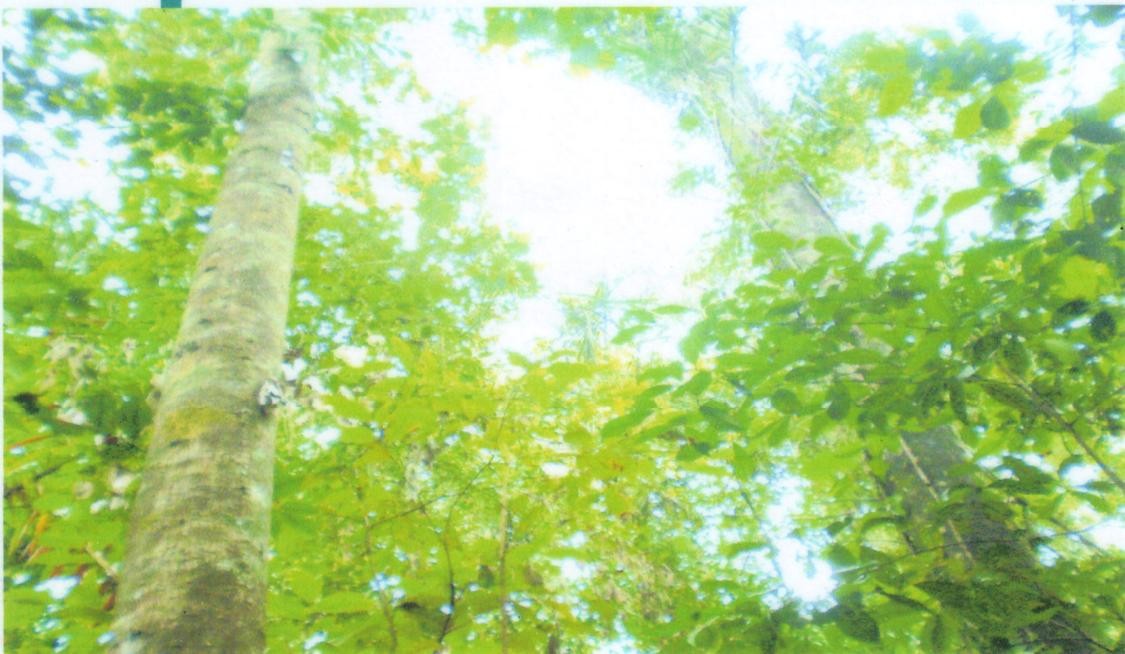


TECHNICAL REPORT

ACTIVITY 1.1.2

**SELECTION METHODES, PROVISION OF
SATELLITE IMAGES AND INTERPRETATION**



**ITTO CITES PROJECT
BEKERJASAMA DENGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HUTAN DAN KONSERVASI ALAM
KEMENTERIAN KEHUTANAN**

Bogor 2009



TECHNICAL REPORT ACTIVITY 1.1.2.

SELECTION METHODES, PROVISION OF SATELLITE IMAGES AND INTERPRETATION

Oleh

I Nengah Surati Jaya
Samsuri
Tien Lastini
Edwin Setia Purnama
M Fatah Noor

**ITTO CITES PROJECT
BEKERJASAMA DENGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HUTAN
DAN KONSERVASI ALAM
KEMENTERIAN KEHUTANAN**

Bogor, 2009



Technical Report Activity 1.1.2. Selection Methodes, Provision of Satellite Images and Interpretation

Hak cipta © 2009

Publikasi ini disusun atas kerjasama International Tropical Timber Organization (ITTO) - CITES untuk meningkatkan kapasitas dalam implementasi masuknya jenis-jenis pohon ke dalam daftar appendix. Donator untuk program kerjasama ini adalah EU (donor utama), Amerika Serikat (USA), Jepang, Norwegia, Selandia dan Swiss

Activity Document 1 " Improving Inventory Design to estimate Growing Stock of Ramin (*Gonystylus bancanus*) in Indonesia"
Activity 1.1.2.

Diterbitkan oleh

Indonesia's Work Programme for 2008 ITTO CITES Project
Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam
Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan, Indonesia
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor-Indonesia
Telepon : 62-251- 8633234
Fax : 62-251-8638111
E-mail : raminpd426@yahoo.co.id

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Keluaran	2
II. METODOLOGI PELAKSANAAN PEKERJAAN	3
2.1. Bahan dan peralatan.....	3
2.1.1. Bahan	3
2.1.2. Piranti keras	3
2.1.3. Piranti lunak	3
2.2. Metode.....	3
2.2.1. Persiapan.....	4
2.2.2. Pengolahan Data Citra.....	5
2.2.3. Desain Sampling.....	9
2.2.4. Keluaran	23
III. ORGANISASI DAN TATA WAKTU	24
3.1. Organisasi	24
3.2. Tata waktu	24
IV. HASIL INTERPRETASI CITRA	26
4.1. Kelas kerapatan tajuk pada citra	26
4.2. Sebaran rencana klaster	27
V. PENUTUP	29
PUSTAKA	30

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Jenis kegiatan dan tata waktu pelaksanaan kegiatan	24
2.	Jadwal pelaksanaan pekerjaan/kegiatan	25

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Diagram alir tahapan pelaksanaan pekerjaan	4
2.	Skema pemilihan GCP yang tampak pada citra dan peta.....	6
3.	Diagram pencar GCP dalam model linier	7
4.	Skema RMSE	7
5.	Skema metode <i>resampling</i> dengan <i>nearest neighbour</i> , <i>bilinear interpolation</i> dan <i>cubic convolution</i>	8
6.	Proses pengisian (<i>resampling</i>) nilai piksel citra baru dari nilai piksel citra asli.....	8
7.	Diagram pengambilan contoh pada tingkat I, II dan III.....	10
8.	Letak unit contoh dalam klaster pada 1 (satu) lokasi <i>training area</i> ..	10
9.	Posisi pengukuran diameter pohon setinggi dada	12
10.	<i>Caliper</i> dan cara pengukuran diameter pohon dilihat dari arah vertikal	13
11.	Pengukuran dengan tongkat Biltmore (<i>Biltmore stick</i>) dilihat dari arah horisontal dan vertikal	14
12.	Teknik pengukuran diameter dengan MTG (pita keliling) (<i>Measuring Tree Grith</i>).....	14
13.	Pengukuran dengan Spiegel Relaskop Bitterlich dilihat dari arah horisontal	15
14.	Cara pengukuran dimensi tajuk (tampak samping).....	15
15.	Cara pengukuran dimensi tajuk (tampak atas)	16
16.	Tinggi pohon vs panjang pohon	17
17.	Kesalahan pengukuran tinggi.....	17
18.	Pengukuran dengan Haga hypsometer	18
19.	Teknik pengukuran tinggi dengan Chrystenmeter yang bekerja menggunakan prinsip goniometri	18
20.	Teknik pengukuran tinggi pohon dengan Clinometer.....	19
21.	Klasifikasi hutan di Indonesia	21
22.	Skema klasifikasi menggunakan citra Landsat AVNIR.....	22
23.	Peta kerapatan tajuk tegakan di area HPH PT. Diamond Raya Timber – Riau	26
24.	Peta kerapatan tajuk tegakan di Taman Nasional Sebangau – Palangkaraya.....	27

25.	Peta sebaran klaster di area HPH PT. Diamond Raya Timber – Riau	28
26.	Peta sebaran klaster kawasan Taman Nasional Sebangau – Kalteng.....	28

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kayu ramin dihasilkan oleh pohon yang termasuk marga (genus) *Gonystylus* dari suku (*family*) Tyhmelaeaceae yang banyak tumbuh di daerah rawa gambut dalam hutan alam. Ramin tumbuh baik pada tanah podsolik, tanah gambut, tanah alluvial dan tanah lempung berpasir kwarsa yang terbentuk dari bahan induk endapan.

Di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 10 (sepuluh) jenis pohon ramin, antara lain: *G.affinis* A.Shaw, *G.brunescens* A.Shaw, *G.confuses* A.Shaw, *G.forbesii* Gilg, *G.keithii* A.Shaw, *G.macrophyllus* A.Shaw, *G.maingayi* Hk.f, *G.velutinus* A.Shaw, *G.xylocarpus* A.Shaw dan *G.bancanus* (Miq.) Kurz. Ramin merupakan nama yang ditujukan untuk jenis: *G.xylocarpus* A.Shaw, *G.velutinus* A.Shaw dan *Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz. Untuk jenis *G.affinis* A.Shaw dan *G. forbesii* Gilg sering disebut sebagai kayu minyak. Di antara kesepuluh jenis tersebut, jenis *Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz yang paling banyak diminati untuk diperdagangkan.

Penyebaran jenis ramin di Indonesia yang pernah teridentifikasi terdapat di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara Timur, Irian Jaya dan Sulawesi. Di pulau Jawa, Ramin tumbuh di Nusakambangan, sepanjang pantai Jawa Barat di kaki gunung Gede dan Anten. Ramin juga dijumpai di Riau, Bangka Belitung, pesisir timur pulau Sumatera dan sepanjang Sungai Musi di pulau Sumatera. Di pulau Kalimantan ramin menyebar di Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Di Indonesia untuk sekarang ini, jenis kayu ramin hanya dapat dijumpai di kawasan hutan rawa pulau Sumatera, kepulauan di selat Karimata, dan pulau Kalimantan. Kawasan konservasi merupakan habitat tersisa dari jenis ramin yang masih memiliki tegakan relatif rapat dan memiliki diameter pohon relatif besar.

Di pulau Sumatera, khususnya propinsi Riau dan Jambi, kawasan yang teridentifikasi memiliki tegakan pohon ramin antara lain hutan Lindung Giam-Siak Kecil, Suaka Margasatwa Danau Bawah dan Danau Pulau Besar, Suaka Margasatwa Tasik Belat, Suaka Margasatwa Tasik Sekap, Suaka Margasatwa Bukit Batu dan Taman Nasional Berbak di Propinsi Jambi. Selain dalam kawasan konservasi, di beberapa kawasan hutan produksi yang dikelola oleh perusahaan kehutanan diduga masih terdapat tegakan ramin dalam jumlah yang relatif kecil.

Ramin di pulau Kalimantan dapat ditemukan di Taman Nasional Tanjung Puting, DAS Sebangau dan DAS Mentaya (Kalimantan Tengah), sementara di Propinsi Kalimantan Barat, tegakan jenis ramin dapat dijumpai di Kabupaten Sambas, Cagar Alam Mandor, Cagar Alam Muara Kaman, Taman Buru Gunung Nyiut, Suaka Margasatwa Pleihari Martapura, Taman Nasional Danau Sentarum dan Taman Nasional Gunung Palung dan sekitarnya. Ada kemungkinan bahwa di beberapa daerah lahan basah Pulau Kalimantan masih memiliki tegakan ramin.

Kayu ramin adalah salah satu jenis kayu indah yang banyak digunakan oleh masyarakat, yang pada saat ini jumlahnya belum diketahui secara pasti. Untuk mendapatkan data potensi ramin perlu dilakukan inventarisasi khusus jenis ramin. Kondisi hutan alam dengan aksesibilitas yang rendah menyebabkan pelaksanaan survei terutama survei teristris memiliki keterbatasan. Tidak semua lokasi yang memiliki tegakan ramin dapat didatangi untuk dilakukan pengukuran. Oleh karena itu diperlukan metode yang dapat menduga dengan cepat dan akurat potensi *standing stock* ramin.

Berbagai jenis metode inventarisasi sudah diterapkan untuk mendapatkan nilai dugaan *standing stock* tegakan hutan alam dengan berbagai kelebihan dan kelemahannya. Kajian yang mendalam dilakukan terhadap beberapa metode yang ada sehingga diperoleh suatu metode yang tepat untuk digunakan dalam menduga potensi ramin.

1.2. Tujuan

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk merancang teknik inventarisasi ramin di hutan rawa gambut.

1.3. Keluaran

Keluaran dari kegiatan ini adalah peta strata tegakan hasil interpretasi citra satelit ALOS pada sensor AVNIR dan PRISM; dan metode inventarisasi tegakan yang akan diterapkan di lapangan

II. METODE

2.1. Bahan dan Peralatan

2.1.1. Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam kegiatan ini meliputi :

- a. Citra satelit resolusi tinggi;
- b. Peta RBI / Peta Topografi
- c. Peta Tutupan Lahan dan Tipe hutan (Baplan)
- d. Peta Sebaran gambut (Wetlands Internasional)
- e. Laporan hasil survei lokasi yang ditaksir, baik survei vegetasi, tanah, geologi maupun survei lainnya
- f. Peta Kerja Lapangan
- g. Buku-buku yang mengupas areal yang ditaksir
- h. Data dan informasi lain yang dapat dipergunakan sebagai referensi.
- i. Buku-buku referensi

2.1.2. Piranti keras

- a. Komputer PC Pentium 4, RAM 512MB, Harddisk minimal 60 GB
- b. Printer
- c. Eksternal Hardisk
- d. Plotter cetak warna ukuran A0
- e. Media penyimpanan data lainnya.

