

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS PERUBAHAN LUAS LAHAN SAWAH UNTUK KETAHANAN PANGAN**

**(Studi Kasus : Kab.Sidoarjo Jawa Timur)**



*Di Susun Oleh :*

**FISTON ADI NUGROHO**

**11.25.903**

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

**MALANG**

**2013**

10/11/1968

RECEIVED HONORARY GENERAL MANAGER  
REARWARD HONORARY  
(HONORARY GENERAL MANAGER : HONORARY GENERAL)

10/11/1968  
REARWARD HONORARY  
REARWARD HONORARY

REARWARD HONORARY  
REARWARD HONORARY  
REARWARD HONORARY  
REARWARD HONORARY  
REARWARD HONORARY

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS LAHAN SAWAH UNTUK  
KETAHANAN PANGAN**

*(Studi Kasus : Kab.Sidoarjo Jawa - Timur)*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geodesi  
S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

**Fiston Adi Nugroho**

**11.25.903**

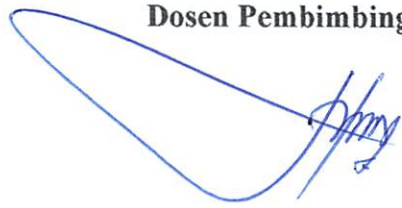
**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**(Ir. Agus Darpono, MT)**



**Dosen Pembimbing II**



**(Hery Purwanto, ST., M.Sc)**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1**



**(Ir. Agus Darpono, MT)**



NI (PERSERO) MALANG  
ANK NIAGA MALANG

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

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

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS LAHAN SAWAH UNTUK  
KETAHANAN PANGAN**

*(Studi Kasus : Kab.Sidoarjo Jawa - Timur)*

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

Pada hari : Jum'at

Tanggal : 23 Agustus 2013

Dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana  
Teknik (ST)

Oleh :

**Fiston Adi Nugroho**

**11.25.903**

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

**(Ir. Agus Darpono, MT)**

**Sekretaris**

**(Silvester Sari Sai, ST., MT)**

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

**(Silvester Sari Sai, ST., MT)**

**Penguji II**

**(Dr. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc)**

**Penguji III**

**(Ir. M. Nurhadi, MT)**

# ANALISIS PERUBAHAN LUAS LAHAN SAWAH UNTUK KETAHANAN PANGAN

(Studi Kasus : Kab. Sidoarjo Jawa - Timur)

Oleh. Fiston Adi Nugroho (11.25.903)

Dosen Pembimbing 1. Ir. Agus Darpono, MT

Dosen Pembimbing 2. Hery Purwanto .ST., M Sc

## ABSTRAK

*Pemanfaatan data penginderaan jauh dalam kaitannya dengan penelitian diantaranya banyak dilakukan untuk penelitian tentang perubahan lahan pertanian. Penelitian ini dapat diartikan sebagai teknologi untuk mengidentifikasi suatu obyek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut. Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luas lahan pertanian sawah dan hasil sawah khususnya tanaman padi untuk ketahanan pangan di kabupaten Sidoarjo. Identifikasi perubahan lahan menggunakan metode interpretasi secara visual dengan memuat unsur interpretasi citra yang terdiri dari sembilan unsur yaitu. Rona / Warna, Ukuran, Bentuk, Tekstur, Pola, Tinggi, Bayangan, Situs dan Asosiasi. Faktor yang mempengaruhi berkurangnya lahan pertanian sawah di kabupaten ini antara lain yaitu peningkatan jumlah penduduk maka dengan sendirinya pemukiman akan bertambah, bertambahnya Industri. Dan luapan lumpur Lapindo. Pada tahun 2007 luas lahan pertanian sawah kabupaten Sidoarjo 31769.661ha dan pada tahun 2010 luas lahan pertanian sawah 29215.858ha, Perubahan luas lahan sawah dari rentang waktu tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 berkurang seluas 2553.858 ha. Dari data luas lahan sawah pada tahun 2007 jumlah hasil produksi padi sebanyak 314872.95 ton, setelah mengalami penyusutan Beras menjadi beras menjadi 198999.70 ton dan pada tahun 2010 jumlah produksi beras sebanyak 1123071.05 ton setelah mengalami penyusutan menjadi 709780.90 ton. Pada tahun 2007 jumlah kebutuhan beras sebesar 179219.77 ton dan selisih kebutuhan beras dan jumlah produksi sebesar 19788.93 ton maka pada tahun 2007 kebutuhan beras untuk ketahanan pangan mengalami surplus. Pada tahun 2010 jumlah kebutuhan beras sebesar 198445.284 ton dan selisih kebutuhan beras dan jumlah produksi sebesar 511335.62 ton maka pada tahun 2010 kebutuhan beras untuk ketahanan pangan surplus atau terpenuhi.*

*Kata kunci : Lahan sawah, Penginderaan Jauh, Ketahanan Pangan.*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fiston Adi Nugroho  
NIM : 11.25.903  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul :

### **“ANALISIS PERUBAHAN LUAS LAHAN SAWAH UNTUK KETAHANAN PANGAN ”**

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang,

Yang membuat pernyataan



Fiston Adi Nugroho

NIM : 11.25.903

## *Karya ini Aku Persembahkan Kepada*

*Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunian-Nya kepada ku serta memberikan kedamaian dihati. Dia tak pernah lelah memberikan petunjuk agar saya senantiasa berada dijalan-Nya. Sehingga aku masih dapat menghembuskan nafas ku di dunia yang indah ini.*

*Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutanku dalam menjalani kehidupan.*

*Ayahanda ku yang slalu menjadi cerminan langkah ku yang selalu menjadi motivasi dalam belajar dan mencapai cita – cita,*

*Ibunda ku yang tak pernah hilang dari ingatan ku, engkau lah cahaya dalam gelapnya langkah kakiku..*

*Adik ku Silfi Fitra Sari yang slalu memberikan bantuan kepada ku.*

*Adik ku Fico Ardi Firansyah, terima kasih telah menjaga bapak dan ibu saat aku menuntut ilmu.*

*Mbak Tanti Yang selalu memberi motivasi, ocehan2, kepadaku*

*Wisma Andalita Rushman yang slalu memberikan support kepada ku..*

*Seluruh keluarga ku, yang mungkin tidak bisa aku sebutkan satu persatu, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, dan pelajaran hidup yang telah mendewasakan ku. Ucapan terima kasih juga kuucapkan kepada:*

- Bapak Ir. Agus Darpono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi
- Bapak Ir. Agus Darpono, MT dan Bapak Hery Purwanto, ST., M.Sc. yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini
- Bapak-bapak dosen dan recording Teknik Geodesi ITN.
- Sahabat aku Mang Agus, Ndamok, Papitok, Faris, Fajar, Febri, Tyaz, Mas Ditho, Mas Yudho, Mina, Mas Roni, Mas Wahyu Eko, Randi, Atik Cihuy, Ika Sukma, Benny. Dan Teman-Teman Angkatan 2008 di UGM dan Angkatan 2011 di ITN Malang. terima kasih atas bantuan, dukungannya dan kerja samanya selama ini.

*Kemenangan terbesar bukan karena tidak pernah terjatuh tapi berapa kali bangkit setiap kali terjatuh..Menjadi tua itu pasti, menjadi dewasa itu pilihan..Teruslah bermimpi, karena mimpi adalah energi kedua kita..*

**Motto:**

*“Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiaakan waktu untuk menunggu inspirasi” (Ernest Newman).*

*“Teruslah berusaha meraih impianmu sampai kamu puas dengan hasil yang akan kamu capai.”*





## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

### **“ANALISIS PERUBAHAN LUAS LAHAN SAWAH UNTUK KETAHANAN PANGAN ”**

dimana penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulisan ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Agus Darpono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Hery Purwanto, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT selaku dosen Penguji I
6. Bapak Dr. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc selaku Dosen Penguji II.
7. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT selaku Dosen Penguji III.
8. Segenap dosen, staf pengajar dan *recording* Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

9. Bapak, Ibu, dan adikku, yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
10. Buat teman-temanku seperjuangan, Ndamok. Papitok, Faris, Agus, Roni, Tyaz, Fajar, Febri, Yugo, Randi. terima kasih atas dukungan dan kerja samanya.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna, baik dari segi materi, sistematika pembahasan, maupun susunan bahasa. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Hasil penelitian ini dan dengan segala keterbatasannya dipersembahkan kepada dunia pendidikan, semoga ada manfaatnya untuk pengembangan sumber daya manusia di negara tercinta ini.

Malang, 2 September 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Judul</b> .....	i
<b>Lembar Persetujuan</b> .....	ii
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	iii
<b>Abstraksi</b> .....	iv
<b>Surat Pernyataan Keaslian Skripsi</b> .....	v
<b>Lembar Persembahan</b> .....	vi
<b>Kata Pengantar</b> .....	viii
<b>Daftar Isi</b> .....	x
<b>Daftar Gambar</b> .....	xiii
<b>Daftar Tabel</b> .....	xiv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Tinjauan Pustaka .....	3

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1. Pengertian Ketahanan Pangan.....	6
2.2. Lahan Pertanian .....	7
2.2.1. Definisi Luas Lahan .....	9

2.2.1.1. Lahan Sawah .....	9
2.3. Pengindraan Jauh ( <i>remote sensing</i> ) .....	10
2.3.1. Sumber Energi .....	11
2.3.2. Interaksi Tenaga dan Objek .....	12
2.3.3. Sensor.....	13
2.3.4. Citra.....	13
2.3.5. Citra Quickbird .....	16
2.3.6. Interpretasi Citra .....	20
2.3.7. Pengolahan Citra.....	22
2.3.7.1. Koreksi Geometrik.....	23
2.3.7.2. Penajaman Citra .....	27
2.3.7.3. Er Mapper.....	29
2.3.7.4. Arc Gis .....	29
2.3.7.5. Kartografi .....	31

### **BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN**

3.1. Lokasi Penelitian .....	38
3.2. Alat dan Data Penelitian.....	38
3.3. Digram Alir Penelitian .....	40
3.4. Tahapan Penelitian.....	42
3.5. Proses Pengolahan Citra Quickbird .....	42
3.5.1. Menampilkan Data Raster.....	42
3.5.2. Pembuatan Citra Komposit .....	43
3.5.3. Import Data Vektor .....	44
3.5.4. Koreksi Geometrik .....	44
3.5.5. Cropping Citra .....	44

3.5.6. Proses Inteprestasi Citra Quickbird .....	45
3.5.7. Perhitungan Luasan Lahan.....	46
3.5.8. Penyajian Layout Peta.....	46

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

3.5. Proses Pengolahan Citra Quickbird .....	48
4.1.1. Citra Komposit.....	48
4.1.2. Koreksi Geometrik .....	49
4.1.3. Analisis Cropping Citra .....	49
4.1.4. Interpretasi Secara Manual Pada Citra Quickbird .....	50
4.1.5. Analisis Perubahan Luas Lahan Pada Citra QuickBird .....	51
4.1.6. Analisis Jumlah Hasil Panen Rata - Rata di Kabupaten Sidoarjo..	57
4.1.7. Pembahasan Evaluasi Perubahan Luas Untuk Ketahanan Pangan .	58
4.1.8. Pembahasan Tabel Hasil Data Rekapitulasi .....	62

## **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	64
5.2. Saran .....	65

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sumber Energi Cahaya Matahari .....	12
Gambar 2.2. Satelit Quickbird .....	17
Gambar 2.3. <i>Georeferensi Image to Map</i> .....	25
Gambar 2.4. <i>Georeferensi Image to Image</i> .....	26
Gambar 2.5. Skala Grafis.....	32
Gambar 2.6. Contoh Legenda .....	33
Gambar 2.7. Contoh Oreintasi .....	33
Gambar 2.8. Contoh Gradasi Warna.....	35
Gambar 2.9. Simbolisasi pada Peta.....	35
Gambar 2.10. Komponen-Komponen Peta.....	37
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	38
Gambar 3.2. Tampilan Citra Quickbird .....	42
Gambar 3.3. Tampilan Citra Komposit.....	43
Gambar 3.4. Hasil <i>Import Vector and GIS Format</i> Peta RBI.....	44
Gambar 3.5. Tampilan Cropping Citra .....	45
Gambar 3.6. Tampilan Interpretasi.....	45
Gambar 3.7. Gambar Kotak dialog Tampilan Perhitungan Luas Area.....	46
Gambar 3.8. Gambar Tampilan Layout Peta .....	47
Gambar 4.1. Gambar Citra Quickbird Tahun 2007 dan 2010 .....	49
Gambar 4.2. Tampilan Citra Quickbird 2007 dan 2010 Terpotong.....	50
Gambar 4.4. Tampilah hasil Interpretasi .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Karakteristik Citra Quickbird .....	18
Tabel 2.2. Spesifikas Satelit Quickbird .....	19
Tabel 4.1. Data Perubahan Luas Lahan Kec. BalongBendo.....	51
Tabel 4.2. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Buduran.....	51
Tabel 4.3. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Candi .....	51
Tabel 4.4. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Gedangan.....	52
Tabel 4.5. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Jabon .....	52
Tabel 4.6. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Krembung.....	52
Tabel 4.7. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Krian.....	52
Tabel 4.8. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Porong .....	53
Tabel 4.9. Data Perubahan Luas Lahan Kec.Prambon .....	53
Tabel 4.10. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Sedati.....	53
Tabel 4.11. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Sidoarjo .....	54
Tabel 4.12. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Sukodono.....	54
Tabel 4.13. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Taman.....	54
Tabel 4.14. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Tanggulangin.....	55
Tabel 4.15. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Tarik .....	55
Tabel 4.16. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Tulangan.....	55
Tabel 4.17. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Waru.....	56
Tabel 4.18. Data Perubahan Luas Lahan Kec. Wonoayu .....	56
Tabel 4. 19. Perubahan Luas Lahan Sawah Tahun 2007 dan 2010 .....	56
Tabel 4.20. Jumlah Panen Rata-Rata Tahun 2007 .....	57
Tabel 4.21. Jumlah Panen Rata-Rata Tahun 2010 .....	58
Tabel 4.22. Rekapitulasi kebutuhan beras tahun 2007 .....	59
Tabel 4.23. Rekapitulasi kebutuhan beras tahun 2010 .....	60
Tabel 4.24. Rekapitulasi Kebutuhan Beras Tahun 2007 dan 2010.....	61

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Kabupaten Sidoarjo, merupakan sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibukotanya adalah Sidoarjo. Kabupaten ini berbatasan dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik di utara, Selat Madura di timur, Kabupaten Pasuruan di selatan, serta Kabupaten Mojokerto di barat. Sidoarjo dikenal sebagai penyangga utama Kota Surabaya.

Pangan merupakan salah satu kebutuhan manusia yang paling mendasar. Kebutuhan pangan semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Maliana dkk (2004) di wilayah Indonesia menunjukkan bahwa kebutuhan pangan meningkat 2,5% - 4% per tahun seiring dengan penambahan jumlah penduduk. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan terhadap lahan pertanian yang dimanfaatkan untuk produksi pangan jadi meningkat, namun bersamaan dengan itu pertumbuhan penduduk yang tinggi juga menyebabkan peningkatan pemukiman, industri, dan sektor-sektor penunjangnya. Keadaan ini menyebabkan terjadinya persaingan penggunaan lahan antara lahan pertanian dan pemukiman. Dalam persaingan ini lahan –lahan pertanian berubah fungsi menjadi lahan industri atau sektor lain penunjangnya.

Perubahan lahan pertanian menjadi lahan pemukiman menyebabkan penyusutan areal pertanian. lahan-lahan sawah yang dikonversi ke berbagai aktivitas urban sangat kecil kemungkinan untuk dikembalikan lagi menjadi sawah.



Hal tersebut secara langsung akan menurunkan produktivitas pangan yang pada akhirnya akan mempengaruhi ketahanan pangan.

Mengingat hal tersebut maka diperlukan suatu penataan lahan karena sulitnya mencari lahan pengganti yang lebih subur atau minimal sama di luar lahan pertanian yang sudah ada. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut mempelajari pola persebaran sawah beririgasi teknis sehingga peruntukan lahan-lahan bagi pertanian dapat dipertahankan.

Penggunaan lahan di Kabupaten Sidoarjo sampai saat ini khususnya sektor pertanian mengalami penurunan. Oleh karena itu perlu diketahui karakteristik lahan yang mempengaruhi penurunan lahan pertanian agar hal tersebut dapat dikendalikan.

Dalam penelitian untuk mengetahui penggunaan lahan pertanian digunakan Citra Quickbird. Salah satu keunggulan dari data citra satelit untuk deteksi dan inventarisasi sumberdaya lahan pertanian adalah setiap lembar (scane) citra ini mencakup wilayah yang sangat luas yaitu sekitar 60-180km ( 360.000-3.240.000ha), sehingga memungkinkan digunakan dalam deteksi penyebaran lahan pertanian serta pengaruh iklim dan topografi terhadap penyebarannya.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Perubahan luas lahan sawah hampir setiap tahun terjadi di setiap daerah yang berkembang pesat seperti Kabupaten Sidoarjo. Untuk itu perlu adanya informasi untuk mengetahui sebaran daerah yang mengalami perubahan luas lahan sawah dan untuk mengetahui hasil pertanian sawah.

### **I.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis hasil perubahan luas lahan Sawah untuk kegiatan ketahanan pangan di wilayah Kabupaten Sidoarjo berdasarkan data citra pada waktu perekaman yang berbeda yaitu Citra Quickbird perekaman tahun 2007 dan Citra Quickbird perekaman tahun 2010.

