameter *window* dan *kanal*. Untuk melakukan penelitian dibutuhkan penetapan nilai parameter selain parameter yang akan diuji, maka nilai parameter lain sudah diasumsikan terlebih dahulu. Dengan penelitian kedua parameter tersebut, maka akan diketahui pemilihan parameter untuk memaksimalkan hasil *image matching*.

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa parameter kanal yang dapat memaksimalkan hasil ketelitian *image matching* adalah kanal 5 dan ukuran *window* adalah 11x11. Hasil penelitian ini dihitung berdasarkan jumlah nilai *error* kurang dari sama dengan 1 dibagi dengan jumlah titik yang memiliki nilai korelasi lebih dari 0,85 dari setiap uji coba parameter kanal dan *window*. Dari setiap percobaan akan menghasilkan nilai ketelitian, setelah itu akan dapat diketahui nilai ketelitian terbesarnya.

Kata Kunci:

Window, kanal, *image matching*, GCP, *smartw2*, *point matching*

ABSTRACT

Name : Cesilia Atlantika Putri
Study Program : Computer Engineering
Title : **ANALYSIS OF BAND AND WINDOW INFLUENCE IN THE AUTOMATION PROCESS OF SELECTION GCP POINT TO LANDSAT IMAGE GEOMETRIC CORRECTION**

The purpose of this research is to find band and window parameter values that maximizes the accuracy of *image matching* and also researching a new system to help process of geometric correction in the selection phase of GCP points. If the system can be used successfully to process Landsat data, it will be developed to process other satellite data.

This research was conducted by using software *smartw2*. This program is a program that can help the process of GCP selection automatically. This automation process commonly called *point matching*. But, using this new technology was influenced by several parameters, namely: band selection, window size, GCP database, radius searching, and the correlation methodology. In this paper, the parameters were researched only window and band parameters. To conduct the research is needed to setting the parameters value beside the parameters that will be tested, then the values of other parameters are assumed first. In the both of research these parameters, so it will be known the selection parameters to maximize the results of image matching.

From result of this research was concluded that the band parameter can maximize the accuracy of image matching result is band 5 and window size is 11x11. The result of this research was calculated based on the total of error value is less that equal 1 divided by the total of points that have correlation value more than 0,85 from each research of window and band parameters. Each research will result a accuracy value, after that will be known the biggest accuracy value.

Keywords:

Window, kanal, *image matching*, GCP, *smartw2*, *point matching*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSRTUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	6
2.1 Satelit Landsat	6
2.1.1 Pengenalan Landsat.....	6
2.1.2 Landsat 5	7
2.1.3 Landsat 7	8
2.2 Proyek Hutan Karbon Indonesia.....	9

2.3 Koreksi Geometrik.....	11
2.3.1 Metode Manual.....	11
2.3.2 Otomatisasi (<i>Point Matching</i>) dengan <i>Smartwrap</i>	13
2.4 <i>Point Matching</i> dengan <i>Smartw2</i>	17
2.4.1 Parameter yang Mempengaruhi <i>Point Matching</i>	20
2.4.1.1 Parameter Kanal	20
2.4.1.2 Parameter <i>Window</i>	21
2.4.1.3 Radius Pencarian	21
2.4.1.4 Basis Data GCP.....	22
2.4.1.5 Pemilihan Metode <i>Point Matching</i>	22
2.4.2 Metode Korelasi <i>Point Matching</i>	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Data Penelitian	25
3.2 Pengolahan Data.....	26
3.2.1 Proses Pembuatan Data GCP Referensi dan GCP untuk <i>Raw Data</i>	26
3.2.2 Pengolahan Data dengan Pemilihan Kanal Berbeda	30
3.2.3 Pengolahan Data dengan Ukuran <i>Window</i> Berbeda	33
BAB 4 HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA	37
4.1 Hasil Percobaan dan Analisa Pemilihan Kanal	37
4.1.1 Hasil Percobaan dan Analisa 6 Kanal dengan <i>Window 5x5</i>	37
4.1.1.1 Kanal 1	37
4.1.1.2 Kanal 2	39
4.1.1.3 Kanal 3	40
4.1.1.4 Kanal 4	41
4.1.1.5 Kanal 5	42
4.1.1.6 Kanal 7	43
4.1.2 Hasil Percobaan dan Analisa 6 Kanal dengan <i>Window 11x11</i>	45

4.1.2.1 Kanal 1	45
4.1.2.2 Kanal 2	46
4.1.2.3 Kanal 3	46
4.1.2.4 Kanal 4	47
4.1.2.5 Kanal 5	48
4.1.2.6 Kanal 7	49
4.2 Hasil Percobaan dan Analisa Pemilihan Ukuran Window	51
4.2.1 Hasil Percobaan dan Analisa <i>Window</i> dengan Kanal 5	51
4.2.1.1 <i>Window</i> 3x3	51
4.2.1.2 <i>Window</i> 5x5	53
4.2.1.3 <i>Window</i> 7x7	54
4.2.1.4 <i>Window</i> 11x11	55
4.2.1.5 <i>Window</i> 15x15	56
BAB 5 KESIMPULAN	59
DAFTAR REFERENSI	60
LAMPIRAN 1	62
LAMPIRAN 2	67
LAMPIRAN 3	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lansat 5 [3].	7
Gambar 2.2	Landsat 7 [4]	8
Gambar 2.3	Diagram Alur Koreksi Geometrik Secara Manual	12
Gambar 2.4	Proses <i>Geocoding Wizard</i>	13
Gambar 2.5	Pengambilan Empat titik GCP Acuan [10]	14
Gambar 2.6	Hasil <i>Point Prediction</i> dari Titik GCP lainnya [10]	15
Gambar 2.7	Alur Point Matching dengan Menggunakan Smartwrap	16
Gambar 2.8	<i>Smartw2</i>	18
Gambar 2.9	Diagram Alur Menjalankan <i>Smartw2</i>	19
Gambar 2.10	Kanal landsat ETM+ [4]	20
Gambar 2.11	Contoh Gambar Perbedaan Kanal	21
Gambar 2.12	Contoh Ukuran Window 3x3 dan 5x5	21
Gambar 2.13	Metode Korelasi dengan Window 3x3	23
Gambar 3.1	Informasi <i>Raw Data</i> yang Digunakan	25
Gambar 3.2	Informasi Data Referensi	26
Gambar 3.3	Hasil Koreksi Titik GCP Secara Manual	27
Gambar 3.4	Hasil Seleksi 98 GCP yang Telah <i>Match</i> dengan Titik GCP pada Data Referensi	28
Gambar 3.5	98 GCP dengan $x=0$ dan $y=0$	28
Gambar 3.6	Diagram Alur Pengambilan Titik GCP sebagai Referensi dan sebagai <i>Raw Data</i>	29
Gambar 3.7	Contoh Menjalankan <i>Smartw2</i> dengan Data Referensi dan Nilai Parameter Kanal	30
Gambar 3.8	Diagram Alur Pengolahan dengan Kanal Berbeda	31
Gambar 3.9	Letak Nilai Radius <i>Window</i> pada <i>Smartw2</i>	34
Gambar 3.10	Diagram Alur Pengolahan Data dengan <i>Window</i> Berbeda	34

Gambar 4.1 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 1 Window 5x5.....	38
Gambar 4.2 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 2 Window 5x5	39
Gambar 4.3 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 3 Window 5x5.....	40
Gambar 4.4 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 4 Window 5x5.....	41
Gambar 4.5 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 5 Window 5x5.....	42
Gambar 4.6 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 7 Window 5x5.....	43
Gambar 4.7 Diagram Batang Hasil Percobaan 6 Kanal dengan <i>window</i> 5x5	44
Gambar 4.8 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 1 dengan Window 11x11	45
Gambar 4.9 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 2 dengan Window 11x11	46
Gambar 4.10 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 3 dengan Window 11x11	46
Gambar 4.11 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 4 dengan Window 11x11	47
Gambar 4.12 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 5 dengan Window 11x11	48
Gambar 4.13 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal 7 dengan Window 11x11	49
Gambar 4.14 Diagram Batang Hasil Percobaan Kanal dengan Window 11x11	50
Gambar 4.15 Hasil <i>Point Matching</i> Window 3x3 dengan Kanal 5	52
Gambar 4.16 Hasil <i>Point Matching</i> Window 5x5 dengan Kanal 5	53
Gambar 4.17 Hasil <i>Point Matching</i> Window 7x7 dengan Kanal 5	54
Gambar 4.18 Hasil <i>Point Matching</i> Window 11x11 dengan Kanal 5	55
Gambar 4.19 Hasil <i>Point Matching</i> Window 15x15 dengan Kanal 5	56
Gambar 4.20 Diagram Batang Hasil <i>Point Matching</i> Window dengan Kanal 5.....	57
Gambar 4.21 Hasil Penelitian Maksimal Percobaan Window dengan Kanal 5.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi sensor-sensor Landsat [2].....	7
Tabel 4.1 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal dengan <i>Window</i> 5x5.....	44
Tabel 4.2 Hasil <i>Point Matching</i> Kanal dengan <i>Window</i> 11x11	50
Tabel 4.3 Hasil <i>Point Matching Window</i> dengan kanal 5x5.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN – 1 BASIS DATA GCP REFERENSI	62
LAMPIRAN – 2 TABEL DATA HASIL PERCOBAAN	67
Lampiran – 2.1 Hasil Uji Coba Kanal 1 <i>Window 5x5</i>	67
Lampiran – 2.2 Hasil Uji Coba Kanal 2 <i>Window 5x5</i>	68
Lampiran – 2.3 Hasil Uji Coba Kanal 3 <i>Window 5x5</i>	69
Lampiran – 2.4 Hasil Uji Coba Kanal 4 <i>Window 5x5</i>	70
Lampiran – 2.5 Hasil Uji Coba Kanal 5 <i>Window 5x5</i>	71
Lampiran – 2.6 Hasil Uji Coba Kanal 7 <i>Window 5x5</i>	72
Lampiran – 2.7 Hasil Uji Coba Kanal 1 <i>Window 11x11</i>	73
Lampiran – 2.8 Hasil Uji Coba Kanal 2 <i>Window 11x11</i>	73
Lampiran – 2.9 Hasil Uji Coba Kanal 3 <i>Window 11x11</i>	74
Lampiran – 2.10 Hasil Uji Coba Kanal 4 <i>Window 11x11</i>	74
Lampiran – 2.11 Hasil Uji Coba Kanal 5 <i>Window 11x11</i>	75
Lampiran – 2.12 Hasil Uji Coba Kanal 6 <i>Window 11x11</i>	76
Lampiran – 2.13 Tabel Hasil Uji Coba <i>Window 3x3</i> Kanal 5	76
Lampiran – 2.14 Tabel Hasil Uji Coba <i>Window 7x7</i> Kanal 5	78
Lampiran – 2.15 Tabel Hasil Uji Coba <i>Window 15x15</i> Kanal 5	79
LAMPIRAN – 2 TABEL DATA HASIL PERCOBAAN	80
Lampiran – 3.1 Hasil Uji Coba Kanal 1	80
Lampiran – 3.2 Hasil Uji Coba <i>Window</i>	84

DAFTAR SINGKATAN

INCAS	<i>Indonesia National Carbon Accounting System</i>
LAPAN	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
IAFCP	Indonesia-Australia Forest Carbon Partnership
GCP	<i>Ground Control Point</i>
DN	<i>Digital Number</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Landsat merupakan sebuah satelit yang dikembangkan oleh NASA sebagai satelit yang memantau permukaan bumi. Di Indonesia, satelit ini sering dimanfaatkan para petani untuk memantau keadaan lahan pertanian mereka. Namun bukan hanya itu saja, pemanfaatan satelit ini cukup luas di Indonesia, seperti bidang pertambangan, perikanan, kehutanan, tata kota, dan sebagainya. Hingga kini pemanfaatan satelit tersebut masih berjalan dan teknologi dalam melakukan pengolahan data mentah (*raw-data*) dari satelit Landsat akan dikembangkan agar dapat mengoptimalkan hasil untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang membutuhkannya serta data yang dihasilkan bisa disetarakan dengan standar internasional.

INCAS (*Indonesia National Carbon Accounting System*) merupakan program yang dibentuk untuk mendukung penurunan *cost-effective* emisi gas rumah-kaca. INCAS merupakan sebuah system yang dibangun oleh lembaga-lembaga, seperti: LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional), Departemen Kehutanan, BAPPENAS, serta LIPI. LAPAN berperan pada pengembangan teknologi pengolahan data citra satelit untuk monitoring perubahan hutan setiap tahun, mulai dari tahun 1999-2009. Dalam menjalankan program ini, LAPAN dibantu oleh Australia. Sebagai badan antariksa nasional, LAPAN bertugas mengolah data-data satelit dari hasil pencitraan Landsat yang memotret keadaan hutan di Indonesia. Dimulai dari data mentah, data yang langsung dari hasil pencitraan satelit, hingga citra tersebut dapat diolah kembali untuk mengetahui klasifikasi Hutan di Indonesia.

Dalam menjalankan program tersebut dibutuhkan begitu banyak data yang diolah. Data yang diolah adalah data yang diambil dalam jangka waktu 11 tahun, dengan data yang tersedia pertahunnya kurang lebih 840 *scene*, maka data 11 tahun adalah sebanyak 9240 data. Setiap *scene* memuat 100 hingga 500 titik GCP (*Ground Control Point*) yang harus dikoreksi geometrik. Hal ini berfungsi agar citra satelit yang mengalami penyimpangan titik geometrik dapat dikoreksi

terlebih dahulu. Proses penyesuaian titik geometrik ini adalah dengan cara menyesuaikan koordinat GCP pada *raw data* dengan titik GCP pada data referensi.

Proses penyesuaian titik yang dilakukan adalah proses pengolahan secara manual dengan menggunakan *ER MAPPER*. Proses manual ini sangat tidak efisien karena dari sekitar 500 titik per *scene* harus diperiksa dengan teliti satu per satu. Jika jumlah *scene* mencapai 9240, maka ada sekitar 4.620.000 titik GCP yang harus dikoreksi. Karena melihat ketidak-efisienan waktu dan tenaga dalam melalui tahap manual, maka dibentuklah suatu sistem untuk mempercepat dan memaksimalkan hasil koreksi titik GCP. INCAS dengan dibantu tenaga ahli dari Australia menerapkan metode baru yaitu *point matching* dengan menggunakan *software Smartwrap*. *Point matching* ini merupakan suatu sistem otomatisasi dalam tahap pengambilan titik GCP.

Dengan melihat keuntungan yang diberikan dari proses *point matching*, maka LAPAN memodifikasi kembali *software Smartwrap*. Hal ini berfungsi agar sistem otomatisasi ini tidak hanya dikembangkan dalam pengolahan data Landsat saja. LAPAN sebagai badan antariksa nasional, ingin menerapkan sistem ini bagi pengolahan data satelit lainnya, seperti MODIS, NOAA, dan sebagainya. Program hasil modifikasi LAPAN dari *Smartwrap* diberi nama *Smartw2*.

Namun dalam tahap otomatisasi ini, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Dibutuhkan nilai parameter yang tetap agar setiap titik GCP yang ingin dikoreksi akan tepat perhitungannya dengan titik GCP yang terdapat pada data referensi. Dan didalam penulisan tugas akhir ini akan dibahas dua hal yang mempengaruhi nilai ketelitian dari proses *point matching* dengan *Smartw2* ini. Kedua parameter tersebut adalah parameter kanal dan *window*.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian kali ini akan menganalisa nilai ketelitian *point matching* dari jenis kanal dan ukuran *window* yang digunakan. Dengan pemilihan jenis dan ukuran kedua parameter tersebut akan menghasilkan nilai ketelitian yang berbeda. Uji coba pertama dilakukan untuk mencari *band* (kanal) yang menghasilkan titik dengan nilai korelasi terbanyak (kurang dari 0.85) dan memiliki nilai ketelitian

terbesar. Begitupun dengan uji coba kedua adalah mencari ukuran *window* yang menghasilkan titik dengan nilai korelasi terbanyak serta ketelitian besar atau nilai *error* rendah.

Penelitian ini dilakukan dengan metode otomatisasi *point matching*. Dalam sistem *point matching* terdapat metode korelasi yang berfungsi untuk memprediksi penempatan titik pada *raw data* yang belum terkoreksi. Korelasi lebih dari 0.85 merupakan nilai korelasi yang dianggap baik. Nilai korelasi ini didapat dari perbandingan titik GCP yang terdapat pada *raw data* dengan data referensi. *Software* untuk menganalisa kedua parameter tersebut adalah dengan *Smartw2*. *Software* ini akan menghasilkan tipe *output gcp*. *Gcp* file ini berisi table nilai korelasi setiap titik. Dari *output* tersebut dapat dihitung nilai ketelitian dan dapat dilihat berapa titik yang memiliki nilai korelasi lebih dari 0.85.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mencari ukuran *window* dari citra landsat dalam ketelitian hasil image matching serta mencari kanal dari citra landsat yang memaksimalkan ketelitian hasil image matching. Maka dengan menentukan besar kanal dan ukuran *window* yang digunakan dalam proses otomatisasi *point matching* ini, akan mempermudah pekerjaan koreksi geometrik. Apabila pengembangan teknologi koreksi geometrik berhasil diterapkan dalam pengolahan data Landsat, maka akan dirancang sistem otomatisasi yang sama untuk koreksi geometrik pada data satelit lainnya.

1.4 Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah analisa dari dua parameter yang mempengaruhi nilai ketelitian hasil proses *point matching*. Ada 5 parameter yang berpengaruh terhadap nilai ketelitian, yaitu jenis kanal yang dipergunakan, ukuran *window*, radius pencarian, Basis data GCP, serta metode dalam mencari *point matching*. Namun kali ini yang akan dibahas hanya dua parameter, yaitu parameter kanal dan ukuran *window*. Untuk meneliti kedua parameter ini dibutuhkan parameter yang lainnya sebagai input dalam proses

smartw2. Oleh karena itu, nilai radius pencarian, batas nilai korelasi, metodologi *point matching* dan basis data GCP telah ditentukan.

Selain itu akan dibahas pula bagaimana proses otomatisasi *point matching* dapat dilakukan dengan metode korelasi. Hasil otomatisasi akan dibandingkan dengan koreksi geometrik secara manual pada *ERMapper*. Dalam melakukan analisa ini dibutuhkan sample titik GCP, raw-data (band 1-7), dan data referensi.

1.5 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan adalah membandingkan hasil *point matching* secara manual dengan hasil *point matching* yang dilakukan secara otomatis dengan *smartw2*. Hal ini berfungsi untuk mengetahui besar nilai ketelitian dengan cara menghitung nilai *error* dari setiap uji coba kanal 1 sampai 7 dan uji coba terhadap berbagai ukuran window. Dari hasil perbandingan akan diketahui pemakaian window dan kanal berapa yang baik, yaitu yang memiliki nilai ketelitian tertinggi serta jumlah titik terbanyak yang memiliki nilai korelasi lebih dari 0,85.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 Teori Dasar

Bab ini menjelaskan dasar teori tentang satelit Landsat, Proyek Hutan Karbon dimana hal ini merupakan pemicu pengembangan teknologi dalam proses koreksi geometrik terutama pada tahap *point matching*, serta bagaimana proses koreksi geometrik.

3. Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang data penelitian, langkah-langkah pengolahan data.

4. Bab 4 Hasil Dan Analisa

Bab ini berisikan table hasil percobaan serta analisa terhadap nilai yang telah dihitung.

5. Bab 5 Kesimpulan

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini.



BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Satelit Landsat

Satelit Landsat memberikan banyak manfaat bagi kebutuhan pemantauan dataran di Indonesia. Satelit ini merupakan satelit pemantau permukaan bumi yang sudah berumur cukup tua. Namun karena manfaat yang diberikan Landsat, maka diluncurkan kembali landsat versi terbaru dengan teknologi yang diperbaharui pula.

2.1.1 Pengenalan Landsat

Landsat merupakan satelit paling lama diluncurkan oleh Amerika Serikat. Satelit ini diluncurkan pada tahun 1972 dengan tujuan dapat merekam citra permukaan bumi dari luar angkasa. Satelit ini membawa satu sensor yang memiliki resolusi spasial terbatas. Oleh karena itu kita tidak dapat melihat gambar rumah-rumah secara tersendiri, tetapi hanya melihat objek yang besar seperti jalan raya. Maka biasanya satelit ini digunakan dalam aplikasi tertentu, seperti melihat perkembangan dari sebuah kota, memantau perubahan tutupan lahan pertanian, perkebunan dan kehutanan serta dapat juga digunakan untuk memantau keadaan perairan bumi.

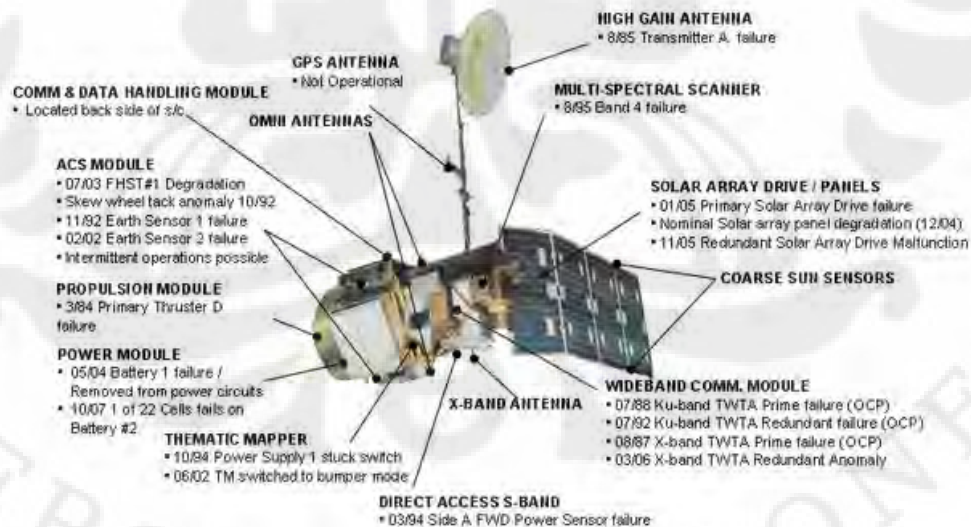
Satelit ini tidak hanya sekali diluncurkan, hingga kini program landsat telah mencapai tujuh kali pengembangan. Satelit ini membawa sensor *Multi-Spectral Scanner (MSS)* pada landsat 1-4 dan *Thematic Mapper (TM)* pada landsat 4-5 sedangkan Landsat 7 membawa sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)*. Landsat pernah mengalami kegagalan peluncuran, yaitu pada landsat 6 yang membawa sensor ETM+ karena tidak mencapai kecepatan yang dibutuhkan untuk mencapai orbit. Resolusi tinggi dari sensor-sensor tersebut, terutama TM dan ETM+ (30m) yang sesuai untuk menentukan tutupan lahan, jenis vegetasi dan karakteristik geologi [2]. Daftar spesifikasi masing-masing sensor dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor-Sensor Landsat [2]

Satellite	Sensor	Spectral Range	Band #s	Scene Size	Pixel Res
L 1-4	MSS multi-spectral	0.5 - 1.1 μm	1, 2, 3, 4	185 X 185 km	60 meter
L 4-5	TM multi-spectral	0.45 - 2.35 μm	1, 2, 3, 4, 5, 7		30 meter
L 4-5	TM thermal	10.40 - 12.50 μm	6		120 meter
L 7	ETM+ multi-spectral	0.450 - 2.35 μm	1, 2, 3, 4, 5, 7		30 meter
L 7	ETM+ thermal	10.40 - 12.50 μm	6.1, 6.2		60 meter
L 7	Panchromatic	0.52-0.90 μm	8		15 meter

Di Indonesia pemanfaatan satelit Landsat sering digunakan. Terutama dibidang pertanian yaitu mengetahui perubahan tutupan lahan. Dan data yang digunakan saat ini adalah data dari satelit Landsat 5 dan 7.

2.1.2 Landsat 5

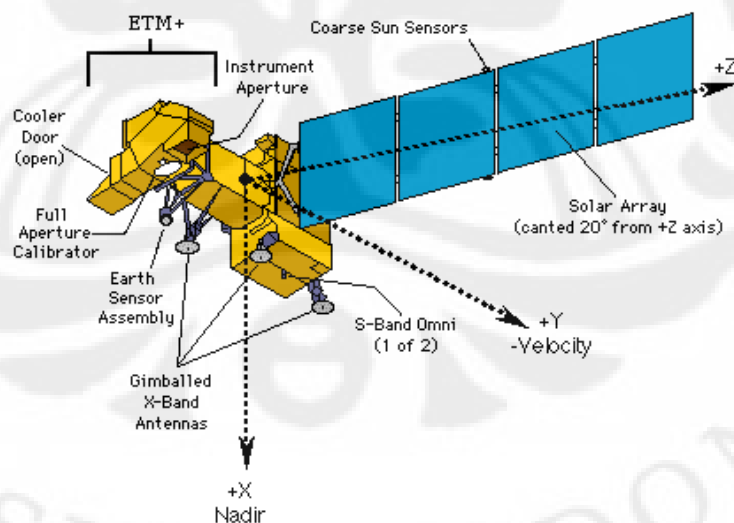


Gambar 2.1 Lansat 5 [3].