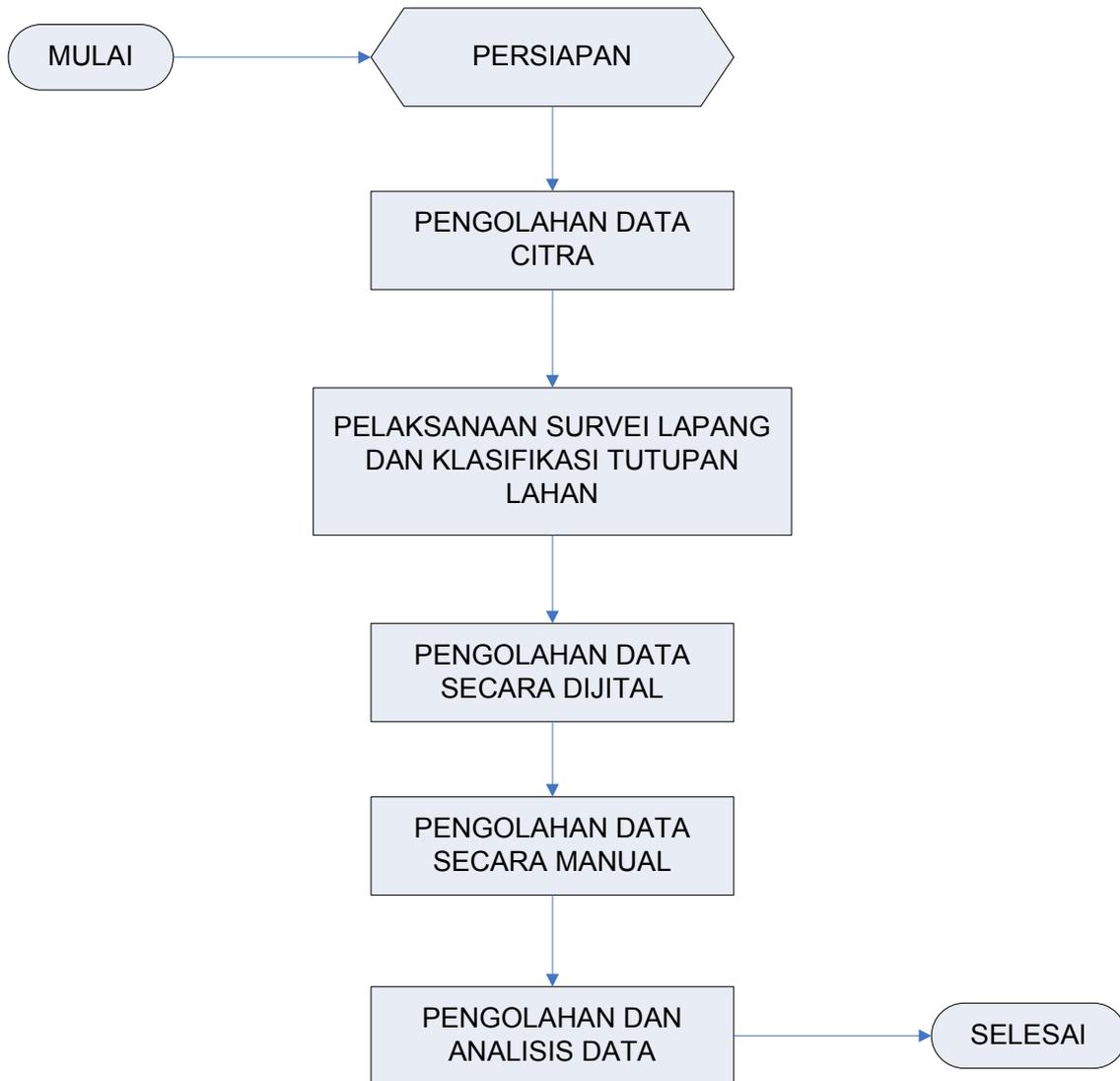
2.1.3. Piranti lunak

Macam piranti lunak minimum yang digunakan dalam pelaksanaannya antara lain :

- a. Piranti lunak GIS ArcView versi 3.3 yang dilengkapi *plug-in* untuk membaca *file* citra dengan format ER Mapper versi 7.0 dan Erdas Imagine versi 8.7 dan 9.0.
- b. Piranti lunak untuk pengolahan citra (ERDAS Imagine versi 8.7 dan 9.0).
- c. Piranti lunak lainnya yang dianggap perlu yaitu pengolah data seperti SPSS dan Spreadsheet MS Excel.

2.2. Metode

Secara garis besarnya, tahap-tahap pelaksanaan kegiatan **Seleksi Metode Inventarisasi dan Interpretasi Citra dalam rangka Penaksiran *Standing Stock* ramin** digambarkan pada diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan pelaksanaan pekerjaan

2.2.1. Persiapan

1. Pengumpulan data utama yaitu citra ALOS AVNIR dan PRISM, serta citra Landsat untuk 2 (dua) lokasi yaitu lahan gambut propinsi Riau dan lahan gambut di propinsi Kalimantan Tengah.
2. Pengumpulan data-data pendukung, baik berupa data tabular maupun data tematik yang diperlukan dalam kegiatan ini. Adapun data-data yang dikumpulkan adalah:
 - a. Peta sebaran gambut Indonesia
 - b. Peta tata guna kawasan (penunjukkan kawasan)
 - c. Peta tutupan lahan tahun terbaru (2003 - 2007)
 - d. Peta tipe-tipe hutan
 - e. Peta RBI/Peta Topografi atau peta tematik yang dapat memberikan informasi spasial tentang areal yang ditaksir, terutama informasi toponimi

- f. Peta batas-batas konsesi perusahaan hutan
 - g. Peta kerja areal konsesi perusahaan hutan di wilayah pengambilan contoh
 - h. Peta batas Taman Nasional seluruh Indonesia
3. Data-data lain yang juga dikumpulkan mencakup :
 - a. Laporan hasil survei lokasi penelitian, baik survei vegetasi, tanah, geologi maupun survei lainnya
 - b. Laporan atau hasil penelitian lain yang terkait dengan lahan gambut di wilayah penelitian
 4. Pengadaan dan atau penyiapan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan. Piranti lunak yang dipergunakan adalah:
 - a. Erdas Imagine Ver 8.7 up
 - b. ER Mapper 7.0
 - c. ArcView ver 3.3 up
 - d. ArcInfo 7.2.1
 - e. SPSS/SAS
 5. Pengadaan dan atau penyiapan perangkat keras (*hardware*) yang dibutuhkan.
 - a. Komputer desktop, processor minimal Pentium 4, RAM minimal 256MB, Harddisk minimal 20 GB
 - b. Peripheral : *printer, plotter, scanner, GPS, external harddisk* dsb.

2.2.2. Pengolahan Data Citra

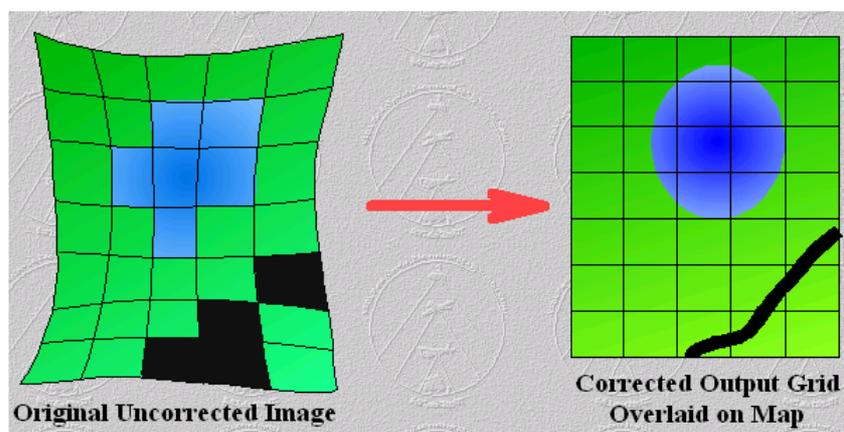
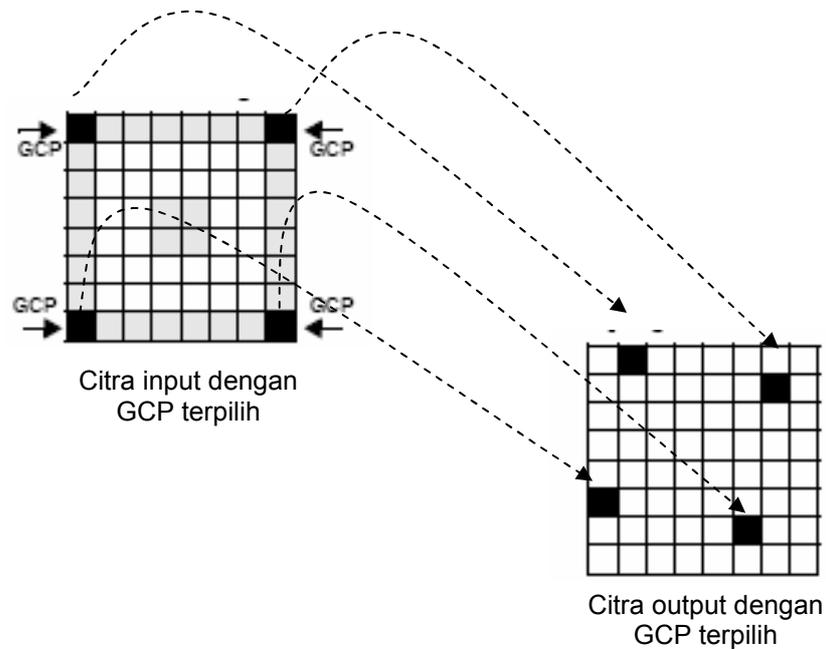
Pengolahan citra digital dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Rektifikasi dilakukan agar citra mempunyai koordinat sama dengan peta (*planimetri*) dengan datum WGS84 serta sistem koordinat UTM. Persamaan transformasi yang digunakan adalah persamaan *affine* dengan metode resampling berupa *nearest neighbourhood*. Resampling adalah suatu proses melakukan ekstrapolasi nilai data untuk piksel-piksel pada sistem grid yang baru dari nilai piksel citra aslinya. Untuk citra Landsat, ukuran resampling yang digunakan adalah 30 m x 30 m, sedangkan untuk citra ALOS resolusi tinggi digunakan resampling 2,5 m x 2,5 m.
2. Registrasi (*image-to-image registration*) dilakukan untuk menyamakan koordinat antara citra yang satu dengan citra lainnya. 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. Registrasi juga dilakukan antara citra dengan vektor atau antara vektor dengan vektor.
3. Georeferensi umumnya dilakukan pada citra-citra hasil scanning dan telah mempunyai bidang planimetri. Georeferensi adalah suatu proses memberikan

koordinat peta pada citra yang sesungguhnya sudah planimetris. Sebagai contoh, pemberian sistem koordinat suatu peta hasil dijitasi peta atau hasil scanning citra. Hasil dijitasi atau hasil scanning tersebut yang langsung tersebut sesungguhnya sudah datar (*planimetri*), hanya saja belum mempunyai koordinat peta yang benar. Georeferensi semata-mata merubah sistem koordinat peta dalam file citra, sedangkan grid dalam citra tidak berubah.

Tahap-tahap melakukan rektifikasi dan registrasi. Secara umum, tahapan melakukan rektifikasi adalah sebagai berikut (Jaya, 2005):

1. Memilih titik kontrol lapangan (*ground control point -GCP*) yang sedapat mungkin berupa titik-titik atau obyek yang tidak mudah berubah dalam jangka waktu lama misalnya belokan jalan, tugu di persimpangan jalan dan atau sudut-sudut gedung (bangunan). Hindari menggunakan belokan sungai atau delta sungai karena mudah berubah dalam jangka waktu tertentu. GCP juga harus tersebar merata pada citra yang akan dikoreksi.