### **I.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini menggunakan Citra Quickbird perekaman tahun 2007 dan Citra Quickbird perekaman tahun 2010 yang sudah terkoreksi untuk mengetahui besaran hasil perubahan luas lahan sawah dan menggunakan data jumlah penduduk dan hasil pertanian sawah pertahun.

### **I.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat sebagai bahan informasi pemerintah setempat mengenai perubahan luas lahan sawah sesuai dengan tahun citra yang digunakan sebagai masukan pada pengambilan keputusan, untuk membantu dalam ketersediaan hasil pertanian sawah di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

### **I.6. Tinjauan Pustaka**

Kelebihan yang dimiliki oleh Citra antara lain:

1. Citra menggambarkan objek, daerah dan gejala di permukaan bumi dengan wujud objek aslinya.

2. Karakteristik objek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengolahan objeknya.

Kelebihan Quickbird menjawab kebutuhan itu. Resolusi 60 cm bila dipadukan dengan saluran multispektralnya akan menghasilkan pan-sharped image, yang mampu menonjolkan variasi obyek hingga marka jalan dan tembok penjara. Citra ini mudah sekali diinterpretasi secara visual.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Menurut American Society of Photogrametry (1983) dalam Jaya (2002), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni pengukuran atau mendapatkan informasi suatu obyek atau fenomena, menggunakan suatu alat perekaman dari suatu kejauhan, dimana pengukuran dilakukan tanpa melakukan kontak secara fisik dengan obyek atau fenomena yang diukur atau diamati.

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia sejak masa prasejarah hingga saat ini. Begitu juga dengan Indonesia, pertanian tidak bisa dilepaskan karena Indonesia sampai saat ini masih merupakan negara agraris. Meskipun saat ini Indonesia sedang bergerak menuju negara perindustrian, sektor pertanian masih memegang perekonomian Indonesia. Akan tetapi keadaan pertanian Indonesia saat ini bisa dikatakan kurang baik. (Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, 2012).

Perubahan lahan yang terjadi banyak disebabkan oleh kegiatan-kegiatan yang terjadi penggunaan lahan sesuai dengan tingkat kebutuhan manusia dan

tingkat kegiatan manusia. Tingkat perubahan lahan adalah bertambahnya suatu kelas lahan yang diikuti oleh berkurangnya kelas perubahan lahan pada suatu daerah pada kurun waktu tertentu dan terjadi secara berkelanjutan.

Data citra satelit yang berupa raw data atau data mentah harus dilakukan pengolahan dahulu sebelum digunakan untuk kegiatan pemetaan. Pemetaan yang diperoleh bisa merupakan hasil interpretasi citra satelit atau berupa foto lokasi daerah yang direkam. (Makalah Forum Ilmiah Ikatan Surveyor Indonesia/ FIT-  
ISI,2012)



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pengertian Ketahanan Pangan**

Pangan adalah kebutuhan yang paling mendasar dari suatu bangsa. Banyak contoh negara dengan sumber ekonomi cukup memadai tetapi mengalami kehancuran karena tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan bagi penduduknya. Sejarah juga menunjukkan bahwa strategi pangan banyak digunakan untuk menguasai pertahanan musuh. Dengan adanya ketergantungan pangan, suatu bangsa akan sulit lepas dari cengkaman penjajah/musuh. Dengan demikian upaya untuk mencapai kemandirian dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional bukan hanya dipandang dari sisi untung rugi ekonomi saja tetapi harus disadari sebagai bagian yang mendasar bagi ketahanan nasional yang harus dilindungi. Achmad Suryana, (2001).

Pangan merupakan komoditas penting dan strategis bagi bangsa Indonesia mengingat pangan adalah kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi oleh pemerintah dan masyarakat secara bersama-sama seperti diamanatkan oleh Undang Undang Nomor 7 tahun 1996 tentang pangan. Dalam UU tersebut disebutkan Pemerintah menyelenggarakan pengaturan, pembinaan, pengendalian dan pengawasan, sementara masyarakat menyelenggarakan proses produksi dan penyediaan, perdagangan, distribusi serta berperan sebagai konsumen yang berhak memperoleh pangan yang cukup dalam jumlah dan mutu, aman, bergizi, beragam, merata, dan terjangkau oleh daya beli mereka. Peraturan Pemerintah No.68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan sebagai peraturan pelaksanaan UU No.7 tahun

1996 menegaskan bahwa untuk memenuhi kebutuhan konsumsi yang terus berkembang dari waktu ke waktu, upaya penyediaan pangan dilakukan dengan mengembangkan sistem produksi pangan yang berbasis pada sumber daya, kelembagaan, dan budaya lokal, mengembangkan efisiensi sistem usaha pangan, mengembangkan teknologi produksi pangan, mengembangkan sarana dan prasarana produksi pangan dan mempertahankan dan mengembangkan lahan produktif.

Jumlah penduduk Indonesia saat ini mencapai 216 juta jiwa dengan angka pertumbuhan 1.7 % per tahun. Angka tersebut mengindikasikan besarnya bahan pangan yang harus tersedia. Kebutuhan yang besar jika tidak diimbangi peningkatan produksi pangan justru menghadapi masalah bahaya yaitu laju peningkatan produksi di dalam negeri yang terus menurun. Sudah pasti jika tidak ada upaya untuk meningkatkan produksi pangan akan menimbulkan masalah antara kebutuhan dan ketersediaan dengan kesenjangan semakin melebar.

Menurut Biro Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur konsumsi beras perkapita pertahun pada tahun adalah antara 113 kilogram dan pada tahun 2010 konsumsi beras perkapita sebesar 102 kilogram sedangkan untuk rasio penyusutan Gabah kering Giling (GKG) yaitu sebesar 63,8% (dalam 100 kilogram GKG menghasilkan 63,2 kilogram).(BPS,Sidarjo Dalam Angka).

## **2.2. Lahan Pertanian**

Sektor pertanian merupakan sektor yang strategis dan berperan penting dalam perekonomian nasional dan kelangsungan hidup masyarakat, terutama dalam sumbangan terhadap PDB, penyedia lapangan kerja dan penyediaan pangan

dalam negeri. Kesadaran terhadap peran tersebut menyebabkan sebagian besar masyarakat masih tetap memelihara kegiatan pertanian mereka meskipun negara telah menjadi negara industri. Oleh karena itu proses perubahan penggunaan lahan sifatnya sangat kompleks. Mekanisme perubahan itu melibatkan kekuatan-kekuatan pasar (Chisholm, 1996).

Dari berbagai bentuk penggunaan lahan pertanian, lahan sawah merupakan penggunaan lahan yang banyak mengalami alih guna. Pada umumnya alih guna lahan sawah bersifat tidak dapat balik (irreversible) dan dapat membawa kemerosotan terhadap kualitas lingkungan (Agus dan Irawan, 2004). Nisho (1999) dalam Agus dan Irawan (2004) menyajikan data yang isinya memperlihatkan peningkatan frekuensi banjir di Tokyo disebabkan oleh pesatnya pembangunan perindustrian pada tahun 1980-an yang mengorbankan lahan sawah. Keadaan yang sama juga terjadi di Indonesia, terutama pada daerah perkotaan. Banjir lebih sering terjadi di sekitar perkotaan, dan ini dapat dihubungkan dengan makin meluasnya alih guna lahan pertanian, termasuk lahan sawah.

Diharap mampu mencegah alih fungsi lahan pertanian karena negara akan menentukan kawasan lahan pangan yang benar-benar dilindungi sebagai benteng terakhir dari ketahanan pangan dalam negeri. Namun, pada 2010, laju konversi lahan pertanian masih terus terjadi. Hal ini sesuai dari data pada rentang 1992–2002 laju tahunan konversi lahan baru 110.000 ha, dan periode 2002–2006 melonjak jadi 145.000 ha per tahun. Rentang 2007–2010, di Jawa saja laju konversi rata-rata 200.000 ha per tahun. Banyak yang mengira UU No 41/2009 mandul karena belum ada peraturan pelaksanaannya. Maka pada Januari 2011 keluar Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011

tentang Penetapan Dan Alih Fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. (Lestari (2000) dalam Agus dan Irawan (2004).

### **2.2.1. Definisi Luas Lahan**

Luas lahan adalah merupakan luas areal persawahan yang akan ditanam padi pada musim tertentu. Pada umumnya lahan sawah merupakan lahan pertanian yang berpetak-petak dan dibatasi oleh pematang saluran untuk menahan/menyalurkan air, yang biasanya ditanami padi sawah tanpa memandang dari mana diperolehnya atau status tanah tersebut. Luas Lahan pertanian padi terbagi pada dua Bagian diantaranya : ( BPS ,Sidoarjo Dalam Angka 2007).

#### **2.2.1.1. Lahan Sawah**

Tanah sawah adalah tanah pertanian yang berpetak-petak dan dibatasi oleh pematang (galengan), saluran untuk menahan/menyalurkan air dan biasanya ditanami padi sawah, tanpa memandang dari mana diperolehnya ataupun status dari tanah tersebut. Yang termasuk pada lahan sawah diantaranya adalah :

##### **a. Sawah berpengairan teknis**

Sawah yang memperoleh pengairan dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian irigasi dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah. Jaringan seperti ini biasanya terdiri dari saluran induk, sekunder dan tersier. Saluran induk, sekunder serta bangunannya dibangun, dikuasai dan dipelihara oleh pemerintah.



#### **b. Sawah Berpengairan Setengah Teknis**

Sawah berpengairan teknis akan tetapi pemerintah hanya menguasai bangunan penyadap untuk dapat mengatur dan mengukur pemasukan air, sedangkan jaringan selanjutnya tidak diukur dan dikuasai pemerintah.

#### **c. Sawah Berpengairan sederhana**

Sawah yang memperoleh pengairan dimana cara pembagian dan pembuangan airnya belum teratur, walaupun pemerintah sudah ikut membangun sebagian dari jaringan tersebut (misalnya biaya membuat bendungannya).

#### **d. Sawah Tadah Hujan**

Sawah yang pengairannya tergantung pada air hujan.

#### **e. Sawah Pasang Surut**

Sawah yang pengairannya tergantung pada air sungai yang dipengaruhi pasang surutnya air laut.

#### **f. Sawah lainnya**

Seperti lahan sawah lebak, polder dan rawa-rawa yang ditanami padi atau rembesan dan lain-lainnya.

### **2.3. Pengindraan Jauh (*remote sensing*)**

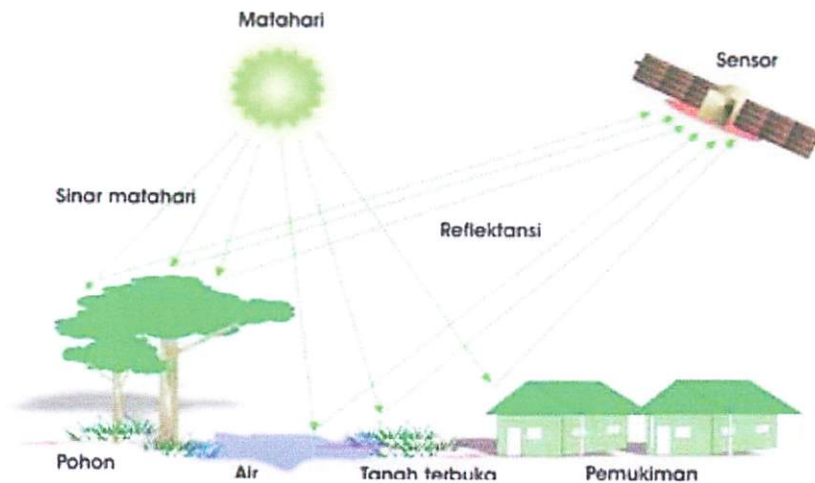
Pengindraan jauh dapat didefinisikan sebagai kumpulan informasi tentang sebuah objek tanpa harus berkontak fisik dengan objek. Pesawat dan satelit adalah landasan umum untuk pengamatan pengindraan jauh. Istilah pengindraan jauh dibatasi oleh metode yang menggunakan energy elektromagnetik sebagai cara untuk mendeteksi dan mengukur karakteristik target. Energi elektromagnetik termasuk cahaya, panas, dan gelombang radio (Sabins,

1978). Menurut Lindgren dalam Sutanto (1994) penginderaan jauh adalah teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau pancaran oleh permukaan bumi. Adapun menurut Lilesand, et al dalam Somantri (2008) mengatakan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Berbeda dengan Lillesand dan Kiefer yang memandang penginderaan jauh sebagai ilmu dan teknik, Lindgren memandangnya sebagai teknik, yaitu teknik untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi.

### **2.3.1. Sumber Energi**

Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi aplikasi penginderaan jauh optikal. Matahari memancarkan energi alami yang dipantulkan atau diserap oleh obyek-obyek di permukaan bumi. Sistem penginderaan jauh yang menggunakan sumber informasi dari pantulan cahaya matahari disebut sensor pasif. Selain itu dikenal juga sistem PJJ (Penginderaan Jarak Jauh) yang memancarkan energi sebagai bagian dari sistem; sistem semacam ini disebut sensor aktif. Contoh yang paling umum adalah teknologi RADAR (Radio Detection and Ranging). Sensor radar memancarkan gelombang mikro ke permukaan bumi dan merekam pantulan dari gelombang tersebut. Sensor aktif tidak terpengaruh oleh pergantian siang dan malam dan mampu menembus

halangan di atmosfer, karena sifat panjang gelombangnya yang lebih panjang daripada spektrum sinar matahari (Ekadinata, et al, 2008).



Gambar 2.1. Penginderaan jauh menggunakan sumber energi cahaya Matahari

Cahaya tampak hanyalah salah satu dari beberapa bentuk energi elektromagnetik. Gelombang radio, panas, sinar ultraviolet dan sinar X merupakan bentuk lain tenaga yang lazim. Semua tenaga ini pada dasarnya sama dan melakukan radiasi sesuai dengan teori dasar tenaga elektromagnetik yang bergerak secara harmonis berbentuk sinusoidal pada kecepatan cahaya (Lillesand dan Kiefer, 1993).

### 2.3.2. Interaksi Tenaga dan Objek

Tiap objek mempunyai karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Pengenalan objek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik (tracing) karakteristik spektral objek yang tergambar pada citra. Objek yang banyak memantulkan cahaya akan tampak cerah pada citra sedangkan objek yang pantulannya sedikit tampak gelap (Sutanto, 1994).

### **2.3.3. Sensor**

Tenaga yang datang dari objek di permukaan bumi diterima dan direkam oleh sensor. Tiap sensor berbeda-beda kepekaannya terhadap spektrum elektromagnetik disamping itu juga kepekaan berbeda dalam merekam objek sampai yang terkecil. Kemampuan sensor untuk menyajikan gambar objek terkecil disebut resolusi, dimana resolusi menunjukkan kualitas sensor (Sutanto,1994).

Dalam pengindraan jauh, dikenal konsep resolusi, yaitu resolusi spasial, resolusi temporal, resolusi spektral, resolusi radiometrik, dan resolusi layer. Resolusi spasial adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan dibedakan, dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam, semakin baik resolusi spasialnya.

Resolusi radiometrik yaitu ukuran kemampuan sensor dalam merekam atau mengindra perbedaan terkecil suatu objek dengan objek yang lain (ukuran kepekaan sensor). Resolusi radiometrik berhubungan dengan kekuatan sinyal, kondisi atmosfer (hamburan, serapan dan tutupan awan), dan saluran spectral yang digunakan. Resolusi Layer merupakan suatu liputan geografis yang berisikan jenis informasi tertentu. Berbagai jenis informasi pada liputan geografis yang sama disebut multi layer. Untuk konteks citra pengindraan jauh digital, layer dan band mengandung pengertian yang sama (Danoedoro, 1996).

### **2.3.4. Citra**

Citra (image atau scene) merupakan representasi dua dimensi dari suatu objek di dunia nyata. Khusus pada bidang remote sensing ( dan pengolahan citra

digital), citra merupakan gambaran sebagian permukaan bumi sebagaimana terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang). Citra ini dapat diimplementasikan ke dalam dua bentuk umum: analog atau digital. Foto udara atau peta foto (hardcopy) adalah salah satu bentuk dari citra analog, sementara citra-citra satelit yang merupakan data hasil rekaman sistem sensor-sensor (radar, detector, radiometer, scanner, dan lain jenisnya) hampir semuanya merupakan bentuk citra digital (Prahasta,2008)

Klasifikasi citra merupakan proses pengelompokan pixel pada suatu citra ke dalam sejumlah kelas (class) sehingga setiap kelas dapat menggambarkan suatu identitas dengan ciri-ciri tertentu. Tujuan utama klasifikasi citra penginderaan jauh adalah untuk menghasilkan peta tematik, dimana suatu warna mewakili suatu objek tertentu. Contoh objek yang berkaitan dengan permukaan bumi antara lain air, hutan, sawah, kota, jalan, dan lain-lain. Sedangkan pada citra satelit meteorologi, proses klasifikasi dapat menghasilkan peta awan yang memperlihatkan distribusi awan di atas suatu wilayah (Zainal dan Dyah, 2009).

Citra satelit pengindraan jauh dapat dibedakan atas kegunaan utamanya yaitu satelit sumber daya bumi, satelit sumber daya laut, satelit cuaca, dan satelit penginderaan benda antariksa. Curran (1985) dalam Sutanto (1994) menyatakan bahwa satelit penginderaan benda antariksa dan satelit sumber daya laut termasuk kelompok kategori satelit sumber daya bumi. Sedangkan satelit cuaca dan satelit militer merupakan kelompok tersendiri (Sutanto,1994). Menurut Prahasta (2008) berdasarkan misinya satelit penginderaan jauh dikelompokkan menjadi dua macam yaitu satelit cuaca dan satelit sumberdaya alam

1. Citra Satelit Cuaca terdiri dari TIROS-1, ATS-1, GOES, NOAA

AVHRR, MODIS, DMSP.