Landsat 5 (Gambar 2.1) diluncurkan pada 1 Maret 1984 oleh NASA. Satelit ini membawa sensor *Multispectral Scanner System (MSS)* dan *Thematic Mapper (TM)*. Namun pada Agustus 1995 instrumen MSS dimatikan dan yang hingga kini masih beroperasi hanya sensor TM. Berikut merupakan spesifikasi dari Landsat 5 berdasarkan referensi dari http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/L5_td.html:

- Launch Date: March 1, 1984
- Sensors: TM, MSS
- Altitude: 705 km
- Inclination: 98.2°
- Orbit: polar, sun-synchronous
- Equatorial Crossing Time: nominally 9:45 AM (± 15 min.) local time (descending node)
- Period of Revolution : 99 minutes; ~14.5 orbits/day
- Repeat Coverage : 16 days

2.1.3 Landsat 7



Gambar 2.2 Landsat 7 [4]

Landsat 7 (Gambar 2.2) berhasil diluncurkan pada tanggal 15 April 1999 dari *Western Test Range of Vandenberg Air Force Base, California* pada kendaraan luncur Delta II. Instrument yang dibawa oleh satelit ini untuk mengobservasi permukaan bumi adalah *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)*. ETM+ ini mereplikasi kapabilitas dari kesuksesan instrument TM pada landsat 4 dan 6 [5]. Selain itu ada penambahan fitur yang menjadikan ETM+ lebih efisien dan fleksibel untuk mempelajari perubahan global, area tutupan tanah serta pemetaan daerah yang sangat luas. Fitur-fitur tersebut adalah[5]:

- Band pankromatik dengan resolusi spasial 15m;
- *On board, full aperture, 5% absolute radiometric calibration;*
- Sebuah saluran termal IR dengan resolusi spasial 60m;
- Serta sebuah *on-board* data perekam;

Dan dibawah ini merupakan spesifikasi dari satelit landsat 7 berdasarkan referensi http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/L7_td.html:

- Launch Date: April 15, 1999;
- Status: operational despite Scan Line Corrector (SLC) failure May 31, 2003;
- Sensors:ETM+;
- Altitude: 705 km;
- Inclination: 98.2°;
- Orbit: polar, sun-synchronous;
- *Equatorial Crossing Time: nominally 10 AM (± 15 min.) local time (descending node);*
- Period of Revolution : 99 minutes; ~14.5 orbits/day;
- Repeat Coverage : 16 days.

Didesain dengan melihat keberhasilan satelit sebelumnya serta penambahan fitur menjadikan landsat 7 ini adalah satelit landsat yang paling akurat dalam mengkalibrasi *Earth-observing*, misalnya pengukuran yang dimiliki sangat akurat jika dibandingkan dengan pengukuran yang dibuat di tanah. Instrument yang dibawa oleh landsat 7 juga merupakan instrument paling stabil dan terbaik yang pernah ditempatkan pada orbit.

2.2 Proyek Hutan Karbon Indonesia

IAFPC (*Indonesia-Australia Forest Carbon Partnership*) merupakan hubungan kerjasama antara Australia dan Indonesia dalam melakukan pemantauan kandungan karbon. Indonesia disiapkan untuk menjadi pimpinan dalam bidang perubahan iklim dan kehutanan. Pemerintah Indonesia melihat kesempatan untuk mereduksi emisi gas rumah-kaca (GHGs) dari penebangan hutan dan dari kerusakan hutan, dengan begitu Indonesia juga mendapatkan bayaran untuk hal tersebut.

Banyak lembaga yang terlibat didalam proyek ini. Dari dalam negeri diantaranya INCAS (*National Carbon Accounting System*), FRIS (*Forest Resource Information System*) dan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Semua lembaga ini terlibat sesuai bidangnya masing-masing. Pembagian tugas serta *time line* sudah dibuat. Proyek ini bekerjasama dengan Australia memakan waktu lima tahun dan sudah separuh berjalan karena dimulai dari Oktober 2007 sampai Oktober 2012.

Pemerintah Australia telah berjanji dalam penyediaan dukungan teknis untuk akuntansi karbon dan pemantauan di Indonesia. Desain dan Implementasi awal yang dibuat oleh Pemerintah Indonesia serta terkait dengan sistem informasinya yang dibuat oleh FRIS juga telah mendapat dukungan dari Australia. Ada tiga bidang utama bentuk dukungan dari IAFCP untuk Indonesia, yaitu:

1. Kebijakan pengembangan dan peningkatan kapasitas untuk mendukung partisipasi dalam negosiasi dan masa depan pasar karbon international,
2. Dukungan secara teknis dalam mengembangkan proses akuntansi Hutan karbon Indonesia serta *system monitoring*-nya,
3. Pengembangan lebih lanjut dari kegiatan demonstrasi, dan penyediaan bantuan relasi dalam mereduksi emisi dari penebangan serta kerusakan hutan.

Terdapat 9 komponen yang direncanakan oleh *Government of Indonesia* (GOI), salah satunya adalah *GOI operating an effective data management system for carbon accounting and monitoring*, komponen ini merupakan komponen ke-8 dimana badan yang terlibat adalah *Ministry of Agriculture, Ministry of forestry*, LAPAN, Bakosutranal serta *Ministry of Environment*. Pada komponen ini LAPAN sebagai badan antariksa nasional turut menangani pengolahan data citra

satelit, dimana data yang dipakai untuk memantau keadaan hutan Indonesia adalah data Landsat TM dan ETM+. Data yang diolah adalah data yang dikumpulkan mulai tahun 1998 hingga 2008. Dimana jika dihitung satu tahun data dapat mencapai 840 scene, maka data 11 tahun adalah sebesar 9240 scene yang harus diolah. Berikut tahapan yang harus dilalui dalam memproses data satelit landsat:

1. *Scene Selection*
2. Koreksi geometrik (*point matching* dan *point prediction*)
3. Koreksi Radiometrik
4. *Mosaic*
5. Klasifikasi Hutan
6. Perhitungan karbon.

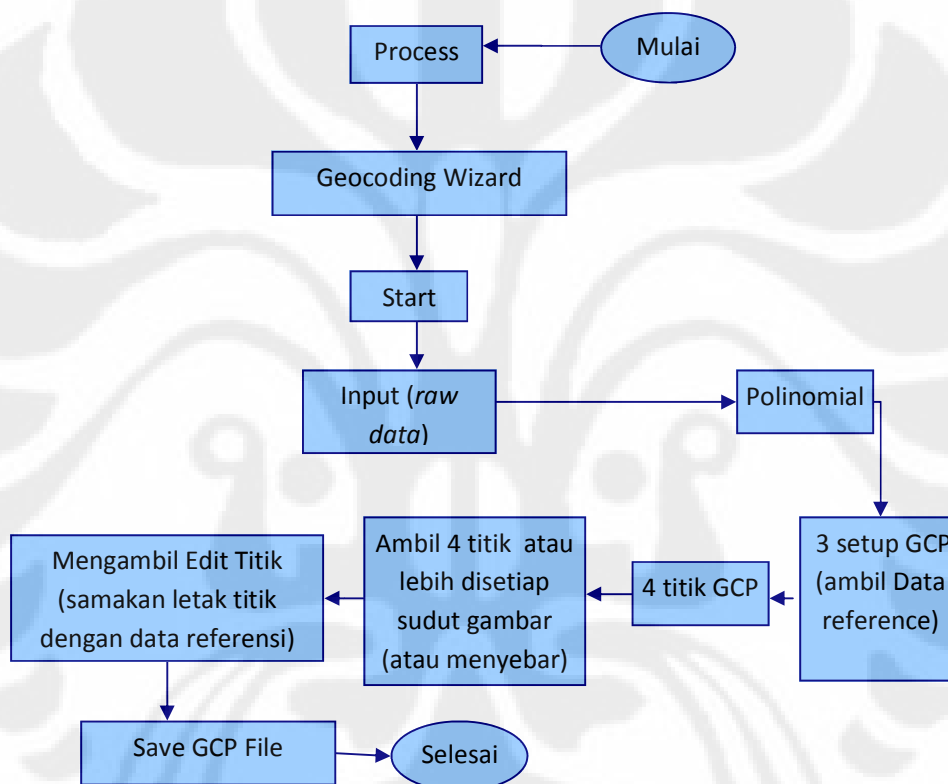
Proyek ini merupakan kesempatan bagi Indonesia memanfaatkan kekayaan hutan yang ada dalam berpartisipasi mengurangi gas rumah-kaca. Kesempatan besar ini merupakan upaya pemerintah dalam menambah *income* negara. Hal ini karena, selain dapat membantu negara lain, Indonesia juga mendapatkan pemasukan besar bagi kesejahteraan Indonesia sendiri.

2.3 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya [7]. Dalam proses koreksi geometrik ini terdapat empat tahap yang harus dilalui, yaitu pemilihan GCP, *check error* GCP, proses *resampling*, serta cek ketelitian koreksi geometrik. Dalam penulisan kali ini yang akan dibahas lebih jauh adalah proses pemilihan GCP. Proses ini merupakan proses registrasi *image* yaitu proses penyelarasan geometrik gambar dengan perbandingan dua buah gambar, yaitu gambar yang terkoreksi dengan yang belum terkoreksi geometrik. Registrasi ini dapat dilakukan dengan pengambilan titik kontrol (GCP) di kedua gambar tersebut lalu disesuaikan sehingga kedua gambar tersebut apabila saling melapisi, maka hanya akan terbentuk satu gambar (*image matching*). Terdapat dua metode dalam proses pengambilang titik GCP, yaitu metode manual dan metode otomatisasi.

2.3.1 Metode Manual

Metode ini dilakukan dengan menggunakan *ERMMapper*. Dimana untuk pemilihan titik GCP dilakukan dengan cara membuat sendiri titik GCP di kedua gambar yaitu gambar yang terkoreksi geometrik dengan gambar yang belum terkoreksi geometrik, lalu sesuaikan letak titik GCP pada kedua gambar. Dalam proses manual dibutuhkan data Input *raw data* (data yang belum terkoreksi) dan data referensi (data yang sudah terkoreksi). Gambar 2.3 memperlihatkan diagram alur dari proses pemilihan titik GCP secara manual:

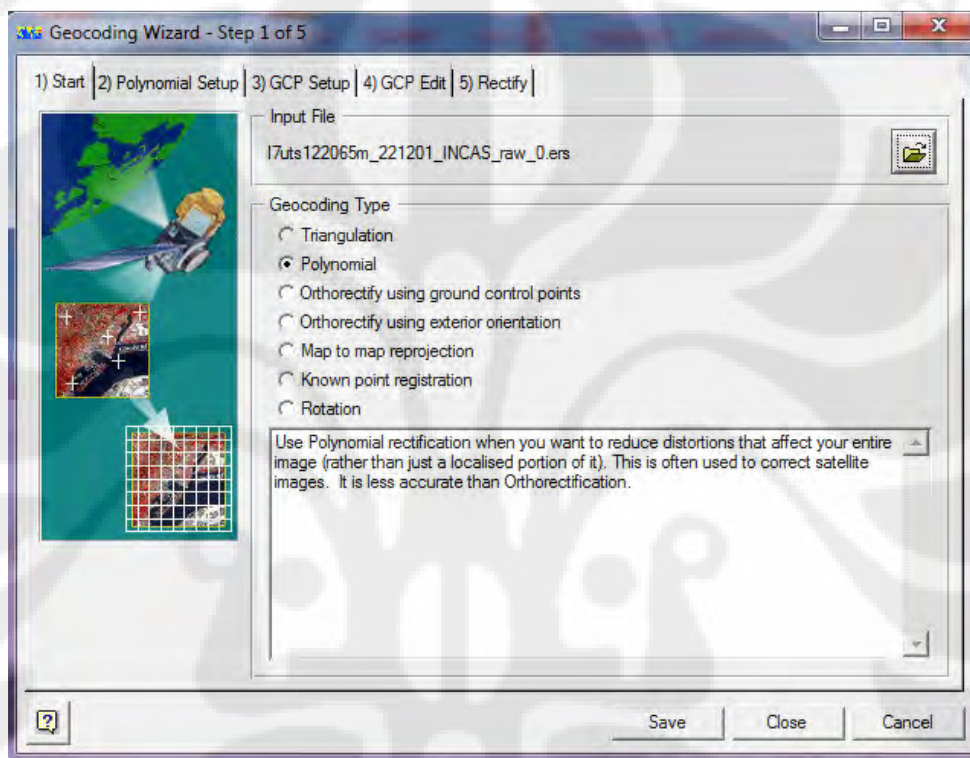


Gambar 2.3 Diagram Alur Koreksi Geometrik Secara Manual

Raw data yang dipakai merupakan data level *path* atau level 1 georeference. Jadi bukan merupakan data yang turun langsung dari hasil pencitraan satelit. Data *path* merupakan data yang arah mata angin sudah bisa dikenali *user*, tetapi arah utara belum tegak lurus dari posisi yang sebenarnya (seperti peta). Namun didalam proses ini, data *path* atau level 1G biasa disebut

raw data atau data mentah, hal ini dikarenakan data *path* masih membutuhkan proses koreksi geometrik.

Dalam proses manual ini dipilih metode *polynomial*, dimana metode ini merupakan metode perbandingan dua citra satelit, yaitu citra satelit terkoreksi dan citra satelit yang belum terkoreksi. Polinomial pada ERMapper terdapat dalam proses *Geocoding Wizard* (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Proses *Geocoding Wizard*

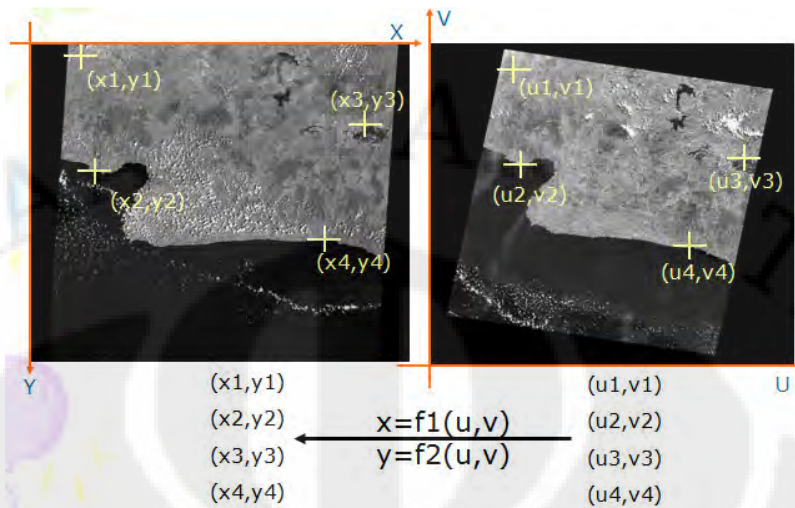
Kendala yang dihadapi dalam metode manual ini, yaitu waktu pengerjaan memakan waktu lama karena pengambilan GCP harus dilakuakn satu per satu. Sedangkan untuk mendapatkan hasil yang baik dibutuhkan pengambilan titik-titik GCP yang banyak dan tersebar merata. Metode manual ini tidak efisien apabila titik yang harus dikeoreksi mencapai 500 titik per *scene*. Selain itu, kinerja dari para pengolah data pun menjadi tidak stabil. Hal ini disebabkan oleh tuntutan pekerjaan yang sangat membutuhkan ketajaman penglihatan dan kecermatan seseorang memprediksi nilai pixel dalam waktu yang cukup lama. Sedangkan manusia memiliki stamina yang terbatas. Untuk itu dibutuhkan teknologi terbaru dalam mengefisienkan proses *image matching* ini.

2.3.2 Otomatisasi (*Point Matching*) Dengan *Smartwrap*

Point Matching merupakan sebuah metode otomatisasi registrasi *image*. Proses pemilihan GCP untuk *image matching* memang merupakan salah satu proses yang mungkin terlihat nampak mudah dilakukan. Namun, apabila citra yang harus dikoreksi jumlahnya mencapai seratus hingga limaratus lebih titik per *scene* dan citra yang dikoreksi-pun mencapai ribuan *scene*, maka proses ini akan menjadi masalah. Masalah tersebut yaitu lamanya waktu dan tenaga yang terbuang dalam melakukan satu tahap koreksi geometrik saja apabila dilakukan secara manual. Oleh karena itu, *point matching* merupakan solusi tepat untuk menyelesaikan masalah ini karena koreksi titik telah dilakukan secara otomatis.

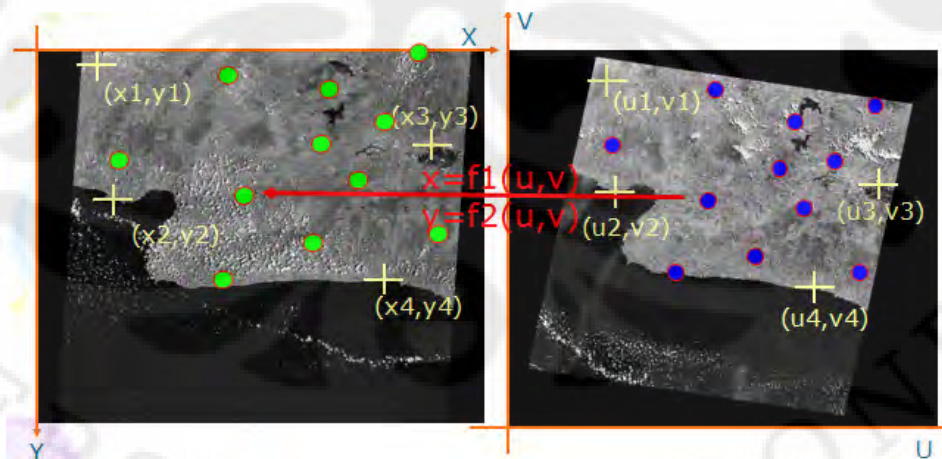
Proses otomatisasi *point matching* yang dilakukan di LAPAN sementara ini adalah sebagai penunjang proyek Hutan Karbon. Dalam proyek ini, dibutuhkan pengolahan data sebanyak kurang lebih 9.240 *scene* dimana terdapat 500 titik disetiap *scenanya*. Untuk pengembangan teknologi *point matching*, Australia memperkenalkan sebuah sistem otomatisasi yaitu *Smartwrap*. Sistem *Smartwrap* di implementasikan menjadi sebuah *software* yang membantu mengotomatisasikan proses *Image matching* dengan mengkoreksi titik GCP. Namun sebelum dalam menjalankan *Smartwrap*, dibutuhkan proses manual dengan ERMapper terlebih dahulu. Proses tersebut adalah proses pengambilan 4 atau lebih titik pojok yang berfungsi sebagai *point prediction*.

Point prediction ini merupakan tahap prediksi titik koordinat dengan cara mencari fungsi transformasi titik GCP pada *raw data* dengan data referensi. Untuk mencari fungsi transformasi, di ambil terlebih dahulu empat titik pojok yang akan dijadikan acuan untuk mentransformasikan titik-titik lainnya. Gambar 2.5 memperlihatkan pengambilan empat titik pojok serta gambaran bagaimana titik tersebut ditransformasikan.



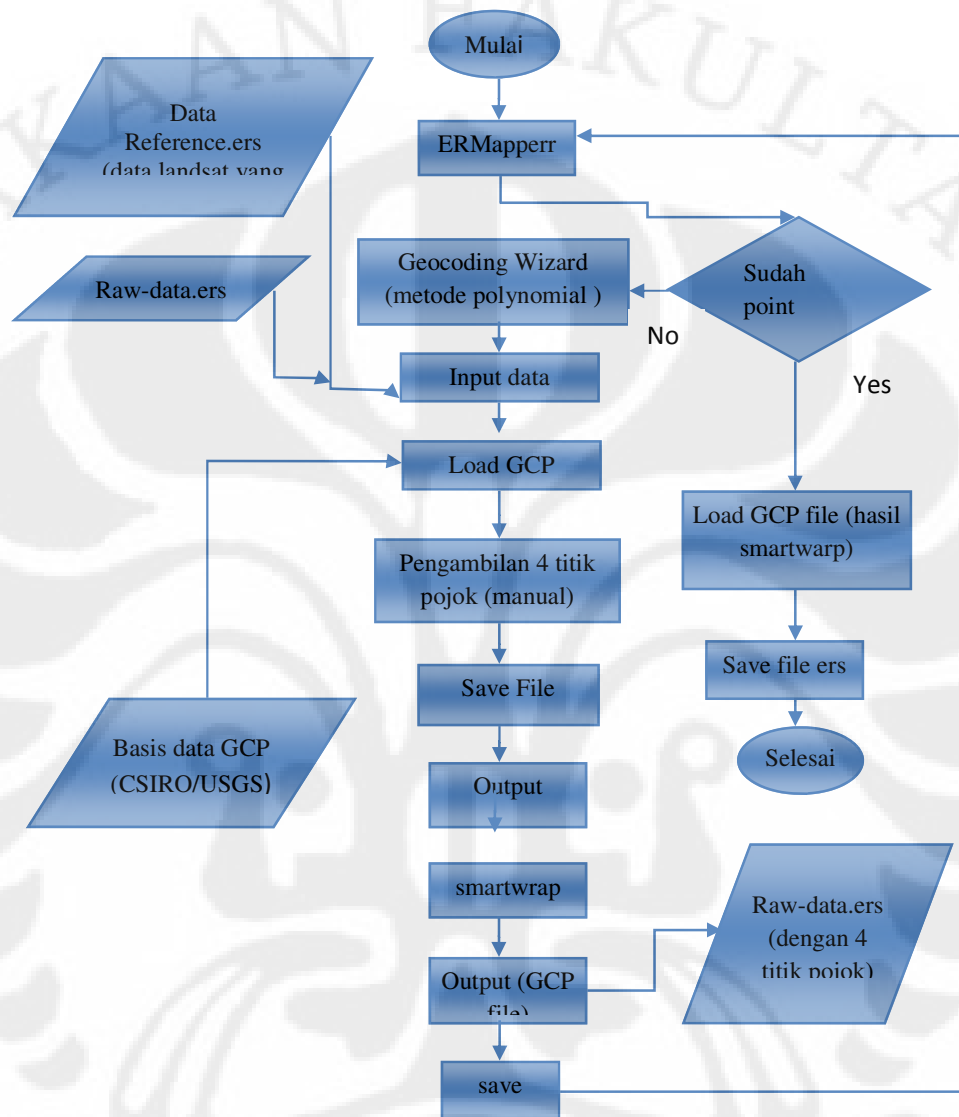
Gambar 2.5 Pengambilan Empat titik GCP Acuan [10]

Setelah pengambilan empat titik pojok sebagai acuan mencari fungsi transformasi, maka secara otomatis titik lainnya akan memiliki fungsi transformasi sama. Dengan begitu masing-masing titik akan berpindah tempat sesuai hasil dari perhitungan transformasinya. Setelah memprediksi letak titik GCP, maka akan dicari nilai korelasi titik GCP antara titik yang terdapat pada data referensi dengan titik pada *raw data*. Proses tersebut merupakan proses *point matching*, dimana setiap titik sudah bisa dipastikan letak koordinatnya. Gambar 2.6 memperlihatkan hasil *point prediction*.



Gambar 2.6 Hasil *Point Prediction* dari Titik GCP lainnya [10]

Gambar 2.7 memperlihatkan alur Point Matching dengan Menggunakan Smartwrap.



Gambar 2.7 Alur Point Matching dengan Menggunakan Smartwrap

Raw data yang digunakan merupakan data *path* atau level 1G. Proses ini juga menggunakan metode *polynomial* yang terdapat pada *geocoding wizard* pada ERMapper karena membutuhkan proses manual terlebih dahulu untuk mencari fungsi transformasi (tahap *point prediction*) sebelum masuk ke tahap *point matching*. Proses *point matching* ini menggunakan basis data GCP yang sudah ada yaitu CSIRO atau USGS sebagai titik referensinya. Sedangkan citra referensi diambil dari data GLS landsat.

Hasil setelah melalui proses *Smartwrap*, akan menghasilkan data *gcp file*, yang selanjutnya bisa di muat didalam ERMapper dengan cara *load GCP output* dari *Smartwrap*. Sampai pada tahap ini, maka proses *image matching* selesai.

2.4 *Point Matching Dengan Smartw2*

Dengan melihat keuntungan yang diberikan metode otomatisasi, maka LAPAN ingin mengembangkan metode otomatisasi ini bagi pengolahan data satelit lainnya. Dengan cara mencari algoritma yang terdapat didalam *Smartwrap*, maka terciptalah program replika *Smartwrap*, yaitu *Smartwrap2* atau disingkat *smartw2*. Tidak berbeda jauh dengan *Smartwrap*, dalam menjalankan proses *point matching* di *smartw2*, ada beberapa parameter yang harus diperhatikan yaitu: pemilihan kanal, ukuran *window*, radius pencarian, threshold (>0.85), serta metode *point matching*. Kelima parameter ini, mempengaruhi hasil ketelitian suatu proses *image matching*. Tetapi standarisasi penentuan nilai parameter dalam mendapatkan hasil paling optimal belum ditetapkan. Penentuan standarisasi ini masih dalam tahap penelitian. Untuk itu di LAPAN sendiri membentuk tim untuk melakukan penelitian terhadap nilai parameter yang akan dipergunakan.