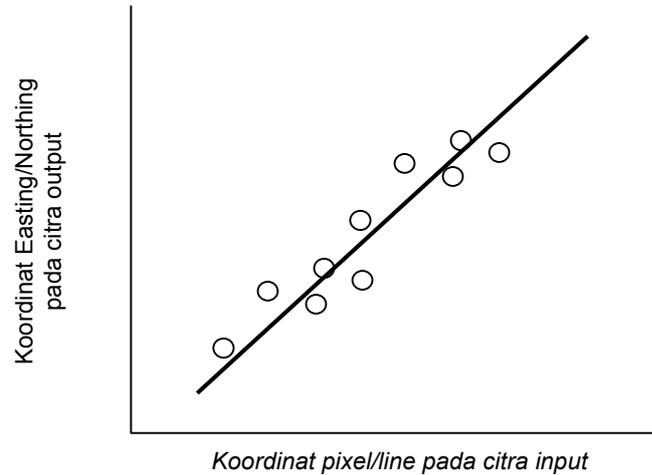


Gambar 2. Skema pemilihan GCP yang tampak pada citra dan peta

- Membuat persamaan transformasi yang digunakan untuk melakukan interpolasi spasial. Persamaan yang digunakan umumnya adalah persamaan transformasi polinomial ordo 1 yang sering disebut dengan *affine transformation* dan memerlukan (minimal 3 GCP). Secara grafis dapat dilihat pada Gambar 3.

$$p' = a_0 + a_1X + a_2Y$$

$$l' = b_0 + b_1X + b_2Y$$



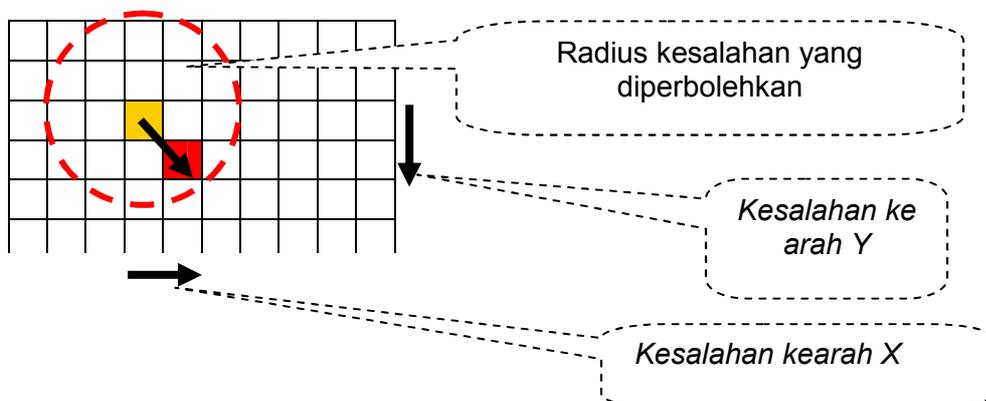
Gambar 3. Diagram pencar GCP dalam model linier

- Menghitung kesalahan (RMSE, *root mean squared error*) dari GCP yang terpilih dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{RMS Error} = \sqrt{(p_r - p_i)^2 + (l_r - l_i)^2}$$

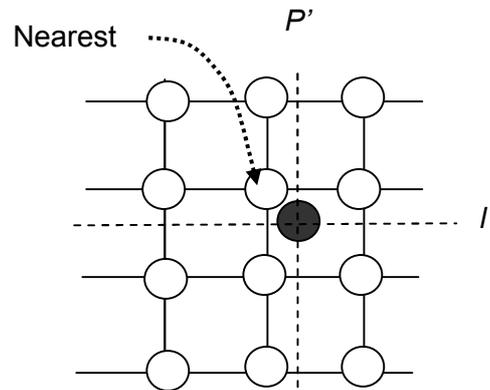
dimana p_r = koordinat piksel dugaan, p_i = koordinat piksel input, l_r = koordinat *line*/baris dugaan dan l_i = koordinat *line*/baris input.

Umumnya tidak boleh lebih besar dari 0,5 piksel (Gambar 4).

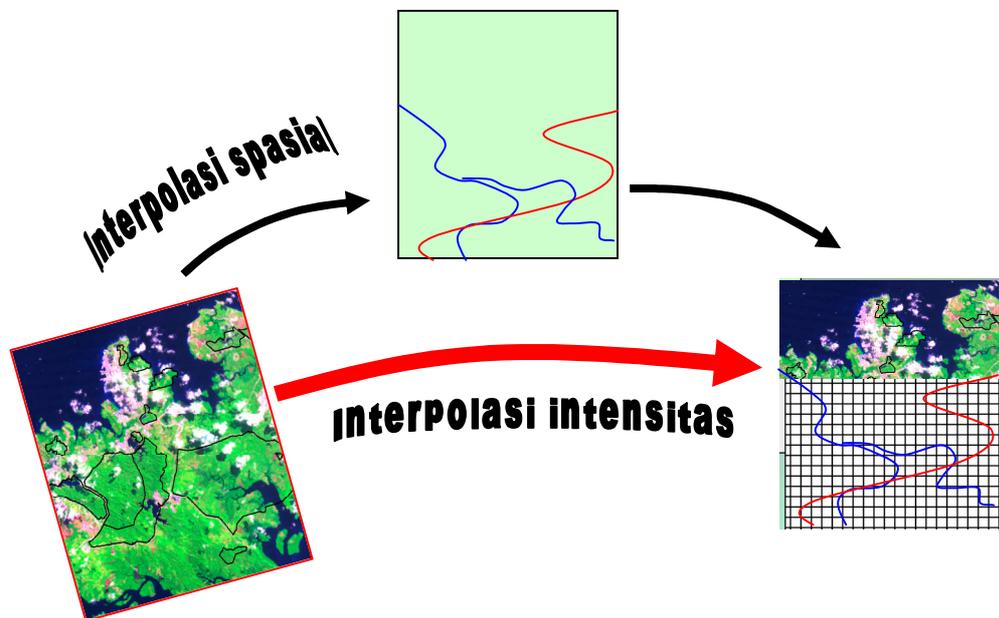


Gambar 4. Skema RMSE

4. Melakukan resampling interpolasi intensitas (nilai kecerahan) dengan salah satu metode berikut, yaitu, *nearest neighbourhood*, *bilinear* dan *convolution*. Jenis resampling yang dipergunakan agar nilai DN-nya tidak berubah adalah dengan metode *nearest neighbourhood*. Pelaksanaan proses interpolasi tersebut dapat disajikan dalam bentuk diagram seperti Gambar 5 dan 6 berikut.



Gambar 5. Skema metode *resampling* dengan *nearest neighbour*, *bilinear interpolation* dan *cubic convolution*



Gambar 6. Proses pengisian (*resampling*) nilai piksel citra baru dari nilai piksel citra asli

2.2.3. Desain sampling

Kegiatan sampling akan dilakukan di dua lokasi yaitu pulau Sumatera di wilayah HPH PT. Diamond Raya Timber dan di Kalimantan di wilayah Taman Nasional Sebangau. Oleh karena data hasil pengukuran akan diolah dan dianalisis secara statistik maka dibuat suatu rencana sampling berupa bagan sampling. Selain stratifikasi, pembuatan bagan sampling ini juga mempertimbangkan peta sebaran gambut. Secara garis besar maka langkah-langkah yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- a. Stratifikasi tutupan hutan pada citra ALOS AVNIR dan PRISM resolusi sedang.
Pada kegiatan ini; satuan tegakan (*stand unit*) yang digunakan sebagai satuan contoh merupakan kombinasi antara 3 (tiga) kelas kerapatan tegakan jarang (kerapatan 10 % - 40 %), sedang (41 % - 70 %) dan tinggi (>70 %). Dengan asumsi kelas kerapatan tegakan lengkap maka unit-unit tegakan yang akan dipergunakan pada mencakup semua kelas hasil interpretasi di citra.
- b. Penentuan lokasi contoh di lapangan
Pada survei lapangan ini jumlah klaster yang diamati sebanyak 45 klaster pada setiap lokasi studi (Sumatera dan Kalimantan). Setiap klaster terdiri atas 4 plot yang berukuran 0,1 Ha. Lokasi plot disebar di berbagai kelas kerapatan tegakan dan kelas kedalaman gambut dengan teknik peletakan contoh secara purposive sampling.
- c. Persiapan Teknik Pengumpulan Data Lapangan

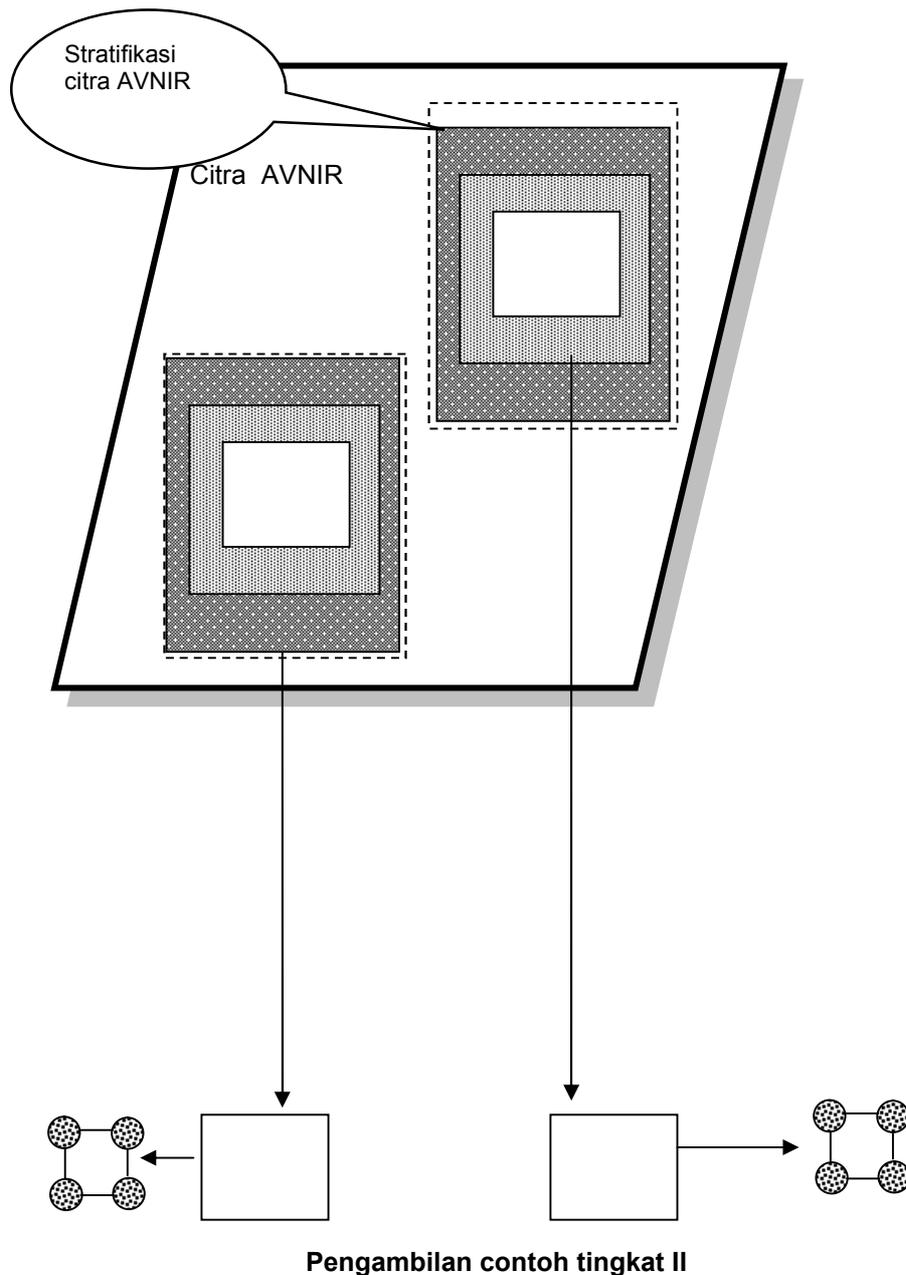
Persiapan teknik pengumpulan data di lapangan, mencakup :

(1). Penentuan Titik Awal/Titik Ikat

Titik awal/Titik Ikat adalah pengukuran dipilih suatu titik atau tempat yang lokasinya dapat ditentukan/diketahui dengan pasti, baik di lapangan maupun di peta. Titik ini digunakan sebagai pedoman dan permulaan gerak dalam rangka penentuan/peletakan lokasi-lokasi klaster yang telah direncanakan (ilustrasi Gambar 8).

Titik Ikat tersebut dapat terletak atau diletakkan baik di dalam maupun di luar klaster atau *training area*. Titik ikat "di luar" dapat dipilih apabila lokasi *training area* atau salah satu *training area* yang tergambar di dalam peta rancangan bagan dapat secara mudah didatangi di lapangan. Kondisi ini memungkinkan apabila lokasi klaster yang direncanakan mudah dikenali di lapangan berdasarkan peta kerja. Titik awal di "dalam" dipilih apabila lokasi klaster sulit ditentukan di lapangan karena lokasinya tidak memiliki ciri-ciri yang jelas, yang mudah dikenali baik dipeta maupun di lapangan. Posisi di "dalam" ini perlu mencari lokasi terbuka sehingga sinyal GPS tidak terganggu.

Posisi titik awal tersebut di lapangan ditentukan atas dasar gambaran tentang titik awal di peta, atau menggunakan *Global Positioning System* (GPS).



Gambar 7. Diagram pengambilan contoh pada tingkat I dan II.