2. Citra satelit sumberdaya alam terdiri dari:

a) Resolusi Rendah yaitu SPOT, LANDSAT, ASTER.

b) Citra Resolusi Tinggi yaitu IKONOS, QUICK BIRD.

Secara umum, algoritma klasifikasi dapat dibagi menjadi supervised (terpantau) dan unsupervised (tak terpantau). Pemilihannya bergantung pada ketersediaan data awal pada citra itu. Metode supervised mengharuskan adanya training set. Akan tetapi training set untuk tiap kelas ini seringkali belum diketahui. Salah satu penyebabnya adalah sulitnya menentukan jumlah kelas yang sebenarnya terdapat pada citra itu, di samping kesulitan untuk mencari lokasi-lokasi mana yang bisa dianggap paling mewakilinya. Analisa cluster merupakan suatu bentuk pengenalan pola yang berkaitan dengan pembelajaran secara unsupervised, dimana jumlah pola kelas tidak diketahui. Proses clustering melakukan pembagian data set dengan mengelompokkan seluruh pixel pada featur space (ruang ciri) ke dalam sejumlah cluster secara alami. Fenomena ini mendorong para peneliti dalam bidang pengenalan pola (pattern recognition) untuk terus berusaha menghasilkan algoritma yang mampu mendeteksi jumlah cluster ini secara otomatis (Zainal dan Dyah,2009).

Validasi Lapangan (ground truth) yaitu pengukuran ketelitian hasil pengukuran pada citra dengan kenyataan di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengecek kebenaran hasil analisis, mencakup pengamatan keadaan lahan dan jenis penggunaan lahan/vegetasi di sekitarnya. Cara pengukurannya dengan menentukan posisi geografis lokasi pengamatan di peta (citra), kemudian

mengukur koordinat lokasi pengamatan di lapangan dengan menggunakan GPS (Global Positioning System) (Murthy, et al, 1995).

Kesalahan (error) hampir selalu ada dalam setiap data geografis. Hampir tidak dapat ditemui data geografis yang 100% benar dan tidak memiliki kesalahan. Beberapa komponen yang penting untuk diperhatikan dalam menilai kualitas sebuah data geografis adalah tingkat kesalahan (error), ketidakakuratan (inaccuracy) dan ketidaktepatan (imprecision). Dalam hal ini, yang dimaksud dengan akurasi adalah tingkat kesamaan informasi dalam data geografis dengan keadaan sebenarnya. Sedangkan ketepatan (precision) adalah tingkat kesamaan dan ketelitian dalam hasil pengukuran yang dilakukan dalam SIG. Kesalahan (error) meliputi semua akibat yang ditimbulkan oleh ketidakakuratan dan ketidaktepatan (Ekadinata, et. al, 2008).

Untuk melihat keakuratan citra ada 4 presentasi yang kita hitung yaitu presentasi produser accuracy (untuk mengetahui tingkat akurasi berdasarkan fakta yang diperoleh di lapangan), omission error (untuk mengetahui kesalahan yang terjadi pada pembacaan citra dengan melihat kenyataan di lapangan), user accuracy (untuk mengetahui tingkat akurasi berdasarkan hasil pembacaan citra), commission error (untuk mengetahui kesalahan yang terjadi pada proses identifikasi citra yang dilakukan pada perangkat lunak pengolah data raster dan vector) (Prahasta, 2008).

### **2.3.5. Citra Quickbird**

Quickbird merupakan satelit penginderaan jauh yang diluncurkan pada tanggal 18 Oktober 2001 di California, U.S.A. Dan mulai memproduksi data pada

bulan Mei 2002. Quickbird diluncurkan dengan  $98^\circ$  orbit sun-synchronous dan misi pertama kali satelit ini adalah menampilkan citra digital resolusi tinggi untuk kebutuhan komersil yang berisi informasi geografi seperti sumber daya alam.



Gambar 2.2. Satelit QuickBird

Satelit QuickBird memiliki dua macam sensor yaitu sensor *panchromatic* (hitam dan putih) dengan resolusi spasial 0,61 m (2-foot) dan sensor *multispectral* (berwarna) dengan resolusi spasial 2,44 m (8-foot). Tingginya resolusi spasial pada citra ini memberikan keuntungan untuk berbagai aplikasi, terutama yang 13 membutuhkan ketelitian yang tinggi pada skala area yang kecil. Contohnya adalah pemetaan secara detail dan perencanaan tata kota. Satelit ini mempunyai orbit polar sunsynchronous, yaitu orbitnya akan melewati tempat-tempat yang terletak pada lintang yang sama dan dalam waktu lokal yang sama pula. Satelit QuickBird melewati tempat yang sama untuk satu putaran kirakira 1-3 hari, ini merupakan kemajuan yang sangat hebat dibandingkan berbagai satelit yang diluncurkan tahun 1980-an dan 1990-an. Periode orbit dari satelit ini adalah 93,4 menit dengan sudut inklinasi  $98^\circ$  dan ketinggiannya 450 km di atas permukaan bumi. Minimum area



yang terliput oleh citra satelit QuickBird adalah 8 x 8 km<sup>2</sup>. Karakteristik lebih lanjut dari Satelit QuickBird akan di berikan pada Tabel.

Tabel 1.1. Karakteristik Citra Quickbird

Kanal ( <i>Band</i> )	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )
1	0,45 – 0,52 (biru)
2	0,52 – 0,60 (hijau)
3	0,63 – 0,69 (merah)
4	0,76 – 0,89 (IR dekat)
PAN	0,45 – 0,90 (PAN)

Menurut Lillesand dan Kiefer (1994), karakteristik tiap kanal (spektrum energi) adalah sebagai berikut :

a. Kanal 1, spektrum biru

Baik untuk pemetaan perairan pantai karena penetrasinya dalam kolom air cukup tinggi. Sangat kuat diabsorpsi oleh klorofil sehingga berguna untuk membedakan tanah dan vegetasi.

b. Kanal 2, spektrum hijau

Digunakan untuk mengukur pantulan warna hijau dari puncak vegetasi untuk mengetahui seberapa sehat vegetasi tersebut dan menguji daya tegak vegetasi. Juga untuk identifikasi kenampakan kultur.

c. Kanal 3, spektrum merah

Energi pada spektrum ini sangat kuat diserap oleh klorofil sehingga membantu perbedaan spesies tanaman. Diserap oleh banyak vegetasi.

d. Kanal 4, spektrum inframerah dekat

Energi pada saluran ini diserap seluruhnya oleh air, sehingga berguna untuk mengidentifikasi badan atau kolom air. Dipantulkan seluruhnya oleh vegetasi, sehingga berguna untuk menentukan tipe vegetasi, daya tegak, dan kandungan biomasnya. Menghasilkan kontras yang nyata antara darat dan air.

Satelit Quickbird mampu untuk men-download citra dari stasiun three mid-latitude yaitu Jepang, Itali dan U.S (Colorado). Quickbird juga memperoleh data tutupan lahan atau kebutuhan lain untuk keperluan GIS berdasarkan kemampuan Quickbird untuk menyimpan data dalam ukuran besar dengan resolusi tertinggi dan medium-inclination, non – polar orbit.

Setelah meng-orbitselama 90 hari, Quickbird akan memperoleh citra dengan nilai resolusi, Panchromatic sebesar 61 cm dan Multispectral sebesar 2.44 meter. Quickbird dapat digunakan untuk berbagai aplikasi terutama dalam hal perolehan data yang memuat infrastruktur, sumber daya alam bahkan untuk keperluan pengelolaan tanah (manajemen, pajak). Sedangkan untuk keperluan industri, citra Quickbird dapat memperoleh cakupan daerah yang cukup luas sebesar 16.5 km atau 10.3 mil. (IMAHA, 2012).

Tabel 2.2. Spesifikasi Satelit Quickbird

Jenis Data	Keterangan
Peluncuran	Tanggal : 18 Oktober 2001 Range waktu Peluncuran : 1851-1906 GMT (1451-1506 EDT) Roket Peluncur : Delta II Lokasi Peluncuran : SLC-2W, Vandenberg Air Force Base, California
Orbit	Tinggi: 450 km, 98 derajat, sun-synchronous inclination Putaran ke lokasi yg sama : 2-3 hari tergantung posisi Lintang Periode orbit : 93.4 minutes

Perekaman Per Orbit	~128 gigabits (sekitar 57 image area tunggal)
Lebar Sapuan & Luas Area	Lebar Sapuan : 16.5 kilometer di atas nadir dan kemampuan sapuan tanah : 544 km di pusat daerah lintasan satelit (hingga ~30° off-nadir) Areas of interest Single Area: 16.5 km x 16.5 km Strip: 16.5 km x 115 km
Ketelitian	Pankromatik : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 61 centimeter (2 ft) Ground Sample Distance (GSD) pada nadir</li> <li>• Black &amp; White: 445 s/d 900 nanometer</li> </ul> Multispektral <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 meter (8 ft) GSD pada nadir</li> <li>• Blue: 450 – 520 nanometer</li> <li>• Green: 520 – 600 nanometer</li> <li>• Red: 630 – 690 nanometer</li> <li>• Near-IR: 760 – 900 nanometer</li> </ul>
Dynamic Range	11-bit per pixel
Kapasitas Penyimpanan	128 gigabit
Dimensi & Umur Satelit	Perkiraan usia : s/d tahun 2010 Bobot : 1050 Kg, panjang 3.04-meter (10-ft).

### 2.3.6. Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan kegiatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi *obyek* yang tergambar dalam citra dan menilai arti penting *obyek* tersebut (Estes dan Simonett, 1975 dalam Sutanto, 1994). Di dalam pengenalan *obyek* yang tergambar pada citra, ada rangkaian kegiatan yang diperlukan, yaitu : deteksi, identifikasi, dan analisis. Deteksi adalah pengamatan atas ada atau tidaknya suatu *obyek* pada citra. Identifikasi adalah upaya untuk mencirikan *obyek* yang dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup yaitu menggunakan unsur interpretasi citra. Pada tahap analisis

dikumpulkan keterangan lebih lanjut untuk membuat kesimpulan (Lint dan Simonett, 1975 dalam Sutanto, 1994).

Interpretasi citra merupakan suatu kegiatan untuk menentukan bentuk dan sifat obyek yang tampak pada citra, berikut deskripsinya. Interpretasi citra dan fotogrametri berhubungan erat, meskipun keduanya tidak sama. Bedanya, fotogrametri berkepentingan dengan geometri obyek, sedangkan interpretasi citra berurusan dengan manfaat, penggunaan, asal-usul, ataupun identitas obyek yang bersangkutan. Pengenalan obyek merupakan tahap yang sangat penting dalam interpretasi citra, bila obyek tidak dikenal maka analisis maupun pemecahan masalah tidak mungkin dilakukan. Tujuh unsur-unsur interpretasi citra yang dikemukakan oleh Lillesand dan Kiefer (1990) yaitu :

1. Bentuk; ialah konfigurasi atau kerangka suatu obyek. Bentuk beberapa obyek demikian mencirikan sehingga citranya dapat diidentifikasi langsung hanya berdasarkan kriteria ini.
2. Ukuran; obyek harus dipertimbangkan sehubungan dengan skala foto.
3. Pola; ialah hubungan susunan spasial obyek. Pengulangan bentuk umum tertentu atau hubungan merupakan karakteristik bagi banyak obyek alamiah maupun bangunan, dan akan memberikan suatu pola yang membantu penafsir untuk mengenali obyek tersebut.
4. Bayangan, bentuk atau kerangka bayangan dapat memberikan gambaran profil suatu obyek (dapat membantu interpretasi).
5. Rona; ialah warna atau kecerahan relatif obyek pada foto.
6. Tekstur; adalah frekuensi perubahan rona pada citra fotografi. Tekstur dihasilkan oleh kumpulan unit kenampakan yang mungkin terlalu kecil

apabila dibedakan secara individual, seperti daun tumbuhan dan bayangannya.

7. Situs atau lokasi obyek dalam hubungannya dengan obyek yang lain, dapat sangat berguna untuk membantu pengenalan suatu obyek.

Kemudian Avery (1992) memberikan penambahan karakteristik asosiasi yang menunjukkan keterkaitan suatu obyek terhadap lokasi dimana obyek tersebut ditemukan.

### **2.3.7. Pengolahan Citra**

Sebagaimana telah diketahui bahwa hingga pada saat ini sudah banyak citra digital hasil perekaman sensor-sensor. Oleh karena itu, sudah pasti banyak bermunculan perangkat lunak yang ditunjukkan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan terkait pengolahan citra digital ini (di bidang-bidang remote sensing dan image processing). Perangkat lunak yang tumbuh dan berkembang hampir setiap hari ini kebanyakan dapat berjalan pada platform PC dengan berbagai sistem operasinya, baik sebagai tools yang bersifat opensource (free) maupun versi komersial (Prahasta, 2008). Citra adalah gambar 2 atau 3 dimensi sebagai fungsi dari intensitas cahaya matahari yang dihasilkan dari observasi satelit bumi yang dikirim ke bumi melalui sinyal gelombang dan disimpan atau diterima oleh stasiun penerima dalam bentuk magnet tape. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan dalam pita magnetik. Tahapan pengolahan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 2.3.7.1. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah koreksi posisi citra akibat kesalahan yang disebabkan oleh konfigurasi sensor, perubahan ketinggian, posisi, dan kecepatan wahana. Koreksi geometrik mutlak dilakukan apabila posisi citra akan dioverlay dengan peta-peta atau citra lainnya yang mempunyai sistem proyeksi peta (Prahasta (2008)). Koreksi geometrik merupakan proses yang mutlak dilakukan apabila posisi citra akan disesuaikan atau ditumpangsusunkan dengan peta-peta atau citra lainnya yang mempunyai sistem proyeksi peta.

Pada proses koreksi sejumlah besar titik ikat (*ground control*) ditempatkan sesuai dengan koordinat citra (lajur,garis) dan koordinat (koordinat UTM atau garis Lintang dan Bujur,sebagaimana terukur pada suatu peta). Jumlah titik kontrol tergantung pada tingkat polinomial yang dipergunakan dalam transformasi koordinat . pada umumnya tingkat polinomial dapat dibagi 3 (tiga) yaitu polinomial orde 1(satu), polinomial orde 2(dua), dan polinomial orde 3(tiga). Jumlah ground control untuk masing-masing orde dapat mengikuti rumus berikut(Prahasta2008).

$$\text{jumlah titik ground control} = ((T+1)(T+2))/2$$

T= orde fungsi transformasi

koordinat ground control X Y atau E N

dimana :

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

*Polinomial orde 1*

$$x_i = a_0 + a_1c + a_2r$$

*Polinomial orde 2*

$$x_i = a_0 + a_1c + a_2r + a_2r + a_2r + a_3cr + a_4c^2 + a_4r^2$$

*Polinomial orde 3*



$$x_i = a_0 + a_1c + a_2r + a_2r + a_2r + a_3cr + a_4c^2 + a_5r^2 + a_6r^2 + a_7r^2 + a_8r^2 + a_9r^2$$

Dimana :

$X_i$  = koordinat estimasi X

$C_i$  = nomor kolom citra

$r_i$  = nomor baris citra

$a_0 a_1c \dots a_9$  = koefisien kuadrat terkecil

$$\text{Root Mean Square (RMS) Error} = \sqrt{[(X_i - Y_i)^2 + (X_i - Y_i)^2] \dots \dots 1}$$

RMS Error maksimum adalah 2 (dua) kali ukuran pixel.

Kesalahan geometrik dipengaruhi oleh distorsi (kesalahan) yang timbul pada saat perekaman. Hal ini dipengaruhi oleh perputaran bumi ataupun bentuk dari permukaan bumi. Beberapa kesalahan ini kadang sudah dikoreksi oleh supplier citra atau dapat dikoreksi secara geometris oleh pengguna. Koreksi geometrik dapat dilakukan dengan:

- Menggunakan titik kontrol (Ground Control Point) yang dicari pada citra lain yang sudah memiliki georeferensi.
- Menggunakan titik (Ground Control Point) yang dapat dicari pada peta yang sudah memiliki georeferensi.
- Memakai titik pengukuran yang diambil menggunakan GPS (Global Positioning System) pada lokasi-lokasi tertentu yang mudah dikenali pada citra. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan koreksi geometris antara lain adalah tingkat resolusi dan proyeksi yang digunakan data itu. Dalam koreksi geometrik, dikenal ada 2 jenis metode koreksi, yaitu:

a. Titik Kontrol Lapangan (Ground Control Point)

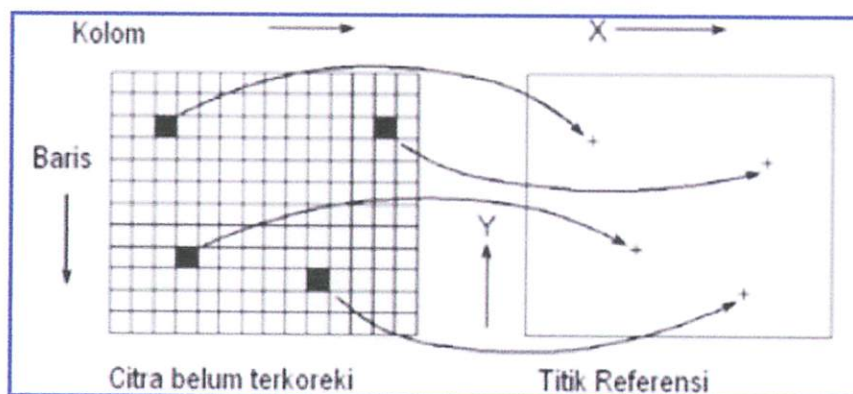
Titik kontrol lapangan (GCP) adalah titik-titik yang letaknya pada suatu posisi piksel suatu citra yang koordinat petanya (referensinya) diketahui. GCP

terdiri atas sepasang koordinat x dan y, yang terdiri atas koordinat sumber dan koordinat referensi. Koordinat-koordinat tersebut tidak dibatasi oleh adanya koordinat peta.

$$\text{Jumlah Minimum GCP} = (t + 1)(t + 2)/2$$

b. Metode Rektifikasi (Image to Map)

Rektifikasi adalah suatu proses melakukan transformasi data dari satu sistem grid menggunakan suatu transformasi geometrik. Oleh karena posisi piksel pada citra output tidak sama dengan posisi piksel input (aslinya) maka piksel-piksel yang digunakan untuk mengisi citra yang baru harus di-resampling kembali. Resampling adalah suatu proses melakukan ekstrapolasi nilai data untuk piksel-piksel pada sistem grid yang baru dari nilai piksel citra aslinya. Rektifikasi juga dapat diartikan sebagai pemberian koordinat pada citra berdasarkan koordinat yang ada pada suatu peta yang mencakup area yang sama. Bisa dilakukan dengan input GCP atau *rectification image to map* dan diperlukan peta (dengan sistem koordinat tertentu) atau kumpulan GCP untuk objek yang sudah diketahui pada citra.