Penelitian yang telah dilakukan adalah penelitian terhadap pemakaian kanal, ukuran *window* dan penelitian terhadap pengambilan 4 titik GCP dengan pemilihan ukuran radius pencarian. Ketiga penelitian menggunakan prosedur *Riset Intenstif DIKTI INCAS-2010*, yang merupakan prosedur penelitian terhadap parameter yang mempengaruhi nilai ketelitian suatu *point matching* dengan cara mengamsumsikan nilai parameter lainnya. metode korelasi dan data yang diteliti adalah sebagai berikut:

- *Raw data* : l5ats110066m_200608_INCAS_raw
- Data referensi: DATA ORTO BASE LANDSAT GLS 2000 6 kanal (dipilih sesuai kebutuhan)
- *Dem SRTM*: Indonesia_SRTM_V3_NUTM51_25m

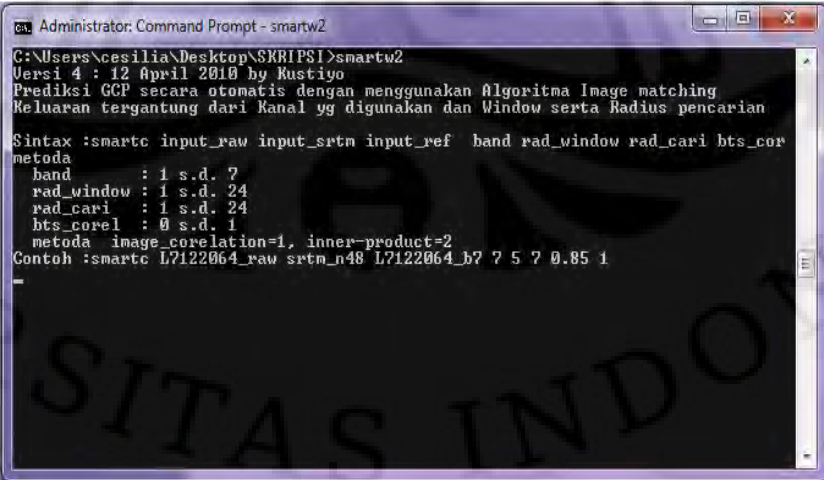
Penelitian pertama yaitu analisa terhadap kanal yang digunakan dengan mengasumsikan *window* sama dengan 11, radius pencarian sama dengan 7, basis data GCP adalah CSIRO, dan metode *point matching* adalah dengan metode

korelasi. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan kanal yang baik adalah kanal 5.

Penelitian kedua yaitu analisa terhadap window yang digunakan dengan mengasumsikan kanal sama dengan 5 (hasil penelitian sebelumnya), radius pencarian sama dengan 7, basis data GCP adalah CSIRO, dan metode *point matching* adalah dengan metode korelasi. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan ukuran window berbanding lurus dengan besar nilai ketelitian artinya semakin besar ukuran window yang dipakai, maka semakin besar pula ketelitian yang dihasilkan. Data Hasil penelitian LAPAN dapat dilihat pada tabel di Lampiran 3.

Penelitian ketiga yaitu penelitian “Hubungan Pengambilan 4 titik GCP dan Radius Pencarian Terhadap Ketelitian Hasil *Image Matching*”. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa pengambilan 4 titik GCP memiliki kaitan erat dengan radius pencarian, yaitu dengan menentukan 4 titik GCP yang benar, maka akan menghasilkan radius pencarian yang kecil dengan ketelitian yang tinggi.

Dari ketiga penelitian diatas, maka sementara ini diasumsikan bahwa pemakaian parameter adalah sebagai berikut: kanal sama dengan 5, *window* sama dengan 11 dan radius pencarian 7. Hasil ini merupakan hasil yang ditentukan dari rapat bersama dengan membandingkan hasil perhitungan pada ketiga penelitian tersebut. Ketiga penelitian ini dilakukan untuk mendukung software *smartw2*. Gambar 2.8 memperlihatkan *user interface Smartw2*.



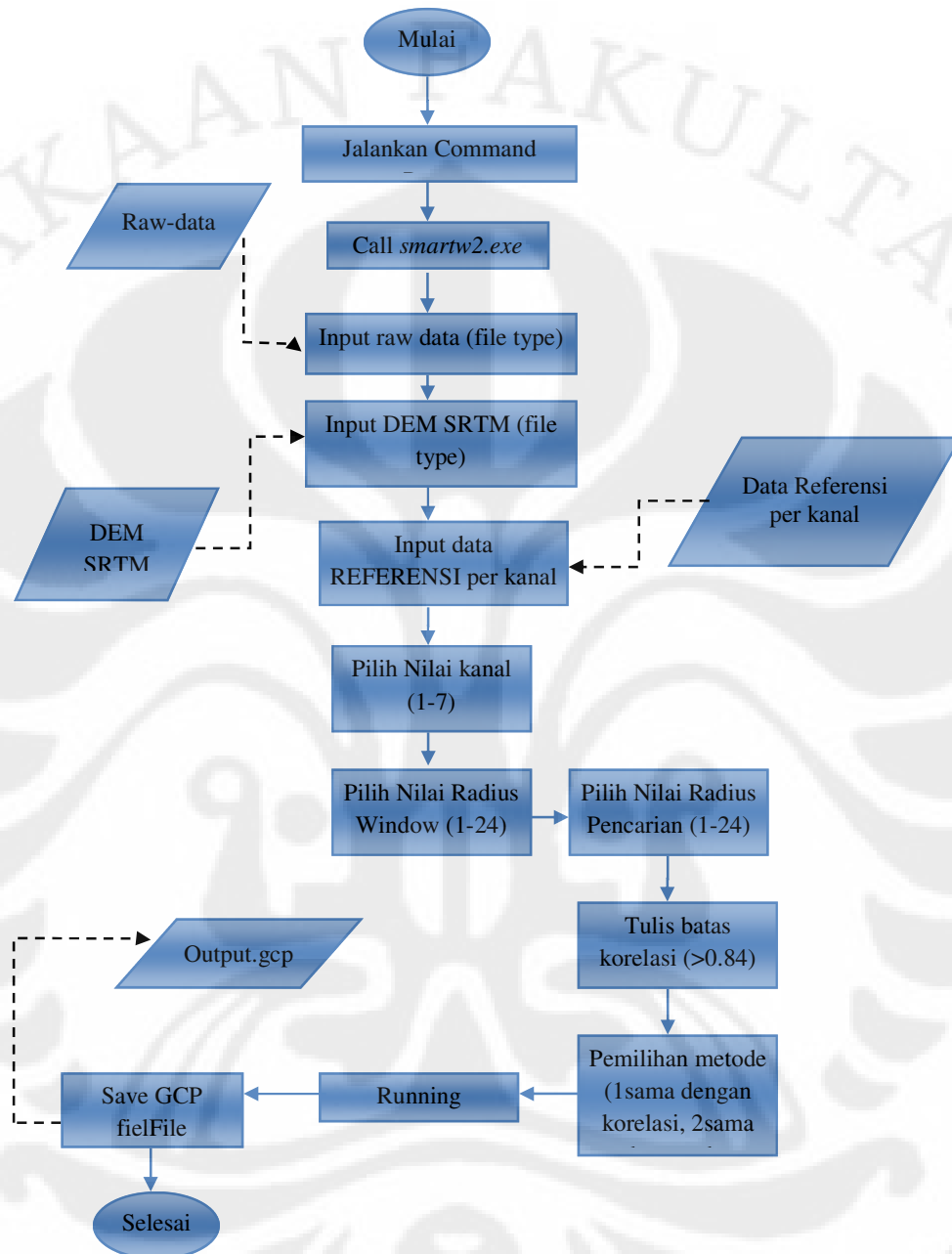
```

Administrator: Command Prompt - smartw2
C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI>smartw2
Versi 4 : 12 April 2010 by Kustiyo
Prediksi GCP secara otomatis dengan menggunakan Algoritma Image matching
Keluaran tergantung dari Kanal yg digunakan dan Window serta Radius pencarian

$intax :smartc input_raw input_srtm input_ref band rad_window rad_cari bts_cor
metoda
band      : 1 s.d. 7
rad_window : 1 s.d. 24
rad_cari  : 1 s.d. 24
bts_corel : 0 s.d. 1
metoda   image_correlation=1, inner-product=2
Contoh :smartc L7122064_raw srtm_n48 L7122064_b7 7 5 7 0.85 1

```

Gambar 2.8 *Smartw2*



Gambar 2.9 Diagram Alur Menjalankan *Smartw2*

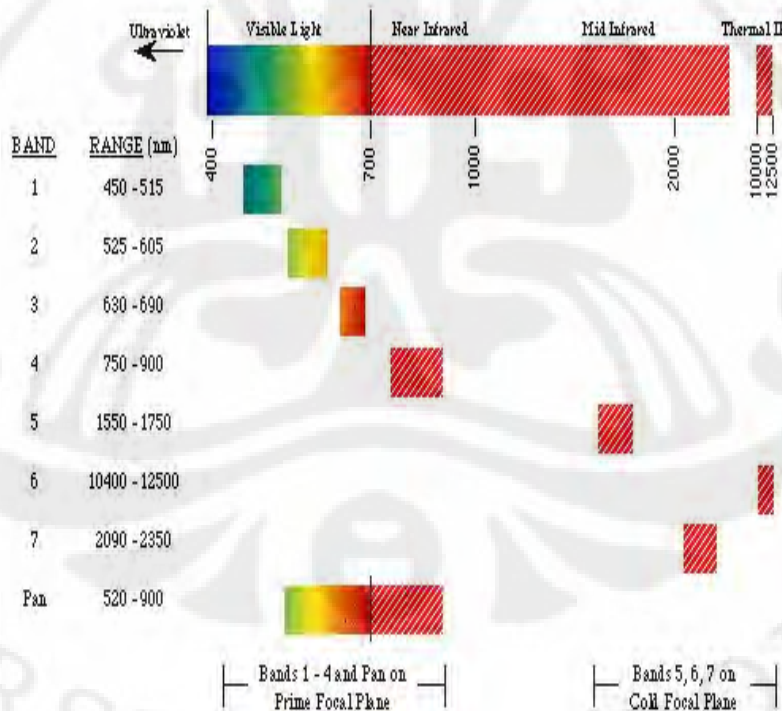
Terlihat pada gambar 2.8 terdapat contoh bagaimana menjalankan *smartw2*. Ada 9 inputan yang harus dimasukkan untuk menjalankan program ini. Jika kurang dari 9, maka program tidak akan jalan. Sedangkan pada gambar 2.9 dijabarkan satu per satu inputan apa saja yang harus dimasukkan, serta bagaimana

cara menjalankan program *smatrw2* dari awal. Setelah dijalankan maka program ini akan menghasilkan output berbentuk *GCP file*. Output ini merupakan hasil dari *point matching* yang nantinya bisa dilihat pada ERMapper dengan cara *load data GCP*. Tidak berbeda jauh dengan *Smartwrap*, hanya saja pada program *Smartw2*, input data ditambahkan *Dem SRTM* untuk mengoreksi ketinggian citra. Namun dalam proses *point matching*, *DEM* tidak berpengaruh apa-apa, ini hanya untuk dijadikan proses selanjutnya yaitu orthorektifikasi.

2.4.1 Parameter yang Mempengaruhi *Point Matching*

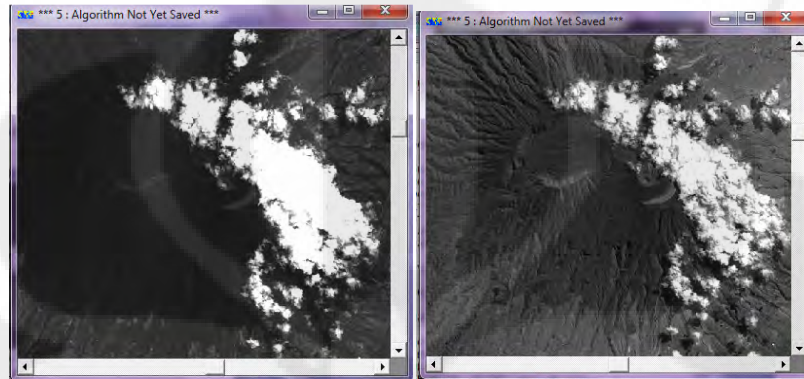
2.4.1.1 Parameter Kanal

Parameter ini merupakan salah satu parameter utama yang harus diperhatikan. Setiap kanal pada sensor satelit memiliki karakteristik berbeda, sehingga akan berpengaruh pada suatu nilai piksel yang terdapat pada gambar. Gambar 2.10 memperlihatkan salah satu contoh karakteristik setiap kanal pada instrument ETM+.



Gambar 2.10 Kanal landsat ETM+ [4]

Gambar 2.11 memperlihatkan pemakaian band yang berbeda akan menghasilkan *output* yang berbeda. Dengan band yang berbeda maka akan mempengaruhi nilai *digital number* suatu piksel pada citra satelit. Hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik setiap kanal yang dibawa oleh instrument satelit.



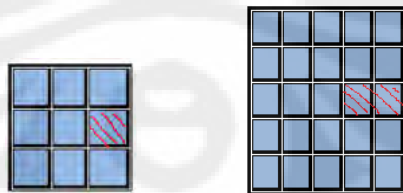
(a) Kanal 5

(b) Kanal 3

Gambar 2.11 Contoh Gambar Perbedaan Kanal

2.4.1.2 Parameter Window

Parameter *window* juga merupakan parameter yang sangat mempengaruhi nilai ketelitian dari suatu *point matching*. Parameter ini merupakan parameter yang di buat oleh sistem untuk menentukan suatu penempatan titik. Ukuran dari suatu window dinyatakan dengan satuan piksel. Didalam *smartw2*, nilai *window* diukur dari jari-jari *window*, misalnya window 3x3 piksel memiliki radius window 1 dan ukuran 5x5 piksel memiliki radius window sebesar 2. Gambar 2.12 menjelaskan ukuran window beserta radius window yang dimiliki:



Gambar 2.12 Contoh Ukuran Window 3x3 dan 5x5

2.4.1.3 Radius Pencarian

Ukuran Radius ini juga dinyatakan dalam piksel. Tersedia ukuran 1 hingga 24. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di LAPAN, disimpulkan bahwa

Universitas Indonesia

radius pencarian dapat digunakan untuk mengecek proses penentuan 4 titik GCP [12]. Apa bila penentuan titik titik GCP tidak tepat maka nilai yang dihasilkan akan mengakibatkan nilai error lebih dari 4.

2.4.1.4 Basis Data GCP

Basis data yang disediakan yaitu CSIRO dan USGS. Namun basis data yang lebih sering dipakai adalah CSIRO karena diyakini bahwa titik GCP ini memiliki ketelitian lebih tinggi dibandingkan basis data GCP USGS.

2.4.1.5 Pemilihan Metode *Point Matching*

Dalam proses *smartw2*, terdapat pemilihan metode dalam mencari *point matching*. Kedua metode tersebut adalah metode korelasi dan *dot product*. Namun penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan metode korelasi.

2.4.2 Metode Korelasi *Point Matching*

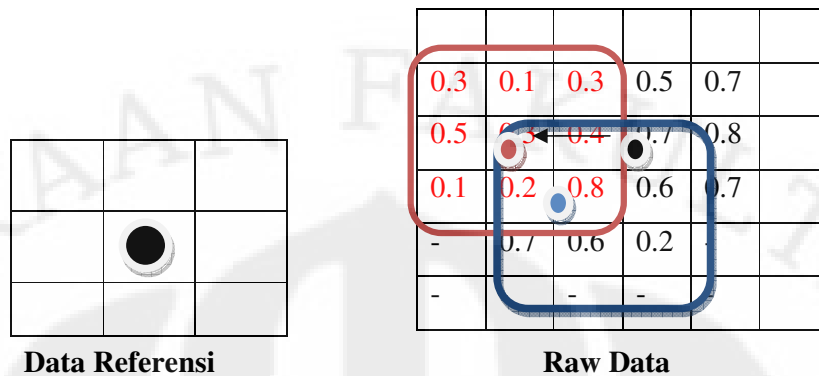
Metode korelasi merupakan suatu metode menentukan nilai penempatan titik dengan cara mengkorelasikan nilai matriks suatu titik yang dibentuk dari *digital number* sebuah piksel. *Digital number* (DN) merupakan bilangan (misal 0-255), yang ditugaskan terhadap setiap posisi *grid* spasial dalam suatu file yang menunjukkan level kecerahan suatu citra[14]. Sedangkan *grid* spasial ini merupakan garis bantu yang menyatakan luas 1 piksel.

Korelasi suatu titik x,y dinyatakan:

$$\text{COR}(\text{dnraw}, \text{dnref}) = \frac{\text{VAR}(\text{dnraw}) \cdot \text{VAR}(\text{dnref})}{\text{COVAR}(\text{dnraw}, \text{dnref})} \quad [2.1]$$

Dimana:

- COR sama dengan korelasi
- Var sama dengan varian
- Covar sama dengan korelasi varian
- dnraw sama dengan *digital number* dari raw data
- dnref sama dengan *digital number* dari data referensi



Data Referensi

Raw Data

Gambar 2.13 Metode Korelasi dengan *Window 3x3*

Keterangan :

Percobaan ini mewakili, *window 3x3* dengan radius pencarian 2

- *Raw Data*:
 - **Titik hitam** : Merupakan titik hasil point prediction
 - **Titik merah** : Merupakan hasil pencarian titik dengan radius 2
 - **Titik biru** : Merupakan hasil pencarian nilai korelasi terbesar dari nilai korelasi setiap piksel yang terdapat pada kotak merah.
 - **Kotak merah** : Merupakan window yang mengikuti letak titik dengan radius 2 pikse sebelum mencari nilai korelasi tertinggi.
 - **Kotak biru** : Merupakan pergerakan window dari posisi sebelumnya (kotak merah)
- Data Referensi:
 - **Titik hitam** : merupakan titik yang menjadi referensi dari nilai titik yang ada pada *raw data*.

Proses *point matching* diawali dengan proses transformasi titik koordinat raw (x,y) terhadap koordinat referensi (u,v). Titik Hitam pada *raw data* tersebut diasumsikan telah melalui tahap transformasi titik, sehingga proses selanjutnya adalah mencari nilai korelasi terbesar dari setiap piksel yang termasuk dalam cakupan *window 3x3*. Namun sebelum menentukan window, nilai radius pencarian juga menjadi penentu letak piksel yang akan diuji dan sekaligus menjadi titik pusat (titik merah) dari parameter *window* yang digunakan. Jadi dapat dilihat bahwa proses korelasi titik adalah membandingkan nilai korelasi dari

setiap piksel yang mencakup banyak piksel sesuai dengan ukuran window yang digunakan.

Gambar 2.13 merupakan suatu proses point matching dengan mencari nilai korelasi terbesar. Standard yang diberikan adalah $>0,85$. Berdasarkan teori korelasi, pembuktian pertidaksamaan *Cauchy-Schwarz*, korelasi bernilai 1 jika terdapat hubungan *linier* yang positif, bernilai -1 jika terdapat hubungan *linier* yang negatif, dan antara -1 dan +1 yang menunjukkan tingkat *dependensi linier* antara dua variabel. Semakin dekat dengan -1 atau +1, semakin kuat korelasi antara kedua variabel tersebut [13]. Begitupun dengan gambar diatas, *window* akan selalu bergerak mencari nilai korelasi yang mendekati 1. Dengan hasil akhir korelasi 0.8, maka proses *point matching* selsesai.

Seperti teori yang dijelaskan sebelumnya bahwa banyak faktor yang mempengaruhi nilai ketelitian dari proses *point matching*. Begitupun dengan nilai korelasi titik akan dipengaruhi parameter lainnya, bukan hanya parameter window dan radius pencarian, namun pemakaian kanal berbeda akan memberikan nilai korelasi berbeda walau terletak pada titik koordinat yang sama. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kanal akan mempengaruhi nilai *digital number* yang terdapat didalam satu piksel.

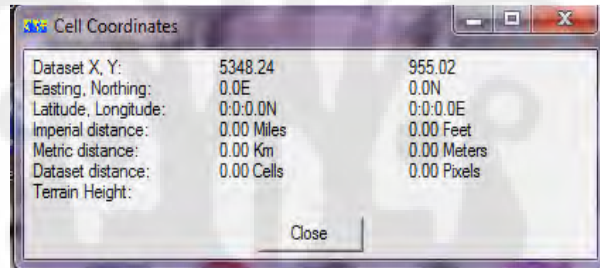
Jika sistem ini sudah berhasil diberlakukan untuk data satelit Landsat maka, akan direncanakan dalam membuat sistem bagi data citra satelit lainnya. Pemakaian parameter yang mempengaruhi ketelitian *point matching* pada citra satelit Landsat tersebut juga digunakan untuk mengkoreksi titik GCP bagi satelit lainnya. Jadi parameter yang digunakan untuk data satelit lain, sama dengan penggunaan parameter pada citra satelit Landsat, hanya saja kemungkinan penggunaan *range* kanal bisa berbeda sesuai karakteristik instrument satelit tersebut.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

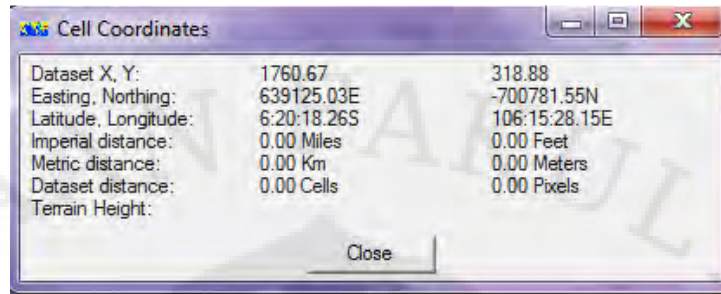
Dalam mengolah data pada program *smartw2*, dibutuhkan tiga data citra sebagai *input*. Tipe dari ketiga data ini adalah *file*. Data yang diambil untuk penelitian kali ini adalah data satelit wilayah Jawa Barat, Indonesia dan merupakan citra hasil perekaman satelit Landsat ETM +. Berikut ini adalah penjelasan tentang data yang dipakai:

1. Raw Data (17uts122065m_221201_INCAS_raw_0) yang digunakan adalah data yang diambil pada tanggal 22 Desember 2001. Data ini disebut *raw-data* karena belum terkoreksi geometrik. Raw data ini terdiri dari 6 data dengan kanal berbeda, yaitu: kanal 1, 2, 3, 4, 5, dan 7. Gambar dibawah ini menunjukkan bahwa *raw-data* tidak memiliki nilai *Easting* dan *Northen*.



Gambar 3.1 Informasi *Raw Data* yang Digunakan

2. Data Referensi yang digunakan merupakan data yang yang diambil diwaktu berbeda oleh raw data, yaitu tanggal 5 Desember 2001. Dan merupakan data CSIRO GLS 2001. Terdapat 6 data referensi sesuai dengan jumlah kanal yang dipakai yaitu kanal 1, 2, 3, 4, 5, dan 7. Data referensi ini merupakan data referensi yang diambil dari lapangan, bukan dari peta, namun data ini telah terkoreksi geometrik. Terdapat 6 layer dari data referensi ini, karena program *smartw2*, membutuhkan data referensi secara terpisah. Gambar 3.2 memperlihatkan keterangan bahwa data referensi memiliki nilai *easting* dan *northing*.



Gambar 3.2 Informasi Data Referensi

- DEM (*Digital Elevation Model*) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi, sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3 dimensi [11]. Data Dem yang dipakai adalah UTM DEM. Data ini tidak akan mempengaruhi hasil *point matching*, hanya saja diperlukan sebagai input dalam program *smartw2*.

3.2 Pengolahan Data

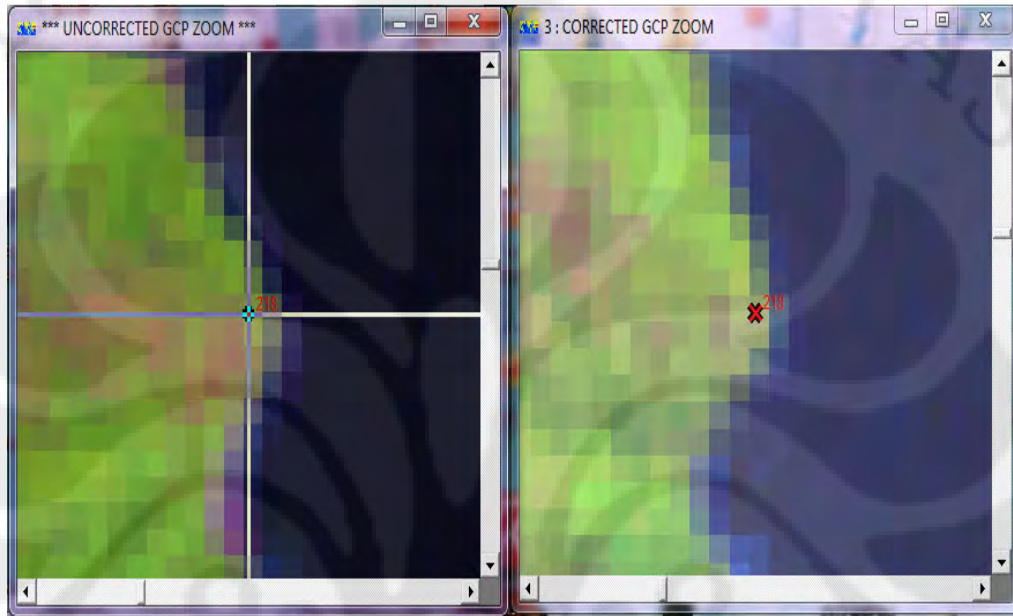
Dengan menggunakan data citra satelit berbeda, uji coba pengaruh nilai parameter terhadap ketelitian *image matching* akan dilakukan kembali. Penelitian akan dilakukan dengan menetapkan nilai parameter lain apabila ingin menguji salah satu dari kelima parameter. Namun percobaan yang dilakukan hanya terhadap parameter kanal dan *window*. Ada 4 tahapan yang harus dilalui dalam pengolahan data ini:

- Membuat data GCP referensi (metode manual dengan ERMapper);
- Membuat file GCP untuk *raw data* sebagai inputan dalam proses *point matching* di *smartw*. Dengan cara *cell x* dan *cell y* setiap titik GCP di-nol-kan lalu menambah 5 titik pojok GCP untuk mencari nilai transformasi titik (*point prediction*).
- Penelitian terhadap pemilihan kanal berbeda yaitu kanal 1, 2, 3, 4, 5 dan 7;
- Penelitian terhadap pemilihan ukuran *window* berbeda yaitu 3x3 piksel, 5x5 piksel, 7x7 piksel, 11x11 piksel dan 15x15 piksel.