Gambar 8. Letak unit contoh dalam klaster pada 1 (satu) lokasi *training area* (bawah)

(2). Pembuatan Klaster dan Unit Contoh

Klaster dan plot contoh adalah *training area* yang bagan lokasinya sudah direncanakan berdasarkan hasil pengolahan data ALOS AVNIR & PRISM. Posisinya di lapangan dicari dengan berpedoman pada titik awal yang sudah di ukur dan diketahui secara pasti lokasinya. Bentuk dan klaster ini adalah bujur sangkar dengan ukuran panjang sisi-sisinya 200 meter. Pada setiap sudut *training area* dibuat unit contoh berbentuk lingkaran dengan luas 0,1 Ha dengan jari-jari lingkaran 17,8 meter (lihat Gambar 8). Pada setiap unit contoh tersebut, dilakukan pengukuran dimensi pohon, yaitu diameter

pohon, tinggi pohon, jari-jari tajuk pohon serta pengukuran koordinat-koordinat pohon yang diukur.

(3). Pengukuran dan Pengamatan pada Plot-plot contoh

Pengukuran dimensi pohon di lapangan dilakukan pada setiap plot-plot contoh yang sudah direncanakan dan ditetapkan berdasarkan hasil interpretasi pada ALOS AVNIR & PRISM. Pengukuran dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya potensi volume tegakan berdasarkan perbedaan dimensi-dimensi tegakan yang dapat diukur/ ditafsir melalui citra-citra satelit tersebut.

Teknik Pengukuran Dimensi Pohon

(i). Pengukuran Diameter atau Keliling Pohon

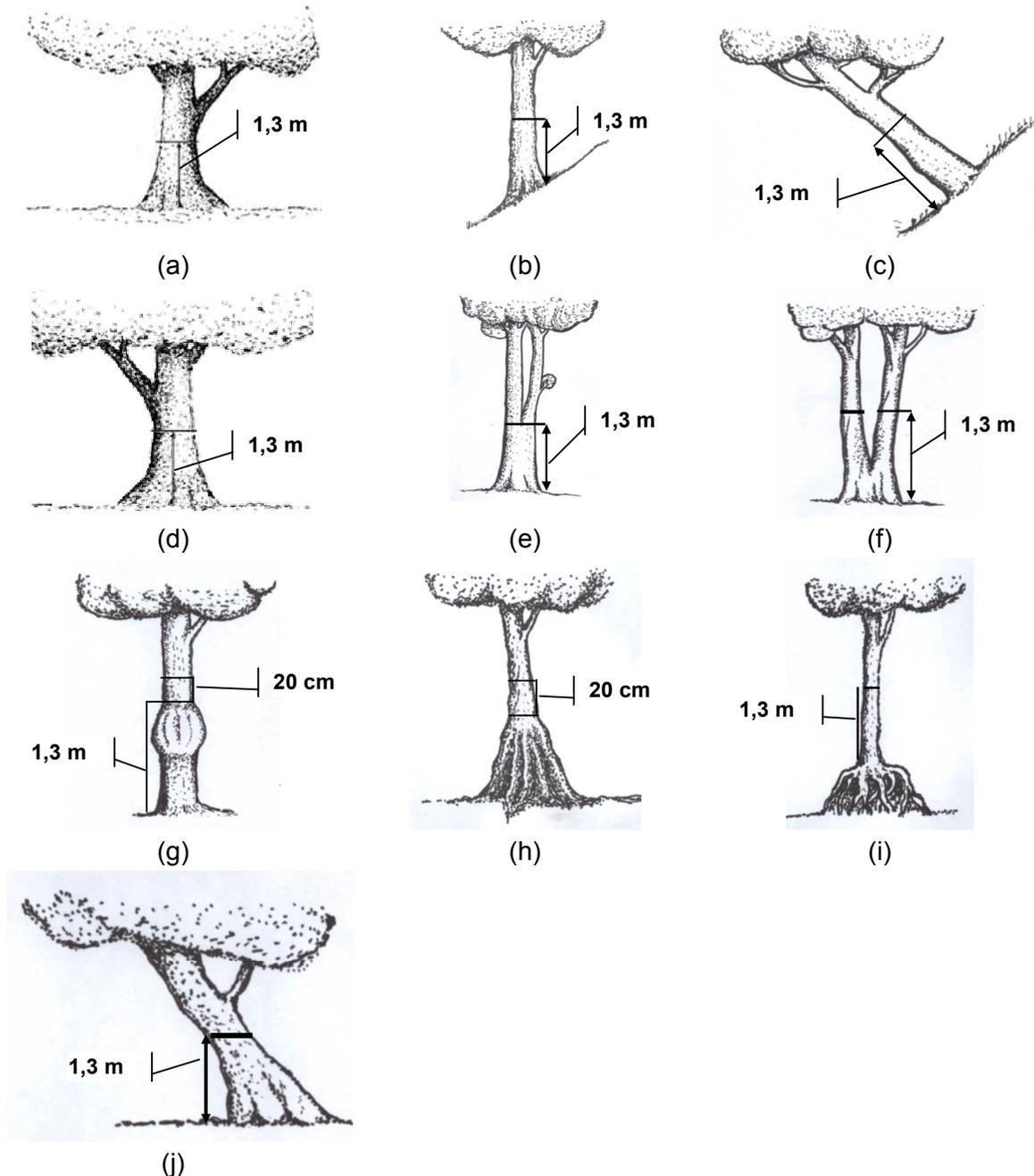
Dalam praktek-praktek pengelolaan hutan, pengukuran diameter pohon umumnya dilakukan pada ketinggian 1,3 meter (atau sekitar 4,5 feet) di atas pangkal pohon. Besaran ini dinamakan diameter setinggi dada (*diameter at breast height/dbh*).

Pengukuran pada ketinggian tersebut dilakukan terhadap pohon-pohon yang berdiri tegak. Akan tetapi tidak semua pohon memiliki kondisi tegak dan normal, sehingga untuk kepentingan keseragaman pengukuran, maka ada kesepakatan-kesepakatan teknis pengukuran diameter pohon. Beberapa ketentuan yang dimaksud antara lain bahwa bagi pohon-pohon yang posisi atau kondisinya :

- Pohon tegak di daerah datar (horisontal), *dbh*-nya diukur pada ketinggian 1,3 m di atas pangkal pohon atau permukaan tanah (Gambar 9a)
- Pohon tegak di daerah miring, *dbh*-nya diukur pada 1,3 m dari pangkal pohon atau permukaan tanah pada arah kemiringan yang tertinggi (Gambar 9b).
- Pohon miring di daerah miring, *dbh*-nya diukur pada ketinggian 1,3 m dari pangkal pohon atau permukaan tanah tegak lurus dengan permukaan tanah (Gambar 9c).
- Pohon bercabang yang tinggi percabangannya = 1,3 m, maka *dbh*-nya diukur pada kedua percabangannya pada ketinggian 1,3 m. (Gambar 9 d)
- Pohon bercabang yang tinggi percabangannya > 1,3 m, maka *dbh*-nya diukur pada ketinggian 1,3 m. (Gambar 9 e)
- Pohon bercabang yang tinggi percabangannya < 1,3 m, maka *dbh*-nya diukur pada kedua percabangannya pada ketinggian 1,3 m. Disini didapatkan 2 (dua) data diameter (Gambar 9 f)
- Pohon miring di daerah datar, maka *dbh*-nya diukur pada ketinggian 1,3 m tegak lurus dari tanah seperti dapat dilihat pada (Gambar 9 g).
- Pohon cacat/menggembung) pada ketinggian 1,3 m, *dbh* diukur pada ketinggian ± 20 cm di atas bagian yang menggembung tersebut (Gambar 9 h)
- Pohon berbanir yang ketinggian banirnya > 1,3 m, *dbh*-nya diukur pada ketinggian ± 20 cm di atas batas banir (Gambar 9 i)

- Pohon berakar tunjang > 1,3 m, *dbh*-nya diukur pada ketinggian ± 20 cm di atas puncak akar tunjang (Gambar 9 j)

Pohon-pohon yang diukur adalah pohon yang masih mempunyai perakaran dan secara teknis masih hidup.



Gambar 9. Posisi pengukuran diameter pohon setinggi dada

Jenis alat ukur diameter atau keliling batang pohon yang digunakan antara lain :

- Caliper atau apitan pohon ialah alat ukur diameter yang dibuat dari bahan yang stabil, biasanya dari baja atau aluminium. Pada Gambar 10 disajikan Caliper yang terbuat dari kayu, sedangkan Gambar 10c adalah caliper yang terbuat dari

aluminium. Bagi pohon-pohon besar dianggap kurang praktis. Cara pengukuran atau penggunaan alat ini dapat dilihat pada (Gambar 10d)

- *Biltmore stick* dapat digunakan untuk mengukur diameter pohon-pohon besar. Hanya saja hasil pengukurannya kurang teliti jika dibandingkan dengan menggunakan Caliper. Alat ini berbentuk seperti penggaris yang digunakan untuk mengukur diameter secara langsung. Teknik pengukuran menggunakan tongkat Biltmore disajikan pada Gambar 11.
- Pita ukur keliling (*girth tape*) merupakan alat ukur diameter yang berbentuk pita dibuat dari bahan plastik tebal atau baja. Skala "tape" ada yang langsung dalam ukuran diameter dan ada yang hanya ukuran keliling. Teknik pengukuran diameter dengan MTG disajikan pada Gambar 12. Hasil pengukuran berupa angka keliling (K) selanjutnya dapat dikonversi menjadi angka diameter (D_p) dengan rumus berikut:

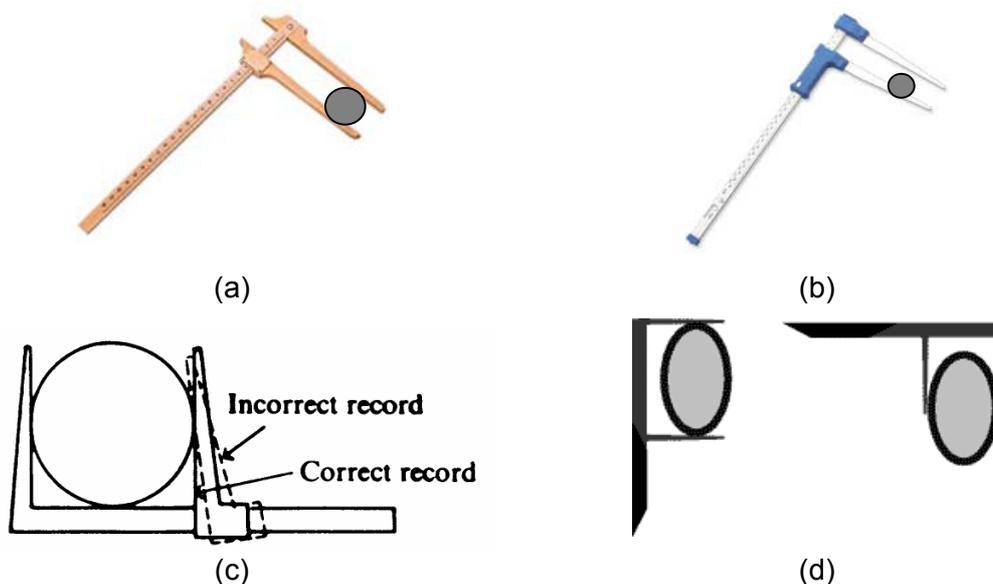
$$K = \pi \cdot D_p$$

$$D_p = (K : \pi)$$

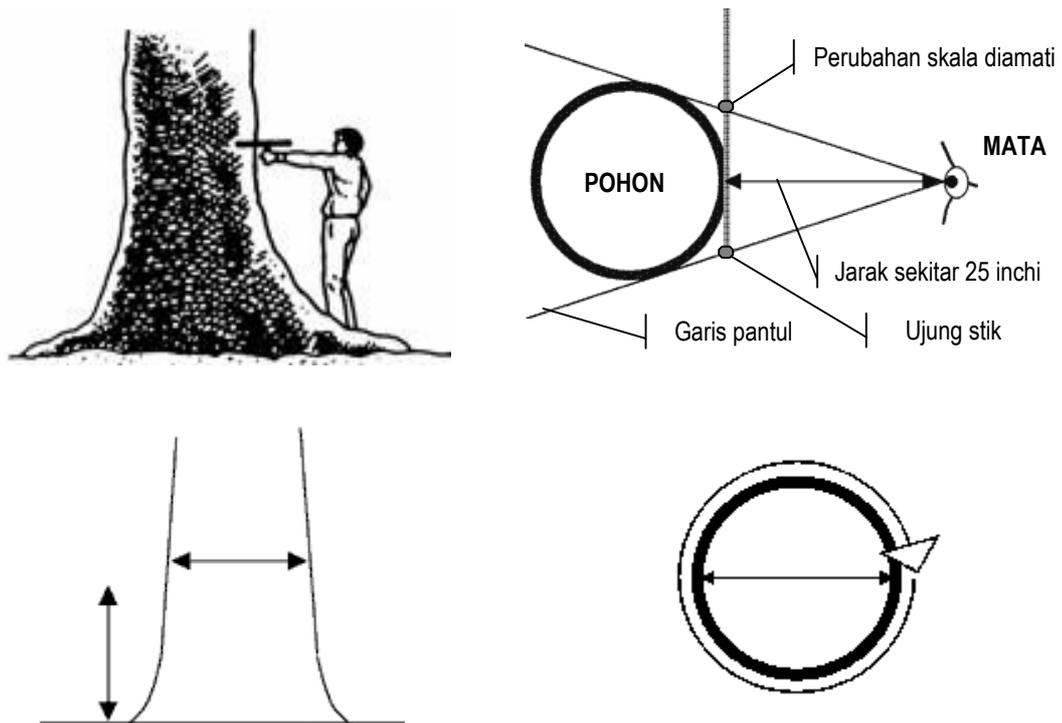
dimana π = konstanta (*phi*) sebesar 3,141592654