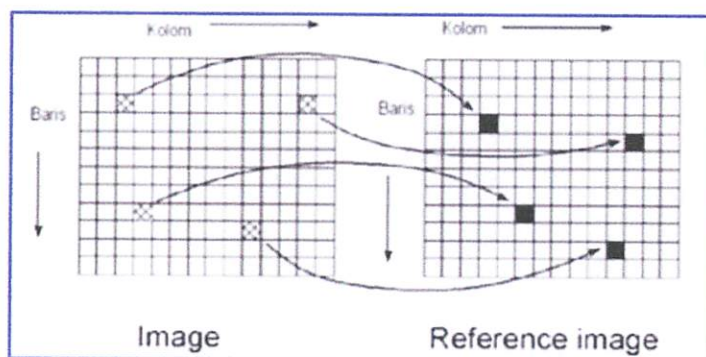
Gambar 2.3. Georeferensi *Image to Map*

c. Metode Registrasi (*image to Image*)

Dalam beberapa kasus, yang dibutuhkan adalah penyamaan posisi antara satu citra dengan citra lainnya dengan mengabaikan sistem koordinat dari citra



yang bersangkutan. Penyamaan posisi ini kebanyakan dimaksudkan agar posisi piksel yang sama dapat dibandingkan. Dalam hal ini penyamaan posisi citra satu dengan citra lainnya untuk lokasi yang sama sering disebut dengan registrasi. Dibandingkan dengan rektifikasi, registrasi ini tidak melakukan transformasi ke suatu koordinat sistem. Dengan kata lain, registrasi adalah suatu proses membuat suatu citra konform dengan citra lainnya, tanpa melibatkan proses pemilihan sistem koordinat atau pun memberikan koordinat pada citra berdasarkan koordinat yang ada pada citra lain (dengan cakupan area yang sama) yang telah memiliki koordinat. Registrasi citra ke citra melibatkan proses georeferensi apabila citra acuannya sudah di georeferensi. Oleh karena itu, Georeferensi semata-mata merubah sistem koordinat peta dalam file citra, sedangkan grid dalam citra tidak berubah.



Gambar 2.4. *Georeferensi Image to Image*

Perbedaan antara Georeferensi dan rektifikasi Terdapat sedikit perbedaan antara georeferensi dan rektifikasi. Georeferensi adalah proses penyamaan sistem koordinat dari peta ke citra, dari cita ke citra maupun dari peta ke peta, sedangkan rektifikasi adalah proses transformasi dari suatu sistem grid kedalam grid yang lain menggunakan persamaan polinomial tertentu. Jadi proses rektifikasi citra

dengan peta akan meliputi proses georeferensi, karena sistem proyeksi berkaitan juga dengan sistem koordinat. Georeferensi dari citra ke citra tidak direktifikasi kalau citranya sama-sama belum di rektifikasi, dan sebaliknya bila salah satu citra sudah direktifikasi maka georeferensi citra ke citra sama dengan rektifikasi.

### **2.3.7.2. Penajaman Citra**

Proses ini bertujuan untuk untuk mempertajam kualitas penampilan citra sehingga meningkatkan kemudahan dalam proses interpolasi citra karena penampilan image data akan lebih ekspresif. Algoritma penghalusan citra diterapkan pada citra remote untuk memudahkan analisis visual oleh manusia, meskipun terkadang analisisnya bersifat subyektif. Algoritma tersebut dapat meliputi ( Projo. 2007):

#### **a. Cropping Citra**

Pengecilan citra diperlukan karena banyak sistem pengolahan citra yang tidak dapat menampilkan citra secara menyeluruh. Agar dapat ditampilkan maka dapat dilakukan reduksi citra.

#### **b. Penajaman kontras**

Sensor akan merekam pantulan dan menyerap fluks radiasi dari material di permukaan bumi. Idealnya, suatu bahan akan memantulkan dengan baik sejumlah energi pada panjang gelombang yang sama. Sensor yang terpasang harus mampu mendeteksi kecerahan sinar dari yang sangat tinggi (pantulan oleh salju) sampai dengan yang sangat rendah (pantulan air laut) yang lazimnya dikenal dengan istilah derajat atau tingkat keabuan. Sebuah citra yang baik idealnya akan mempunyai sebaran nilai numerik yang memenuhi rentang 0-255 dengan

distribusi yang merata. Tetapi umumnya nilai piksel pada sebuah citra akan diisi oleh nilai yang menempati bagian relatif kecil dari rentang 0-255. Tampilan yang lebih ekspresif akan diperoleh bila luas rentang diperluas (stretch) sehingga memenuhi seluruh daerah spektrum. Ada 3 teknik men- stretch rentangan, yaitu:

i. Rentangan linier (linier stretch)

Citra akan diskalakan secara linear pada batas nilai piksel minimum dan nilai piksel maksimum. Nilai-nilai piksel yang lebih besar atau sama dengan nilai maksimum dikelompokkan menjadi nilai tertinggi sedangkan nilai-nilai yang kurang dari atau sama dengan nilai minimum dikelompokkan menjadi nilai terendah.

ii. Rentangan histogram (histogram equalization)

Citra diproses berdasarkan jumlah kelas yang sama dengan melihat bentuk histogram citra tersebut. Pengolahan ini menghasilkan informasi maksimum yang diberikan oleh setiap kelas. Tetapi bukan berarti citra yang dihasilkan sangat berkualitas, sebab ada satu informasi yang hilang dari karakteristik citra tersebut.

iii. Linier dengan pengencangan (Linear with saturation)

Citra di stretch secara linear dengan saturasi (pengencangan) yang dinyatakan dalam persen.

c. Filter

Bila kenampakan suatu citra agak sukar untuk dianalisis karena kekontrasannya rendah atau karena banyaknya noise pada citra, maka untuk kepentingan interpretasi perlu dilakukan perbaikan citra yang dapat dilakukan dengan jalan filtering. Beberapa jenis filter ke ruangan yang ada antara lain: low pass filtering, high pass filtering, dan band pass filtering.

Operasi penajaman citra pada penelitian ini dilakukan dengan teknik peregangan kontras (contrast stretching), yaitu proses perentangan jangkauan nilai digital (DN) citra ke jangkauan yang lebih luas. Adapun algoritma operasi penajaman citra ini bisa dilihat pada Persamaan 2.4 (Lillesand dan Kiefer, 1994).

$$DN^I = \left( \frac{DN - MIN}{MAX - MIN} \right) \times 225$$

dengan:

$DN^I$  = nilai digital piksel pada citra output

$DN$  = nilai digital original / nilai citra pada citra input

$MIN$  = nilai minimal pada citra input , untuk diberi nilai 0 pada citra output

$MAX$  = nilai maksimal pada citra input, untuk diberi nilai 255 pada citra output

### 2.3.7.3. Er Mapper

Er Mapper adalah salah satu nama perangkat lunak pengolahan citra digital (geografis) yang sering digunakan di Indonesia dan di banyak negara lainnya. Perangkat lunak yang memiliki moto helping people manage the earth dan menjadi proprietary Earth Resource Mapping. Ini sejak awalnya telah dilengkapi dengan lingkungan pengembangan (user-interface) yang menarik dan dikembangkan dengan menggunakan pendekatan skema sistem pemrosesan citra digital non-tradisional dengan menciptakan konsep algorithm (Prahasta, 2008).

### 2.3.7.4. Arc GIS

Perangkat lunak ArcGIS merupakan perangkat lunak SIG yang baru dari ESRI, yang memungkinkan kita memanfaatkan data dari berbagai format data. Dengan ArcGIS kita memanfaatkan fungsi desktop maupun jaringan. Dengan ArcGIS kita bisa memakai fungsi pada level ArcView, ArcEditor, Arc/Info

dengan fasilitas ArcMap, ArcCatalog dan Toolbox. Materi yang disajikan adalah konsep SIG, pengetahuan peta, pengenalan dan pengoperasian Arc GIS, input data dan manajemen data spasial, pengoperasian Arc Catalog, komposisi/ tata letak peta dengan ArcMap.

ArcMap adalah komponen utama dari ESRI 's ArcGIS merupakan program pengolah geospasial, dan digunakan terutama untuk melihat, mengedit, menciptakan, dan menganalisis data geospasial.. ArcMap memungkinkan pengguna untuk mencari data dalam kumpulan data, melambangkan fitur sesuai, dan membuat peta. ArcMap berfungsi untuk membuat dan memanipulasi set data untuk memasukkan berbagai informasi. Sebagai contoh, peta yang dihasilkan di ArcMap umumnya termasuk fitur seperti panah utara, bar skala, judul, legenda, dll paket perangkat lunak mencakup gaya-set fitur ini ArcGIS suite tersedia pada tiga tingkatan lisensi: ArcView, ArcEditor, dan ArcInfo. Each. Setiap langkah dalam lisensi menyediakan pengguna dengan ekstensi lebih yang memungkinkan berbagai query yang akan dilakukan pada kumpulan data. ArcInfo adalah tingkat tertinggi lisensi, dan memungkinkan pengguna untuk menggunakan ekstensi seperti 3D Analyst, Analisis Tata Ruang, dan Analisis geostatistika. Peta dibuat dan disimpan dalam ArcMap akan menciptakan sebuah file pada hard drive dengan ekstensi. MXD.. Setelah file. MXD dibuka di ArcMap, pengguna dapat menampilkan berbagai informasi, selama itu ada dalam kumpulan data.. Pada saat ini pengguna akan membuat keluaran peta yang sama sekali baru dan menggunakan fitur kustomisasi dan desain untuk menciptakan produk yang unik. Setelah menyelesaikan peta, ArcMap memiliki kemampuan untuk menyimpan, mencetak, dan ekspor file ke PDF .Informasi geografis yang dimuat ke ArcMap dapat dilihat dalam dua cara: melihat data dan melihat tata letak. Dalam tampilan

data, pengguna dapat berinteraksi dengan informasi geografis yang disajikan, dan unsur-unsur peta tersembunyi dari pandangan. Sebagian besar proyek dimulai pada pandangan ini, dan terus ke tampilan layout untuk penyuntingan akhir dan produksi. Sementara dalam tampilan tata letak, pengguna dapat menggabungkan sejumlah fitur berguna seperti bar skala dan panah utara. Elemen ini penting untuk pembuatan peta, dan menyediakan klien dengan informasi referensi yang tepat.

ArcCatalog ini adalah program yang terkandung di dalam ArcMap dan digunakan untuk membuat lapisan baru serta mengelola shapefiles. Program ini juga dapat langsung diakses tanpa memulai ArcMap.

#### **2.3.7.5. Kartografi**

Kartografi merupakan pengorganisasian, penyajian, peng-komunikasian dan pemeliharaan (utilisasi) geo-informasi dalam bentuk grafis dan digital termasuk semua tahap dari penyiapan data hingga penggunaan akhir dalam pembuatan peta.

Sedangkan dalam bukunya "*Kartografi (1989)*", Aryono Prihandito menuliskan bahwa dalam artian yang sempit, istilah *Kartografi* berarti *ilmu membuat peta*. Sedangkan kartografer adalah orang yang membuat peta. Dalam artian yang lebih luas, kartografi merupakan suatu *seni, ilmu dan teknik pembuatan peta* yang akan melibatkan pelajaran geodesi, fotogrametri, kompilasi dan reproduksi peta. Proses kartografi adalah proses grafis sampai sebuah gambar menjadi peta yang terlihat informatif (map composition).

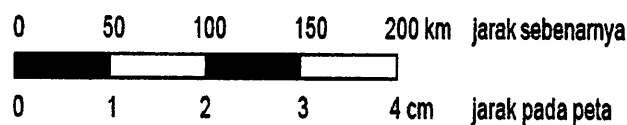
Agar peta mudah dibaca, ditafsirkan dan tidak membingungkan ada komponen-komponen yang harus dipenuhi, yaitu :

### 1. Judul Peta

Judul peta merupakan merupakan komponen yang sangat penting, karena sebelum memperhatikan isi peta pasti judul yang terlebih dahulu dibacanya. Judul peta hendaknya memuat informasi yang sesuai dengan isi peta. Selain itu, judul peta jangan sampai menimbulkan penafsiran ganda pada peta.

### 2. Skala Peta

Skala menentukan ukuran gambar obyek pada peta. Tingkatan generalisasi tergantung dari skala yang dipilih. Makin kecil skala, makin besar tingkat generalisasi. Penyajian harus disederhanakan untuk mempertahankan tingkat kejelasan peta. Skala adalah perbandingan jarak antara dua titik sembarang di peta dengan jarak sebenarnya di permukaan bumi, dengan satuan ukuran yang sama. Contoh : 1 : 100.000 artinya 1cm di peta sama dengan 100.000 cm jarak yang sebenarnya. Dikenal dua jenis skala yaitu skala numeric (ditunjukkan dengan angka) dan skala grafis (ditunjukkan dalam bentuk garis).

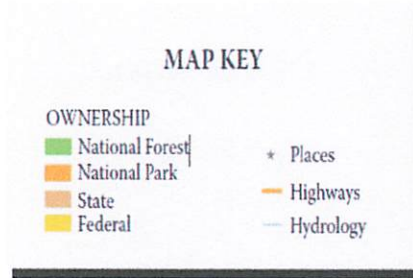


Gambar 2.5. Skala Grafis

### 3. Legenda

Legenda adalah suatu elemen standart pada sebagian layout. Legenda memberikan warna dan simbol untuk elemen peta, program ini terdiri dari item (titik, garis, area) dan label (deskripsi item). Legenda pada peta harus menerangkan arti dari simbol-simbol yang terdapat pada peta. Legenda harus menjadi alat untuk mempermudah dan membantu pemahaman para pembaca terhadap isi peta. Legenda biasanya diletakkan dipojok kiri bawah peta, selain itu

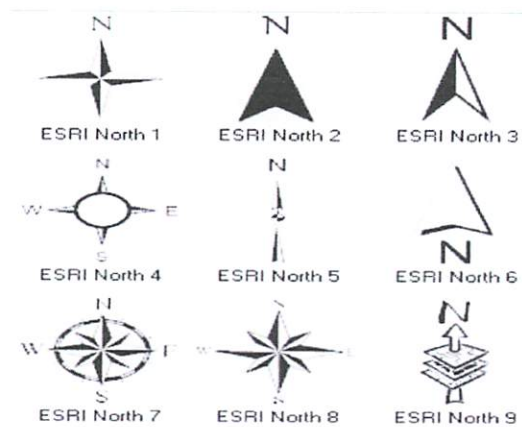
legenda dapat juga diletakkan pada bagian lain pada peta, selama tidak mengganggu kenampakan peta secara keseluruhan.



Gambar 2.6. Contoh Legenda Peta

#### 4. Orientasi (Tanda arah)

Orientasi atau tanda arah penting adanya pada suatu peta. Tanda ini gunanya untuk menunjukkan arah utara, selatan, timur, dan barat. Orientasi atau tanda arah peta ini perlu dicantumkan untuk menghindari kekeliruan menentukan arah pada peta. Orientasi atau tanda arah pada peta biasanya berbentuk tanda panah yang menunjukkan arah utara. Petunjuk ini dapat diletakkan dibagian mana saja dari peta, asalkan tidak mengganggu kenampakan peta.



Gambar 2.7. Contoh Orientasi (Tanda Arah)



## 5. Simbol dan warna

Agar pembuatan dapat dilakukan dengan baik, ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu simbol dan warna. Simbol peta harus memenuhi syarat-syarat seperti :

- Sederhana
- Mudah dimengerti
- Bersifat umum

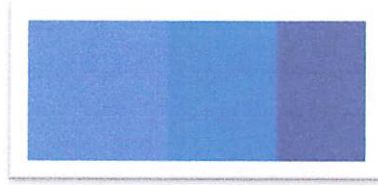
### a. Tata Warna

Penggunaan warna pada peta ( dapat juga pola seperti titik-titik atau jarring kotak-kotak dan sebagainya ) ditujukan untuk tiga hal :

- Untuk membedakan
- Untuk menunjukkan tingkatan kualitas ataupun kuantitas (*gradasi*)
- Untuk keindahan

Dalam menyatakan perbedaan digunakan bermacam-macam warna atau pola. Misalnya laut warna biru, perkampungan warna hitam, sawah warna kuning dan sebagainya.

Sedangkan untuk menunjukkan adanya perbedaan tingkat digunakan satu jenis warna atau pola. Misalnya untuk membedakan besarnya curah hujan digunakan warna hitam dimana apabila warna tersebut semakin cerah maka curah hujan semakin rendah, tetapi apabila warna semakin legam itu menunjukkan curah hujan semakin tinggi.