3.2.1 Proses Pembuatan Data GCP Referensi dan GCP untuk *Raw Data*

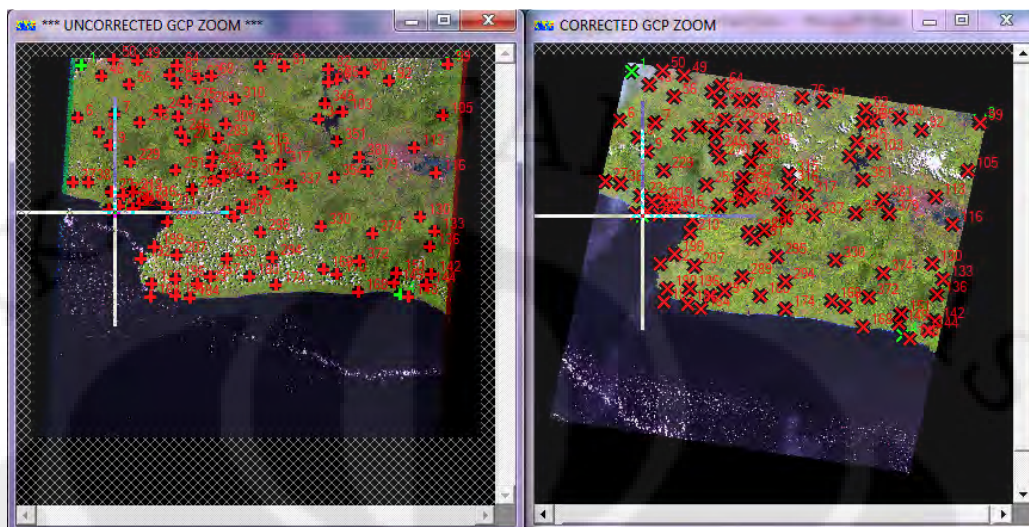
Pengambilan titik GCP ini berfungsi sebagai GCP referensi yang akan dibandingkan dengan nilai *Error* pada proses *point matching*. Pengambilan GCP

ini dilakukan dengan menyeleksi 420 titik GCP yang terdapat pada basis Data GCP CSIRO, menjadi 98 titik. Pengambilan titik ini berdasarkan letak setiap titik pada *raw-data (uncorrected-data) absolutely match* dengan letak setiap titik di data referensi (*corrected data*).



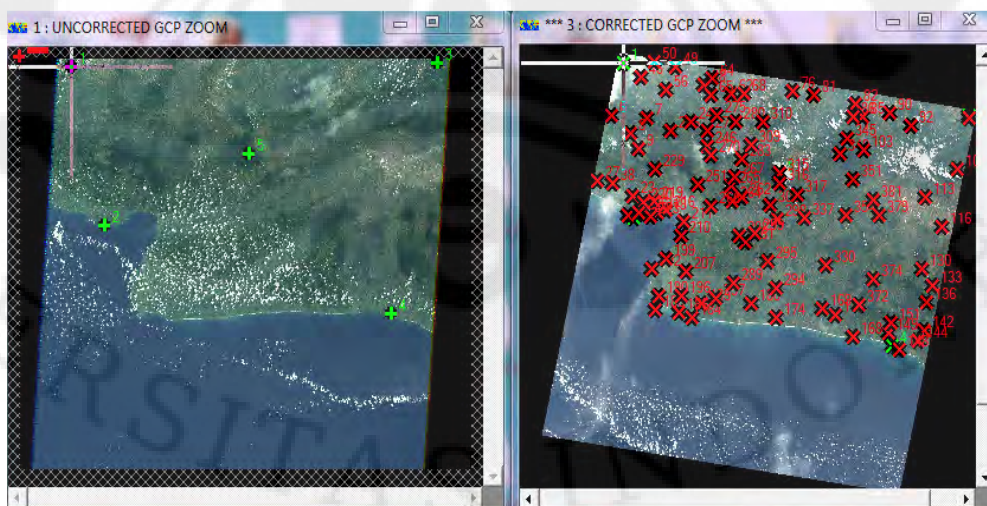
Gambar 3.3 Hasil Koreksi Titik GCP Secara Manual

Gambar 3.3 menunjukkan hasil *check GCP* sebuah titik, dan terlihat bahwa penempatan titik di kedua gambar telah sesuai. Pengambilan titik ini dilakukan satu persatu hingga didapatkan titik referensi minimal 80 GCP. Kali ini GCP yang diambil sebanyak 98 GCP. 98 titik ini telah dipastikan bahwa nilai titik yang tertera pada *raw-data match* dengan nilai titik pada data referensi. Pengambilan 98 titik GCP ini merupakan hasil seleksi titik 420 GCP dari CSIRO yang merupakan titik yang paling jelas terlihat bahwa letak titik citra referensi sama dengan letak pada citra raw, sehingga titik lainnya di-offkan karena diragukan kesesuaian titiknya. Contoh titik tersebut *match* telah digambarkan pada gambar 3.3 diatas. Setelah selesai melakukan pemilihan maka *save* menjadi *gcp file* dan beri nama agar menandakan bahwa ini merupakan *gcp file* referensi. Gambar 3.4 memperlihatkan Hasil Seleksi 98 GCP yang telah *Match* dengan Titik GCP pada data referensi.



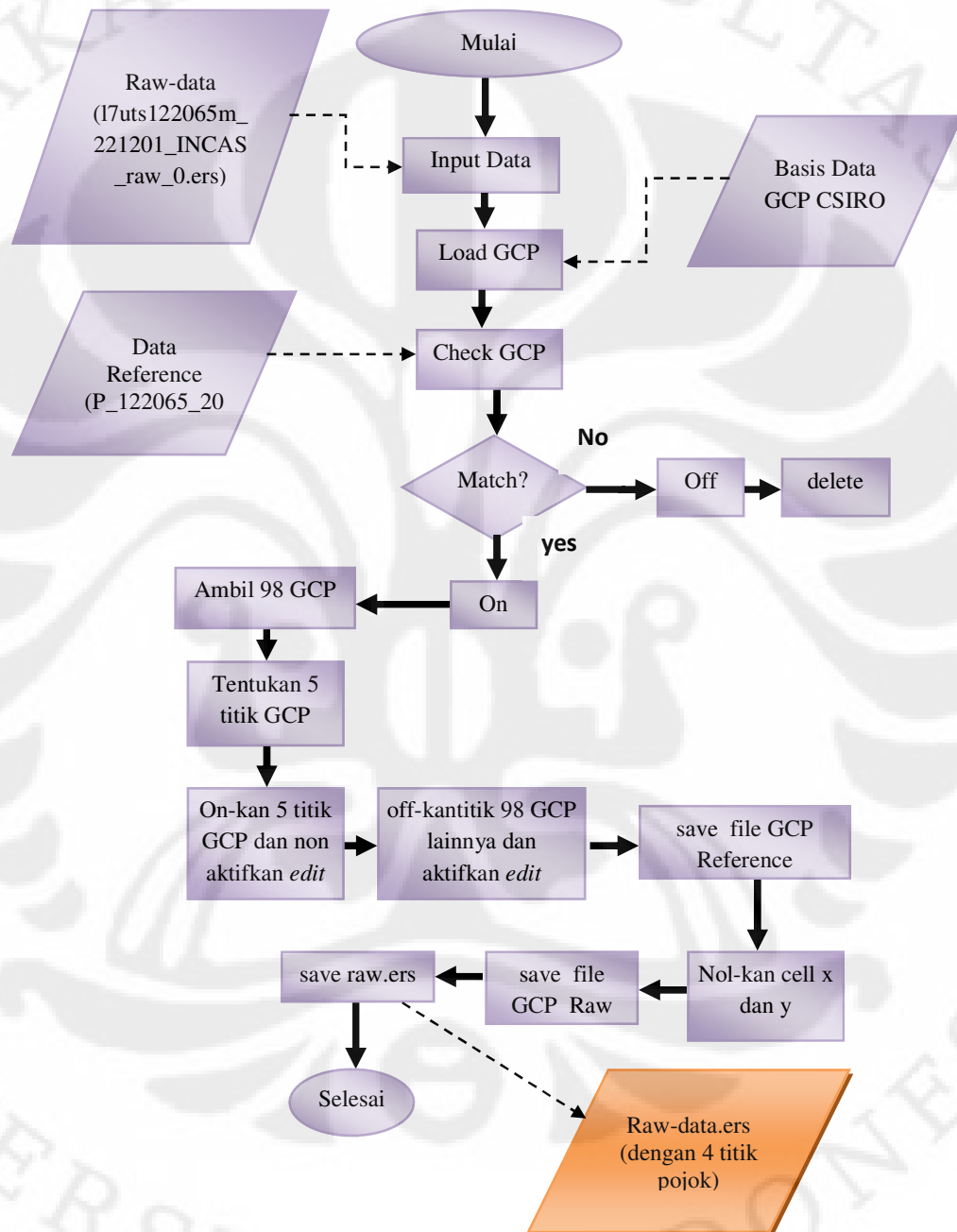
Gambar 3.4 Hasil Seleksi 98 GCP yang Telah *Match* dengan Titik GCP pada Data Referensi.

Setelah mengambil 98 titik untuk dijadikan referensi, selanjutnya adalah membuat GCP untuk raw data dengan cara me-nol-kan nilai *cell x* dan *cell y* dari 98 titik tadi. Setelah itu simpan file menjadil *gcp file* dan beri tanda bahwa ini merupakan *gcp file* untuk *raw data*. Setelah itu tentukan 5 titik pojok dikedua gambar sebagai *point prediction*. Pada Gambar 3.5 akan terlihat *uncorrected data* tidak memiliki titik GCP, hanya memiliki 5 titik GCP yang tadi telah ditambahkan untuk mencari nilai transformasi titik-titik lainnya.



Gambar 3.5 98 GCP dengan $x=0$ dan $y=0$

Berikut akan dijelaskan proses pembuatan GCP referensi secara manual serta pembuatan GCP untuk *raw data*:



Gambar 3.6 Diagram Alur Pengambilan Titik GCP sebagai Referensi dan sebagai *Raw Data*

File *output* dari hasil ERMapper disimpan kedalam 2 bentuk yaitu: *GCP file* dan *ERS file*. *GCP file* akan berfungsi sebagai titik koordinat (x,y) acuan terhadap nilai dari hasil percobaan point matching. Sedangkan *ERS file* disimpan menjadi *raw data* (l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0.ers) dengan nilai koordinat $x,y = 0,0$. File *ERS* berfungsi sebagai inputan dalam proses *smartw2*.

3.2.2 Pengolahan Data dengan Pemilihan Kanal Berbeda

Pengolahan ini dilakukan dengan tujuan mencari kanal dari citra landsat yang memaksimalkan ketelitian hasil *image matching* dalam proses pengambilan *GCP*. Oleh karena itu, nilai parameter selain parameter *kanal* harus diasumsikan terlebih dahulu. Pengolahan data ini dilakukan pada program *smartw2*. Dan Percobaan akan dilakukan dengan 2 penetapan ukuran *window*, maka percobaan akan dilakukan 2 kali. Penetapan parameter lainnya adalah sebagai berikut:

1. Ukuran *window* = 5x5 piksel dan 11x11 piksel,
2. Radius Pencarian = 7piksel,
3. Korelasi >0,85,
4. Metodologi korelasi = 1.

Sesuai dengan jumlah kanal yang akan diuji coba, setiap versi penetapan parameter akan dilakukan 6 kali percobaan dengan data kanal yang berbeda. Gambar 3.7 merupakan contoh proses penentuan nilai parameter *smartw2*:

```

Administrator: Command Prompt
bts_corel : 0 s.d. 1
metoda image_correlation=1, inner-product=2
Contoh : smartc L7122064_raw srtm_n48 L7122064_b7 7 5 7 0.85 1

C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI>smartw2 "C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI\hasil uji cona kanal\DATA2 ANALISA\RAW DATA\l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0" "C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI\hasil uji cona kanal\DATA2 ANALISA\REFERENCE+dem\ref_1_22065_20010512_10" 1 5 7 0.85 1
Versi 4 : 12 April 2010 by Kustiyo
Prediksi GCP secara otomatis dengan menggunakan algoritma Image matching
Keluaran tergantung dari Kanal yg digunakan dan Window serta Radius pencarian

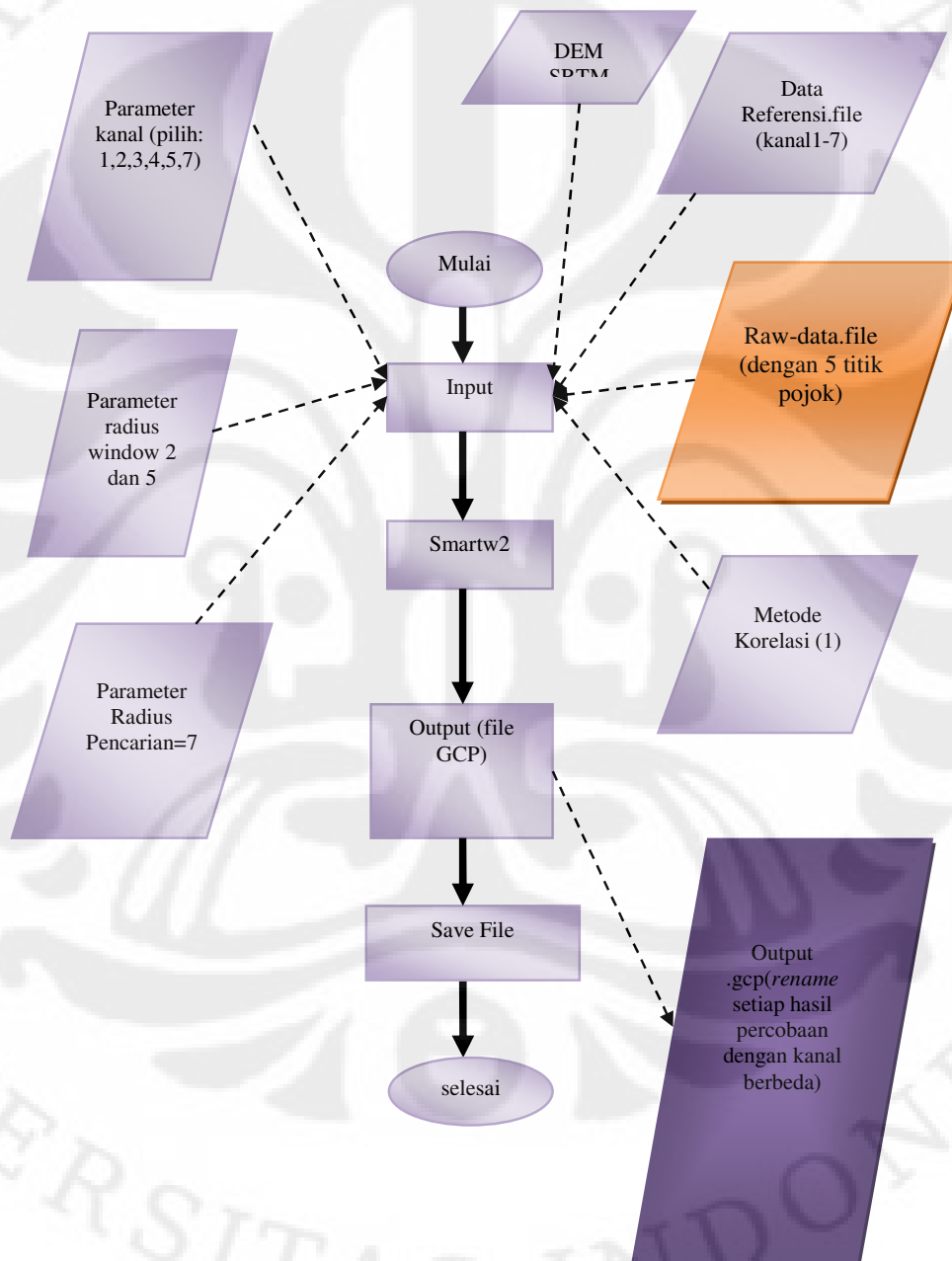
Sintax : smartc input_raw input_srtm input_ref band rad_window rad_cari bts_cor
metoda
band : 1 s.d. 7
rad_window : 1 s.d. 24
rad_cari : 1 s.d. 24
bts_corel : 0 s.d. 1
metoda image_correlation=1, inner-product=2
Contoh : smartc L7122064_raw srtm_n48 L7122064_b7 7 5 7 0.85 1

C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI>smartw2 "C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI\hasil uji cona kanal\DATA2 ANALISA\RAW DATA\l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0" "C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI\hasil uji cona kanal\DATA2 ANALISA\REFERENCE+dem\ref_1_22065_20010512_10" 1 2_7 0.85 1

```

Gambar 3.7 Contoh Menjalankan *Smartw2* dengan Data Referensi dan Nilai Parameter Kanal

Berikut ini merupakan diagram alur Proses dari pengolahan data dengan kanal yang berbeda:



Gambar 3.8 Diagram Alur Pengolahan dengan Kanal Berbeda

Proses diatas merupakan proses yang sama dengan cara menjalankan *smartw2* seperti biasa. Hanya saja file yang menjadi input telah ditentukan. *Raw data* merupakan data yang berasal dari *output* pada ERMapper yaitu file yang disimpan kedalam bentuk *ers file* (ditandai dengan warna oranye). Lalu memasukan data DEM, data Referensi sesuai kanal yang diuji (1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7), kemudian asumsi nilai *window* dengan menggunakan nilai *radius window* (jari-jari *window*), menentukan nilai radius pencarian yaitu 7 piksel, batas korelasi 0,85 dan metode *point matching* adalah korelasi yang ditandai dengan 1.

Raw data yang dipakai adalah *17uts122065m_221201_INCAS_raw_0*, dengan *type .file* sedangkan hasil ERMapper adalah bertipe *.ers*, maka sebelumnya *raw data*, *DEM*, dan data referensi telah memiliki 2 tipe file yaitu *.file* dan *.ers*. Penyediaan dua tipe file ini disebabkan oleh kedua software, yaitu ERMapper dan *smartw2* memiliki karakteristik berbeda. Pada *smartw2* tipe file yang terbaca adalah *.file* sedangkan proses *geocoding wizard* hanya dapat membaca *.ers*. Namun kedua file ini tetap sama dan saling mempengaruhi, apabila file *.ers* yang disimpan mengalami perubahan maka secara otomatis *.file* juga akan mengalami perubahan.

Output yang dihasilkan setelah melalui proses *smartw2* ini adalah output bertipe GCP, yaitu *17uts122065m_221201_INCAS_raw_0.gcp*. GCP file ini harus segera *rename* agar tidak terjadi penibanan data yang mengakibatkan data sebelumnya tertimpa dengan data baru dan menghilang. GCP file ini akan berjumlah 12 sesuai dengan pengolahan data yang dilakukan yaitu 6 kali untuk *window* 5 dan 6 kali untuk *window* 11. GCP file dapat dibuka dengan Microsoft Excel. Dengan begitu nilai x dan y dari hasil *point matching* dapat dihitung.

Proses akhir dari uji coba kanal ini adalah menyusun tabel hasil referensi (pengambilan gcp secara manual), lalu menyusun tabel hasil percobaan *point matching* setiap kanal. Setelah itu dengan bantuan Microsoft Excel, nilai penyimpangan titik (error) dapat dihitung. Berikut cara memproses data GCP:

1. Dari 98 akan terdapat titik yang *ON* dan yang *OFF*. Titik *ON* merupakan titik yang memiliki korelasi >0.85 . Kopi nilai x_1 dan y_1 GCP *ON* ke dalam tabel.
2. Cari selisih dari nilai titik koordinat referensi secara manual (x dan y) dengan nilai titik koordinat titik hasil *point matching* (x_1 dan y_1)

3. Dari selisih nilai *cell* x dan y pada kedua data, maka akan dihasilkan nilai dx dan dy. Setelah itu hitung nilai error dengan rumus :

$$\sqrt{dx^2+dy^2} \quad [3.1]$$

4. Setelah langkah 1-3 selesai dilakukan pada semua hasil GCP 6 kanal, maka hal terakhir yang dilakukan adalah menghitung ketelitian dari setiap percobaan kanal. Yaitu dengan cara mengumpulkan nilai Error<1 dan nilai Error>1. Hitung ketelitian dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah titik dengan error} \leq 1}{\text{Jumlah titik ON seluruhnya}} \quad [3.2]$$

3.2.3 Pengolahan Data dengan Ukuran Window Berbeda

Pengolahan ini dilakukan dengan tujuan mencari ukuran *window* dari citra landsat yang memaksimalkan ketelitian hasil *image matching* dalam proses pengambilan GCP. Oleh karena itu, nilai parameter selain parameter *window* harus diasumsikan terlebih dahulu. Pengolahan data ini dilakukan pada program *smartw2*. Dan Percobaan akan dilakukan dengan 1 penetapan ukuran kanal. Penetapan kanal ini berdasarkan hasil percobaan sebelumnya, yaitu mengambil kanal yang memiliki nilai ketelitian tertinggi serta dengan jumlah GCP ON terbanyak. Untuk penetapan parameter lainnya adalah sebagai berikut:

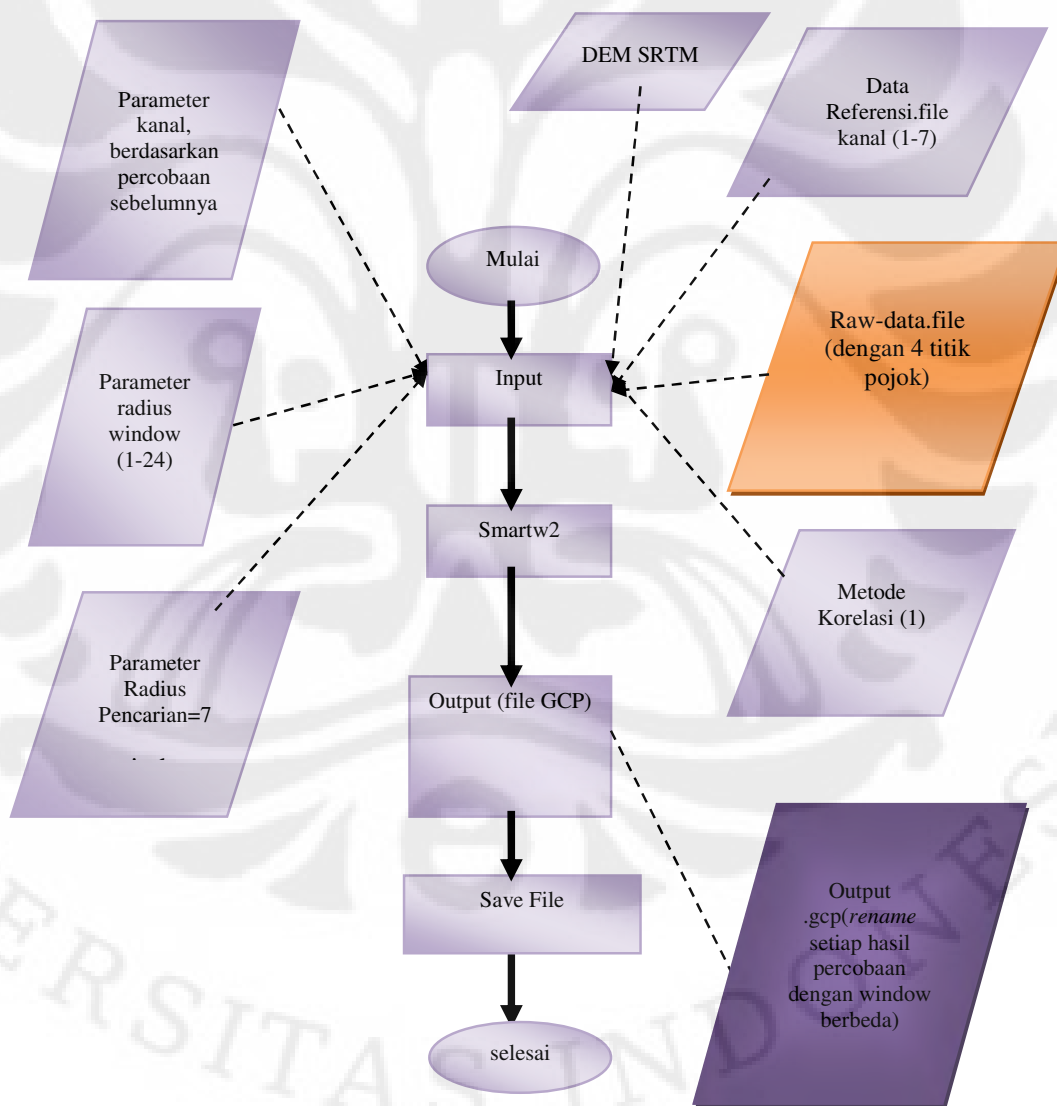
1. Ukuran Kanal diambil dari hasil percobaan sebelumnya,
2. Radius Pencarian = 7 piksel,
3. Korelasi >0,85,
4. Metodologi korelasi = 1.