- Pita ukur diameter (*phi-band*) adalah alat ukur yang wujud dan bahannya sama dengan pita ukur keliling, namun angka skala pada alat langsung menunjukkan diameter pohon yang diukur.
- Alat ukur optis bekerja atas dasar prinsip-prinsip optis, yang salah satu diantaranya adalah *Spiegel Relascope Bitterlich* yang didisain oleh DR Walter Bitterlich, dan terdiri atas 3 (tiga) macam, yaitu :
 - *Spiegel* relaskop biasa
 - *Spiegel* relaskop sudut lebar (*wide angle SR*)
 - *Tele-relaskop*

Skala pengukuran diameter dengan *spiegel* relaskop dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 10. Caliper dan cara pengukuran diameter pohon dilihat dari arah vertikal



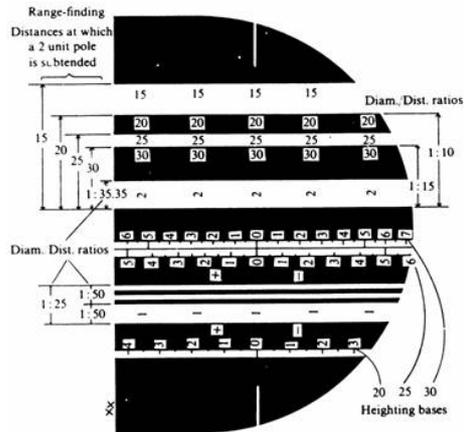
Gambar 11. Pengukuran dengan tongkat Biltmore (*Biltmore stick*) dilihat dari arah horisontal dan vertikal



Gambar 12. Teknik pengukuran diameter dengan MTG (*Measuring Tree Girth*)



(a)



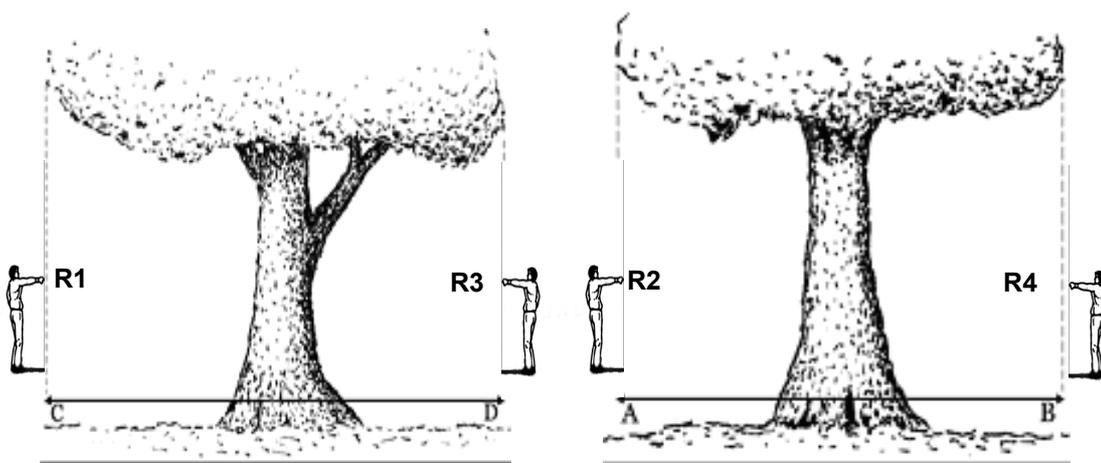
(b)

Gambar 13. Pengukuran dengan *spiegel* relaskop Bitterlich dilihat dari arah horizontal

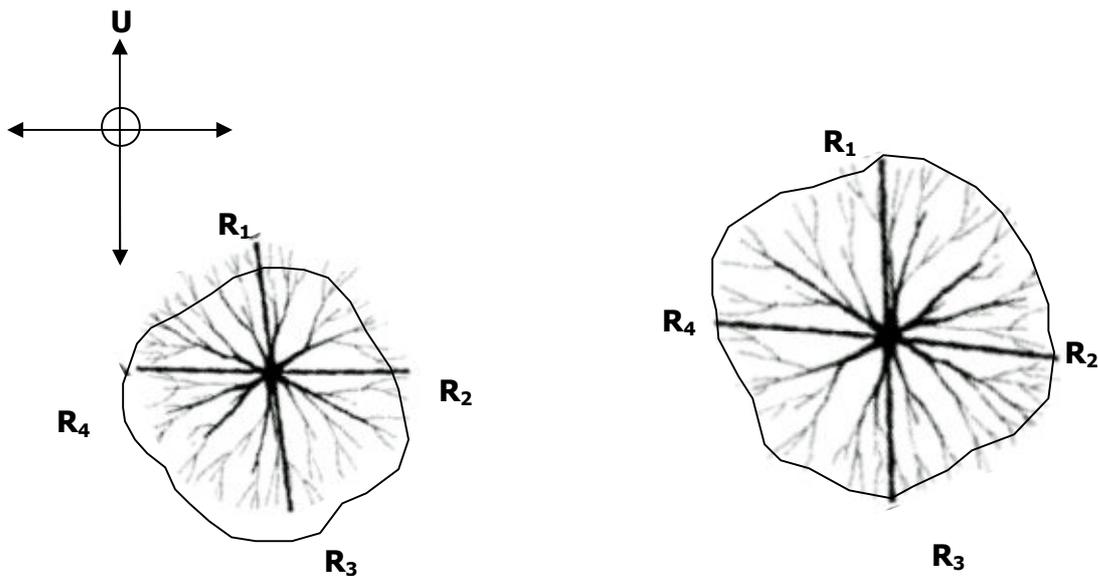
(ii) Pengukuran Diameter Tajuk Pohon

Untuk pohon-pohon tropis pengukuran diameter tajuk dilakukan sebanyak 2 (dua) kali dengan posisi saling tegak lurus. Secara teknis, pengukuran diameter tajuk dilakukan dengan mengukur jari-jari tajuk pohon sebanyak 4 (empat) kali dan saling tegak lurus menurut 4 (empat) arah mata angin utama (Utara, Timur, Selatan, Barat).

Cara pengukuran diameter tajuk pada arah tampak samping dapat dilihat pada Gambar 14 dan pada arah tampak atas dapat dilihat pada Gambar 15. Dalam pengukuran diameter tajuk ini diperhatikan posisi tajuk yang terlebar sebagai patokan awal pengukuran diameter atau jari-jari tajuknya dan selanjutnya diukur posisi diameter tajuk yang tegak lurus terhadap posisi pertama, sehingga diperoleh 4 (empat) jari-jari tajuk (R_1 , R_2 , R_3 dan R_4). Untuk memudahkan pencatatan (R_1 , R_2 , R_3 dan R_4) dimulai dari Utara kemudian Timur, Selatan dan Barat.



Gambar 14. Cara pengukuran dimensi tajuk (tampak samping)



Gambar 15. Cara pengukuran dimensi tajuk (tampak atas)

(iii). Pengukuran Tinggi Pohon

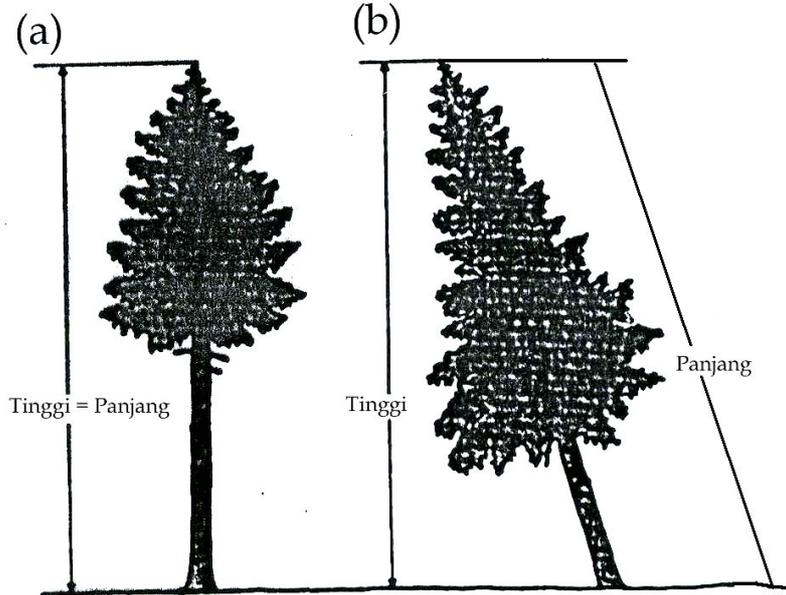
Tinggi pohon diukur dari permukaan tanah atau pangkal pohon sampai dengan ketinggian tertentu. Tinggi adalah jarak vertikal antara titik pangkal dengan pucuk pohon (Gambar 16). Tinggi yang diukur mencakup :

- Tinggi total yaitu tinggi sampai dengan puncak tajuk
- Tinggi sampai dengan titik pada batang berdiameter 7 (tujuh) cm atau 10 cm. Dimensi tinggi ini biasa disebut tinggi kayu tebal atau tinggi kayu pertukangan untuk jenis daun jarum
- Tinggi bebas cabang diukur sampai dengan cabang pertama, Tinggi bebas cabang disebut juga tinggi kayu pertukangan
- Tinggi sampai dengan batas banir
- Tinggi sampai dengan titik pada batang berdiameter sama dengan 0.5 kali diameter setinggi dada

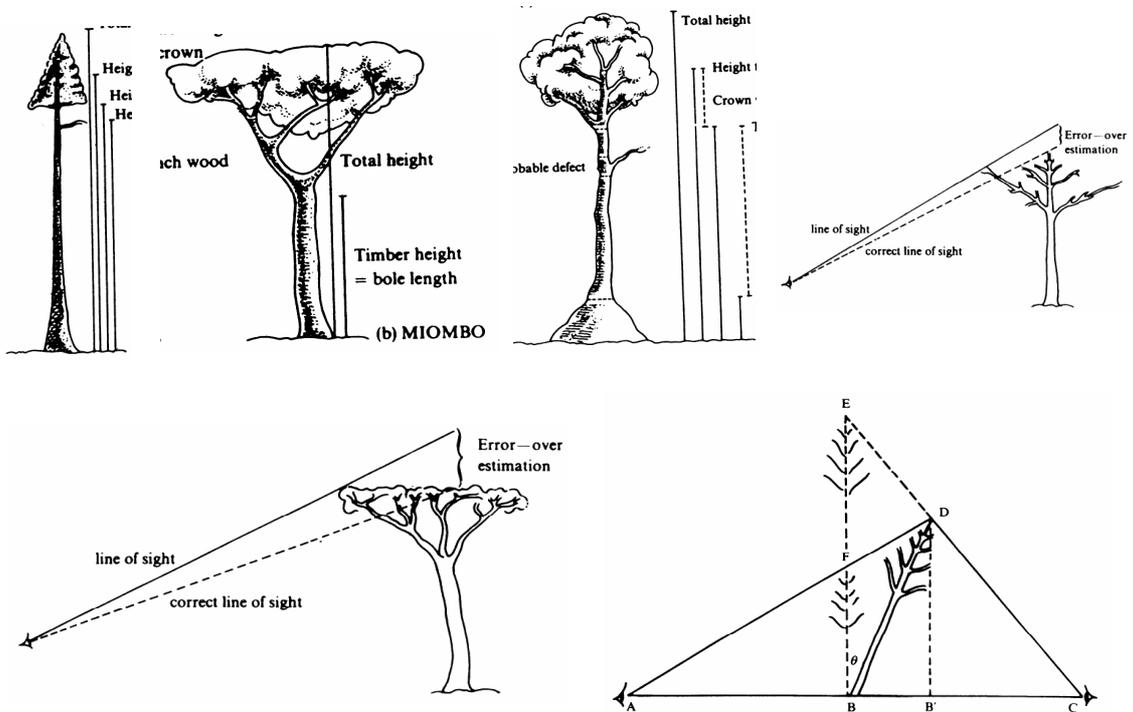
Cara pengukuran tinggi yang digunakan adalah menggunakan pengukuran secara tidak langsung :

- Pengukuran secara tidak langsung menggunakan alat ukur tinggi. Di sini perlu keseksamaan dalam melakukan pembidikan, sebab apabila salah maka akan mendapatkan angka tinggi yang salah, seperti dapat dilihat pada Gambar 17. Selain itu perlu ketepatan dalam pengukuran jarak bagi alat ukur yang menggunakan jarak datar, misalnya Haga hypsometer (Gambar 18). Berkaitan dengan alat ukur tinggi, maka dikenal ada 2 (dua) macam yaitu alat ukur tinggi atas dasar prinsip :
 - Trigonometri atas dasar unsur jarak datar dan sudut pandang pengukuran (Haga hypsometer)
 - Goniometri atau segitiga sebangun (Chrystenmeter ; Gambar 19)

Pengukuran pohon dengan Clinometer (Gambar 20). Selanjutnya, pengukuran tinggi secara tidak langsung dapat pula dilakukan dengan menggunakan/melalui sarana bantu berupa citra piktorial (potret udara atau citra satelit resolusi tinggi).