Gambar 2.8. Contoh Gradasi Warna

b. Simbol

Untuk menyatakan suatu hal ke dalam peta tentunya tidak di gambarkan bentuk benda itu seperti pada bentuk aslinya akan tetapi menggunakan sebuah gambar pengganti atau symbol. Bentuk symbol dapat bermacam-macam seperti titik, garis, luasan, bulat atau bola dll.

Simbol titik biasanya dipergunakan untuk menunjukan tanda misalnya letak sebuah kota dan menyatakan kuantitas misalnya satu titik sama dengan seratus orang, dan sebagainya.

Simbol garis digunakan untuk menunjukan bentuk memanjang seperti sungai, jalan, rel KA dan sebagainya. Garis juga digunakan untuk menunjukan perbedaan tingkat kualitas yang dikalangan pemetaan dikenal dengan isolines.



Gambar 2.9. Simbolisasi pada Peta

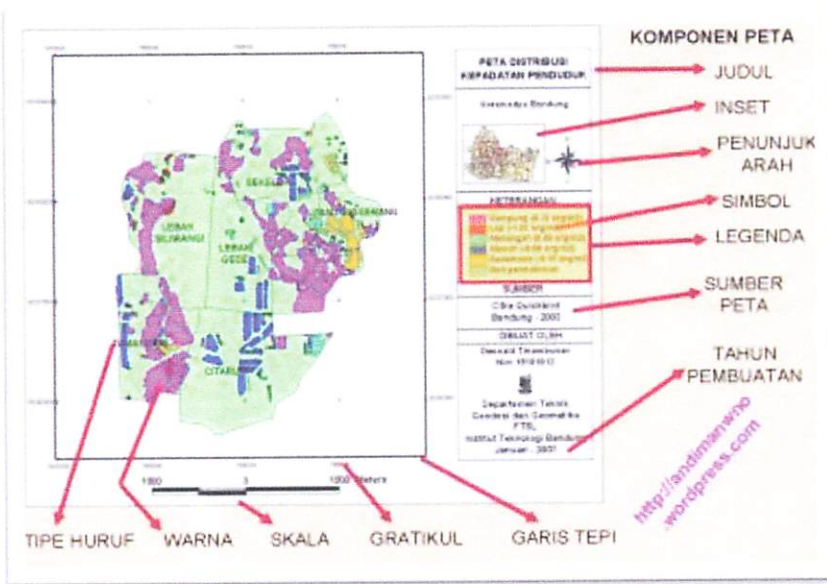
## 6. Sumber dan tahun pembuatan peta

Sumber memberi kepastian kepada pembaca peta, bahwa data dan informasi yang disajikan dalam peta tersebut benar-benar abash (dipercaya/akurat). Selain sumber, bisa juga memperhatikan tahun pembuatannya. Pembaca peta dapat mengetahui bahwa peta itu masih cocok atau tidak untuk digunakan pada masa sekarang atau sudah kadaluarsa karena sudah terlalu lama.

## 7. Lettering

Para ahli (kartografer) membuat kesepakatan, untuk membuat tulisan (lettering) pada peta sebagai berikut :

- a) Nama geografis ditulis dengan bahasa dan istilah yang digunakan penduduk setempat.
- b) Nama jalan yang ditulis harus sesuai dengan arah jalan tersebut
- c) Nama kota ditulis dengan beberapa cara, yaitu :
  - Dibawah atau diatas symbol kota
  - Disebelah kanan atau disebelah kiri symbol kota



Gambar 2.10. Komponen-Komponen Peta



## BAB III

### PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Kabupaten Sidoarjo secara geografis terletak pada  $112,5^{\circ}$  -  $112,9^{\circ}$  Bujur Timur dan  $7,3^{\circ}$  -  $7,5^{\circ}$  Lintang Selatan , dengan batas wilayahnya:

- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto
- Sebelah Timur berbatasan dengan Selat Madura
- Sebelah Utara berbatasan dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

#### 3.2. Alat Dan Data Penelitian

Alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) yaitu :

1. Perangkat Lunak (*software*) Perangkat Keras (*hardware*)

Untuk Perangkat Lunak (software) yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- Sistem operasi komputer *Windows 7*
- *ArcGIS 10.0*
- *Er Mapper 7*
- *Microsoft Office 2007, Microsoft Excel 2007.* untuk pembuatan laporan.

Perangkat Keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

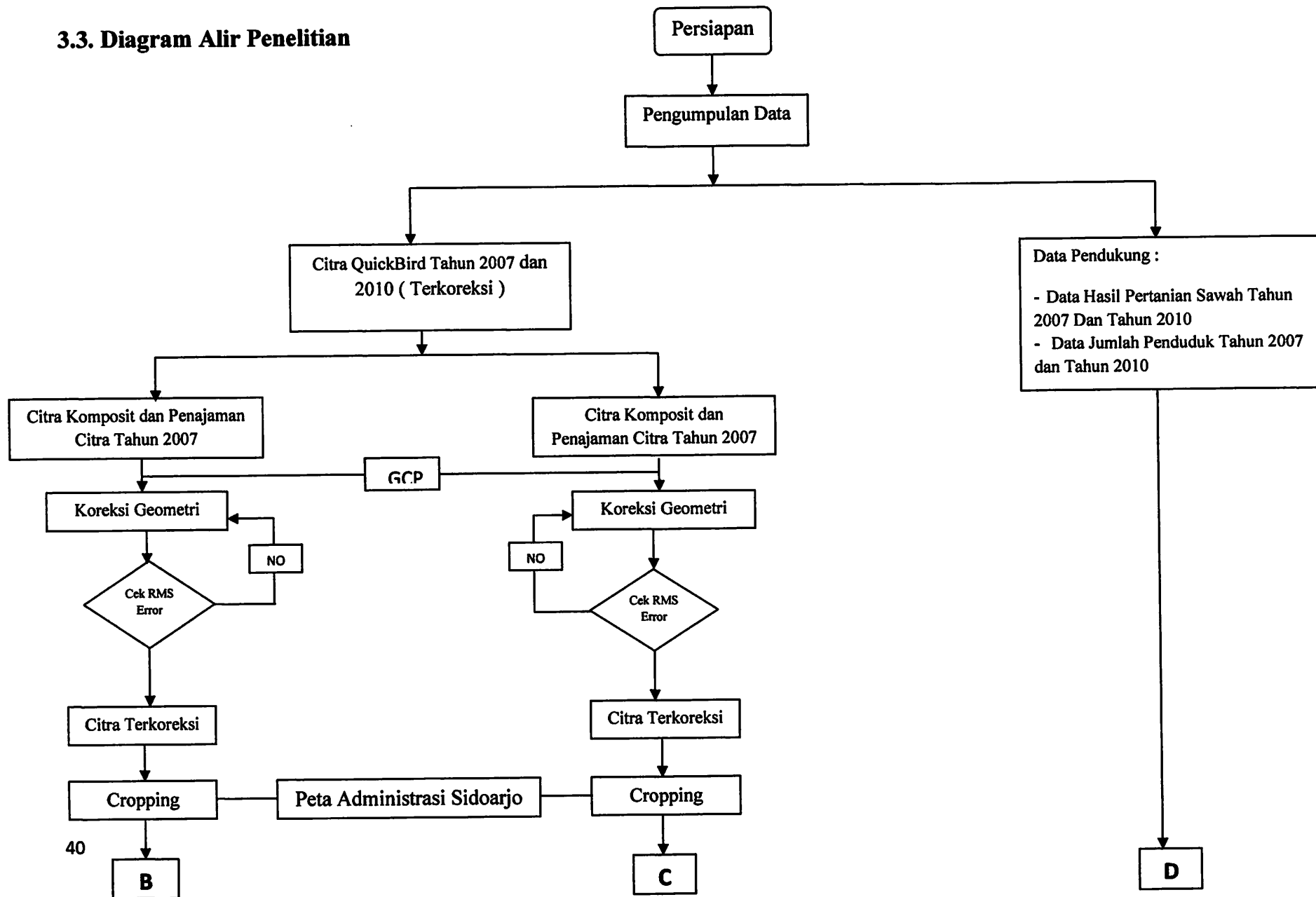
- Perangkat komputer Intel Dual Core
- Printer

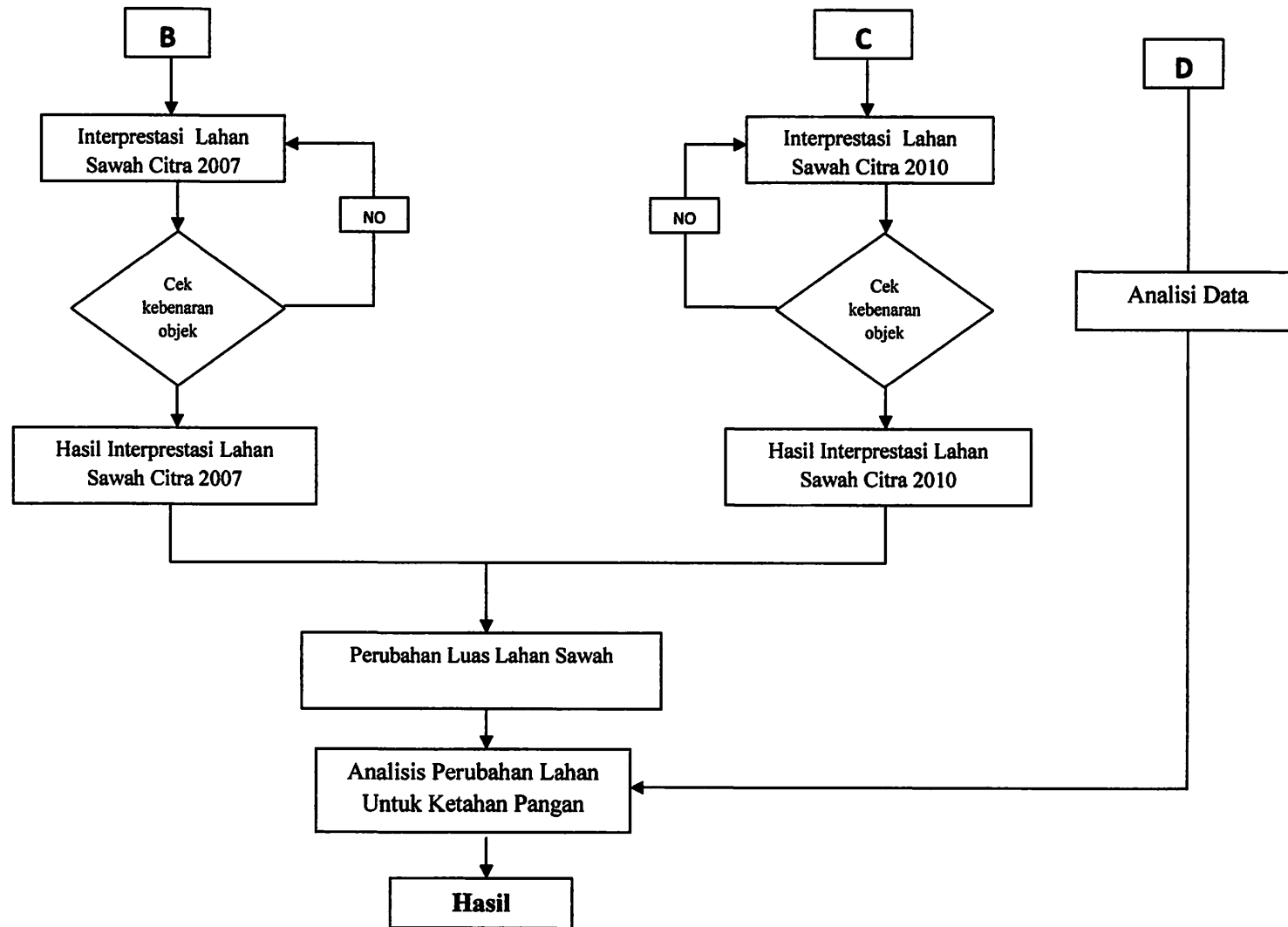
Data yang digunakan untuk penelitian ini meliputi :

1. Citra Quickbird Tahun perekaman 2007 dan 2010 Terkoreksi (sumber Data Kanwil BPN Jawa Timur)
2. Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo (sumber Data Kanwil BPN Jawa Timur)
3. data pendukung seperti data hasil pertanian sawah pada tahun 2007 dan 2010 dan data jumlah penduduk pada tahun 2007 dan 2010 di kabupaten Sidoarjo. (sumber Data Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo).



### 3.3. Diagram Alir Penelitian







### 3.4. Tahapan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian Analisis Perubahan Luas Lahan Sawah Untuk Ketahanan Pangan di perlukan berbagai tahap adapun tahap-tahap yang di laksanakan dapat dilihat pada Diagram alir penelitian.

### 3.5. Proses Pengolahan Citra Quickbird

Data yang digunakan untuk penelitian ini data yang telah diolah sehingga sudah mempunyai sistem koordinat sehingga bisa langsung dilakukan interpretasi. Adapun Proses pengolahan citra dimulai dari menampilkan data raster dan vektor, memperbaiki tampilan citra yang berupa kombinasi band yang ada pada citra, koreksi geometri dilakukan untuk menyamakan sistem proyeksi citra pada bidang datar dengan sistem proyeksi peta dan dalam tahap ini juga dilakukan interpretasi digital. Tahapan pekerjaan pada pengolahan data Citra Quickbird Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai berikut.

#### 3.5.1. Menampilkan Data Raster

Menampilkan data citra Quickbird daerah kabupaten Sidoarjo ke layar monitor dengan perangkat lunak ER Mapper 7.



(a)

(b)

Gambar 3.2. Tampilan Citra Quickbird (a) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2007 dan (b) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2010

### 3.5.2. Pembuatan Citra Komposit

Dalam penelitian ini dibuat kombinasi dari band yang ada pada citra QuickBird di daerah Kabupaten Sidoarjo untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi perubahan luas lahan sawah. Hasil kombinasi band tersebut disimpan dalam format algorithm ekstension.ers dengan memilih icon (*Save*).



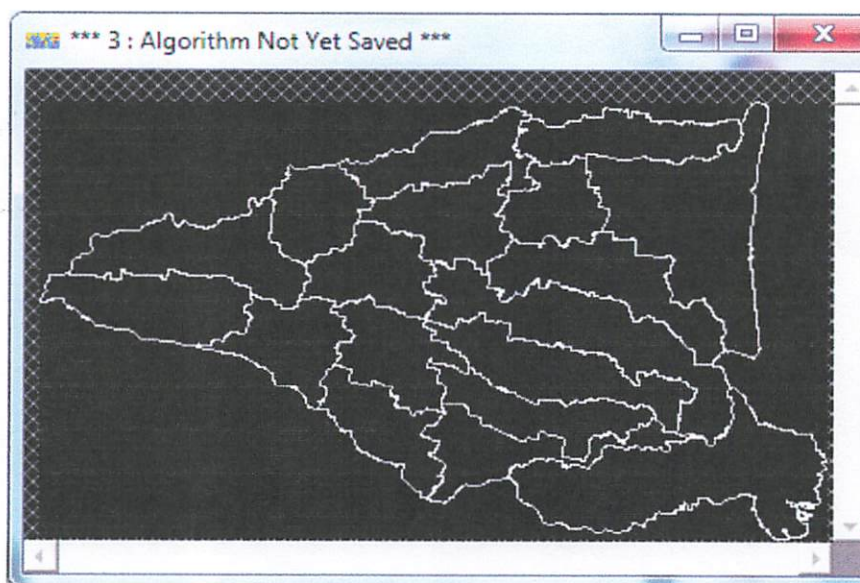
(a)

(b)

Gambar 3.3. Tampilan Citra Komposit (a) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2007 dan (b) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2010

### 3.5.3. Import Data Vektor

Data vektor yang diimport berupa data spasial batas dari peta Rupa Bumi Indonesia kabupaten Sidoarjo yang digunakan untuk pemotongan citra.



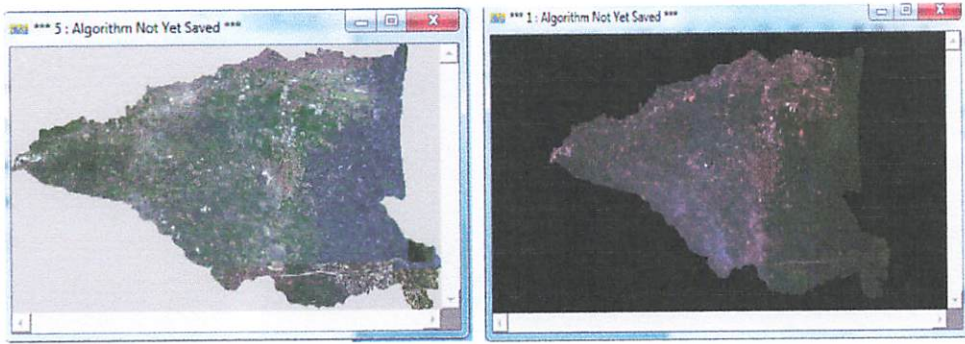
Gambar 3.4. Hasil *Import Vector and GIS Format* Peta RBI

#### **3.5.4. Koreksi Geometrik**

Data citra yang digunakan untuk penelitian ini sudah terkoreksi geometrik. Koreksi geometri merupakan tahapan agar data citra dapat di proyeksikan agar sesuai dengan sistem koordinat yang digunakan. Acuan dari koreksi geometrik ini dapat berupa peta dasar ataupun data citra sebelumnya yang telah terkoreksi. Koreksi geometri dilakukan dengan menggunakan titik acuan yang dikenal dengan Ground Control Point (GCP). Titik yang ditentukan berupa objek yang permanen dan dapat diidentifikasi di atas peta dan citra dasar rujukan.