Sesuai dengan jumlah ukuran *window* yang akan diuji coba, setiap versi penetapan parameter akan dilakukan 5 kali percobaan dengan nilai radius *window* berbeda, yaitu: 3x3, 5x5, 7x7, 11x11, 15x15. Gambar 3.9 memperlihatkan cara menjalankan program dengan *smartw2* dengan megubah nilai radius *window*:

```
Syntax :smartc input_raw input_srtm input_ref band rad_window rad_cari bts_cor
metoda
band : 1 s.d. 7
rad_window : 1 s.d. 24
rad_cari : 1 s.d. 24
bts_corel : 0 s.d. 1
metoda image_corelation=1, inner-product=2
Contoh :smartc L7122064_raw srtm_n48 L7122064_b7 7 5 7 0.85 1

C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI>smartw2 "C:\Users\cesilia\Desktop\SKRIPSI\hasil
uji cona kanal\DATA2 ANALISA\RAW DATA\17uts122065m_221201_INCAS_raw_0" "C:\User
s\cesilia\Desktop\SKRIPSI\hasil uji cona kanal\DATA2 ANALISA\REFERENCE+dem\ref_1
22065_20010512_10" 1 5 7 0.85 1
```

Gambar 3.9 Letak Nilai Radius Window pada Smartw2



Gambar 3.10 Diagram Alur Pengolahan Data dengan Window Berbeda

Proses ini tidak berbeda dengan proses pemilihan kanal, file yang menjadi input juga telah ditentukan. Pada gambar 3.10 *Raw data* merupakan data yang berasal dari *output* pada ERMapper yaitu file yang disimpan kedalam bentuk *ers file* (ditandai dengan warna oranye). Lalu memasukan data DEM, data Referensi sesuai kanal yang diuji (berdasarkan percobaan sebelumnya), kemudian ubah nilai *window* dengan menggunakan nilai *radius window* (jari-jari *window*) 1-24, menentukan nilai radius pencarian yaitu 7 piksel, batas korelasi 0,85 dan metode *point matching* adalah korelasi yang ditandai dengan 1. Dalam percobaan kali ini ukuran *window* yang akan diuji hanya 5 yaitu: 3x3 piksel, 5x5 piksel, 7x7 piksel, 11x11 piksel, serta 15 kali 15 piksel berarti *radius window* yang dipakai 1, 2, 3, 5 dan 7.

Proses penyimpanan file dan pengolahan data pada percobaan ini sama dengan proses pengolahan data pada percobaan pemilihan kanal. Hanya saja GCP yang dihasilkan berbeda karena percobaan ini merubah nilai parameter *window* bukan kanal. Sehingga GCP file yang dihasilkan berjumlah 5 pada percobaan dengan ketetapan nilai 1 kanal.

Setelah semua file GCP tersimpan maka proses selanjutnya adalah memindahkan nilai x dan y hasil referensi serta hasil *point matching* kedalam Microsoft Excel. Sama seperti percobaan kanal, data titik yang dipindahkan adalah data yang hanya memiliki nilai korelasi lebih dari 0.85 saja (titik ON). Kemudian proses data-data tersebut dengan langkah-langkah berikut:

1. Dari 98 akan terdapat titik yang *ON* dan yang *OFF*. Titik ON merupakan titik yang memiliki korelasi lebih 0.85. Kopi nilai x1 dan y1 GCP ON ke dalam tabel;
2. Cari selisih dari nilai titik koordinat referensi secara manual (x dan y) dengan nilai titik koordinat titik hasil *point matching* (x1 dan y1);
3. Dari selisih nilai *cell* x dan y pada kedua data, maka akan dihasilkan nilai dx dan dy. Setelah itu hitung nilai error dengan rumus :

$$\sqrt{dx^2+dy^2} \quad [3.3]$$

4. Setelah langkah 1-3 selesai dilakukan pada semua hasil gcp 6 kanal, maka hal terakhir yang dilakukan adalah menghitung ketelitian dari setiap percobaan

kanal, yaitu dengan cara mengumpulkan nilai $Error < 1$ dan nilai $Error > 1$.
Hitung ketelitian dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah titik dengan error} \leq 1}{\text{Jumlah titik ON seluruhnya}} \quad [3.4]$$

Dari hasil percobaan *window* akan dibuat grafik hubungan antara nilai ketelitian dengan *window*. Dari percobaan ini akan terbentuk nilai ketelitian maksimal. Dengan ditemukannya nilai maksimal, maka penentuan *window* yang paling baik digunakan sudah dapat disimpulkan.

BAB 4

HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Percobaan dan Analisa Pemilihan Kanal

Hasil percobaan pemilihan kanal terdiri dari 12 tabel, yaitu 6 tabel untuk hasil percobaan dengan *window* 5 dan 6 tabel untuk hasil percobaan dengan *window* 11. Pada bab ini akan diperlihatkan masing-masing gambar hasil *point matching* dengan *smartw2* yang ditampilkan dalam ERMapper. Terdapat dua buah gambar disetiap percobaannya yaitu *uncorrected* data dan *corrected* data. Pada setiap data terlihat titik GCP hasil *point matching*. Jika titik tersebut berwarna putih, maka itu menandakan bahwa titik-titik tersebut adalah titik *on* yaitu titik yang memiliki nilai korelasi lebih besar dari 0,85 sedangkan titik-titik yang tidak memiliki nilai korelasi lebih dari 0,85, maka akan *di-off*-kan dan ini ditandai dengan warna merah.

Untuk menguji suatu pemakaian kanal, terlebih dahulu mengasumsikan parameter lainnya pada *smartw2*, yaitu parameter radius *window* sebesar 2 piksel dan 5 piksel; radius pencarian sebesar 7 piksel; batas nilai korelasi lebih besar dari 0,85; dan metode penelitian yaitu metode 1 (korelasi). Setelah mengasumsikan parameter lain, maka pencarian jenis kanal yang terbaik bisa dilakukan dengan cara merubah setiap *inputan* data referensi sesuai kanal yang ingin diuji serta merubah nilai parameter kanal pada *smartw2*.

Hasil percobaan dalam bentuk GCP file akan dibandingkan dengan hasil pemilihan GCP secara manual. Maka akan terlihat seberapa jauh penyimpangan yang terjadi pada proses otomatisasi. Untuk tabel GCP referensi dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.1.1 Hasil Percobaan dan Analisa 6 Kanal dengan *Window* 5x5

4.1.1.1 Kanal 1

Percobaan ini dilakukan dengan merubah nilai parameter kanal menjadi 1 dan dengan memasukan data referensi kanal 1 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan adalah ***l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k1w5.gcp***. *Output* dari

smartw2 ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.

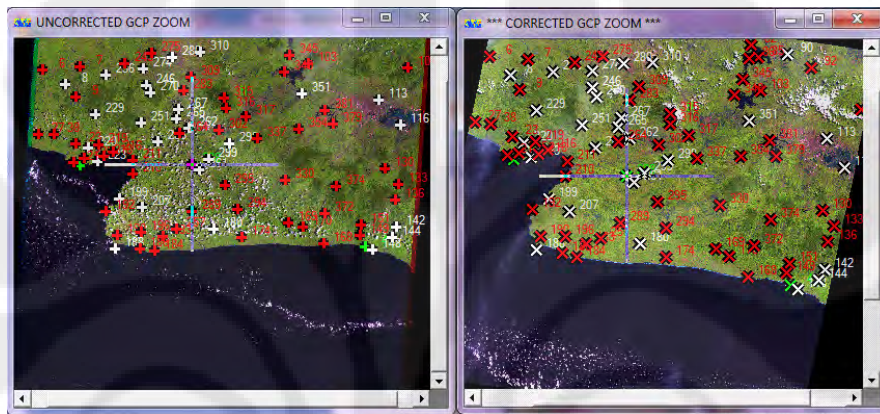


Gambar 4.1 Hasil *Point Matching* Kanal 1 Window 5x5

Gambar 4.1 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 1 dengan *window* 5x5. Titik-titik ini merupakan hasil dari otomatisasi dengan menggunakan metode korelasi, dimana nilai x dan y yang telah di-nol-kan terisi kembali. Dengan melihat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik GCP, jumlah titik *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 berjumlah 35 titik. Masing-masing titik *on* dibandingkan dengan titik GCP referensi sehingga menghasilkan nilai error yang beragam. Nilai error terbesar yang dihasilkan adalah sebesar 10,277. Hal ini disebabkan oleh penyimpangan koordinat yang besar dari letak titik pada referensi. Dengan error yang besar ini maka dipastikan bahwa proses *point matching* pada titik tersebut gagal dan metode korelasi yang diterapkan pada titik tersebut pun gagal. Hal ini bisa terjadi dengan kemungkinan nilai piksel tidak terbaca dengan jelas oleh sistem. Percobaan ini menghasilkan nilai *error* kurang dari sama dengan 1 sebanyak 16 titik sedangkan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 19 titik. Maka dengan menggunakan rumus pencari ketelitian, hasil ketelitian kanal 1 ini adalah sebesar 0,457143. Untuk lebih lengkapnya data dapat dilihat pada Lampiran 2 Hasil Uji Coba Kanal 1 Window 5x5.

4.1.1.2 Kanal 2

Percobaan ini dilakukan dengan merubah nilai parameter kanal menjadi 2 dan dengan memasukkan data referensi kanal 2 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **I7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k2w5.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.

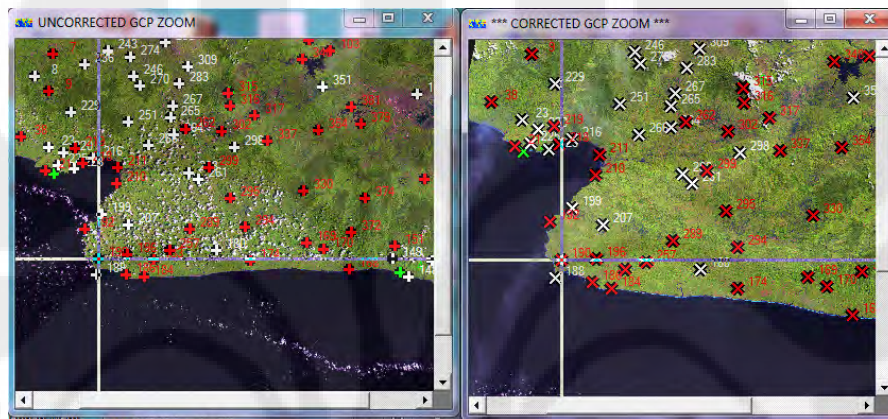


Gambar 4.2 Hasil *Point Matching* Kanal 2 Window 5x5

Gambar 4.2 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 2 dengan *window* 5x5. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik GCP, hanya 35 titik yang memiliki nilai korelasi lebih dari 0,85. Hasil ini sama dengan hasil uji coba pada kanal 1. Maka dapat dikatakan nilai efisiensi dari kanal 1 dan 2 adalah sama. Sedangkan dari nilai ketelitian, percobaan ini menghasilkan nilai *error* kurang dari sama dengan 1 sebanyak 16 titik sedangkan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 19 titik. Maka dengan menggunakan rumus pencari ketelitian, hasil ketelitian kanal 1 ini adalah sebesar 0,457143. Dengan begitu baik dari segi efisiensi dan ketelitian, penggunaan kanal 1 dan kanal 2 adalah sama atau seimbang. Hal ini bisa terjadi karena antara kanal 1 dan 2 memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda yaitu sama-sama menduduki daerah *visible light*. Untuk data hasil *point matching* dapat dilihat pada Lampiran 2 Hasil Uji Coba Kanal 2 *Window* 5x5.

4.1.1.3 Kanal 3

Percobaan ini dilakukan dengan merubah nilai parameter kanal menjadi 3 dan dengan memasukan data referensi kanal 3 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **I7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k3w5.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



Gambar 4.3 Hasil *Point Matching* Kanal 3 *Window 5x5*

Gambar 4.3 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 3 dengan *window 5x5*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik GCP, jumlah titik *on* pada hasil percobaan menggunakan kanal 3 adalah sebesar 41 titik. Bila dibandingkan dengan kanal 1 dan 2, kanal 3 lebih efisien karena jumlah titik *on* lebih banyak. Namun percobaan ini menghasilkan nilai *error* kurang dari sama dengan 1 sebanyak 16 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 25 titik. Maka nilai ketelitian dari kanal 3 ini lebih kecil dibanding kanal 1 dan 2, yaitu sebesar 0.39024. Dan dapat diketahui pula, bahwa jumlah titik dengan korelasi terbanyak bukan berarti nilai ketelitiannya menjadi tinggi. Untuk data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Hasil Uji Coba Kanal 3 *Window 5x5*.

4.1.1.4 Kanal 4

Percobaan ini dilakukan dengan merubah nilai parameter kanal menjadi 4 dan dengan memasukkan data referensi kanal 4 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **I7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k4w5.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



Gambar 4.4 Hasil *Point Matching* Kanal 4 Window 5x5

Gambar 4.4 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 4 dengan *window* 5x5. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik GCP, jumlah titik *on* pada hasil percobaan menggunakan kanal 4 berjumlah 34 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 18 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 16 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0,529412. Maka jika dibandingkan dengan ketiga percobaan sebelumnya, kanal 4 memiliki ketelitian tertinggi, namun jumlah GCP *on* paling sedikit. Untuk itu akan dilakukan percobaan kembali agar mendapatkan nilai ketelitian tinggi dengan jumlah GCP *on* yang lebih banyak. Data hasil *point matching* kanal 4 ini dapat dilihat pada Lampiran 2 Hasil Uji Coba Kanal 4 Window 5x5.

4.1.1.5 Kanal 5

Percobaan ini dilakukan dengan merubah nilai parameter kanal menjadi 5 dan dengan memasukkan data referensi kanal 5 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k5w5.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



Gambar 4.5 Hasil *Point Matching* Kanal 5 *Window 5x5*

Gambar 4.5 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 5 dengan *window 5x5*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 5 adalah 44 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 18 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 26 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0.409091. Maka jika dibandingkan dengan ke-empat percobaan sebelumnya, kanal 5 memiliki jumlah GCP *on* terbesar, tetapi nilai ketelitian masih rendah dibandingkan dengan kanal 1 dan 2. Data hasil *point matching* kanal 5 ini dapat dilihat pada Lampiran 2 Hasil Uji Coba Kanal 5 *Window 5x5*.

4.1.1.6 Kanal 7

Percobaan ini dilakukan dengan merubah nilai parameter kanal menjadi 7 dan dengan memasukan data referensi kanal 7 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **I7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k7w5.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



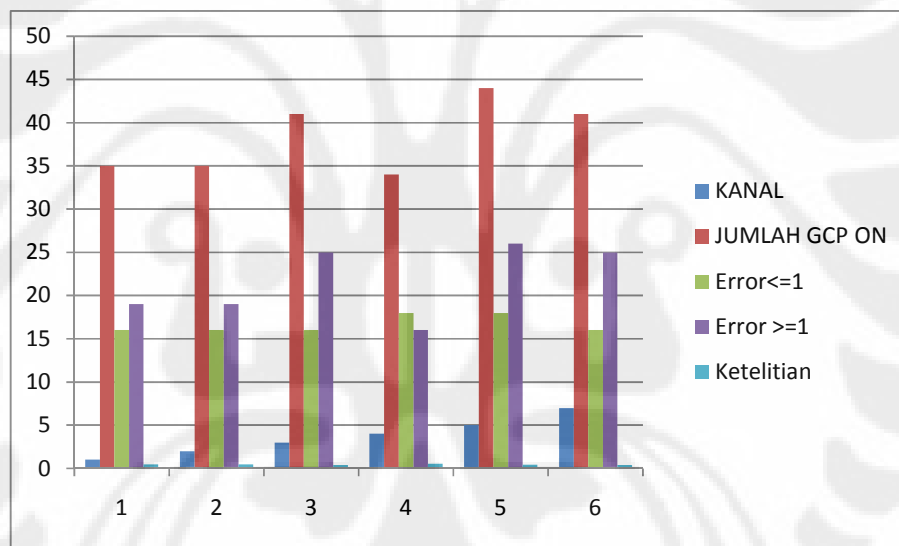
Gambar 4.6 Hasil Point Matching Kanal 7 Window 5x5

Gambar 4.6 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 7 dengan *window* 5x5. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 7 adalah 41 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 16 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 25 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0.390244. Dengan percobaan terakhir pemakaian *window* 5 ini, maka telah ditemukan nilai ketelitian maksimal yaitu terdapat pada kanal 4. Data hasil *point matching* kanal 7 ini dapat dilihat pada Lampiran 2 Hasil Uji Coba Kanal 5 *Window* 5x5.

Dari hasil percobaan 6 kanal menggunakan *window* 5x5, maka jumlah nilai *error* kurang dari sama dengan 1 dan *error* lebih dari sama dengan 1, direkapitulasi sehingga tertera seperti pada tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Hasil *Point Matching* Kanal dengan *Window* 5x5

KANAL	JUMLAH GCP ON	Error <=1	Error >=1	Ketelitian
1	35	16	19	0.457143
2	35	16	19	0.457143
3	41	16	25	0.390244
4	34	18	16	0.529412
5	44	18	26	0.409091
7	41	61	25	0.390244



Gambar 4.7 Diagram Batang Hasil Percobaan 6 Kanal dengan *window* 5x5

Diagram 4.7 menggambarkan hasil penelitian kanal dengan parameter *window* berukuran 5x5 piksel. Dan hasil kanal yang memiliki ketelitian maksimal adalah pada kanal 4. Namun dengan melihat jumlah *GCP on* yang dihasilkan sedikit, maka kanal 4 ini belum dapat dikatakan sebagai kanal yang baik untuk digunakan. Karena titik *on* terbanyak terdapat pada kanal 5, maka perlu di uji kembali dengan mengasumsikan parameter *window* yang lain untuk mengetahui

apakah masih ada kanal yang memiliki ketelitian terbesar dengan jumlah GCP *on* terbanyak.

4.1.2 Hasil Percobaan dan Analisa 6 Kanal dengan *Window* 11x11

Analisa pemilihan kanal yang kedua ini adalah mencari kembali hasil terbaik dari kanal, karena percobaan sebelumnya terlihat diagram GCP *on* yang cukup banyak dimiliki oleh kanal 5. Dan kali ini diambil *window* 11x11, pemilihan ukuran *window* ini adalah pemilihan acak. Selanjutnya akan dijelaskan secara terperinci hasil dan analisa percobaan kanal-kanal dengan *window* 11x11. Tidak berbeda dengan percobaan 4.1.1, *output* yang dihasilkan adalah GCP file.

4.1.2.1 Kanal 1



Gambar 4.8 Hasil *Point Matching* Kanal 1 dengan *Window* 11x11

Gambar 4.8 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 1 dengan *window* 11x11. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 adalah 14 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 16 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 7 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0.5. Untuk data lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba Kanal 1 *Window* 11x11.

4.1.2.2 Kanal 2



Gambar 4.9 Hasil *Point Matching* Kanal 2 dengan *Window 11x11*

Gambar 4.9 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 2 dengan *window 11x11*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 adalah 15 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 7 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 8 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0,466667. Untuk data lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba Kanal 2 *Window 11x11*.

4.1.2.3 Kanal 3



Gambar 4.10 Hasil *Point Matching* Kanal 3 dengan *Window 11x11*

Gambar 4.10 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 3 dengan *window* 11x11. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 adalah 15 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 9 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 6 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0,6. Untuk data lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba Kanal 3 *Window* 11x11.

4.1.2.4 Kanal 4



Gambar 4.11 Hasil *Point Matching* Kanal 4 dengan *Window* 11x11

Gambar 4.11 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 4 dengan *window* 11x11. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 adalah 17 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 12 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 5 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 4 ini adalah sebesar 0,705882. Untuk data lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba Kanal 4 *Window* 11x11. Dari hasil percobaan dengan menggunakan *window* 5, kanal 4 ini memiliki nilai ketelitian paling baik. Dan nilai ketelitian yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil percobaan pada kanal 1, 2, dan 3, maka kanal 4 ini masih memiliki nilai ketelitian terbesar dan

jumlah GCP *on* paling banyak diantara hasil yang dimiliki oleh ketiga kanal tersebut.

4.1.2.5 Kanal 5



Gambar 4.12 Hasil *Point Matching* Kanal 5 dengan *Window* 11x11

Gambar 4.12 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 5 dengan *window* 11x11. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 adalah 21 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 15 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 6 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 5 ini adalah sebesar 0,714286. Dengan perbandingan hasil uji coba kanal 4 *window* 11x11, maka penggunaan kanal 5 bisa dikatakan lebih baik karena memiliki jumlah GCP *on* terbanyak serta memiliki nilai ketelitian yang lebih tinggi dibanding kanal 4. Untuk data lebih lengkap hasil *point matching* kanal 5 dengan *window* 11x11 dapat dilihat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba Kanal 4 *Window* 11x11.

4.1.2.6 Kanal 7



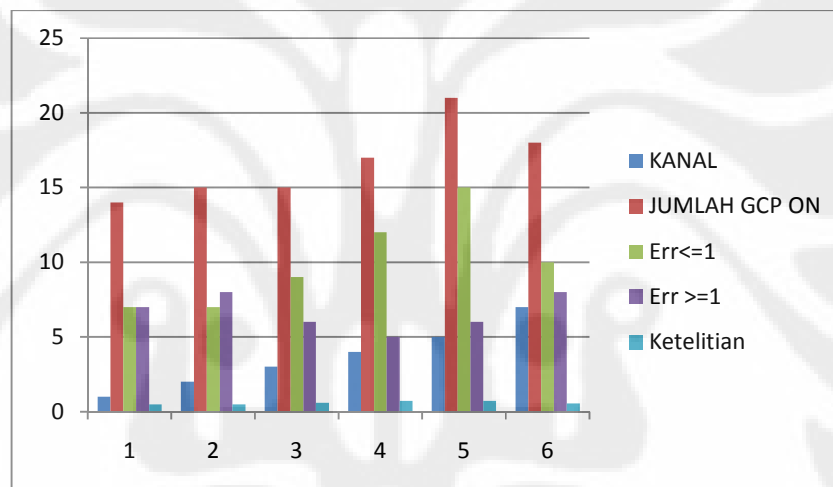
Gambar 4.13 Hasil *Point Matching* Kanal 7 dengan *Window* 11x11

Gambar 4.13 merupakan gambar hasil *point matching* kanal 7 dengan *window* 11x11. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Jumlah GCP *on* pada hasil percobaan dengan menggunakan kanal 1 adalah 18 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 10 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 8 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 5 ini adalah sebesar 0,555556. Percobaan kanal 7 ini merupakan uji coba terakhir dari penetapan ukuran *window* 11x11. Dengan nilai ketelitian yang menurun drastis dari percobaan kanal 5 serta jumlah GCP *on* yang juga menurun, maka telah ditetapkan bahwa kanal 5 merupakan kanal yang baik untuk digunakan. Selain jumlah GCP *on* yang banyak, kanal 5 ini memiliki nilai ketelitian yang baik.

Dari hasil percobaan 6 kanal menggunakan *window* 11x11, maka jumlah nilai *error* kurang dari sama dengan 1 dan *error* lebih dari sama dengan 1, direkapitulasi sehingga tertera seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil *Point Matching* Kanal dengan *Window* 11x11

KANAL	JUMLAH GCP ON	Error <=1	Error >=1	Ketelitian
1	14	7	7	0.5
2	15	7	8	0.466667
3	15	9	6	0.6
4	17	12	5	0.705882
5	21	15	6	0.714286
7	18	10	8	0.555556

Gambar 4.14 Diagram Batang Hasil Percobaan Kanal dengan *Window* 11x11

Gambar diagram 4.14 ini menggambarkan hasil penelitian kanal dengan parameter *window* berukuran 11x11 piksel. Dan hasil kanal yang memiliki ketelitian maksimal adalah pada kanal 5. Apabila ditinjau dari hasil penelitian di LAPAN yang menetapkan bahwa kanal terbaik adalah kanal 5, maka percobaan ini *sesuai*. Hal ini dapat diartikan bahwa dengan menggunakan data yang memiliki perbedaan waktu dan wilayah perekaman data tidak berpengaruh terhadap hasil percobaan. Hasil ketelitiannya pun lebih tinggi dibandingkan dengan hasil percobaan kanal 4 menggunakan *window* 5. Hanya saja GCP yang korelasinya lebih dari 0,85 berjumlah sedikit, hal ini dipengaruhi oleh parameter

window, untuk itu harus diteliti kembali penggunaan *window* yang dapat memaksimalkan ketelitian dan hasil GCP *on* yang lebih banyak.

4.2 Hasil Percobaan dan Analisa Pemilihan Ukuran Window

Hasil percobaan ini terdiri dari 12 tabel, yaitu 6 tabel untuk hasil percobaan dengan kanal 7 dan 6 tabel untuk hasil percobaan dengan kanal 5. Untuk Raw-data GCP dan GCP referensi menggunakan data yang sama seperti pada percobaan kanal. Berikut hasil dan analisa terhadap percobaan window dengan pemakaian kanal yang telah ditetapkan

4.2.1 Hasil Percobaan dan Analisa Window dengan Kanal 5

Uji coba kali ini adalah untuk mencari ukuran *window* yang memiliki nilai ketelitian tinggi serta GCP *on* yang banyak agar dapat mengefisienkan waktu dalam proses pemilihan GCP. Untuk mencari nilai *window* dibutuhkan ketetapan parameter lain, dan telah ditetapkan bahwa kanal yang digunakan adalah kanal 5 berdasarkan hasil uji coba sebelumnya. Sedangkan untuk parameter lain sebagai *input* dalam *smartw2* ditetapkan, radius pencarian=7, batas nilai korelasi lebih besar dari 0,85, serta metodologi 1 (korelasi).