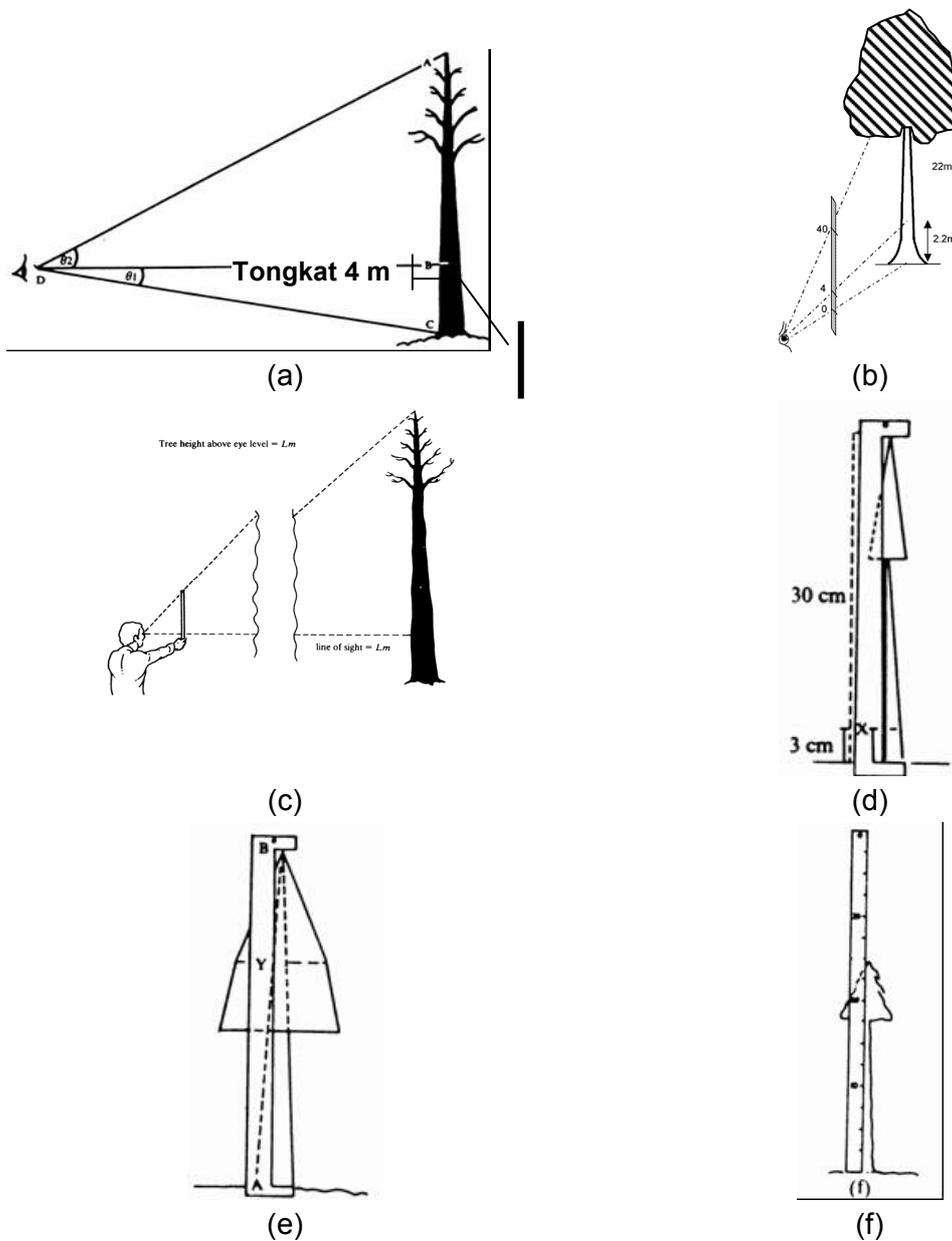
Gambar 16. Tinggi pohon vs panjang pohon



Gambar 17. Kesalahan pengukuran tinggi



Gambar 18. Pengukuran dengan Haga hypsometer



Gambar 19. Teknik pengukuran tinggi dengan Chrystenmeter yang bekerja menggunakan prinsip goniometri



Gambar 20. Teknik pengukuran tinggi pohon dengan Clinometer

(iv). Pencatatan Hasil Pengukuran Lapangan

Hasil pengukuran dimensi pohon setiap jenis pohon pada setiap unit contoh dan setiap training area dicatat dalam *tally sheet* (buku ukur) yang sudah dirancang sebelumnya. Ukuran koordinat-koordinat pohon-pohon yang diukur pada setiap unit contoh tersebut, juga dicatat dalam *tally sheet* yang sama.

Hutan Rawa (*Swamp Forest and Peat Swamp Forest*)

(1) Ciri-ciri Edafis dan Penyebarannya

- (i) *Swamp Forest* memiliki ciri: lantai tanah hutan tergenang air tawar, kedudukan di belakang hutan rawa payau, kedudukan tanah rendah. Luasnya sekitar 5,6 juta ha, mengikuti sungai-sungai besar di Sumatera dan Sulawesi terutama terdapat di pesisir Timur Sumatra, pesisir Barat Kalimantan dan di beberapa wilayah di Papua. Di Papua hutan jenis ini didominasi oleh sagu.
- (ii) Sedangkan *Peat Swamp Forest* memiliki ciri-ciri iklim selalu basah, dimana tanahnya tergenang air gambut dengan lapisan 1-20 meter. Kedudukan tanah rendah rata. Penyebarannya di Indonesia terdapat di Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah, Sumatera Selatan, dan Jambi. Luas di Indonesia sekitar 13 juta atau 10% dari luas seluruh hutan.

(2) Tumbuhan Dominan

- (i) Pada hutan rawa campuran, *Gonystylus bancanus* merupakan jenis dominan bersama dengan *Calophyllum*, dan untuk zona transisi untuk hutan sekunder *Palaquium burckii* adalah jenis dominan. Pada layer tengah dan bawah, *Neoscortechinia kurzii* dan *Stemonurus secundiflorus* banyak ditemui. Di hutan sekunder banyak ditemui jenis *Calophyllum retusum* (395 batang per ha), *Palaquium cochleariifolium* (225 batang per ha) dan *Diospyros evena*.
- (ii) Struktur tegakan.
Umumnya pada hutan primer terdiri dari 6 (enam) strata (*layer*), yaitu: *Upper Story, Middle Story, Lower Story, Under Story, Shrub, dan Herb*.

Pada pelaksanaan kegiatan ini, hutan rawa gambut diklasifikasi berdasarkan tingkat kerusakannya, yaitu menjadi kelas hutan:

a. Hutan Primer

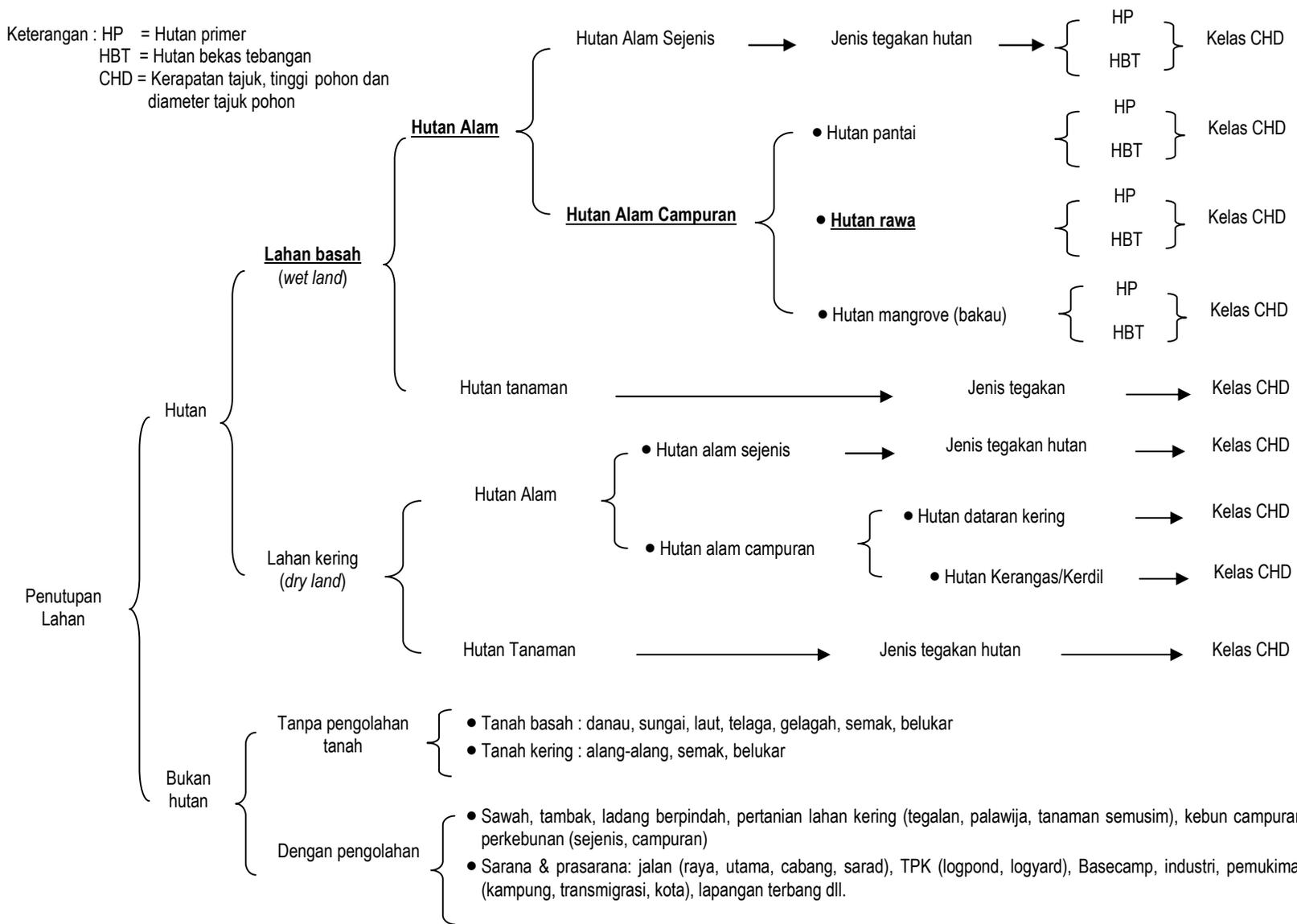
Hutan yang belum tersentuh, hutan asli pada kondisi alami. Hutan ini relatif tidak dipengaruhi oleh kegiatan manusia. Hutan primer sering mempunyai karakteristik *canopy* atas yang penuh dan biasanya terdiri dari beberapa *layer* di bawahnya. Lantai tanah umumnya bersih dari vegetasi berat karena dengan *canopy* yang penuh membuat sedikit cahaya yang masuk, yang diperlukan untuk pertumbuhan dari jenis tanaman bawah. Kadang-kadang ketika pohon tumbang, secara temporal terjadi "*light gap*" yang terbuka, membuat pertumbuhan dari jenis tanaman bawah. Hutan primer memiliki sangat banyak keragaman hayati.