#### **3.5.5. Pemotongan Citra / *Cropping***

Pada citra Quickbird daerah kabupaten Sidoarjo dilakukan pemotongan sesuai dengan daerah penelitian yaitu kabupaten Sidoarjo pemotongan citra berdasarkan batas Administrasi Kabupaten Sidoarjo.



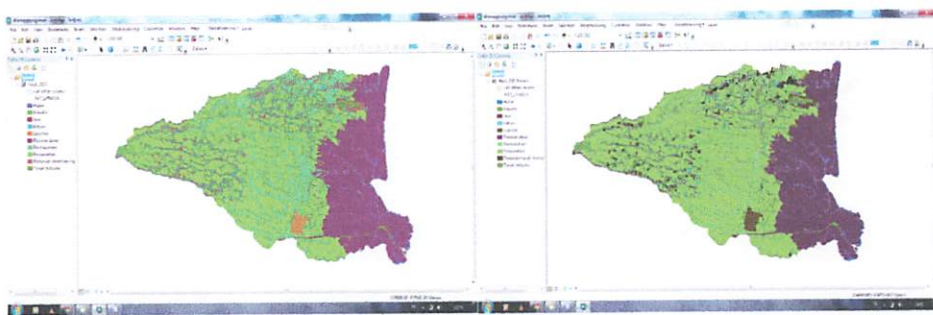
(a)

(b)

Gambar 3.5. Tampilan Cropping Citra (a) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2007 dan (b) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2010

### 3.5.6. Proses Interpretasi Pada Citra Quickbird

Proses Interpretasi pada citra Quickbird dilakukan dengan menggunakan software Arc GIS dengan memuat unsur interpretasi citra yang terdiri dari sembilan unsur yaitu. Rona / Warna, Ukuran, Bentuk, Tekstur, Pola, Tinggi, Bayangan, Situs dan Asosiasi.



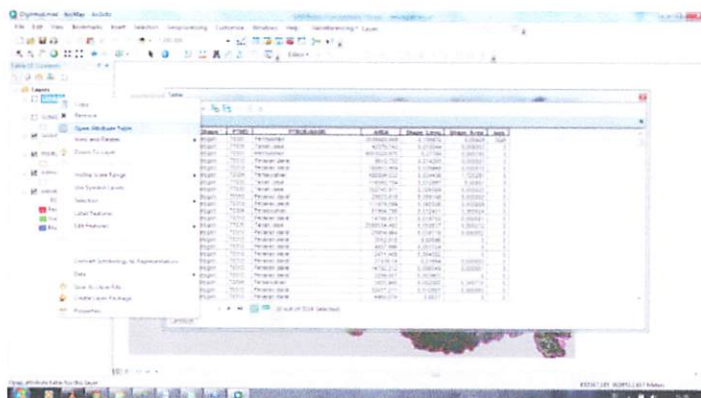
(a)

(b)

Gambar 3.6. Tampilan Interpretasi (a) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2007 dan (b) Citra Quickbird Tahun Perekaman 2010

### 3.5.7. Perhitungan Luasan Lahan

Setelah proses interpretasi selesai maka dilakukan perhitungan luas area di setiap kecamatan yang bertujuan untuk mendapatkan luas area dari masing – masing kecamatan.

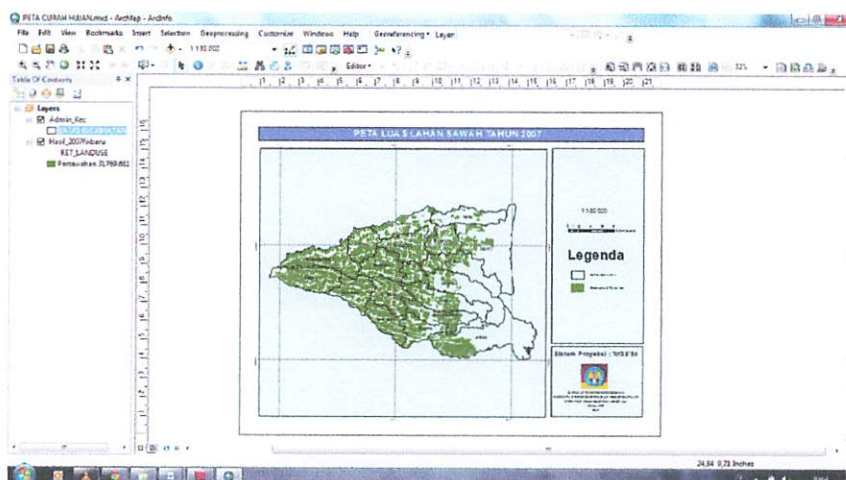


Gambar 3.7. Gambar Kotak dialog Tampilan Perhitungan Luas Area

### 3.5.8. Penyajian Layout Peta

Dalam proses pembuatan peta, fase akhir adalah layout atau tata letak peta. Layout peta sebaiknya mengikuti kaidah dan komponen kartografi. Hal ini agar nantinya peta yang dihasilkan dapat dengan mudah dibaca ataupun diinterpretasi oleh orang lain yang menggunakannya. Peta-peta yang menarik, informatif dan akurat tentunya merupakan salah satu komponen penting dalam merepresentasikan data untuk berbagai keperluan

Untuk memulai melakukan layout peta pastikan semua symbologi baik warna ataupun notasi lain telah selesai di tentukan, selain itu skala tampilan juga perlu di pastikan betul telah selesai agar nantinya proses layouting atau penyajian peta dapat berjalan dengan efisien.



Gambar 3.8. Gambar Tampilan Layout Peta



## **BAB IV**

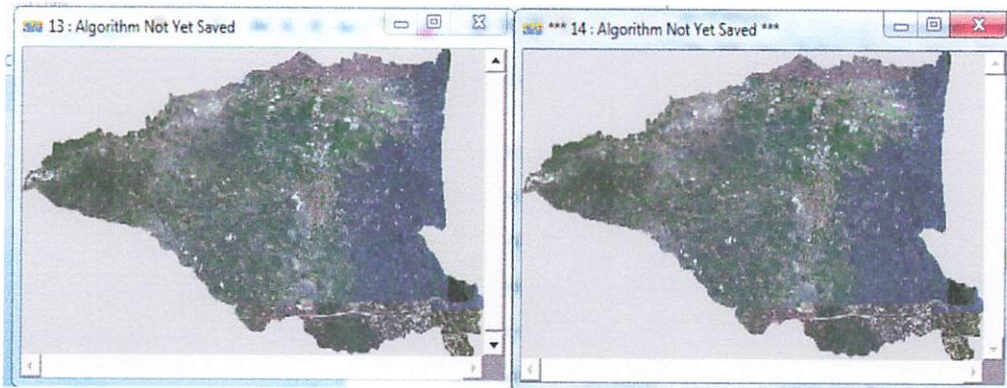
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Proses Pengolahan Citra**

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga menghasilkan kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). yang siap digunakan dalam menyajikan informasi sesuai dengan bidang yang dikaji. Penelitian ini memanfaatkan dua citra digital yaitu Citra Quickbird tahun Perekaman 2007 dan perekaman 2010, untuk mengetahui perubahan lahan sawah. Dalam penelitian ini citra yang digunakan sudah terkoreksi atau sudah mempunyai sistem koordinat. Adapun Tahap pengolahan citra dalam penelitian ini meliputi pembuatan citra komposit, koreksi geometrik, dan klasifikasi lahan sawah secara digitasi *on screen*.

##### **4.1.1. Citra Komposit**

Citra komposit merupakan kombinasi dari beberapa saluran atau band yang ada pada citra, untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi perubahan luasan lahan sawah di permukaan bumi. pembuatan citra komposit dimaksud untuk memperoleh gambaran visual yang lebih baik sehingga pengamat objek. Pemilihan sampel dan aspek estetika citra dapat diperbaiki dengan menggunakan kombinasi band pada citra Quickbird tahun perekaman 2007 dan 2010.



Gambar 4.1. Gambar Citra Quickbird Tahun 2007 dan 2010

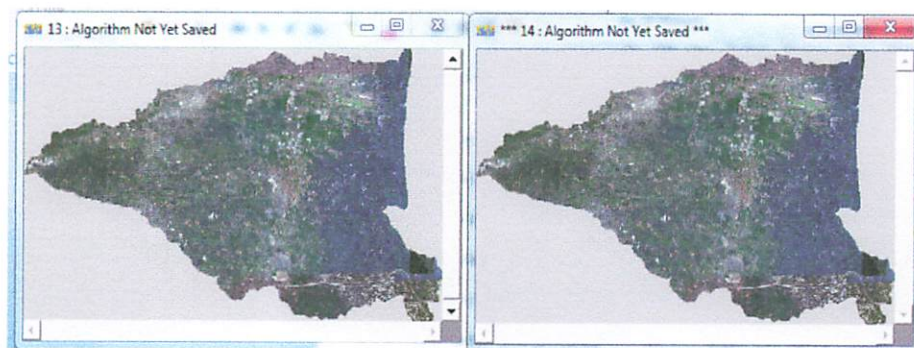
#### 4.1.2. Koreksi Geometrik Citra

Pada penelitian ini data citra yang diperoleh untuk digunakan sebagai penelitian sudah mempunyai sistem koordinat sudah terkoreksi. koreksi geometrik bertujuan untuk memberi koordinat georeferensi pada setiap piksel yang ada pada citra, proses ini dapat dilakukan dari citra ke citra (Image to Image), atau dari citra ke *Ground Control Point* (GCP) yang digunakan sebagai referensi.

#### 4.1.3. Analisa Cropping Citra

Data raster yang didapat kadang berlebih dari data yang diperlukan, seperti data yang mencakup Jawa Timur. Dimana yang dibutuhkan dalam penelitian ini hanya daerah kabupaten Sidoarjo. Maka dapat dilakukan cropping atau pemotongan citra sesuai dengan batas administrasi daerah penelitian, yaitu kabupaten Sidoarjo. Hal ini bertujuan untuk memperkecil file penyimpanan dan mempercepat proses dalam Er Mapper dibandingkan dengan mengolah data citra yang lebih besar. Pemotongan citra dilakukan setelah proses koreksi geometrik.

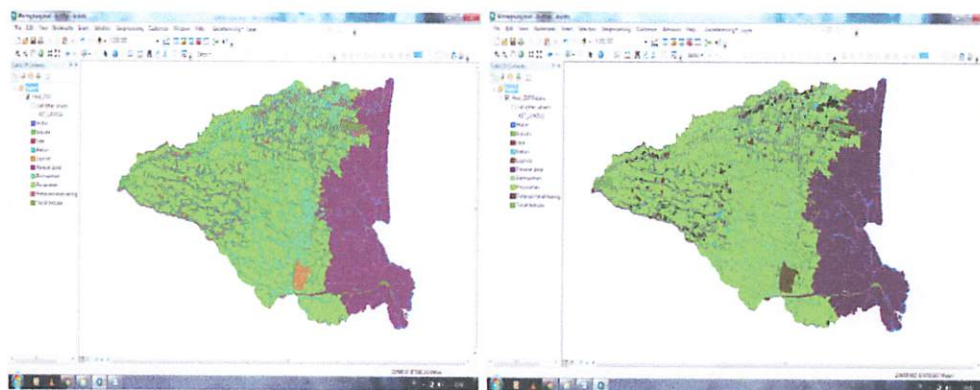




Gambar 4.2. Tampilan Citra Quickbird 2007 dan 2010 Hasil Pemotongan Terhadap Batas Administrasi

#### 4.1.4. Interpretasi Secara Manual Pada Citra Quickbird

Proses interpretasi secara manual dipilih karena pada citra Quickbird mempunyai kelebihan diantaranya mudah mengidentifikasi objek sebenarnya pada citra bertujuan untuk mendapatkan kelas perubahan lahan khususnya lahan sawah pada citra Perekaman 2007 dan 2010. Berikut hasil peta yang sudah diinterpretasi:



Gambar 4.4. Tampilan hasil Interpretasi Landuse Citra Quickbird Tahun 2007 dan 2010



#### 4.1.5. Analisis Perubahan Luas Lahan Pada Citra QuickBird

Hasil analisa perubahan luas lahan Sawah di Kabupaten Sidoarjo dapat diketahui dengan cara membandingkan data Pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 sesuai dengan jenis Lahan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Pertanian tanah kering semusim	213.504	189.818	-23.686	Berkurang
2	Perairan darat	79.438	79.446	0.008	Bertambah
3	Kebun	214.043	214.069	0.026	Bertambah
4	Tanah terbuka	48.014	45.984	-2.030	Berkurang
5	Persawahan	3087.431	2891.653	-195.778	Berkurang
6	Industri	95.457	95.457	0.000	Bertambah
7	Jasa	1.242	1.242	0.000	Bertambah
8	Permukiman	785.614	910.431	124.817	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	560.575	610.050	49.475	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	16.245	16.250	0.005	Bertambah
3	Perairan darat	2233.799	2234.546	0.747	Bertambah
4	Kebun	71.218	71.239	0.021	Bertambah
5	Tanah terbuka	33.715	33.724	0.009	Bertambah
6	Persawahan	1337.962	1262.349	-75.613	Berkurang
7	Industri	26.679	26.679	0.000	Bertambah
8	Hutan	111.165	111.203	0.038	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	938.173	1353.489	415.316	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	11.196	11.200	0.004	Bertambah
3	Perairan darat	1245.146	1233.996	-11.150	Berkurang
4	Kebun	15.566	15.571	0.005	Bertambah
5	Tanah terbuka	3.827	3.829	0.002	Bertambah
6	Persawahan	2025.172	1621.949	-403.223	Berkurang
7	Hutan	46.490	46.506	0.016	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	691.904	785.421	93.517	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	54.144	52.542	-1.602	Berkurang
3	Kebun	141.446	141.486	0.040	Bertambah
4	Tanah terbuka	155.270	134.339	-20.931	Berkurang
5	Persawahan	1350.938	1166.375	-184.563	Berkurang
6	Industri	114.223	114.223	0.000	Bertambah
7	Hutan	6.832	6.834	0.002	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	463.041	463.178	0.137	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	38.304	38.317	0.013	Bertambah
3	Perairan darat	5274.915	5276.840	1.925	Bertambah
4	Kebun	1.437	1.437	0.000	Bertambah
5	Tanah terbuka	195.018	195.088	0.070	Bertambah
6	Persawahan	1914.931	1843.418	-71.513	Berkurang
7	Hutan	305.927	306.047	0.120	Bertambah
8	Lapindo	72.085	72.085	0.000	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	720.158	720.305	0.147	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	5.113	5.114	0.001	Bertambah
3	Perairan darat	15.024	15.027	0.003	Bertambah
4	Kebun	57.999	58.010	0.011	Bertambah
5	Tanah terbuka	1.077	1.078	0.001	Berkurang
6	Persawahan	1987.912	1987.506	-0.406	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	786.471	912.336	125.865	Bertambah
2	Perairan darat	23.467	23.471	0.004	Bertambah
3	Kebun	8.486	8.487	0.001	Bertambah
4	Tanah terbuka	13.110	14.451	1.341	Bertambah
5	Persawahan	1757.400	1506.478	-250.922	Berkurang
6	Industri	131.792	131.792	0.000	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	779.624	759.218	-20.406	Berkurang
2	Pertanian tanah kering	21.446	21.451	0.01	Bertambah
3	Perairan darat	631.902	632.106	0.20	Bertambah
4	Kebun	8.220	8.222	0.00	Bertambah
5	Tanah terbuka	0.001	0.001	0.00	Bertambah
6	Hutan	3.540	1.249	-2.29	Berkurang
7	Persawahan	1626.720	1249.499	-377.22	Berkurang
8	Lapindo	335.956	378.956	43.00	Bertambah
9	Industri	32.276	32.276	0.00	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	540.922	546.108	5.186	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	240.539	240.576	0.037	Bertambah
3	Perairan darat	41.884	41.890	0.006	Bertambah
4	Kebun	231.095	231.133	0.038	Bertambah
5	Tanah terbuka	27.000	27.004	0.004	Bertambah
6	Hutan	3.944	3.945	0.001	Bertambah
7	Persawahan	1897.59	1888.91	-8.680	Berkurang
8	Industri	9.999	9.999	0.000	Tetap

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	489.587	774.130	284.543	Bertambah
2	Pertanian tanah kering	306.484	293.299	-13.185	Berkurang
3	Perairan darat	5070.557	5060.969	-9.588	Berkurang
4	Kebun	84.085	84.112	0.027	Bertambah
5	Tanah terbuka	376.038	352.888	-23.150	Berkurang
6	Hutan	359.076	359.209	0.133	Bertambah
7	Persawahan	1237.103	945.288	-291.815	Berkurang
8	Industri	55.825	55.825	0.000	Tetap

Tabel 4.11. Data Perubahan Lahan Citra Quicbird Kec.Sidoarjo					
No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	1011.376	1220.334	208.958	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	31.241	31.250	0.009	Bertambah
3	Perairan darat	3327.299	3254.857	-72.442	Berkurang
4	Kebun	14.211	14.215	0.004	Bertambah
5	Tanah terbuka	13.540	13.544	0.004	Bertambah
6	Hutan	181.873	181.935	0.062	Bertambah
7	Persawahan	1623.544	1488.822	-134.722	Berkurang

Tabel 4.12. Data Perubahan Lahan Citra Quicbird Kec.Sukodono					
No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	831.731	862.902	31.171	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	89.859	89.880	0.021	Bertambah
3	Perairan darat	13.320	13.323	0.003	Bertambah
4	Kebun	315.009	315.084	0.075	Bertambah
5	Tanah terbuka	105.432	105.459	0.027	Bertambah
6	Hutan	35.170	35.179	0.009	Bertambah
7	Persawahan	1894.906	1855.606	-39.300	Berkurang
8	Industri	8.770	8.770	0.000	Tetap