4.2.1.1 Window 3x3

Pada *smartw2* nilai parameter radius *window* disetting menjadi 1 dan dengan memasukan data referensi kanal 5 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k5w3.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



Gambar 4.15 Hasil *Point Matching Window 3x3* dengan Kanal 5

Gambar 4.15 merupakan gambar hasil *point matching window 3x3*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik, jumlah GCP *on* pada hasil berjumlah 79 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 13 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 66 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 5 ini adalah sebesar 0,16456. Percobaan ini menghasilkan titik GCP *on* yang sangat banyak, namun nilai ketelitian dihasilkan sangat kecil, karena nilai *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah lebih banyak. Dengan nilai *error* ini, menandakan bahwa penyimpangan titik yang terjadi dengan *window 3x3* ini cukup besar. Penyimpangan ini dihitung dengan membandingkan hasil pengambilan GCP referensi secara manual yang tertera pada Lampiran 1. Sedangkan tabel hasil *point matching* percobaan *window 3x3* terdapat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba *Window 3x3*.

4.2.1.2 Window 5x5

Pada *smartw2* nilai parameter radius *window* disetting menjadi 2 dan dengan memasukan data referensi kanal 5 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k5w5.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



Gambar 4.16 Hasil *Point Matching Window 5x5* dengan Kanal 5

Gambar 4.16 merupakan gambar hasil *point matching window 5x5*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik, jumlah GCP *on* pada hasil berjumlah 44 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 18 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 26 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 5 ini adalah sebesar 0,40909. Percobaan ini menghasilkan titik GCP *on* yang lebih sedikit dibanding percobaan *window 3x3*, namun nilai ketelitian dihasilkan lebih besar. Penyimpangan (nilai *error*) ini dihitung dengan membandingkan hasil pengambilan GCP referensi secara manual yang tertera pada Lampiran 1. Sedangkan tabel hasil *point matching* percobaan *window 3x3* terdapat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba *Window 5x5*.

4.2.1.3 Window 7x7

Pada *smartw2* nilai parameter radius *window* disetting menjadi 3 dan dengan memasukan data referensi kanal 5 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k5w7.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



Gambar 4.17 Hasil *Point Matching Window 7x7* dengan Kanal 5

Gambar 4.17 merupakan gambar hasil *point matching window 7x7*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik, jumlah GCP *on* pada hasil berjumlah 27 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 17 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 10 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 5 ini adalah sebesar 0,62963. Percobaan ini menghasilkan titik GCP *on* yang lebih sedikit dibanding dua percobaan sebelumnya, namun nilai ketelitian dihasilkan lebih besar. Penyimpangan (nilai *error*) ini dihitung dengan membandingkan hasil pengambilan GCP referensi secara manual yang tertera pada Lampiran 1. Sedangkan tabel hasil *point matching* percobaan *window 3x3* terdapat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba *Window 7x7*.

4.2.1.4 Window 11x11

Pada *smartw2* nilai parameter radius *window* disetting menjadi 5 dan dengan memasukkan data referensi kanal 5 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k5w11.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.

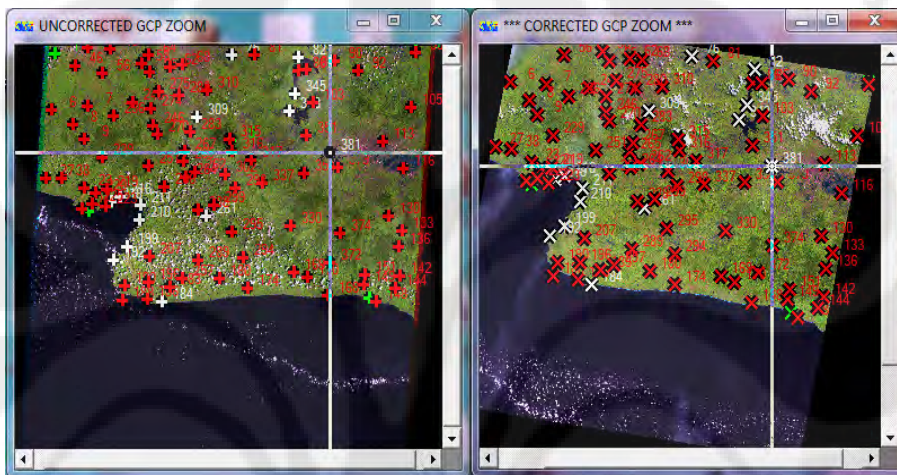


Gambar 4.18 Hasil *Point Matching Window 11x11* dengan Kanal 5

Gambar 4.18 merupakan gambar hasil *point matching window 11x11*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik, jumlah GCP *on* pada hasil berjumlah 21 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 15 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 6 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 6 ini adalah sebesar 0,71429. Hasil uji coba ini telah diuji sebelumnya dengan uji pemilihan kanal. Terlihat pada tabel percobaan ini bahwa titik GCP *on* semakin menurun, namun ketelitian pun terus meningkat, untuk itu perlu dilakukan uji coba terhadap ukuran *window* yang lain untuk melihat apakah nilai ketelitian masih mengalami peningkatan. Penyimpangan (nilai *error*) ini dihitung dengan membandingkan hasil pengambilan GCP referensi secara manual yang tertera pada Lampiran 1. Sedangkan tabel hasil *point matching* percobaan *window 3x3* terdapat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba *Window 11x11*.

4.2.1.5 Window 15x15

Pada *smartw2* nilai parameter radius *window* disetting menjadi 7 dan dengan memasukkan data referensi kanal 5 kedalam *smartw2*. *Output* yang dihasilkan diberi nama **l7uts122065m_221201_INCAS_raw_0_k5w15.gcp**. *Output* dari *smartw2* ini kemudian di pindahkan kedalam ERMapper. Dengan begitu titik GCP hasil *point matching* dapat terlihat.



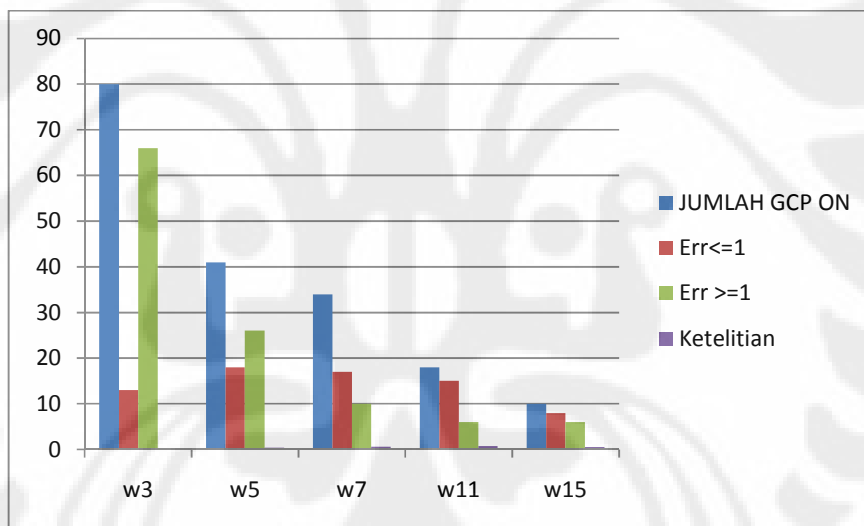
Gambar 4.19 Hasil *Point Matching Window 15x15* dengan Kanal 5

Gambar 4.19 merupakan gambar hasil *point matching window 15x15*. Terdapat salah satu contoh titik yang ditandai oleh *pointer*, menandakan bahwa penempatan titik tersebut sesuai. Dari 98 titik, jumlah GCP *on* pada hasil berjumlah 14 titik. Untuk Nilai *error* kurang dari sama dengan 1 diperoleh 8 titik dan *error* lebih dari sama dengan 1 berjumlah 6 titik. Dan nilai ketelitian yang dihasilkan oleh kanal 6 ini adalah sebesar 0,57143. Kali ini nilai ketelitian menurun, ini menandakan bahwa nilai ketelitian maksimal dimiliki oleh *window 11x11*. Penyimpangan (nilai *error*) ini dihitung dengan membandingkan hasil pengambilan GCP referensi secara manual yang tertera pada Lampiran 1. Sedangkan tabel hasil *point matching* percobaan *window 3x3* terdapat pada Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Coba *Window 11x11*.

Dari hasil percobaan 5 ukuran *window* dengan menetapkan pemilihan kanal 5, radius pencarian 7, pengambilan 5 titik GCP serta metode pencarian adalah korelasi, menghasilkan tabel rekapitulasi nilai error kurang dari sama dengan 1 dan error lebih dari sama dengan 1 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil *Point Matching Window* dengan kanal 5x5

WINDOW	JUMLAH GCP		Ketelitian
	Err<=1	Err >=1	
3	13	66	0.164557
5	18	26	0.409091
7	17	10	0.62963
11	15	6	0.714286
15	8	6	0.571429

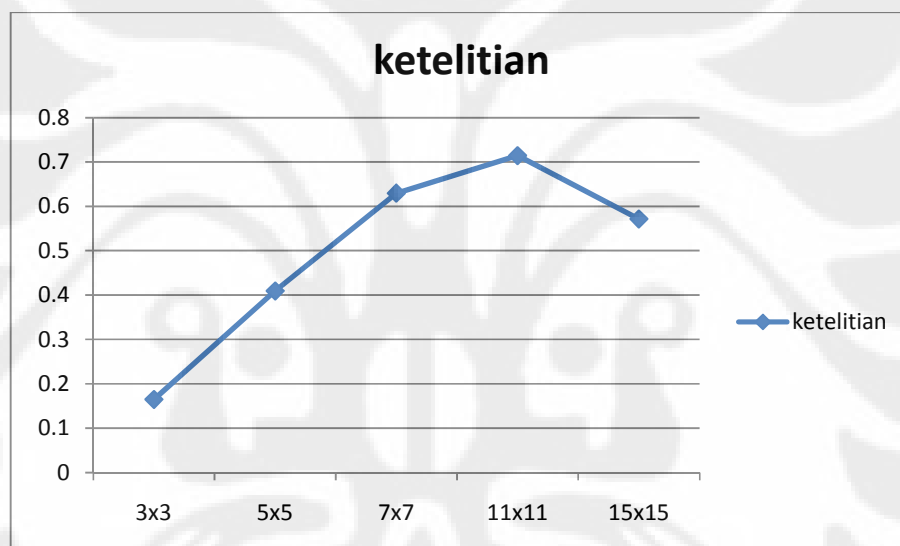


Gambar 4.20 Diagram Batang *Hasil Point Matching Window* dengan Kanal 5

Diagram diatas terlihat perbedaan nilai GCP ON dan error lebih dari sama dengan 1 yang cukup signifikan dari hasil *window* 3x3 dengan *window* lainnya. Walau titik korelasi lebih dari 0,85 berjumlah banyak, tetapi kesalahan yang terjadi pada perhitungan penempatan titiknya juga amat besar. Hasil ini dari percobaan dengan penggunaan kanal 5 untuk *window* 3x3 ini sama dengan hasil percobaan kanal 7 diatas. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor kemungkinan, yaitu terlalu kecilnya *window* yang dipergunakan dalam mencari nilai korelasi

disetiap piksel, maka akan mengakibatkan kesalahan penempatan titik. Berarti proses *point matching* ukuran *window* 3x3 dengan kanal 5 juga *tidak* sesuai untuk menghasilkan data *image matching* yang baik.

Pada tabel terlihat bahwa nilai ketelitian terbesar dari hasil percobaan adalah Percobaan *window* 11x11 atau radius *window* 5. Dengan nilai ketelitian 0,714286, mengartikan bahwa *window* 11x11 bisa memaksimalkan hasil *image matching*. Dengan hasil akhir yang menyimpulkan bahwa *window* 11x11 memiliki nilai ketelitian terbesar, maka uji coba ini sesuai dengan uji coba yang dilakukan di LAPAN. Dengan begitu pemakaian *raw data* yang berbeda tidak merubah hasil dari percobaan tersebut.



Gambar 4.21 Hasil Ketelitian Maksimal Percobaan *Window* dengan Kanal 5

Gambar 4.21 menunjukkan hubungan nilai ketelitian dengan ukuran *window*. Nilai ketelitian maksimal dimiliki oleh *window* 11x11. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa *window* 11x11 dapat memaksimalkan ketelitian hasil *mage matching*. Tetapi, jumlah GCP *on* yang dihasilkan tidak mencapai 100%. Untuk itu perlu Uji coba parameter harus terus dilakukan dengan mengasumsikan parameternya dengan nilai yang lain hingga ditemukan hasil yang lebih maksimal.

BAB 5

KESIMPULAN

- 1 Dari hasil uji coba dengan ketentuan nilai parameter radius pencarian = 7, Basis data GCP CSIRO, serta metode korelasi, dapat disimpulkan bahwa kanal yang dapat memaksimalkan hasil ketelitian *image matching* adalah kanal 5.
- 2 Dari hasil uji coba dengan ketentuan nilai parameter radius pencarian = 7, Basis data GCP CSIRO, serta metode korelasi, dapat disimpulkan bahwa ukuran *window* yang dapat memaksimalkan hasil ketelitian *image matching* adalah *window* 11x11 piksel.
- 3 Jumlah GCP *on* terbanyak belum tentu dapat menghasilkan nilai ketelitian yang besar.
- 4 Dengan melihat hasil percobaan yang di lakukan LAPAN dengan hasil percobaan skripsi ini maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *raw-data* berbeda waktu serta letak perekaman tidak merubah hasil *point matching*.
- 5 Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih pasti, maka penelitian harus dilakukan dengan cara satu pesatu terhadap parameter-paramter yang mempengaruhinya, dan dengan menggunakan data yang berbeda, minimal 10 data yang harus diuji coba agar hasil dapat lebih akurat.

REFERENSI

- [1] Leksono, Bambang Edhi. Susilowati, Yuliana. 2008. *The Accuracy Improvement of Spatial Data for Land Parcel and Building Taxation Objects by Using The Large Scale Orto Image Data (Case study of Setra Duta residential housing)*, (Online), (http://www.fig.net/pub/fig2008/ppt_3073.pdf, diakses 15 April 2010)
- [2] “Landsat Imagery”. *Global Land Cover Facility*, (online) (<http://www.landcover.org/data/landsat>, diakses 15 April 2010)
- [3] Nicholas M. Short, Sr. *History of Remote Sensing : Example of TM Imagery*. Remote Sensing Tutorial, (Online), (<http://rst.gsfc.nasa.gov/Intro>, diakses 15 April 2010)
- [4] “Chapter 2 - Landsat 7 Spacecraft”. 2005. Landsat Handbook Nasa. (http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter2/chapter2.html, diakses 15 April 2010)
- [5] “Landsat Then and Now”. 2010. Landsat Nasa. (<http://landsat.gsfc.nasa.gov/about>, diakses 15 April 2010)
- [6] *Australia Assistance for Carbon Accounting and Monitoring in Indonesia*. draft for consultation, LAPAN
- [7] Supriyatna, Wahyu. Sukartono. *Teknik Perbaikan Data Ditigal (Koreksi dan Penajaman) Citra Satelit*. Buletin Pertanian Vol.7 No. 1. 2002. (Online), (<http://www.docstoc.com/docs/28796765/Satelit-penginderaan-jauh-dapat-dibedakan-berdasarkan>, diakses 22 April 2010)
- [8] “Orthorektifikasi”. 2010. Petacitra. (<http://petacitra.com>, diakses 22 April 2010)
- [9] “Sistem Satelit Landsat”. 2010. Ilmu Pengetahuan Alam Populer. (<http://ipengetahuan.blogspot.com/2010/03/sistem-satelit-landsat-7-etm.html>, diakses 22 April 2010)

- [10] “Pengembangan Metoda Pengolahan Data Landsat “. Untuk Mendukung Program INCAS Berkelanjutan. Riset Intensif RISTEK-DIKTI 2010 Pusat Data Pengindraan Jauh Lapan (Slide Presentasi).
- [11] Kustyio. Manulu, Yohanes. & Pramono, Sri Harini. ”Analisa Ketelitian Ketinggian Data Dem Srtm”. (2005).
- [12] “Hubungan Pengambilan 4 Titik Gcp Dan Radius Pencarian Terhadap Ketelitian Hasil Image Matching”. Slide persentasi LAPAN
- [13] “Korelasi”. 2010. Wikipedia Ensiklopedia Bebas. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Korelasi>, diakses 29 Mei 2010)
- [15] “Analisis Pengaruh Pemilihan Kanal Citra Landsat Dalam Ketelitian Image Matching”. Slide persentasi LAPAN
- [14] <http://www.encyclopedia.com/doc/1O13-digitalnumber.html>. diakses tanggal 29 Mei 2010)
- [17] Ton, Jezching and K, Jain, Anil. *Registering Landsat Image By Point Matching*. IEEE Transaction On Geoscience and Remote Sensing, Vol. 27, no 5 Buletin Pertanian Vol.7 No. 1. September 1989. (<http://www.IEEE.com>. Diakses pada 15 april 2010)
- [18] Pan, Jun-Jun and Zhang, Yan-Ning. *A New Point Matching Method Based On Posisition Similiarity..* IEEE Proceesings of The Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Guangzhou. August 2005. (<http://www.IEEE.com>. Diakses pada 15 april 2010)
- [19] Wei, Khor Soong. “Geometric Correction (Pembetulan Geometri)”. 19 October 2009. Basic Remote Sensing Course Module 1. (Slide persentasi). ([ttp://rakan.jkr.gov.my/csfj/editor/files/File/Dokumentasi/GIS/KursusLuar2009](http://rakan.jkr.gov.my/csfj/editor/files/File/Dokumentasi/GIS/KursusLuar2009) diakses 20 mei 2010)

LAMPIRAN

LAMPIRAN – 1 BASIS DATA GCP REFERENSI

No	No titik	Raw		Referensi		RMS
		x	y	u	v	
1	1	878.285	154.588	638837.9	700026	0.2155
2	2	1450.267	2668.695	644367	773314	0.2075
3	3	7135.241	100.714	815391.6	724927	0.1223
4	4	6337.235	4065.758	776183.5	833321	0.1644
5	5	3922.223	1528.813	718822.2	751628	0.3449
6	6	807.401	1048.398	633175	724805	5.5111
7	7	1448.284	986.61	651385	725915	0.9391
8	8	1192.412	1290.751	642925	733385	0.753
9	9	1373.182	1510.704	647125	740345	1.915
10	21	1339.319	2627.754	641395	771695	0.4563
11	23	1379.417	2307.75	643885	762815	0.8709
12	27	723.372	2145.563	626065	755495	0.6309
13	38	992.347	2146.522	633655	756665	0.1812
14	46	1227.218	339.831	647935	706715	1.5236
15	49	1828.401	65.547	665995	701525	0.316
16	50	1437.256	48.571	655045	699395	0.3362
17	56	1700.411	470.556	660655	712385	1.1232
18	58	2378.287	302.654	680485	710525	0.454
19	62	2870.358	363.603	694135	714365	1.7563
20	64	2500.243	158.707	684475	707015	2.0599
21	65	2516.318	447.547	683755	715205	0.3729

22	68	3094.329	333.557	700525	714425	0.4097
23	76	3949.343	161.572	725335	713195	0.6544
24	81	4345.297	176.805	736435	715295	0.4326
25	82	5096.354	206.65	757495	719315	0.4215
26	85	5251.358	396.449	761035	725285	1.1378
27	86	5095.413	425.492	756535	725465	0.2404
28	90	5723.433	272.595	774865	723815	0.5029
29	92	6142.31	424.518	786025	729845	0.9062
30	99	7140.46	137.596	815365	725975	0.7465
31	103	5355.337	939.718	761665	741035	1.4323
32	105	7069.312	999.586	809665	749975	2.7105
33	113	6569.178	1557.767	793255	763565	2.0918
34	116	6934.273	1992.624	801655	777395	3.3577
35	130	6685.228	2740.689	791365	797405	7.6022
36	133	6922.252	2984.679	797005	805295	7.9141
37	136	6849.292	3258.751	793855	812705	5.8296
38	142	6868.326	3721.577	792535	825875	2.4076
39	144	6789.348	3909.767	789565	830825	0.7806
40	148	6464.255	4120.766	779545	835385	1.0194
41	149	6236.265	3861.705	774175	827135	0.9965
42	151	6265.319	3698.779	775645	822665	2.1938
43	168	5614.24	4020.724	756025	828995	0.8597
44	169	5014.218	3649.705	740664.4	815981	1.1071
45	170	5256.421	3726.554	747145	819185	0.7255

46	174	4213.436	3909.688	716995	-	819965	0.1983
47	180	3746.265	3754.673	704485	-	813605	0.4411
48	183	2863.238	3878.808	679045	-	813455	2.5892
49	184	2734.396	4132.697	674365	-	819995	0.4517
50	186	2486.058	4091.851	667555	-	817805	0.2058
51	188	2051.27	4102.703	655255	-	816245	0.9443
52	190	2084.207	3877.717	657115	-	810065	0.5073
53	192	1890.192	3453.8	653455	-	797285	0.594
54	196	2494.234	3808.736	668995	-	809855	0.7314
55	199	2126.332	3245.626	660985	-	792425	0.2262
56	207	2511.31	3396.688	671215	-	798305	0.8427
57	210	2344.327	2819.585	668905	-	781325	0.7569
58	211	2354.227	2581.696	670195	-	774695	0.6654
59	216	2003.281	2440.304	660895	-	769205	0.483
60	218	1855.246	2520.838	656395	-	770855	0.0604
61	219	1764.199	2322.678	654685	-	764885	0.6536
62	220	1587.279	2380.778	649435	-	765755	0.7318
63	223	1744.209	2601.735	652945	-	772655	0.7606
64	225	1520.223	2556.865	646825	-	770465	0.7998
65	229	1704.283	1812.739	655195	-	750305	2.8808
66	236	1885.166	1138.801	663145	-	732035	2.8
67	243	2217.26	931.761	673345	-	727595	1.6903
68	246	2581.284	1299.746	682015	-	739505	0.42
69	251	2498.286	1943.807	677005	-	757355	2.6148

70	257	3088.155	3756.831	685945	810875	1.0295
71	261	3488.172	2752.857	701425	784265	0.9046
72	262	3310.274	2038.786	699415	763415	0.599
73	264	3145.295	2123.806	694435	765095	0.657
74	265	3102.211	1874.751	694255	757925	0.6236
75	266	2782.179	2274.805	683575	767825	0.7694
76	267	3130.215	1724.779	695695	753785	0.6883
77	270	2661.227	1432.798	683755	743615	2.2761
78	274	2533.164	1030.729	681805	731705	0.875
79	275	2679.283	758.787	687055	724655	0.4982
80	280	3029.217	821.924	696625	727925	0.561
81	283	3226.32	1404.68	699745	745175	0.3234
82	288	3361.285	2663.824	698245	781235	0.4947
83	289	3367.296	3457.769	695065	803645	0.3253
84	294	4144.25	3427.747	717085	806075	0.372
85	295	3938.398	3014.748	713065	793565	1.6816
86	298	4002.234	2305.107	717805	773825	0.478
87	299	3640.211	2581.841	706435	780125	0.5377
88	302	3822.228	2078.737	713695	766685	0.4762
89	309	3342.21	1157.888	704035	738725	0.5045
90	310	3511.295	735.719	710605	727535	0.6044
91	315	3924.294	1531.709	718885	751715	0.5063
92	316	3958.277	1708.753	719065	756815	1.1685
93	317	4292.274	1844.77	727885	762065	1.5041

94	330	4974.285	2915.749	742585	-	795125	1.778
95	337	4478.306	2209.704	731605	-	773195	1.4587
96	345	5039.309	794.333	753385	-	735635	0.585
97	348	4949.333	1064.739	749725	-	742865	0.3063
98	351	5241.243	1452.804	756295	-	755015	1.2757
99	354	5200.307	2065.836	752515	-	772115	2.565
100	372	5645.634	3495.447	759055	-	814325	1.6171
101	374	5853.27	3027.647	766795	-	802025	4.5324
102	379	5783.348	1967.839	769345	-	771845	2.6856
103	381	5644.534	1727.673	766465	-	764495	1.9987