b. Hutan Sekunder

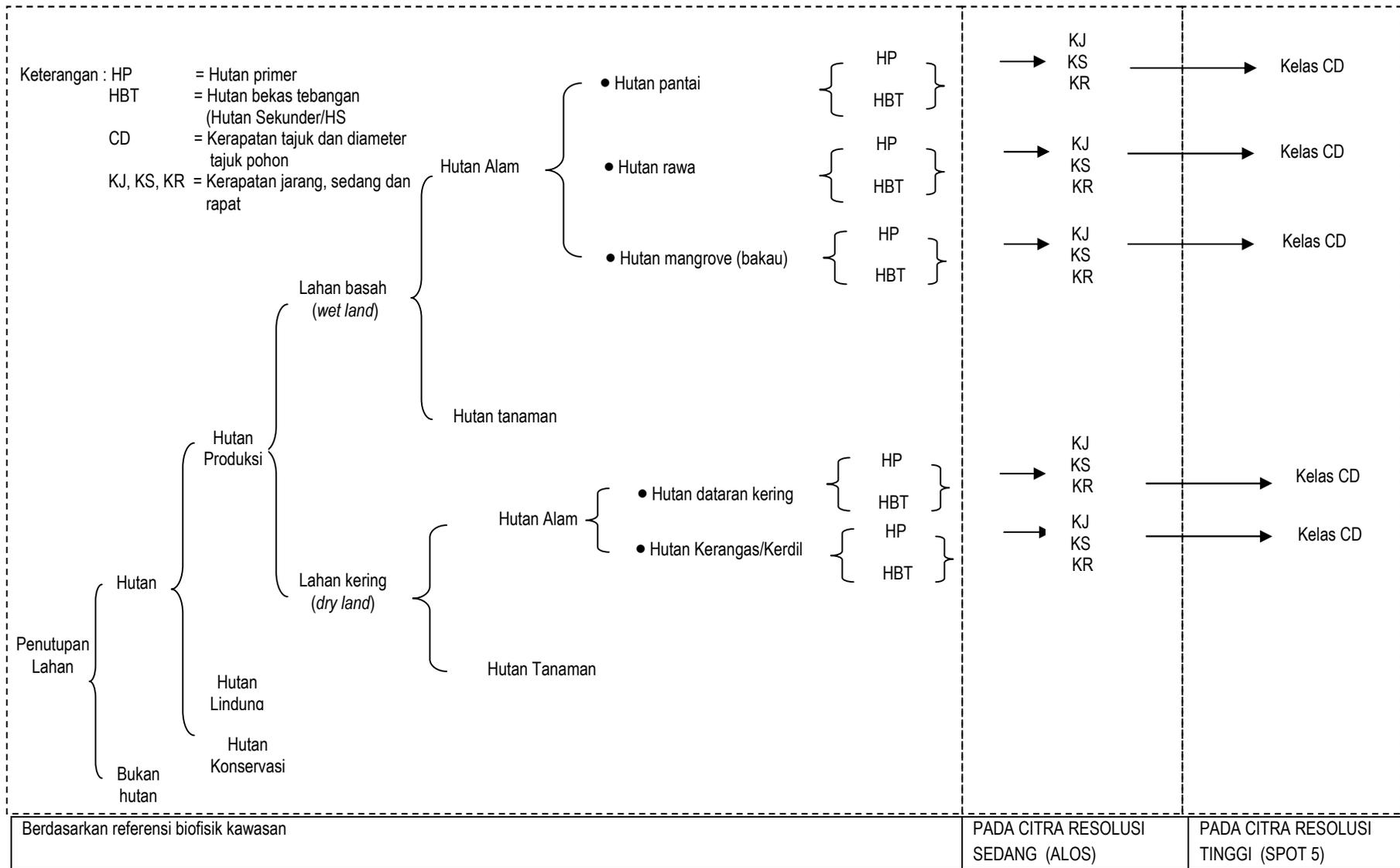
Hutan yang sudah terganggu dalam perjalanan hidupnya, alami atau tidak alami. Hutan sekunder bisa terbentuk oleh sejumlah sebab, dari perubahan hutan akibat penebangan selektif, akibat pembersihan dan pembakaran hutan yang kembali pulih menjadi hutan. Umumnya hutan sekunder mempunyai karakteristik (yang menandai tingkat kerusakan) sedikitnya perkembangan struktur *canopy*, sehingga lebih banyak cahaya yang menjangkau lantai hutan, dan adanya dukungan oleh keberadaan vegetasi bawah yang relatif lebih banyak.

Selanjutnya, pada setiap tipe dan kondisi kerusakan hutan dilakukan pembedaan atas tingkat kerapatannya (penutupan tajuk), diameter tajuk, kerapatan pohon, kelas tinggi dan atau kelas umur. Pada pekerjaan ini pembentukan kelas-kelas hutan dilakukan secara kualitatif menggunakan citra resolusi sedang (AVNIR), yaitu menjadi kelas hutan kerapatan jarang, kerapatan sedang dan kerapatan rapat. Gambar 21 merupakan diagram pohon berkaitan dengan pembentukan kelas-kelas hutan menggunakan potret udara (Jaya, 2005), sedangkan dalam kaitannya dengan pelaksanaan pekerjaan pengolahan citra ini, maka pembentukan kelas-kelas digambarkan pada Gambar 22.

Untuk mengekstrak hutan yang diduga ada tegakan ramannya dilakukan klasifikasi tutupan lahan, dan dioverlaykan dengan peta sebaran gambut Indonesia. Tahapan ekstraksi hutan rawa gambut (*Peat Swamp Forest*) dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 21. Klasifikasi hutan di Indonesia



Gambar 22. Skema klasifikasi menggunakan citra Landsat AVNIR

2.2.4. Keluaran

Dalam kegiatan ini ditargetkan mendapatkan hasil berupa :

1. Data dan peta hasil penafsiran kelas kerapatan tegakan citra resolusi sedang berdasarkan perbedaan kenampakan citra pada layar monitor dengan digitasi *on screen*.
2. Data dan peta hasil penafsiran kelas kerapatan tegakan citra resolusi tinggi berdasarkan perbedaan kenampakan citra pada layar monitor dengan digitasi *on screen*.
3. Desain sampling untuk pelaksanaan pengambilan data lapangan

III. ORGANISASI DAN TATA WAKTU

3.1. Organisasi

Personalia yang melaksanakan dalam kegiatan ini sebagai berikut :

1. Tenaga interpretasi citra terdiri dari 4 orang, dengan 2 orang supervisor
2. Tenaga desain sampling terdiri dari 2 orang, dengan satu orang supervisor
3. Rencana Tim Survei Lapangan
 - a. Tenaga supervisi yang terdiri dari 2 (tiga) orang untuk mengurus perizinan dan menetapkan lokasi di lapangan.
 - b. Jumlah tenaga survei seluruhnya 5 regu pada setiap regu terdiri atas 6 (enam) orang dengan kualifikasi pekerjaan sebagai berikut :
 - (1) Ketua Regu sekaligus sebagai pencatat data : 1 (satu) orang
 - (2) Perintis dan pemegang kompas : 1 (satu) orang
 - (3) Pengenal Pohon : 1 (satu) orang
 - (4) Pengukur diameter pohon dan diameter tajuk : 1 (satu) orang
 - (5) Pengukur tinggi pohon dan penentu jarak serta luas plot : 1 (satu) orang
 - (6) Pembawa perlengkapan sekaligus sebagai juru masak : 1 (satu) orang
4. Tim administrasi dan rekapitulasi data terdiri atas 5 (lima) orang merekap data hasil survai dan 2 (dua) orang petugas administrasi.
5. Tim Nara Sumber terdiri atas 2 (tiga) orang yang berkompeten dengan bidang kegiatan yang dijalankan.

3.2 Tata Waktu

Kegiatan pemilihan metode, pengadaan citra satelit dan interpretasinya dilakukan pada bulan Juni 2009 dengan perincian waktu dan kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis kegiatan dan tata waktu pelaksanaan kegiatan

No.	Jenis Kegiatan	Waktu Kegiatan (hari)
A.	PERSIAPAN	
1.	Review laporan dan tulisan metode inventarisasi cepat (quick inventory)	7
2.	Pengumpulan data citra resolusi sedang dan tinggi	
3.	Pengumpulan data dan peta tematik pendukung lainnya	
4.	Penyiapan piranti lunak dan piranti keras pendukung	
B.	PRA-PENGOLAHAN CITRA	
1.	Koreksi geometris (rektifikasi)	5
2.	Registrasi (image-to-image)	3
C.	PENGOLAHAN DATA CITRA	
1.	Interpretasi citra SPOT 5 dan AVNIR	14
D.	PENENTUAN LOKASI CONTOH	2

Tahapan kegiatan di atas dilaksanakan secara berurutan atau bersamaan waktunya dengan jenis kegiatan lain. Tabel 1. memberikan urutan dan tata waktu kegiatan.

Tabel 2. Jadwal pelaksanaan pekerjaan/kegiatan

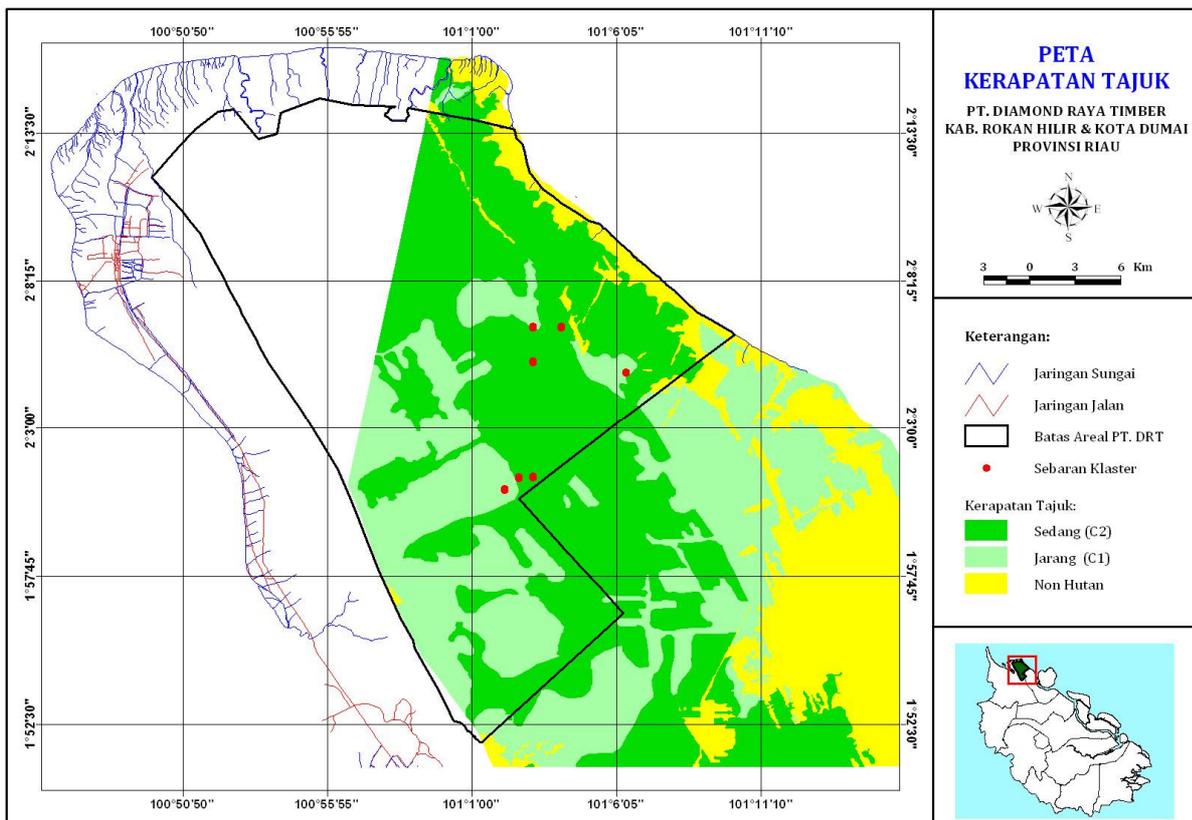
No.	Jenis Kegiatan	Bulan												Ket	
		Mei				June				Juli					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
A.	PERSIAPAN														
1.	Review laporan dan tulisan metode inventarisasi cepat (quick inventory)														
2.	Pengumpulan data citra resolusi sedang dan tinggi														
3.	Pengumpulan data dan peta tematik pendukung lainnya														
4.	Penyiapan piranti lunak dan piranti keras pendukung														
B.	PRA-PENGOLAHAN CITRA														
1.	Koreksi geometris (rektifikasi)														
2.	Registrasi (image-to-image)														
C.	PENGOLAHAN DATA CITRA														
1.	Interpretasi citra														
D.	PENENTUAN LOKASI CONTOH														