Tabel 4.13. Data Perubahan Lahan Citra Quicbird Kec.Taman					
No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	1191.275	1383.732	192.457	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	187.696	187.742	0.046	Bertambah
3	Perairan darat	39.608	39.617	0.009	Bertambah
4	Kebun	167.424	167.464	0.040	Bertambah
5	Tanah terbuka	202.998	187.098	-15.900	Berkurang
6	Hutan	26.104	26.111	0.007	Bertambah
7	Persawahan	1312.418	1079.380	-233.038	Berkurang
8	Industri	57.002	57.002	0.000	Tetap

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	778.343	801.874	23.531	Bertambah
2	Perairan darat	501.392	501.551	0.159	Bertambah
3	Kebun	1.406	1.406	0.000	Bertambah
4	Tanah terbuka	6.283	6.285	0.002	Bertambah
5	Persawahan	1691.089	1519.482	-171.607	Berkurang
6	Lapindo	127.701	131.701	4.000	Bertambah
7	Industri	17.950	17.950	0.000	Tetap

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	688.032	688.111	0.079	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	229.110	229.134	0.024	Bertambah
3	Perairan darat	84.929	84.934	0.005	Bertambah
4	Kebun	203.916	203.939	0.023	Bertambah
5	Tanah terbuka	41.128	41.131	0.003	Berkurang
6	Persawahan	2555.904	2479.187	-76.717	Berkurang
7	Jasa	2.157	2.157	0.000	Tetap
8	Industri	244.806	244.806	0.000	Tetap

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	860.152	875.604	15.452	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	67.369	67.382	0.013	Bertambah
3	Perairan darat	6.565	6.566	0.001	Bertambah
4	Kebun	164.775	164.807	0.032	Bertambah
5	Tanah terbuka	15.836	15.839	0.003	Bertambah
6	Persawahan	2016.690	2001.98	-14.710	Berkurang



No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
1	Permukiman	1200.54	1295.36	94.821	Bertambah
2	Pertanian tanah kering semusim	269.62	258.76	-10.858	Berkurang
3	Perairan darat	776.04	743.31	-32.731	Berkurang
4	Kebun	50.797	50.812	0.015	Bertambah
5	Tanah terbuka	263.14	204.273	-58.874	Berkurang
6	Hutan	56.530	56.550	0.020	Bertambah
7	Persawahan	367.48	343.03	-24.446	Berkurang
8	Industri	33.006	33.006	0.000	Bertambah

No	Jenis Lahan	2007	2010	Perubahan	Keterangan
		Luas	Luas		
2	Pertanian tanah kering semusim	117.603	115.357	-2.246	Berkurang
3	Perairan darat	8.946	8.947	0.001	Bertambah
4	Kebun	111.690	111.711	0.021	Bertambah
5	Tanah terbuka	18.727	18.731	0.004	Bertambah
6	Hutan	2.853	2.854	0.001	Bertambah
7	Persawahan	2084.464	2084.881	0.417	Bertambah

No	Kecamatan	Tahun		Perubahan	Keterangan
		2007	2010		
		Luas Ha	Luas Ha		
1	Balongbendo	3087.431	2891.653	-195.778	Berkurang
2	Buduran	1337.962	1262.349	-75.613	Berkurang
3	Candi	2025.172	1621.949	-403.223	Berkurang
4	Gedangan	1350.938	1166.375	-184.563	Berkurang
5	Jabon	1914.931	1843.418	-71.513	Berkurang
6	Krembung	1987.912	1987.506	-0.406	Bertambah
7	Krian	1757.400	1506.478	-250.922	Berkurang
8	Porong	1626.720	1249.499	-377.22	Berkurang
9	Prambon	1897.593	1888.913	-8.680	Berkurang
10	Sedati	1237.103	945.288	-291.815	Berkurang
11	Sidoarjo	1623.544	1488.822	-134.722	Berkurang
12	Sukodono	1894.906	1855.606	-39.300	Berkurang
13	Taman	1312.418	1079.380	-233.038	Berkurang
14	Tanggulangun	1691.089	1519.482	-171.607	Berkurang
15	Tarik	2555.904	2479.187	-76.717	Berkurang

16	Tulangan	2016.690	2001.980	-14.710	Berkurang
17	Waru	367.484	343.038	-24.446	Berkurang
18	Wonoayu	2084.464	2084.881	0.417	Bertambah
<b>Luas Total</b>		<b>31769.661</b>	<b>29215.803</b>	<b>-2553.858</b>	<b>Berkurang</b>

#### 4.1.6. Analisis Jumlah Hasil Panen Rata – Rata di Kabupaten Sidoarjo

Analisis jumlah hasil panen dihitung berdasarkan luas lahan sawah

dengan jumlah rata – rata produksi perhektar. Berikut tabel jumlah hasil panen:

Tabel 4.20. Jumlah Panen Rata-Rata Tahun 2007

<b>Jumlah Hasil Panen Rata - Rata Di Kabupaten Sidoarjo Tahun 2007</b>					
NO	Kecamatan	Luas Sawah	Jumlah Rata-Rata Produksi	Jumlah Produksi	Jumlah Produksi
			Ton / Hektare		Dalam Setahun
1	Sidoarjo	1623.544	5.22	8474.900	16949.799
2	Bunduran	1337.962	5.22	6984.162	13968.323
3	Candi	2025.172	5.22	10571.398	21142.796
4	Porong	1626.72	5.22	8491.478	16982.957
5	Krebun	1987.506	5.22	10374.781	20749.563
6	Tulangan	2016.69	5.22	10527.122	21054.244
7	Tanggulangin	1691.089	5.22	8827.485	17654.969
8	Jabon	1914.931	5.22	9995.940	19991.880
9	Krian	1757.4	5.22	9173.628	18347.256
10	Balongbendo	3087.431	5.22	16116.390	32232.780
11	Wonoayu	2084.464	5.22	10880.902	21761.804
12	Tarik	2555.904	5.22	13341.819	26683.638
13	Prambon	1897.593	5.22	9905.435	19810.871
14	Taman	1312.418	5.22	6850.822	13701.644
15	Waru	367.484	5.22	1918.266	3836.533
16	Gedangan	1350.938	5.22	7051.896	14103.793
17	Sedati	1237.103	5.22	6457.678	12915.355
18	Sukodono	1894.906	5.22	9891.409	19782.819
<b>Jumlah Produksi</b>				<b>165835.511</b>	<b>331671.022</b>
Sumber Data (Sidoarjo Dalam Angka Tahun 2007)					



Tabel 4.21. Jumlah Panen Rata-Rata Tahun 2010

Jumlah Hasil Panen Rata - Rata Di Kabupaten Sidoarjo Tahun 2010					
NO	Kecamatan	Luas Sawah	Jumlah Rata-Rata Produksi	Jumlah Produksi	Jumlah Produksi
			Ton / Hektare		Dalam Setahun
1	Sidoarjo	1488.822	6.2	9230.695	57230.310
2	Bunduran	1262.349	6.2	7826.562	48524.684
3	Candi	1621.949	6.2	10056.086	62347.736
4	Porong	1249.499	6.2	7746.891	48030.724
5	Krembun	1987.912	6.2	12325.053	76415.329
6	Tulangan	2001.980	6.2	12412.277	76956.120
7	Tanggulangin	1519.482	6.2	9420.789	58408.892
8	Jabon	1843.418	6.2	11429.191	70860.984
9	Krian	1506.478	6.2	9340.161	57908.999
10	Balongbendo	2891.653	6.2	17928.247	111155.129
11	Wonoayu	2084.881	6.2	12926.261	80142.816
12	Tarik	2479.187	6.2	15370.957	95299.931
13	Prambon	1888.913	6.2	11711.262	72609.825
14	Taman	1079.380	6.2	6692.156	41491.368
15	Waru	343.038	6.2	2126.836	13186.386
16	Gedangan	1166.375	6.2	7231.526	44835.464
17	Sedati	945.288	6.2	5860.784	36336.859
18	Sukodono	1855.606	6.2	11504.757	71329.493
<b>Jumlah Produksi</b>				<b>181140.492</b>	<b>1123071.050</b>
Sumber Data (Sidoarjo Dalam Angka Tahun 2010)					

#### 4.1.7. Pembahasan Evaluasi Perubahan Luas Lahan Untuk Ketahanan

##### Pangan

Untuk dapat mengevaluasi dampak perubahan luas lahan sawah untuk ketahanan pangan terhadap produksi Padi dengan menggunakan data serial waktu, maka diperlukan data produksi Padi pada kondisi luas sawah, intensitas panen Padi per tahun dari setiap kecamatan. Dan didukung data jumlah penduduk. tabel analisis sebagai berikut:

Tabel 4.22. Rekapitulasi kebutuhan beras tahun 2007

DATA REKAPITULASI KEBUTUHAN BERAS BERAS DI KABUPATEN SIDOARJO TAHUN 2007						
No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	$\Sigma$ Penduduk *	Jumlah	Penyusutan GKG Menjadi Beras ( 63,2% )	Selisih $\Sigma$
			Kebutuhan perkapita (113kg)	Produksi		Dengan $\Sigma$ Produksi
1	Sidoarjo	146410	16544.33	16949.799	10712.27	-5832.06
2	Bunduran	68507	7741.291	13968.720	8828.23	1086.94
3	Candi	107148	12107.724	21143.088	13362.43	1254.71
4	Porong	68247	7711.911	16982.748	10733.10	3021.19
5	Krebun	52526	5935.438	20749.500	13113.68	7178.25
6	Tulangan	70567	7974.071	21054.348	13306.35	5332.28
7	Tanggulangin	91049	10288.537	17655.084	11158.01	869.48
8	Jabon	44267	5002.171	3193.596	2018.35	-2983.82
9	Krian	89753	10142.089	18347.256	11595.47	1453.38
10	Balongbendo	61290	6925.77	32232.456	20370.91	13445.14
11	Wonoayu	67944	7677.672	21762.180	13753.70	6076.03
12	Tarik	57252	6469.476	26683.596	16864.03	10394.56
13	Prambon	60152	6797.176	19810.944	12520.52	5723.34
14	Taman	198828	22467.564	13701.456	8659.32	-13808.24
15	Waru	169569	19161.297	3836.700	2424.79	-16736.50
16	Gedangan	88890	10044.57	14103.396	8913.35	-1131.22
17	Sedati	69274	7827.962	12915.324	8162.48	334.52
18	Sukodono	74263	8391.719	19782.756	12502.70	4110.98
	Jumlah	1585936	179210.77	314872.95	198999.70	19788.93
Sumber Data (Sidoarjo Dalam Angka Tahun 2007)						



Tabel 4.23. Rekapitulasi kebutuhan beras tahun 2010

DATA REKAPITULASI KEBUTUHAN BERAS BERAS DI KABUPATEN SIDOARJO TAHUN 2010						
No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	$\Sigma$ Penduduk *	Jumlah	Penyusutan GKG Menjadi Beras ( 63,2% )	Selisih $\Sigma$
			Kebutuhan perkapita (113kg)	Produksi		Dengan $\Sigma$ Produksi
1	Sidoarjo	194051	19793.202	57230.31	36169.56	16376.35
2	Bunduran	92334	9418.068	48524.68	30667.60	21249.53
3	Candi	145146	14804.892	62347.74	39403.77	24598.88
4	Porong	65909	6722.718	48030.72	30355.42	23632.70
5	Krembun	58358	5952.516	76415.33	48294.49	42341.97
6	Tulangan	87442	8919.084	76956.12	48636.27	39717.18
7	Tanggulangin	84850	8654.7	58408.89	36914.42	28259.72
8	Jabon	49989	5098.878	70860.98	44784.14	39685.26
9	Krian	118685	12105.87	57909.00	36598.49	24492.62
10	Balongsendo	66865	6820.23	111155.13	70250.04	63429.81
11	Wonoayu	72009	7344.918	80142.82	50650.26	43305.34
12	Tarik	60977	6219.654	95299.93	60229.56	54009.90
13	Prambon	68336	6970.272	72609.83	45889.41	38919.14
14	Taman	212857	21711.414	41491.37	26222.54	4511.13
15	Waru	231298	23592.396	13186.39	8333.80	-15258.60
16	Gedangan	132847	13550.394	44835.46	28336.01	14785.62
17	Sedati	92468	9431.736	36336.86	22964.89	13533.16
18	Sukodono	111121	11334.342	71329.49	45080.24	33745.90
	Jumlah	1945542	198445.284	1123071.05	709780.90	511335.62
Sumber Data (Sidoarjo Dalam Angka Tahun (2010)						

**DATA REKAPITULASI KEBUTUHAN BERAS DI KABUPATEN SIDOARJO TAHUN 2007 dan 2010**

No	Kecamatan	Tahun 2007					Tahun 2010					Perubahan Dari Tahun 2007 ke Tahun 2010				
		Jumlah Penduduk	Σ Penduduk * Kebutuhan	Jumlah Produksi	Penyusutan GKG Menjadi Beras ( 63,2% )	Selisih Σ Kebutuhan Dengan Σ Produksi	Jumlah Penduduk	Σ Penduduk * Kebutuhan	Jumlah Produksi	Penyusutan GKG Menjadi Beras ( 63,2% )	Selisih Σ Kebutuhan Dengan Σ Produksi	Jumlah Penduduk	Σ Penduduk * Kebutuhan	Jumlah Produksi	Penyusutan GKG Menjadi Beras ( 63,2% )	Selisih Σ Kebutuhan Dengan Σ Produksi
		perkapita (113kg)					perkapita (102kg)					perkapita				
1	Sidoarjo	146410	16544,33	16949,80	10712,27	-5832,06	194051	19793,20	57230,31	36169,56	16376,35	47641	3248,87	40280,51	25457,28	22208,41
2	Bunduran	68507	7741,29	13968,72	8828,23	1086,94	92334	9418,07	48524,68	30667,60	21249,53	23827	1676,78	34555,96	21839,37	20162,59
3	Candi	107148	12107,72	21143,09	13362,43	1254,71	145146	14804,89	62347,74	39403,77	24598,88	37998	2697,17	41204,65	26041,34	23344,17
4	Porong	68247	7711,91	16982,75	10733,10	3021,19	65909	6722,72	48030,72	30355,42	23632,70	-2338	-989,19	31047,98	19622,32	20611,51
5	Krebun	52526	5935,44	20749,50	13113,68	7178,25	58358	5952,52	76415,33	48294,49	42341,97	5832	17,08	55665,83	35180,80	35163,73
6	Tulangan	70567	7974,07	21054,35	13306,35	5332,28	87442	8919,08	76956,12	48636,27	39717,18	16875	945,01	55901,77	35329,92	34384,91
7	Tanggulangin	91049	10288,54	17655,08	11158,01	869,48	84850	8654,70	58408,89	36914,42	28259,72	-6199	-1633,84	40753,81	25756,41	27390,24
8	Jabon	44267	5002,17	3193,60	2018,35	-2983,82	49989	5098,88	70860,98	44784,14	39685,26	5722	96,71	67667,39	42765,79	42669,08
9	Krian	89753	10142,09	18347,26	11595,47	1453,38	118685	12105,87	57909,00	36598,49	24492,62	28932	1963,78	39561,74	25003,02	23039,24
10	Balombang	61290	6925,77	32232,46	20370,91	13445,14	66865	6820,23	111155,13	70250,04	63429,81	5575	-105,54	78922,67	49879,13	49984,67
11	Wonoayu	67944	7677,67	21762,18	13753,70	6076,03	72009	7344,92	80142,82	50650,26	43305,34	4065	-332,75	58380,64	36896,56	37229,32
12	Tarik	57252	6469,48	26683,60	16864,03	10394,56	60977	6219,65	95299,93	60229,56	54009,90	3725	-249,82	68616,33	43365,52	43615,35
13	Prambon	60152	6797,18	19810,94	12520,52	5723,34	68336	6970,27	72609,83	45889,41	38919,14	8184	173,10	52798,88	33368,89	33195,80
14	Taman	198828	22467,56	13701,46	8659,32	-13808,24	212857	21711,41	41491,37	26222,54	4511,13	14029	-756,15	27789,91	17563,22	18319,37
15	Waru	169569	19161,30	3836,70	2424,79	-16736,50	231298	23592,40	13186,39	8333,80	-15258,60	61729	4431,10	9349,69	5909,00	1477,90
16	Gedangan	88890	10044,57	14103,40	8913,35	-1131,22	132847	13550,39	44835,46	28336,01	14785,62	43957	3505,82	30732,07	19422,67	15916,84
17	Sedati	69274	7827,96	12915,32	8162,48	334,52	92468	9431,74	36336,86	22964,89	13533,16	23194	1603,77	23421,53	14802,41	13198,64
18	Sukodono	74263	8391,72	19782,76	12502,70	4110,98	111121	11334,34	71329,49	45080,24	33745,90	36858	2942,62	51546,74	32577,54	29634,91
	Jumlah	1585936	179210,77	314872,95	198999,70	19788,93	1945542	198445,28	1123071,05	709780,90	511335,62	359606	19234,52	808198,10	510781,20	491546,68



#### **4.1.8. Pembahasan Tabel Hasil Data Rekapitulasi Kebutuhan Beras Tahun 2007 dan Tahun 2010 di Kabupaten Sidoarjo**

Hasil pembahasan data rekapitulasi kebutuhan beras tahun 2007 dan tahun 2010 di Kabupaten Sidoarjo dapat diketahui dengan cara membandingkan data Pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pada tahun 2007 Kecamatan yang mengalami krisis ketahanan pangan yaitu kecamatan Sidoarjo, Kecamatan Jabon, Kecamatan Taman, Kecamatan Waru dan Kecamatan Gedangan, Sedangkan pada tahun 2010 kecamatan yang mengalami krisis pangan terdapat di kecamatan Waru
2. Pada Tahun 2007 kecamatan yang mengalami surplus terdapat pada kecamatan Buduran, kecamatan Candi, Kecamatan Porong, Kecamatan Krembung, Kecamatan Tulangan kecamatan Tanggulangin, Kecamatan Krian, Kecamatan Balongbend, Kecamatan Wonoayu, Kecamatan Tarik, Kecamatan Prambon, kecamatan Sedati dan Kecamatan Sukodono. Sedangkan Pada Tahun 2010 di Kabupaten Sidoarjo Semua kecamatan sudah mengalami surplus Kecuali Kecamatan Waru
3. Pada tahun 2010 dengan jumlah luas sawah yang berkurang dapat menghasilkan produksi yang lebih banyak dari pada tahun 2007, hal ini disebabkan karena pada tahun 2010 keunggulan dari padi ciherang ini padi jenis ciherang memiliki keunggulan dibandingkan jenis padi lainnya, yaitu umur tanam hanya 116-125 hari, jumlah anakan produktifnya panen sebanyak 6,2 ton per hektar. Kemudian, bibit ini ditanam dengan menggunakan teknologi sistem tanam Jajar Legowo.