LAMPIRAN – 2 TABEL DATA HASIL PERCOBAAN

Lampiran 2-1 Hasil Uji Coba Kanal 1 Window 5x5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	Error
1	8	1192.412	1290.751	1193	1290	88.9	-0.588	0.751	0.953806
2	23	1379.417	2307.75	1379	2306	87.6	0.417	1.75	1.798997
3	62	2870.358	363.603	2872	364	86.8	-1.642	-0.397	1.689311
4	65	2516.318	447.547	2516	447	88.2	0.318	0.547	0.632719
5	76	3949.343	161.572	3949	161	98.2	0.343	0.572	0.666958
6	90	5723.433	272.595	5723	272	86.1	0.433	0.595	0.735876
7	99	7140.46	137.596	7140	130	89.8	0.46	7.596	7.609916
8	113	6569.178	1557.767	6571	1557	90.6	-1.822	0.767	1.976859
9	116	6934.273	1992.624	6924	1993	89.1	10.273	-0.376	10.27988
10	142	6868.326	3721.577	6867	3719	90.4	1.326	2.577	2.898138
11	144	6789.348	3909.767	6794	3905	89.2	-4.652	4.767	6.660735
12	148	6464.255	4120.766	6458	4121	86.8	6.255	-0.234	6.259375
13	149	6236.265	3861.705	6238	3868	88.5	-1.735	-6.295	6.529721
14	184	2734.396	4132.697	2734	4132	85	0.396	0.697	0.801639
15	207	2511.31	3396.688	2511	3396	90	0.31	0.688	0.754615
16	218	1855.246	2520.838	1855	2520	87.8	0.246	0.838	0.873361
17	223	1744.209	2601.735	1745	2600	94.2	-0.791	1.735	1.906805
18	225	1520.223	2556.865	1521	2556	86.9	-0.777	0.865	1.162736
19	229	1704.283	1812.739	1697	1811	88.8	7.283	1.739	7.487737
20	236	1885.166	1138.801	1885	1138	91.1	0.166	0.801	0.81802
21	246	2581.284	1299.746	2579	1299	87.8	2.284	0.746	2.402743
22	251	2498.286	1943.807	2498	1943	85.8	0.286	0.807	0.85618
23	261	3488.172	2752.857	3488	2752	94.1	0.172	0.857	0.87409
24	262	3310.274	2038.786	3309	2039	87.7	1.274	-0.214	1.291848
25	265	3102.211	1874.751	3101	1875	91.2	1.211	-0.249	1.236334
26	267	3130.215	1724.779	3130	1724	88.2	0.215	0.779	0.808125
27	270	2661.227	1432.798	2661	1432	92.7	0.227	0.798	0.829658
28	274	2533.164	1030.729	2533	1029	88	0.164	1.729	1.73676
29	283	3226.32	1404.68	3229	1402	87.7	-2.68	2.68	3.790092
30	288	3361.285	2663.824	3361	2663	87.9	0.285	0.824	0.871895
31	289	3367.296	3457.769	3367	3457	86.7	0.296	0.769	0.824001
32	298	4002.234	2305.107	4002	2304	89.1	0.234	1.107	1.131461
33	302	3822.228	2078.737	3822	2078	86.1	0.228	0.737	0.771462
34	310	3511.295	735.719	3508	729	87.7	3.295	6.719	7.483447
35	351	5241.243	1452.804	5241	1452	98.3	0.243	0.804	0.83992

Lampiran 2-2 Hasil Uji Coba Kanal 2 Window 5x5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	8	1192.412	1290.751	1193	1289	85.2	-0.588	1.751	1.847091
2	46	1227.218	339.831	1228	338	87.6	-0.782	1.831	1.991001
3	62	2870.358	363.603	2871	363	86.2	-0.642	0.603	0.88078
4	65	2516.318	447.547	2516	447	86.5	0.318	0.547	0.632719
5	76	3949.343	161.572	3949	161	98	0.343	0.572	0.666958
6	90	5723.433	272.595	5723	272	88.7	0.433	0.595	0.735876
7	99	7140.46	137.596	7139	136	94.5	1.46	1.596	2.163057
8	113	6569.178	1557.767	6571	1557	91.1	-1.822	0.767	1.976859
9	116	6934.273	1992.624	6934	1992	86.7	0.273	0.624	0.681106
10	142	6868.326	3721.577	6867	3718	89.6	1.326	3.577	3.814866
11	144	6789.348	3909.767	6791	3906	85.9	-1.652	3.767	4.113319
12	148	6464.255	4120.766	6458	4121	87.4	6.255	-0.234	6.259375
13	180	3746.265	3754.673	3743	3759	88.4	3.265	-4.327	5.420623
14	188	2051.27	4102.703	2051	4102	89.6	0.27	0.703	0.753066
15	199	2126.332	3245.626	2121	3249	93.1	5.332	-3.374	6.309842
16	207	2511.31	3396.688	2511	3396	89.3	0.31	0.688	0.754615
17	220	1587.279	2380.778	1587	2380	87.8	0.279	0.778	0.826514
18	223	1744.209	2601.735	1745	2600	93.7	-0.791	1.735	1.906805
19	229	1704.283	1812.739	1704	1813	88	0.283	-0.261	0.384981
20	236	1885.166	1138.801	1885	1138	89.1	0.166	0.801	0.81802
21	246	2581.284	1299.746	2580	1299	92.9	1.284	0.746	1.484982
22	251	2498.286	1943.807	2498	1943	90.5	0.286	0.807	0.85618
23	261	3488.172	2752.857	3488	2752	93.4	0.172	0.857	0.87409
24	262	3310.274	2038.786	3309	2039	85.6	1.274	-0.214	1.291848
25	265	3102.211	1874.751	3101	1875	90.6	1.211	-0.249	1.236334
26	266	2782.179	2274.805	2783	2274	88.4	-0.821	0.805	1.149811
27	267	3130.215	1724.779	3135	1717	87.9	-4.785	7.779	9.132856
28	270	2661.227	1432.798	2661	1432	89	0.227	0.798	0.829658
29	274	2533.164	1030.729	2533	1029	88.3	0.164	1.729	1.73676
30	280	3029.217	821.924	3028	821	87.2	1.217	0.924	1.528027
31	288	3361.285	2663.824	3361	2663	94.2	0.285	0.824	0.871895
32	298	4002.234	2305.107	4002	2305	88.5	0.234	0.107	0.257303
33	299	3640.211	2581.841	3644	2575	90.2	-3.789	6.841	7.820218
34	310	3511.295	735.719	3513	737	91.1	-1.705	-1.281	2.132601
35	351	5241.243	1452.804	5241	1452	98.3	0.243	0.804	0.83992

Lampiran 2-3 Hasil Uji Coba Kanal 3 Window 5x5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	8	1192.412	1290.751	1188	1292	88.5	4.412	-1.249	4.585384
2	23	1379.417	2307.75	1379	2306	86.3	0.417	1.75	1.798997
3	46	1227.218	339.831	1229	339	89.5	-1.782	0.831	1.966236
4	58	2378.287	302.654	2380	308	89.5	-1.713	-5.346	5.613741
5	62	2870.358	363.603	2871	364	86.9	-0.642	-0.397	0.754833
6	65	2516.318	447.547	2516	447	91	0.318	0.547	0.632719
7	76	3949.343	161.572	3949	161	95.2	0.343	0.572	0.666958
8	90	5723.433	272.595	5723	272	88.5	0.433	0.595	0.735876
9	99	7140.46	137.596	7139	131	87	1.46	6.596	6.755651
10	113	6569.178	1557.767	6570	1557	90	-0.822	0.767	1.124266
11	142	6868.326	3721.577	6867	3718	89.4	1.326	3.577	3.814866
12	144	6789.348	3909.767	6789	3908	93	0.348	1.767	1.800942
13	148	6464.255	4120.766	6458	4121	85.2	6.255	-0.234	6.259375
14	149	6236.265	3861.705	6238	3868	85.8	-1.735	-6.295	6.529721
15	180	3746.265	3754.673	3744	3760	86.6	2.265	-5.327	5.788536
16	188	2051.27	4102.703	2051	4102	91.9	0.27	0.703	0.753066
17	199	2126.332	3245.626	2127	3245	86	-0.668	0.626	0.915478
18	207	2511.31	3396.688	2511	3396	92.6	0.31	0.688	0.754615
19	216	2003.281	2440.304	2009	2447	85.1	-5.719	-6.696	8.805872
20	220	1587.279	2380.778	1587	2380	91.2	0.279	0.778	0.826514
21	223	1744.209	2601.735	1745	2600	93.1	-0.791	1.735	1.906805
22	225	1520.223	2556.865	1521	2556	85.1	-0.777	0.865	1.162736
23	229	1704.283	1812.739	1697	1811	91.1	7.283	1.739	7.487737
24	236	1885.166	1138.801	1885	1138	85.3	0.166	0.801	0.81802
25	243	2217.26	931.761	2215	938	86.4	2.26	-6.239	6.635716
26	246	2581.284	1299.746	2580	1299	91.9	1.284	0.746	1.484982
27	251	2498.286	1943.807	2499	1940	86.7	-0.714	3.807	3.873376
28	261	3488.172	2752.857	3488	2752	91.5	0.172	0.857	0.87409
29	264	3145.295	2123.806	3146	2123	89.6	-0.705	0.806	1.070823
30	265	3102.211	1874.751	3098	1875	87.6	4.211	-0.249	4.218355
31	266	2782.179	2274.805	2783	2274	88.4	-0.821	0.805	1.149811
32	267	3130.215	1724.779	3135	1717	85.3	-4.785	7.779	9.132856
33	270	2661.227	1432.798	2661	1432	92.3	0.227	0.798	0.829658
34	274	2533.164	1030.729	2533	1030	85.4	0.164	0.729	0.74722
35	280	3029.217	821.924	3028	821	90.2	1.217	0.924	1.528027
36	283	3226.32	1404.68	3226	1404	92.5	0.32	0.68	0.751532
37	288	3361.285	2663.824	3361	2663	88.7	0.285	0.824	0.871895
38	298	4002.234	2305.107	4002	2304	91.1	0.234	1.107	1.131461

39	309	3342.21	1157.888	3336	1165	85.2	6.21	-7.112	9.441644
40	310	3511.295	735.719	3511	735	86.6	0.295	0.719	0.777165
41	351	5241.243	1452.804	5241	1452	98.7	0.243	0.804	0.83992

Lampiran 2-4 Hasil Uji Coba Kanal 4 Window 5x5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	21	1339.319	2627.754	1339	2628	90.9	0.319	-0.246	0.402836
2	23	1379.417	2307.75	1379	2307	85.8	0.417	0.75	0.858131
3	27	723.372	2145.563	723	2145	92.1	0.372	0.563	0.674798
4	38	992.347	2146.522	992	2147	85	0.347	-0.478	0.590672
5	58	2378.287	302.654	2377	304	87.5	1.287	-1.346	1.86228
6	65	2516.318	447.547	2516	447	94.2	0.318	0.547	0.632719
7	82	5096.354	206.65	5096	206	86.8	0.354	0.65	0.740146
8	85	5251.358	396.449	5251	395	97.3	0.358	1.449	1.49257
9	86	5095.413	425.492	5091	418	90.3	4.413	7.492	8.695092
10	113	6569.178	1557.767	6571	1557	92.8	-1.822	0.767	1.976859
11	116	6934.273	1992.624	6933	1992	89.6	1.273	0.624	1.417711
12	142	6868.326	3721.577	6868	3721	89	0.326	0.577	0.662725
13	148	6464.255	4120.766	6464	4120	87.8	0.255	0.766	0.80733
14	149	6236.265	3861.705	6236	3858	95.4	0.265	3.705	3.714465
15	184	2734.396	4132.697	2734	4133	97.2	0.396	-0.303	0.498623
16	188	2051.27	4102.703	2051	4102	95.2	0.27	0.703	0.753066
17	192	1890.192	3453.8	1887	3450	94	3.192	3.8	4.962748
18	196	2494.234	3808.736	2495	3808	94.7	-0.766	0.736	1.062286
19	199	2126.332	3245.626	2126	3245	98	0.332	0.626	0.70859
20	210	2344.327	2819.585	2347	2815	94.6	-2.673	4.585	5.307274
21	211	2354.227	2581.696	2351	2581	95	3.227	0.696	3.301204
22	218	1855.246	2520.838	1856	2521	96.1	-0.754	-0.162	0.771207
23	219	1764.199	2322.678	1764	2321	85.1	0.199	1.678	1.689759
24	257	3088.155	3756.831	3088	3756	88.6	0.155	0.831	0.845332
25	265	3102.211	1874.751	3099	1871	85.7	3.211	3.751	4.937664
26	266	2782.179	2274.805	2781	2277	85.8	1.179	-2.195	2.491599
27	270	2661.227	1432.798	2661	1432	85.1	0.227	0.798	0.829658
28	289	3367.296	3457.769	3367	3457	90.6	0.296	0.769	0.824001
29	295	3938.398	3014.748	3944	3020	89.8	-5.602	-5.252	7.678926
30	310	3511.295	735.719	3516	740	89.5	-4.705	-4.281	6.361131
31	345	5039.309	794.333	5039	794	96	0.309	0.333	0.45428
32	348	4949.333	1064.739	4949	1064	97	0.333	0.739	0.810562
33	379	5783.348	1967.839	5783	1966	93.3	0.348	1.839	1.871637
34	381	5644.534	1727.673	5644	1727	97	0.534	0.673	0.859119

Lampiran 2-5 Hasil Uji Coba Kanal 5 Window 5x5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	9	1373.182	1510.704	1372	1510	94.9	1.182	0.704	1.375769
2	21	1339.319	2627.754	1339	2628	91.9	0.319	-0.246	0.402836
3	27	723.372	2145.563	725	2142	85.5	-1.628	3.563	3.917315
4	49	1828.401	65.547	1828	65	85.1	0.401	0.547	0.67824
5	58	2378.287	302.654	2379	302	88.9	-0.713	0.654	0.967515
6	64	2500.243	158.707	2499	159	86.5	1.243	-0.293	1.277066
7	65	2516.318	447.547	2516	447	90.8	0.318	0.547	0.632719
8	68	3094.329	333.557	3094	333	85.5	0.329	0.557	0.646908
9	76	3949.343	161.572	3949	161	98	0.343	0.572	0.666958
10	82	5096.354	206.65	5096	207	90.7	0.354	-0.35	0.497811
11	85	5251.358	396.449	5251	395	94.9	0.358	1.449	1.49257
12	86	5095.413	425.492	5091	418	85.6	4.413	7.492	8.695092
13	116	6934.273	1992.624	6933	1992	94.7	1.273	0.624	1.417711
14	142	6868.326	3721.577	6867	3720	94.2	1.326	1.577	2.06039
15	148	6464.255	4120.766	6464	4120	88.9	0.255	0.766	0.80733
16	149	6236.265	3861.705	6236	3858	86.3	0.265	3.705	3.714465
17	151	6265.319	3698.779	6266	3699	85.8	-0.681	-0.221	0.715962
18	168	5614.24	4020.724	5614	4018	89.8	0.24	2.724	2.734552
19	183	2863.238	3878.808	2862	3881	86.5	1.238	-2.192	2.517441
20	184	2734.396	4132.697	2734	4133	94	0.396	-0.303	0.498623
21	186	2486.058	4091.851	2485	4091	92.6	1.058	0.851	1.357779
22	188	2051.27	4102.703	2051	4106	90.8	0.27	-3.297	3.308037
23	192	1890.192	3453.8	1887	3450	93.3	3.192	3.8	4.962748
24	196	2494.234	3808.736	2494	3808	92.5	0.234	0.736	0.772303
25	199	2126.332	3245.626	2126	3245	97.5	0.332	0.626	0.70859
26	207	2511.31	3396.688	2511	3396	89.6	0.31	0.688	0.754615
27	210	2344.327	2819.585	2344	2818	91.9	0.327	1.585	1.61838
28	211	2354.227	2581.696	2352	2581	88.1	2.227	0.696	2.333226
29	218	1855.246	2520.838	1854	2528	94.7	1.246	-7.162	7.269578
30	225	1520.223	2556.865	1518	2561	89.3	2.223	-4.135	4.694673
31	251	2498.286	1943.807	2498	1943	90.2	0.286	0.807	0.85618
32	261	3488.172	2752.857	3488	2752	87.6	0.172	0.857	0.87409
33	262	3310.274	2038.786	3309	2039	85.5	1.274	-0.214	1.291848
34	264	3145.295	2123.806	3146	2123	88	-0.705	0.806	1.070823
35	266	2782.179	2274.805	2782	2274	89.7	0.179	0.805	0.824661
36	298	4002.234	2305.107	4002	2304	87.2	0.234	1.107	1.131461
37	309	3342.21	1157.888	3342	1158	85.7	0.21	-0.112	0.238
38	310	3511.295	735.719	3514	738	90.8	-2.705	-2.281	3.538359

39	345	5039.309	794.333	5039	794	92.1	0.309	0.333	0.45428
40	348	4949.333	1064.739	4948	1064	90.7	1.333	0.739	1.524142
41	351	5241.243	1452.804	5241	1451	93.7	0.243	1.804	1.820293
42	374	5853.27	3027.647	5834	3032	89.1	19.27	-4.353	19.75554
43	379	5783.348	1967.839	5783	1966	91.6	0.348	1.839	1.871637
44	381	5644.534	1727.673	5643	1726	94.1	1.534	1.673	2.26982

Lampiran 2-6 Hasil Uji Coba Kanal 7 Window 5x5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	6	807.401	1048.398	810	1043	91.4	-2.599	5.398	5.991094
2	9	1373.182	1510.704	1372	1510	97.3	1.182	0.704	1.375769
3	21	1339.319	2627.754	1339	2628	85.9	0.319	-0.246	0.402836
4	46	1227.218	339.831	1229	338	88.4	-1.782	1.831	2.555012
5	49	1828.401	65.547	1828	65	85.8	0.401	0.547	0.67824
6	56	1700.411	470.556	1700	469	86.9	0.411	1.556	1.609365
7	62	2870.358	363.603	2872	364	88.4	-1.642	-0.397	1.689311
8	65	2516.318	447.547	2516	447	87	0.318	0.547	0.632719
9	68	3094.329	333.557	3094	333	92.4	0.329	0.557	0.646908
10	76	3949.343	161.572	3949	161	98.1	0.343	0.572	0.666958
11	86	5095.413	425.492	5092	418	86.6	3.413	7.492	8.232778
12	105	7069.312	999.586	7069	999	90.2	0.312	0.586	0.663883
13	116	6934.273	1992.624	6933	1992	92.9	1.273	0.624	1.417711
14	142	6868.326	3721.577	6867	3720	92.3	1.326	1.577	2.06039
15	183	2863.238	3878.808	2862	3881	89.7	1.238	-2.192	2.517441
16	184	2734.396	4132.697	2734	4133	89.3	0.396	-0.303	0.498623
17	192	1890.192	3453.8	1887	3450	90.2	3.192	3.8	4.962748
18	196	2494.234	3808.736	2494	3808	93.7	0.234	0.736	0.772303
19	199	2126.332	3245.626	2126	3245	91.9	0.332	0.626	0.70859
20	207	2511.31	3396.688	2511	3396	92.6	0.31	0.688	0.754615
21	210	2344.327	2819.585	2344	2818	91.5	0.327	1.585	1.61838
22	216	2003.281	2440.304	2003	2442	89.5	0.281	-1.696	1.719121
23	218	1855.246	2520.838	1856	2521	91.1	-0.754	-0.162	0.771207
24	243	2217.26	931.761	2218	931	95.4	-0.74	0.761	1.061471
25	246	2581.284	1299.746	2581	1299	94.5	0.284	0.746	0.798231
26	251	2498.286	1943.807	2498	1943	90.3	0.286	0.807	0.85618
27	261	3488.172	2752.857	3488	2752	94.2	0.172	0.857	0.87409
28	262	3310.274	2038.786	3309	2039	86.5	1.274	-0.214	1.291848
29	264	3145.295	2123.806	3146	2123	88.8	-0.705	0.806	1.070823
30	265	3102.211	1874.751	3103	1872	88.1	-0.789	2.751	2.861909
31	266	2782.179	2274.805	2782	2274	90	0.179	0.805	0.824661

32	270	2661.227	1432.798	2660	1431	87.6	1.227	1.798	2.176771
33	280	3029.217	821.924	3028	821	90	1.217	0.924	1.528027
34	288	3361.285	2663.824	3353	2660	86.4	8.285	3.824	9.124922
35	298	4002.234	2305.107	4002	2304	91.4	0.234	1.107	1.131461
36	309	3342.21	1157.888	3336	1165	90.7	6.21	-7.112	9.441644
37	310	3511.295	735.719	3511	735	90.6	0.295	0.719	0.777165
38	348	4949.333	1064.739	4948	1064	89	1.333	0.739	1.524142
39	351	5241.243	1452.804	5241	1451	94.1	0.243	1.804	1.820293
40	374	5853.27	3027.647	5834	3032	88.6	19.27	-4.353	19.755554
41	381	5644.534	1727.673	5643	1726	93.9	1.534	1.673	2.26982

Lampiran 2-7 Hasil Uji Coba Kanal 1 Window 11x11

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	21	1339.319	2627.754	1338	2628	88.1	1.319	-0.246	1.341744
2	46	1227.218	339.831	1228	338	87	-0.782	1.831	1.991001
3	76	3949.343	161.572	3949	161	96.5	0.343	0.572	0.666958
4	113	6569.178	1557.767	6570	1557	85.3	-0.822	0.767	1.124266
5	148	6464.255	4120.766	6471	4121	90	-6.745	-0.234	6.749058
6	168	5614.24	4020.724	5613	4017	86.5	1.24	3.724	3.925019
7	223	1744.209	2601.735	1745	2600	90.6	-0.791	1.735	1.906805
8	236	1885.166	1138.801	1885	1138	85.5	0.166	0.801	0.81802
9	261	3488.172	2752.857	3488	2752	95.9	0.172	0.857	0.87409
10	265	3102.211	1874.751	3101	1875	89.4	1.211	-0.249	1.236334
11	267	3130.215	1724.779	3130	1724	88	0.215	0.779	0.808125
12	298	4002.234	2305.107	4002	2305	90	0.234	0.107	0.257303
13	309	3342.21	1157.888	3342	1157	94.3	0.21	0.888	0.912493
14	351	5241.243	1452.804	5241	1452	97.3	0.243	0.804	0.83992

Lampiran 2-8 Hasil Uji Coba Kanal 2 Window 11x11

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	46	1227.218	339.831	1228	338	87.9	-0.782	1.831	1.991001
2	64	2500.243	158.707	2499	159	85.6	1.243	-0.293	1.277066
3	65	2516.318	447.547	2516	446	85.7	0.318	1.547	1.579346
4	76	3949.343	161.572	3949	161	96.4	0.343	0.572	0.666958
5	99	7140.46	137.596	7139	136	86.2	1.46	1.596	2.163057
6	113	6569.178	1557.767	6570	1557	85.8	-0.822	0.767	1.124266

7	148	6464.255	4120.766	6471	4121	86.7	-6.745	-0.234	6.749058
8	223	1744.209	2601.735	1745	2600	90.2	-0.791	1.735	1.906805
9	236	1885.166	1138.801	1885	1138	87.3	0.166	0.801	0.81802
10	261	3488.172	2752.857	3488	2752	95.9	0.172	0.857	0.87409
11	265	3102.211	1874.751	3101	1875	85.8	1.211	-0.249	1.236334
12	267	3130.215	1724.779	3130	1724	85	0.215	0.779	0.808125
13	298	4002.234	2305.107	4002	2305	87.7	0.234	0.107	0.257303
14	309	3342.21	1157.888	3342	1157	94.3	0.21	0.888	0.912493
15	351	5241.243	1452.804	5241	1452	97.3	0.243	0.804	0.83992

Lampiran 2-9 Hasil Uji Coba Kanal 3 Window 11x11

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	21	1339.319	2627.754	1338	2628	89.3	1.319	-0.246	1.341744
2	46	1227.218	339.831	1228	338	88.7	-0.782	1.831	1.991001
3	65	2516.318	447.547	2516	447	85.2	0.318	0.547	0.632719
4	76	3949.343	161.572	3949	161	93.9	0.343	0.572	0.666958
5	90	5723.433	272.595	5723	272	86.9	0.433	0.595	0.735876
6	148	6464.255	4120.766	6471	4121	85.9	-6.745	-0.234	6.749058
7	220	1587.279	2380.778	1587	2379	87.2	0.279	1.778	1.799757
8	223	1744.209	2601.735	1745	2600	88.2	-0.791	1.735	1.906805
9	236	1885.166	1138.801	1885	1138	86.2	0.166	0.801	0.81802
10	261	3488.172	2752.857	3488	2752	95	0.172	0.857	0.87409
11	265	3102.211	1874.751	3102	1874	86.6	0.211	0.751	0.780078
12	280	3029.217	821.924	3028	821	86.9	1.217	0.924	1.528027
13	298	4002.234	2305.107	4002	2305	87.7	0.234	0.107	0.257303
14	309	3342.21	1157.888	3342	1157	94.5	0.21	0.888	0.912493
15	351	5241.243	1452.804	5241	1452	97.4	0.243	0.804	0.83992

Lampiran 2-10 Hasil Uji Coba Kanal 4 Window 11x11

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	21	1339.319	2627.754	1339	2628	93.8	0.319	-0.246	0.402836
2	82	5096.354	206.65	5096	206	93	0.354	0.65	0.740146
3	85	5251.358	396.449	5251	395	93.8	0.358	1.449	1.49257
4	86	5095.413	425.492	5096	425	89.2	-0.587	0.492	0.76592
5	103	5355.337	939.718	5355	939	87.3	0.337	0.718	0.793154
6	184	2734.396	4132.697	2734	4133	94	0.396	-0.303	0.498623

7	188	2051.27	4102.703	2051	4102	91.2	0.27	0.703	0.753066
8	192	1890.192	3453.8	1890	3452	94.9	0.192	1.8	1.810211
9	199	2126.332	3245.626	2126	3245	95	0.332	0.626	0.70859
10	210	2344.327	2819.585	2344	2818	91.1	0.327	1.585	1.61838
11	211	2354.227	2581.696	2354	2581	91.8	0.227	0.696	0.732083
12	218	1855.246	2520.838	1856	2522	94.9	-0.754	-1.162	1.385193
13	310	3511.295	735.719	3512	735	86	-0.705	0.719	1.006969
14	345	5039.309	794.333	5039	794	95	0.309	0.333	0.45428
15	348	4949.333	1064.739	4949	1064	93.7	0.333	0.739	0.810562
16	379	5783.348	1967.839	5783	1967	85.7	0.348	0.839	0.908309
17	381	5644.534	1727.673	5645	1727	95.6	-0.466	0.673	0.818587