IV. HASIL INTERPRETASI CITRA

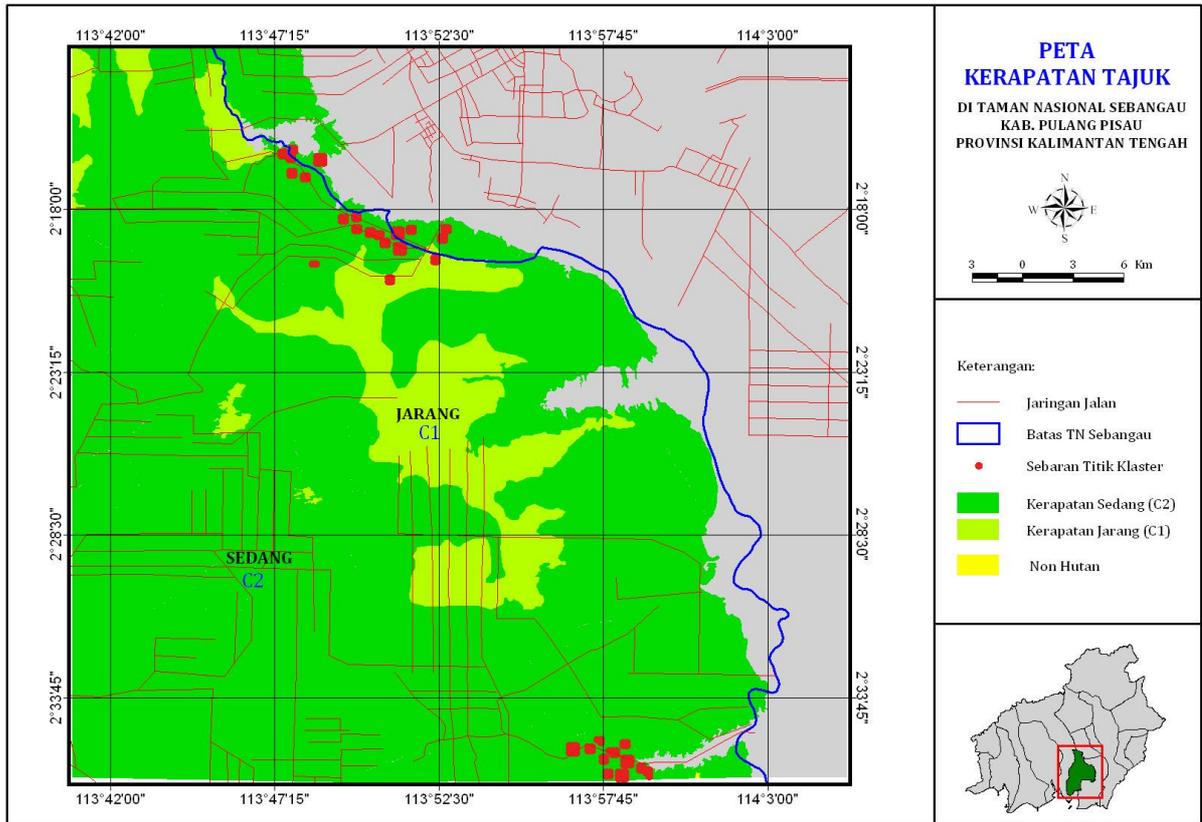
Citra satelit yang diinterpretasi adalah citra ALOS AVNIR dan LANDSAT yang melingkupi wilayah konsesi HPH PT Diamond Raya Timber Riau dan kawasan Taman Nasional Sebangau Kalimantan Tengah.

4.1. Kelas kerapatan tajuk pada citra

Kerapatan tajuk tegakan yang diinterpretasi dari citra ALOS AVNIR dikelaskan ke dalam tiga kelas yaitu kelas C1 (10% - 40%), C2 (41 % - 70 %), dan C3 (>70 %). Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit ALOS, area HPH PT. DRT Riau sebagian besar berkerapatan tajuk C2 (59.33 % luas area) dan kerapatan tajuk C1 (34.2 % luas area). Sedangkan kelas kerapatan tajuk di area Taman Nasional Sebangau sebagian besar adalah kerapatan tajuk C2 dengan proporsi luas sekitar 83,23% dan kerapatan tajuk C1 dengan proporsi luas sekitar 12.24 %. Secara jelas sebaran kelas kerapatan tajuk dapat dilihat pada Gambar 23 dan Gambar 24.



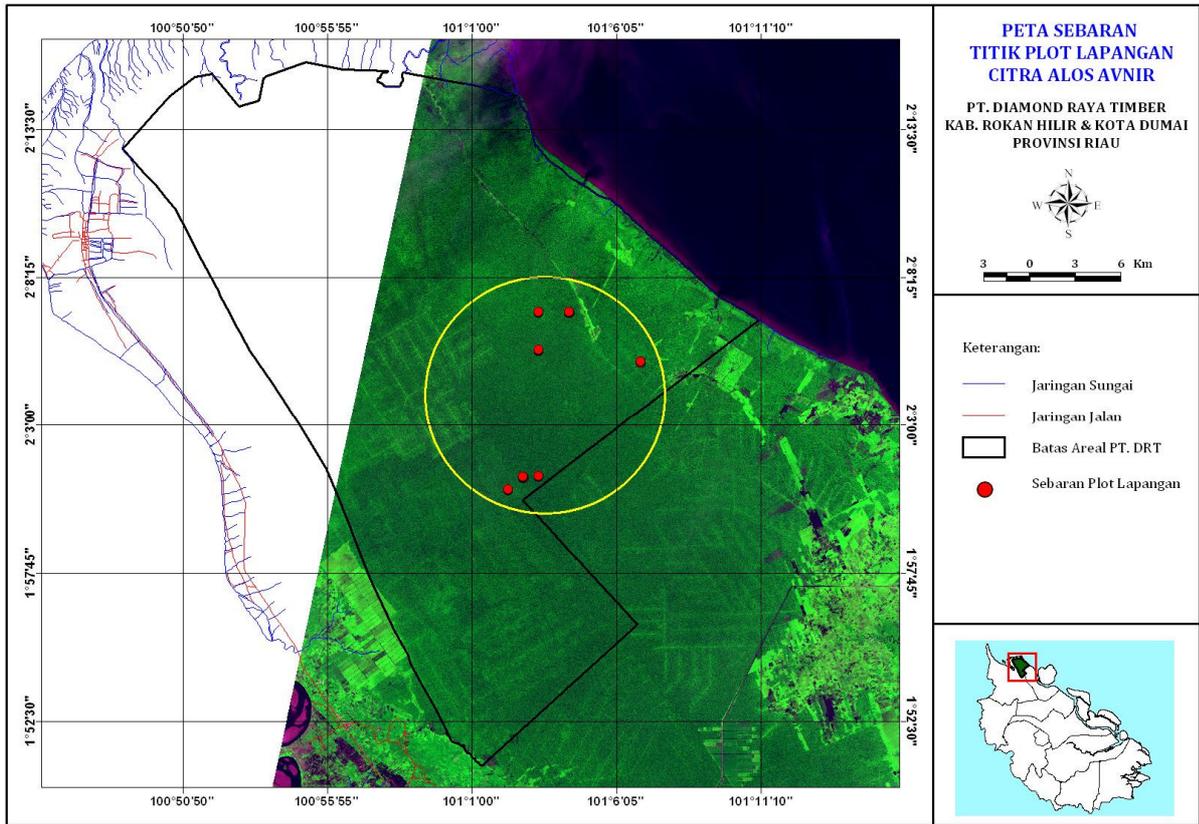
Gambar 23. Peta kerapatan tajuk tegakan di area HPH PT. Diamond Raya Timber - Riau



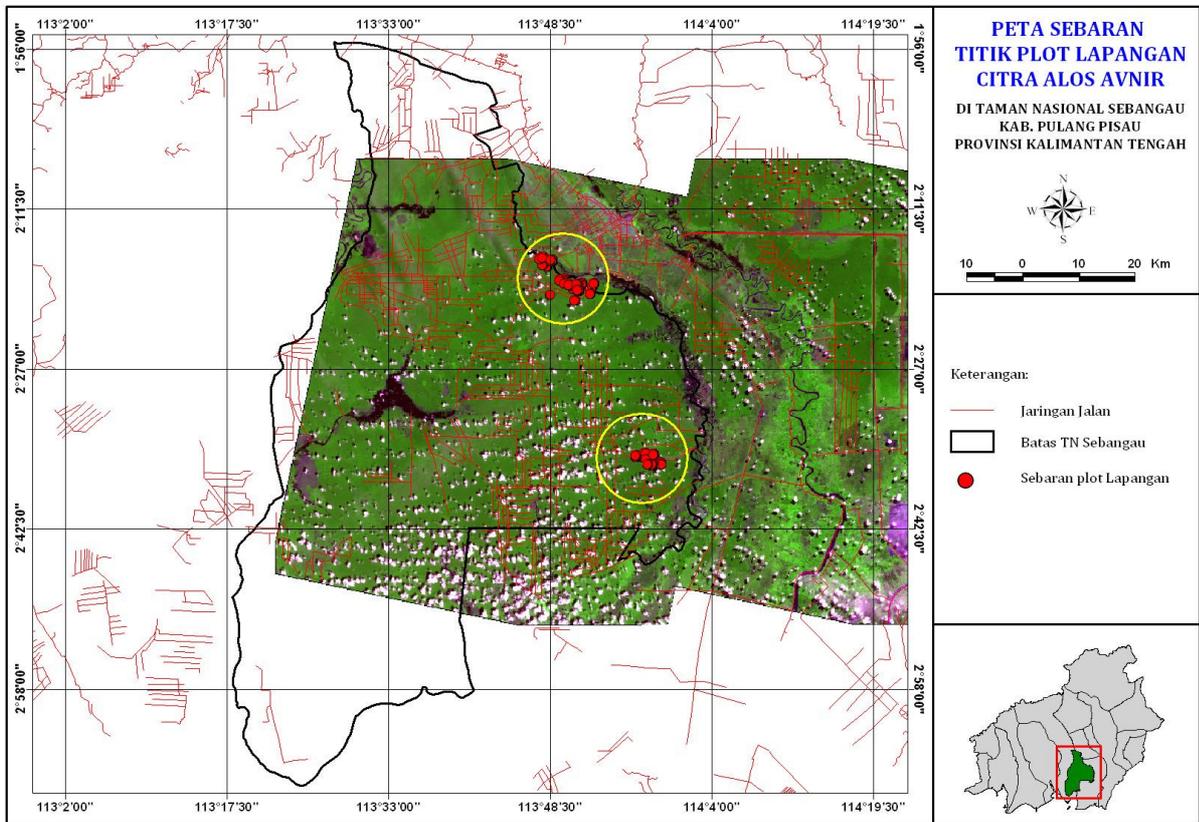
Gambar 24. Peta kerapatan tajuk tegakan di Taman Nasional Sebangau – Palangkaraya

4.2. Sebaran rencana klaster

Untuk keperluan pengambilan data lapangan dibuat beberapa klaster yang disusun diletakkan berdasarkan kelas kerapatan tajuk dan kelas kedalaman gambut. Untuk keperluan keterwakilan jumlah strata dan kelas kedalaman gambut serta untuk keperluan validasi model dibuat sebanyak 54 klaster untuk masing lokasi di PT. DRT- Riau dan Taman Nasional Sebangau - Kalimantan Tengah. Sebaran penempatan klaster dapat dilihat pada Gambar 25 dan Gambar 26.



Gambar 25. Peta sebaran klaster di area HPH PT. Diamond Raya Timber - Riau



Gambar 26. Peta sebaran klaster di kawasan Taman Nasional Sebangau – Kalteng

V. PENUTUP

Pemilihan citra satelit resolusi sedang ALOS AVNIR ini dapat memberikan hasil penafsiran kerapatan tegakan cukup baik. Hasil penafsiran ini kemudian digunakan untuk menentukan lokasi contoh dan jumlah contoh yang diperlukan untuk menduga potensi tegakan. Sebaran contoh berupa klaster digambarkan dalam peta sebaran klaster yang akan digunakan sebagai panduan lapangan. Diharapkan dengan telah dibuatkan desain contoh dan peta sebaran klaster mempermudah pekerjaan lapangan, serta menghasilkan data yang lengkap dan akurat.

PUSTAKA

- Badan Planologi Kehutanan, 2007. Pengolahan citra resolusi tinggi dalam rangka penaksiran sumber daya hutan pulau Sumatera. Jakarta
- Cochran, W.G., 1960. Sampling Techniques. New York. John Wiley and Sons. 330 p.
- Forest Resources Glossary and Definition of Terms:<http://forestry.about.com/library/glossary/blforqsx.htm>. [December 7, 2008]
- Howard, J.A. Remote sensing of Forest Resources. Theory and Application. London. Chapman and Hall. 420 p
- Husch, B. 1963. Forest Mensuration and Statistics. The Ronald Press Company. NY
- Jaya, I N. S. 2006, Laporan Penaksiran Resolusi Tinggi. Kerjasama antara Departemen Kehutanan dengan PT Rasicipta Consultama. Tidak diterbitkan
- Shiver, B.D and B.E. Borders. 1996. Sampling Tehniques for Forest Resources Inventory. New York. John Wiley and Sons. 356 p.
- Philip, MS., 19 Measuring Trees and Forest. CAB International. Cambridge. University Press.
- Indonesia's Work Programme For 2008 Itto-Cites Project. Review of The Existing Methods and Design For Ramin Inventory in Peat Swamp. Prosiding Technical Workshop. 2008.

Indonesia's Work Programme for 2008 ITTO CITES Project
Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam
Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan, Indonesia
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor-Indonesia
Telepon : 62-251- 8633234
Fax : 62-251-8638111
E-mail : raminpd426@yahoo.co.id