4. Total jumlah penduduk di Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2007 1585936 jiwa sedangkan pada tahun 2010 total jumlah penduduk 1945543 jiwa. Jumlah penduduk dari tahun bertambah 359606 jiwa
5. Jumlah produksi padi pada tahun 2007 sebanyak 314872.95 ton setelah mengalami penyusutan menjadi Gabah Kering giling menjadi 198999.70 ton, sedangkan pada tahun 2010 jumlah produksi padi menjadi 1123071 ton setelah mengalami penyusutan menjadi gabah kering giling menjadi 709780.90 ton.
6. kebutuhan perkapita jumlah penduduk pada tahun 2007 sebanyak 179210.77 ton sedangkan selisih jumlah kebutuhan dengan jumlah produksi 19788.93 ton , sedangkan pada tahun 2010 jumlah kebutuhan perkapita jumlah penduduk di kabupaten sidoarjo menjadi 19234.52 ton, selisih jumlah kebutuhan dengan jumlah produksi 511335.62 ton.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.I. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis luasan lahan sawah di Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2007 memiliki luas lahan sawah 31769.661ha dan pada tahun 2010 luas lahan sawah sebesar 29215.858ha, Perubahan luas lahan sawah dari rentang waktu tahun 2007 sampai dengan tahun 2010 berkurang seluas 2553.858 ha
2. Dari data luas lahan sawah pada tahun 2007 jumlah hasil produksi padi sebanyak 314872.95 ton setelah mengalami penyusutan menjadi gabah kering giling (Beras) menjadi beras menjadi 198999.70 ton dan pada tahun 2010 jumlah produksi beras sebanyak 1123071.05 ton setelah mengalami penyusutan menjadi gabah kering giling (beras) menjadi 709780.90 ton.
3. Pada tahun 2007 di Kabupaten Sidoarjo terdapat beberapa kecamatan yang mengalami kekurangan ketahanan pangan yaitu kecamatan Sidoarjo, kecamatan Jabon, kecamatan Taman, Kecamatan Waru dan Kecamatan Gedangan. Sedangkan pada tahun 2010 di Kabupaten Sidoarjo Kecamatan yang mengalami kekurangan kebutuhan pangan yaitu kecamatan Waru.
4. Pada tahun 2007 jumlah kebutuhan beras sebesar 179219.77 ton dan selisih kebutuhan beras dan jumlah produksi sebesar 19788.93 ton maka pada tahun 2007 kebutuhan beras untuk ketahanan pangan mengalami surplus. Pada tahun 2010 di Kabupaten Sidoarjo jumlah kebutuhan beras sebesar 198445.284 ton

dan selisih kebutuhan beras dan jumlah produksi sebesar 511335.62 ton maka pada tahun 2010 kebutuhan beras untuk ketahanan pangan tetap surplus atau terpenuhi.

## **V.2.Saran**

Saran yang dapat diberikan penyusun berdasarkan hasil analisis perubahan luas lahan untuk ketahanan pangan di kabupaten Sidoarjo adalah :

1. Penelitian analisis perubahan luas lahan sawah untuk kegiatan ketahanan pangan masih sangat diperlukan dimasa-masa yang akan datang, sehingga dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi pemerintah dan masyarakat atau instansi lain untuk penengulangannya.
2. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dan optimal dalam menganalisis perubahan luas lahan sawah maka diperlukan yang data-data yang lengkap akurat tentang obyek dilapangan .
3. Setiap tahun Diharapkan agar data-data tentang perubahan luas lahan sawah dan data kebutuhan pangan perkapita selalu di up to date.
4. Mengingat bahwa dimasa mendatang peluang untuk memperluas areal panen semakin terbatas. Maka perubahan lahan sawah untuk jangka panjang sangat berpotensi mengancam berkurangnya Luas lahan dan menurunnya produktivitas panen yang berdampak pada ketahanan pangan.
5. Pemerintah harus mengendalikan dan mempertahankan luas lahan sawah dan mengendalikan jumlah penduduk, serta lebih meningkatkan produksi panen dengan cara memilih bibit tanaman yang unggul, supaya kebutuhan pangan di kabupaten Sidoarjo tidak mengalami Devisit.



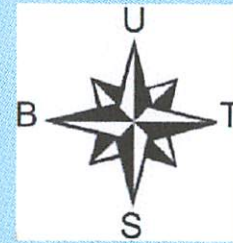
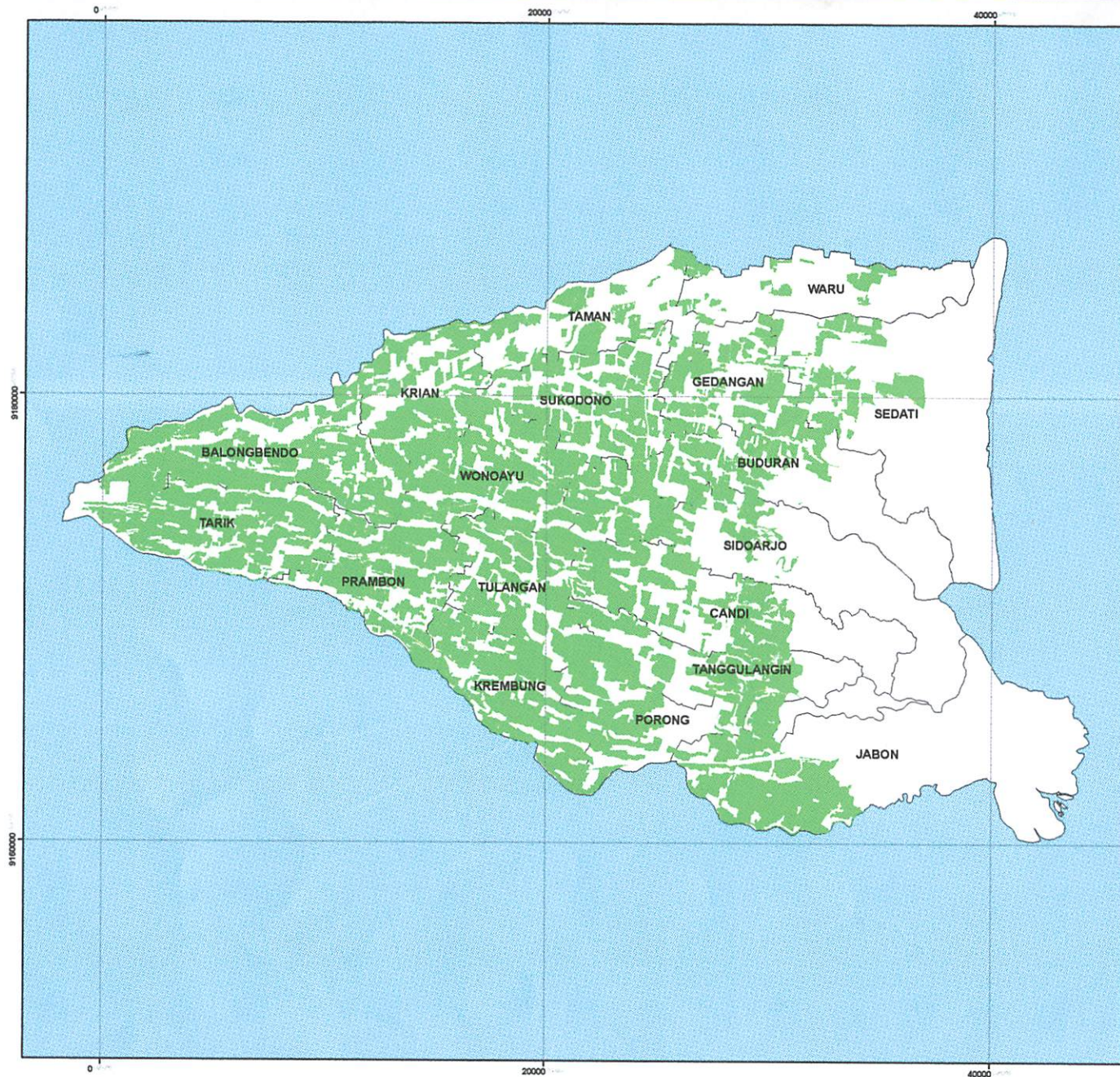
## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Suryana, 2001. Kebijakan Nasional Pemantapan Ketahanan Pangan. Makalah pada Seminar Nasional Teknologi Pangan, Semarang , 9-10 Oktober 2001.
- Agus, F. dan Irawan, 2004. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaanya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat: Bogor.
- Anonim, 1996. Undang-Undang Negara Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan. Kantor Menteri Negara Pangan RI.
- Anonim, 2012. Sawah. <http://id.wikipedia.org/wiki/Sawah>. Tanggal akses [24/07/2013](#).
- Anonim. Citra Satelit Quickbird <http://petaquickbird.blogspot.com/2013/04/peta-quickbird-pengertian.html>
- Avery, P.. and Ehrilch, S.(1992). Problems of selected Languange Group in vry, P. And Ehrilch, S. *In Teaching American English Pronucation*,Oxford University Press
- Awaludin, N., 2011. Geographical Information Systems with ArcGIS 9.X Principles, Techniques, Applications, and Management.Penerbit Andi: Jakarta
- Biro Pusat Statistik, 2007. Sidoarjo Dalam Angka 2007. BPS Kabupaten Administrasi Sidoarjo, Jawa Timur.
- Biro Pusat Statistik, 2010. Sidoarjo Dalam Angka 2007. BPS Kabupaten Administrasi Sidoarjo, Jawa Timur.
- BPS (Badan Pusat Statistik Sidoarjo Dalam Angka 2007). <http://dprd-sidoarjo.kab.go.id/sidoarjo-dalam-angka-referensi-terpercaya-kondisi-sidoarjo.html>.
- Chisholm, M., 1996. Rural Settlement and Land Use. Hutchinson University Library, London.
- Danoedoro, P., 1996. Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Danoedoro, Projo. 2007. Petunjuk Praktikum Pemrosesan Citra Digital. Yogyakarta. Fakultas Geografi UGM

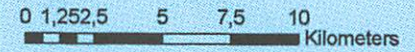
- Ekadinata, A., S. Dewi, D.P. Hadi, D.K. Nugroho, dan F. Johana 2008. Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. World Agroforestry Centre ICRAF South East Asia Regional Office: Bogor.
- IMAHA, 2012. Citra Quick Bird Penginderaan Jauh <http://imahagiregion3.wordpress.com/2012/11/09/citra-quickbird-penginderaan-jauh/>
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer, 1993. Remote Sensing and Image Interpretation. Terjemahan Penginderaan Jauh dan Interpretasi. Suharyati. Terjemahan Penginderaan Jauh dan Interpretasi.
- Lillesand dan Kiefer. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Terjemahan dari: Remote Sensing and Image Interpretation. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Marianadkk, 2004. Ketahanan Pangan Nasional. <http://imungblog.blogspot.com/2013/05/ketahanan-pangan-nasional.html>
- Murthy C.S., S. Jouma, P.V. Raju, S. Thiruvengadachari and K.A. Hakeem. 1995. Paddy Yield Prediction in Bharada Project Command Area Using Remote Sensing Data. Asia Pacific Remote Sensing Journal. Vol.8.No.1, July 1995, p:79-83.
- Prahasta, E., 2008. Remote Sensing: Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital Dengan Perangkat Lunak Er Mapper. Informatika: Bandung.
- Sabins, F.F. Jr., 1978. Remote Sensing: Principles and Interpretation. W. H. Freeman and Company: San Fransisco.
- Somantri, L., 2008. Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Mengidentifikasi Kerentanan dan Resiko Banjir. Jurnal Gea, Jurusan Pendidikan Geografi, vol. 8, No. 2, Oktober 2008
- Sutanto, 1994. Penginderaan Jauh. jilid I. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Using ArcGIS from "Learning and Practice of Using ArcGIS". Timur Leste : Community Based Integrated Watershed Management.

# LAMPIRAN

# PETA LUAS LAHAN TAHUN 2007



1:130.000



## Legenda



Persawahan 31769.661 Ha



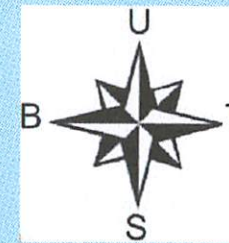
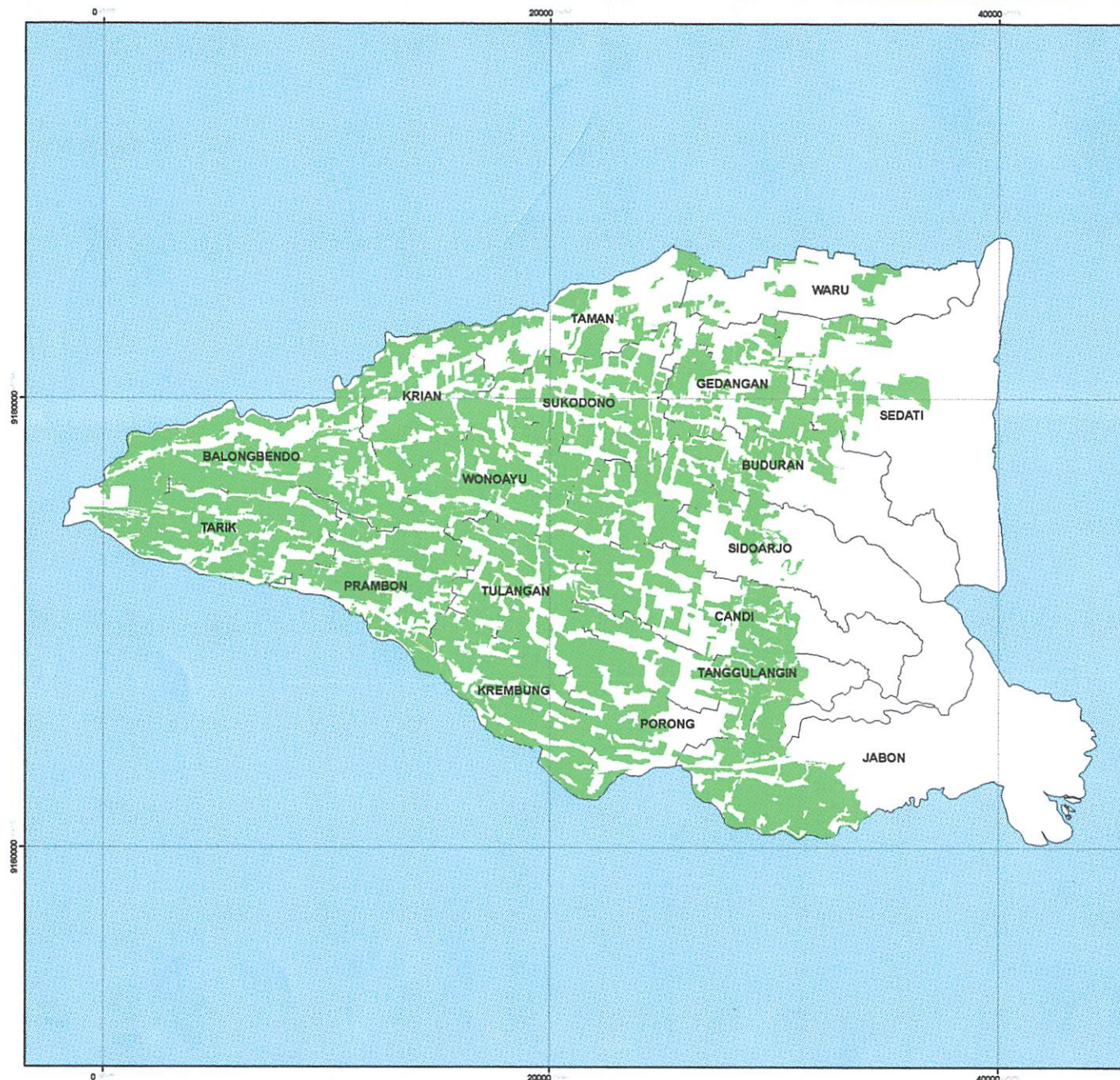
BATAS KECAMATAN

Sistem Proyeksi : WGS'84



JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2013

# PETA LUAS LAHAN TAHUN 2010



1:130.000

0 1,252,5 5 7,5 10 Kilometers

## Legenda



Persawahan 29215.858ha



BATAS KECAMATAN

Sistem Proyeksi : WGS'84



JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2013