Lampiran 2-11 Hasil Uji Coba Kanal 5 Window 11x11

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	9	1373.182	1510.704	1373	1510	87.3	0.182	0.704	0.727145
2	21	1339.319	2627.754	1339	2628	89.5	0.319	-0.246	0.402836
3	76	3949.343	161.572	3949	161	94	0.343	0.572	0.666958
4	82	5096.354	206.65	5096	207	93.3	0.354	-0.35	0.497811
5	85	5251.358	396.449	5251	395	88.7	0.358	1.449	1.49257
6	116	6934.273	1992.624	6934	1992	85.7	0.273	0.624	0.681106
7	148	6464.255	4120.766	6464	4120	86.6	0.255	0.766	0.80733
8	184	2734.396	4132.697	2734	4133	95.5	0.396	-0.303	0.498623
9	192	1890.192	3453.8	1890	3452	87.4	0.192	1.8	1.810211
10	199	2126.332	3245.626	2126	3245	96.2	0.332	0.626	0.70859
11	210	2344.327	2819.585	2344	2817	89.3	0.327	2.585	2.605601
12	211	2354.227	2581.696	2352	2581	88.7	2.227	0.696	2.333226
13	216	2003.281	2440.304	2003	2441	88.9	0.281	-0.696	0.750584
14	218	1855.246	2520.838	1856	2522	93.7	-0.754	-1.162	1.385193
15	261	3488.172	2752.857	3488	2752	92.7	0.172	0.857	0.87409
16	309	3342.21	1157.888	3342	1157	92.8	0.21	0.888	0.912493
17	310	3511.295	735.719	3512	735	85.1	-0.705	0.719	1.006969
18	345	5039.309	794.333	5039	794	93.6	0.309	0.333	0.45428
19	348	4949.333	1064.739	4949	1065	87.4	0.333	-0.261	0.423096
20	351	5241.243	1452.804	5241	1452	89.9	0.243	0.804	0.83992
21	381	5644.534	1727.673	5644	1727	92	0.534	0.673	0.859119

Lampiran 2-12 Hasil Uji Coba Kanal 7 Window 11x11

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	7	1448.284	986.61	1447	986	87.7	1.284	0.61	1.421533
2	9	1373.182	1510.704	1373	1510	88.6	0.182	0.704	0.727145
3	76	3949.343	161.572	3949	161	94.7	0.343	0.572	0.666958
4	82	5096.354	206.65	5096	207	88.7	0.354	-0.35	0.497811
5	184	2734.396	4132.697	2734	4133	92.9	0.396	-0.303	0.498623
6	199	2126.332	3245.626	2126	3245	89.6	0.332	0.626	0.70859
7	216	2003.281	2440.304	2002	2441	88.1	1.281	-0.696	1.457867
8	218	1855.246	2520.838	1856	2522	87.6	-0.754	-1.162	1.385193
9	220	1587.279	2380.778	1587	2379	86.3	0.279	1.778	1.799757
10	243	2217.26	931.761	2218	931	86.1	-0.74	0.761	1.061471
11	246	2581.284	1299.746	2581	1299	92.6	0.284	0.746	0.798231
12	261	3488.172	2752.857	3488	2752	95.4	0.172	0.857	0.87409
13	280	3029.217	821.924	3028	821	86.4	1.217	0.924	1.528027
14	298	4002.234	2305.107	4002	2304	86.3	0.234	1.107	1.131461
15	309	3342.21	1157.888	3342	1157	95.1	0.21	0.888	0.912493
16	345	5039.309	794.333	5039	794	89	0.309	0.333	0.45428
17	351	5241.243	1452.804	5241	1452	92.9	0.243	0.804	0.83992
18	381	5644.534	1727.673	5644	1726	88.7	0.534	1.673	1.756156

Lampiran 2-13 Tabel Hasil Uji Coba Window 3x3 Kanal 5

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	6	807.401	1048.398	810	1051	89.5	-2.599	-2.602	3.677663
2	8	1192.412	1290.751	1192	1290	86.1	0.412	0.751	0.856589
3	9	1373.182	1510.704	1372	1510	98.5	1.182	0.704	1.375769
4	21	1339.319	2627.754	1339	2628	90.9	0.319	-0.246	0.402836
5	27	723.372	2145.563	725	2142	95.1	-1.628	3.563	3.917315
6	38	992.347	2146.522	988	2145	95.1	4.347	1.522	4.605746
7	46	1227.218	339.831	1225	337	92.8	2.218	2.831	3.596399
8	58	2378.287	302.654	2376	301	93.5	2.287	1.654	2.822425
9	62	2870.358	363.603	2868	358	88.5	2.358	5.603	6.078962
10	65	2516.318	447.547	2510	450	92.9	6.318	-2.453	6.777487
11	68	3094.329	333.557	3094	333	94.4	0.329	0.557	0.646908
12	76	3949.343	161.572	3949	161	96.2	0.343	0.572	0.666958
13	81	4345.297	176.805	4345	184	87.4	0.297	-7.195	7.201127
14	82	5096.354	206.65	5096	206	93.5	0.354	0.65	0.740146

15	85	5251.358	396.449	5251	395	97.4	0.358	1.449	1.49257
16	86	5095.413	425.492	5094	432	91.1	1.413	-6.508	6.659627
17	90	5723.433	272.595	5719	276	93.5	4.433	-3.405	5.589769
18	92	6142.31	424.518	6136	428	95.7	6.31	-3.482	7.206971
19	99	7140.46	137.596	7136	137	87.7	4.46	0.596	4.499646
20	103	5355.337	939.718	5357	937	90.8	-1.663	2.718	3.186392
21	105	7069.312	999.586	7069	1000	85.9	0.312	-0.414	0.518401
22	113	6569.178	1557.767	6564	1560	87.9	5.178	-2.233	5.638969
23	116	6934.273	1992.624	6932	1999	93.9	2.273	-6.376	6.76904
24	130	6685.228	2740.689	6669	2736	89.9	16.228	4.689	16.89185
25	136	6849.292	3258.751	6842	3262	93.9	7.292	-3.249	7.983061
26	142	6868.326	3721.577	6867	3720	94.8	1.326	1.577	2.06039
27	144	6789.348	3909.767	6782	3911	86.3	7.348	-1.233	7.450731
28	148	6464.255	4120.766	6463	4118	86.3	1.255	2.766	3.037397
29	149	6236.265	3861.705	6236	3859	92.6	0.265	2.705	2.71795
30	151	6265.319	3698.779	6262	3697	91.6	3.319	1.779	3.765714
31	169	5014.218	3649.705	5010	3655	90.4	4.218	-5.295	6.769679
32	170	5256.421	3726.554	5258	3729	87.9	-1.579	-2.446	2.911384
33	174	4213.436	3909.688	4212	3907	90.4	1.436	2.688	3.04753
34	180	3746.265	3754.673	3748	3761	96.1	-1.735	-6.327	6.560576
35	183	2863.238	3878.808	2862	3881	92.5	1.238	-2.192	2.517441
36	184	2734.396	4132.697	2727	4136	93.2	7.396	-3.303	8.100039
37	186	2486.058	4091.851	2487	4092	93	-0.942	-0.149	0.953711
38	188	2051.27	4102.703	2051	4106	92.9	0.27	-3.297	3.308037
39	190	2084.207	3877.717	2078	3884	92.6	6.207	-6.283	8.831927
40	192	1890.192	3453.8	1888	3460	94.7	2.192	-6.2	6.576083
41	196	2494.234	3808.736	2495	3808	97.3	-0.766	0.736	1.062286
42	199	2126.332	3245.626	2126	3245	98.6	0.332	0.626	0.70859
43	210	2344.327	2819.585	2345	2817	98	-0.673	2.585	2.671171
44	211	2354.227	2581.696	2351	2580	94.8	3.227	1.696	3.645538
45	216	2003.281	2440.304	2003	2441	91.4	0.281	-0.696	0.750584
46	218	1855.246	2520.838	1854	2528	97.1	1.246	-7.162	7.269578
47	219	1764.199	2322.678	1765	2322	89	-0.801	0.678	1.049421
48	223	1744.209	2601.735	1743	2603	95.9	1.209	-1.265	1.74983
49	225	1520.223	2556.865	1518	2561	92	2.223	-4.135	4.694673
50	229	1704.283	1812.739	1695	1821	92.4	9.283	-8.261	12.42651
51	236	1885.166	1138.801	1886	1143	85.8	-0.834	-4.199	4.281023
52	243	2217.26	931.761	2219	931	90.9	-1.74	0.761	1.899137
53	246	2581.284	1299.746	2583	1298	91.6	-1.716	1.746	2.448096
54	251	2498.286	1943.807	2498	1943	94.7	0.286	0.807	0.85618
55	257	3088.155	3756.831	3085	3749	92.1	3.155	7.831	8.442665
56	261	3488.172	2752.857	3492	2756	92.7	-3.828	-3.143	4.952982
57	262	3310.274	2038.786	3309	2039	96.6	1.274	-0.214	1.291848

58	264	3145.295	2123.806	3136	2119	89.1	9.295	4.806	10.46397
59	265	3102.211	1874.751	3094	1877	95.9	8.211	-2.249	8.513432
60	266	2782.179	2274.805	2782	2274	90.1	0.179	0.805	0.824661
61	267	3130.215	1724.779	3130	1723	91.5	0.215	1.779	1.791945
62	280	3029.217	821.924	3022	818	95	7.217	3.924	8.214795
63	283	3226.32	1404.68	3221	1403	91.6	5.32	1.68	5.57896
64	294	4144.25	3427.747	4147	3424	86.2	-2.75	3.747	4.64785
65	295	3938.398	3014.748	3931	3009	90.2	7.398	5.748	9.36856
66	298	4002.234	2305.107	4002	2305	95.5	0.234	0.107	0.257303
67	299	3640.211	2581.841	3635	2584	92.7	5.211	-2.159	5.64055
68	310	3511.295	735.719	3510	730	98	1.295	5.719	5.863786
69	315	3924.294	1531.709	3913	1532	92.3	11.294	-0.291	11.29775
70	316	3958.277	1708.753	3954	1709	87	4.277	-0.247	4.284126
71	330	4974.285	2915.749	4974	2917	89.7	0.285	-1.251	1.283053
72	337	4478.306	2209.704	4474	2211	95.3	4.306	-1.296	4.496805
73	345	5039.309	794.333	5039	802	97.6	0.309	-7.667	7.673224
74	348	4949.333	1064.739	4949	1064	95.8	0.333	0.739	0.810562
75	351	5241.243	1452.804	5236	1448	97.7	5.243	4.804	7.11108
76	354	5200.307	2065.836	5196	2061	94.2	4.307	4.836	6.47589
77	374	5853.27	3027.647	5834	3035	96.6	19.27	-7.353	20.62522
78	379	5783.348	1967.839	5775	1966	85.5	8.348	1.839	8.548159
79	381	5644.534	1727.673	5644	1735	91.2	0.534	-7.327	7.346433

Lampiran 2-14 Tabel Hasil Uji Coba Window 7x7 Kanal 5

No	No Titik ON	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
		X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	9	1373.182	1510.704	1373	1510	87.3	0.182	0.704	0.727145
2	21	1339.319	2627.754	1339	2628	89.5	0.319	-0.246	0.402836
3	76	3949.343	161.572	3949	161	94	0.343	0.572	0.666958
4	82	5096.354	206.65	5096	207	93.3	0.354	-0.35	0.497811
5	85	5251.358	396.449	5251	395	88.7	0.358	1.449	1.49257
6	116	6934.273	1992.624	6934	1992	85.7	0.273	0.624	0.681106
7	148	6464.255	4120.766	6464	4120	86.6	0.255	0.766	0.80733
8	184	2734.396	4132.697	2734	4133	95.5	0.396	-0.303	0.498623
9	192	1890.192	3453.8	1890	3452	87.4	0.192	1.8	1.810211
10	199	2126.332	3245.626	2126	3245	96.2	0.332	0.626	0.70859
11	210	2344.327	2819.585	2344	2817	89.3	0.327	2.585	2.605601
12	211	2354.227	2581.696	2352	2581	88.7	2.227	0.696	2.333226
13	216	2003.281	2440.304	2003	2441	88.9	0.281	-0.696	0.750584
14	218	1855.246	2520.838	1856	2522	93.7	-0.754	-1.162	1.385193
15	261	3488.172	2752.857	3488	2752	92.7	0.172	0.857	0.87409

16	309	3342.21	1157.888	3342	1157	92.8	0.21	0.888	0.912493
17	310	3511.295	735.719	3512	735	85.1	-0.705	0.719	1.006969
18	345	5039.309	794.333	5039	794	93.6	0.309	0.333	0.45428
19	348	4949.333	1064.739	4949	1065	87.4	0.333	-0.261	0.423096
20	351	5241.243	1452.804	5241	1452	89.9	0.243	0.804	0.83992
21	381	5644.534	1727.673	5644	1727	92	0.534	0.673	0.859119

Lampiran 2-15 Tabel Hasil Uji Coba Window 15x15 Kanal 5

No	No Titik	REFERENSI		PM-B1			ERROR		
No	ON	X	Y	X1	Y1	KORELASI	dx	dy	err
1	76	3949.343	161.572	3949	161	88.7	0.343	0.572	0.666958
2	82	5096.354	206.65	5096	206	89.7	0.354	0.65	0.740146
3	184	2734.396	4132.697	2734	4133	94.7	0.396	-0.303	0.498623
4	192	1890.192	3453.8	1890	3452	87.6	0.192	1.8	1.810211
5	199	2126.332	3245.626	2125	3244	88.4	1.332	1.626	2.101928
6	210	2344.327	2819.585	2344	2817	92.1	0.327	2.585	2.605601
7	211	2354.227	2581.696	2352	2581	88.5	2.227	0.696	2.333226
8	216	2003.281	2440.304	2003	2440	90.8	0.281	0.304	0.413977
9	218	1855.246	2520.838	1856	2522	92.8	-0.754	-1.162	1.385193
10	261	3488.172	2752.857	3488	2752	89.9	0.172	0.857	0.87409
11	309	3342.21	1157.888	3342	1157	92.7	0.21	0.888	0.912493
12	345	5039.309	794.333	5039	794	88.4	0.309	0.333	0.45428
13	348	4949.333	1064.739	4949	1064	89.7	0.333	0.739	0.810562
14	381	5644.534	1727.673	5644	1726	92.8	0.534	1.673	1.756156

LAMPIRAN – 3 TABEL DATA HASIL PERCOBAAN LAPAN

Lampiran 3-1 Tabel Hasil Uji Coba Kanal 1

No	GCP	Point Matching			RAW		ERROR		
		X	Y	Korelasi	X1	Y1	dx	dy	err
1	5	603	2691	89.8	605.589	2691.489	2.589	0.489	2.634775512
2	6	3142	1810	96.2	3142.818	1810.464	0.818	0.464	0.940436069
3	7	2731	1218	91	2731.653	1217.174	0.653	0.826	1.052941119
4	9	4539	1485	93.4	4545.118	1491.787	6.118	6.787	9.137466443
5	10	4813	1410	95.3	4812.666	1411.352	0.334	1.352	1.392644966
6	11	4887	902	95.1	4886.829	903.759	0.171	1.759	1.767292279
7	12	4722	976	91.2	4723.15	974.52	1.15	-1.48	1.874273192
8	13	2193	6082	86.6	2191.333	6085.584	1.667	3.584	3.952713625
9	14	4121	3252	92.1	4122.221	3250.146	1.221	1.854	2.21994527
10	15	4954	2959	91.8	4956.781	2956.649	2.781	2.351	3.64158784
11	16	2689	5009	93.5	2689.109	5015.242	0.109	6.242	6.242951626
12	17	4880	1073	95.4	4881.166	1074.379	1.166	1.379	1.805878457
13	18	2193	5423	95.4	2192.38	5424.965	-0.62	1.965	2.060491446
14	19	2584	5013	94.3	2584.438	5020.087	0.438	7.087	7.100522023
15	20	3981	4031	93.9	3982.886	4029.9	1.886	-1.1	2.18334514
16	21	1906	5574	95.9	1905.035	5575.029	0.965	1.029	1.410696991
17	22	4904	953	92	4904.479	953.361	0.479	0.361	0.599801634
18	23	4816	2977	94.3	4819.256	2974.89	3.256	-2.11	3.879901545
19	24	3223	4744	96.7	3223.236	4745.369	0.236	1.369	1.389192931
20	25	4826	3328	96.2	4829.893	3325.023	3.893	2.977	4.900814014
21	26	4423	3963	94.1	4425.75	3962.347	2.75	0.653	2.826465814
22	27	3831	4124	92.8	3831.637	4124.455	0.637	0.455	0.782811599
23	28	4716	3499	94.1	4720.462	3495.831	4.462	3.169	5.472842497
24	29	185	5706	91.1	189.052	5703.358	4.052	2.642	4.837237641
25	30	4283	3310	95.3	4285.808	3308.137	2.808	1.863	3.369812013
26	31	4853	2873	95	4856.022	2870.868	3.022	2.132	3.698365585
27	32	3121	3696	88.2	3120.846	3701.021	0.154	5.021	5.023361126

28	33	2121	5660	92.9	2123.185	5657.026	2.185	2.974	3.69037952
29	34	1878	2277	94.7	1879.292	2277.026	1.292	0.026	1.292261583
30	35	1055	5410	92.7	1053.781	5414.197	1.219	4.197	4.370442769
31	36	1762	2303	94.1	1762.695	2303.847	0.695	0.847	1.09564319
32	37	598	1944	95.2	601.842	1940.207	3.842	3.793	5.398871456
33	38	3309	5288	94.7	3308.703	5290.685	0.297	2.685	2.701376316
34	39	3855	4471	90.8	3856.489	4470.805	1.489	0.195	1.501714354
35	40	4512	2548	98.2	4516.55	2543.604	4.55	4.396	6.326714471
36	41	2907	1194	91.7	2902.531	1195.771	4.469	1.771	4.807119928
37	42	3435	4640	91.2	3434.919	4642.29	0.081	2.29	2.291432085
38	43	905	1833	94.1	906.306	1832.879	1.306	0.121	1.311593306
39	44	4471	1352	97.9	4466.312	1359.038	4.688	7.038	8.456405146
40	45	4407	2808	96.4	4408.459	2808.025	1.459	0.025	1.459214172
41	46	3699	2897	97.4	3699.724	2897.549	0.724	0.549	0.908612679
42	47	3822	4544	96	3822.866	4544.673	0.866	0.673	1.096761141
43	48	3234	4308	96.1	3234.037	4310.242	0.037	2.242	2.242305287
44	49	3495	5373	96.5	3495.701	5374.231	0.701	1.231	1.416602273
45	50	5430	2715	94.8	5432.979	2712.032	2.979	2.968	4.205171221
46	51	1141	2528	88.1	1141.277	2527.708	0.277	0.292	0.40248354
47	53	3550	5013	95.9	3551.841	5013.682	1.841	0.682	1.963263864
48	54	3098	5370	96.4	3096.987	5372.343	1.013	2.343	2.552610037
49	55	4636	3838	94.8	4641.644	3833.501	5.644	4.499	7.217737665
50	56	6295	2445	95.9	6297.314	2443.683	2.314	1.317	2.662533568
51	57	1283	5384	91	1281.636	5386.208	1.364	2.208	2.595334275
52	58	4471	4048	94.3	4474.52	4045.808	3.52	2.192	4.146717256
53	59	872	5589	92	870.654	5591.826	1.346	2.826	3.130174436
54	60	4561	1224	87.7	4560.447	1224.361	0.553	0.361	0.660401393
55	61	916	5363	92.2	915.991	5363.543	0.009	0.543	0.543074581
56	62	3074	4421	97.7	3077.943	4424.172	3.943	3.172	5.060517068
57	63	2112	1681	95.6	2110.781	1683.085	1.219	2.085	2.415198957

58	64	5018	2630	96.6	5021.373	2628.18	3.373	-1.82	3.832692135
59	65	4135	4187	95.6	4136.8	4187.345	1.8	0.345	1.832764306
60	66	4750	3067	95.1	4753.372	3064.841	3.372	2.159	4.003956169
61	67	4765	3366	94.8	4768.996	3363.869	3.996	2.131	4.528705886
62	68	1659	5976	96.7	1656.7	5978.932	-2.3	2.932	3.726476083
63	69	3182	5358	96.4	3181.284	5360.582	0.716	2.582	2.679436508
64	70	1205	5526	95.9	1202.634	5529.661	2.366	3.661	4.358999541
65	71	4369	3287	96.2	4366.159	3292.831	2.841	5.831	6.486281061
66	72	1192	5344	95.5	1191.166	5345.837	0.834	1.837	2.01745508
67	73	5342	3020	93.6	5345.575	3017.551	3.575	2.449	4.333385051
68	74	1252	2163	94.7	1252.375	2166.282	0.375	3.282	3.303354204
69	75	829	1406	91.5	829.931	1405.058	0.931	0.942	1.324433841
70	76	3111	1741	95.7	3112.233	1741.477	1.233	0.477	1.32205068
71	77	5942	2861	93.3	5945.758	2859.317	3.758	1.683	4.117651394
72	78	1025	5292	92.3	1024.482	5293.278	0.518	1.278	1.378988035
73	79	5818	3516	95	5816.38	3513.414	-1.62	2.586	3.051523554
74	80	4501	3004	96.8	4504.636	3002.488	3.636	1.512	3.937847128
75	81	6089	4409	97.3	6084.475	4411.01	4.525	2.01	4.951335678
76	82	4397	5265	92.5	4393.467	5270.247	3.533	5.247	6.325590723
77	83	1099	5515	93.2	1096.125	5519.734	2.875	4.734	5.538626274
78	84	5180	345	96	5176.382	343.275	3.618	1.725	4.00818525
79	85	4720	1446	95.6	4721.688	1445.621	1.688	0.379	1.730024566
80	86	5871	4531	89.8	5868.151	4536.687	2.849	5.687	6.360720871
81	88	3223	3602	93.7	3225.131	3601.505	2.131	0.495	2.187735359
82	89	2983	3807	97.7	2982.256	3812.385	0.744	5.385	5.436153144
83	90	2557	4347	92.4	2557.566	4347.611	0.566	0.611	0.832872739
84	91	5212	4183	97.2	5213.633	4184.525	1.633	1.525	2.234348675
85	92	1592	1409	95.5	1591.576	1408.727	0.424	0.273	0.504286625
86	94	1011	1678	96.8	1011.516	1679.126	0.516	1.126	1.238600824
87	116	436	2035	97.4	437.025	2035.843	1.025	0.843	1.327129986

88	117	471	2038	96.6	472.538	2040.524	1.538	2.524	2.955675896
89	118	547	1982	94.8	548.515	1981.51	1.515	-0.49	1.592270392
90	119	734	1457	91	735.087	1454.803	1.087	2.197	2.451199298
91	120	927	1396	90.8	927.247	1394.953	0.247	1.047	1.075740675
92	121	1154	1348	88.6	1154.361	1348.539	0.361	0.539	0.648723362
93	122	1341	1492	97.3	1341.283	1492.534	0.283	0.534	0.604355028
94	123	2483	1276	93.6	2484.004	1275.385	1.004	0.615	1.177387362
95	124	3129	1549	93.3	3129.774	1549.095	0.774	0.095	0.77980831
96	125	2982	1925	87.5	2981.708	1925.253	0.292	0.253	0.386358642
97	126	2237	2105	95.9	2238.116	2105.795	1.116	0.795	1.370212027
98	127	1662	2326	96.5	1666.568	2322.69	4.568	-3.31	5.641163355
99	128	1310	2439	94.6	1305.201	2443.651	4.799	4.651	6.682978528
100	129	4743	1521	90.8	4744.386	1521.806	1.386	0.806	1.603319057
101	130	4442	1399	94.2	4441.85	1399.283	-0.15	0.283	0.320295176
102	131	4806	856	94.5	4806.542	856.097	0.542	0.097	0.550611478
103	132	4196	5496	89.6	4197.546	5494.445	1.546	1.555	2.192747363
104	134	5792	1997	92.5	5799.715	2004.386	7.715	7.386	10.6805534
105	135	5006	2264	92.8	5013.095	2270.021	7.095	6.021	9.305453562
106	136	3269	2973	95	3268.451	2972.815	0.549	0.185	0.579332374
107	137	2330	4475	95.2	2323.649	4482.49	6.351	7.49	9.820147708
108	138	1802	4995	96.2	1802.257	4995.493	0.257	0.493	0.555965826
109	139	452	5578	95.2	452.368	5578.275	0.368	0.275	0.459400697
110	140	351	5975	95.6	346.718	5981.063	4.282	6.063	7.422633832

Lampiran 3-2 Tabel Hasil Uji Coba *Window*

Ukuran window	Jumlah GCP		Ketelitian
	Err <=1	Err >1	
7x7	20	95	0.174
9x9	24	76	0.24
11x11	23	63	0.267
13x13	22	53	0.293
15x15	24	43	0.358
17x17	22	37	0.373
19x19	20	35	0.363
21x21	21	32	0.396