

**ESTIMASI NILAI DAN KORELASI BIOMASSA TERHADAP  
NILAI NDVI BERBASIS METODE POLARIMETRIK SAR  
PADA CITRA *QUAD-POL* ALOS PALSAR TAHUN 2007**

**Narendra Sava Hanung, Yudo Prasetyo, Andri Suprayogi<sup>\*)</sup>**

<sup>\*)</sup>Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788  
email : savahanung11@yahoo.com

**ABSTRAK**

Salah satu cara menahan kenaikan suhu permukaan bumi adalah mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Melalui fotosintesis, CO<sub>2</sub> diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa. Kandungan karbon absolut dalam biomassa pada waktu tertentu dikenal dengan istilah stok karbon (*carbon stock*). Adanya program REDD+ memungkinkan negara berkembang untuk mendapat insentif dari penyerapan karbon. Oleh karena itu perlu adanya perhitungan biomassa yang efisien dan akurat sehingga dapat mengetahui stok karbon dalam suatu area yang luas.

Salah satu cara untuk mengestimasi nilai biomassa adalah dengan metode penginderaan jauh. Dengan metode penginderaan jauh estimasi nilai biomassa dapat dilakukan tanpa harus ke lapangan langsung sehingga lebih menghemat biaya, tenaga, dan waktu. Metode penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode polarimetrik SAR dengan memanfaatkan citra ALOS PALSAR Kabupaten Subang tahun 2007.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah biomassa dengan metode polarimetrik SAR, menganalisis perbandingan nilai biomassa di Kabupaten Subang dengan penelitian sebelumnya, menganalisis hubungan antara nilai biomassa dengan nilai NDVI, dan untuk menganalisis peta estimasi nilai biomassa dan tutupan lahan di Kabupaten Subang tahun 2007.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai biomassa masing-masing tutupan lahan sebagai berikut. Untuk tutupan lahan hutan adalah 466,061 ton/ha. Untuk tutupan lahan hutan jarang adalah 244,122 ton/ha. Untuk tutupan lahan perkebunan adalah 183,587 ton/ha. Untuk tutupan lahan pemukiman adalah 108,949 ton/ha. Untuk tutupan lahan perairan adalah 7,137 ton/ha. Hasil regresi linear antara nilai NDVI dengan nilai biomassa yaitu  $y=240,99x + 26,668$  dan nilai  $R^2=0,7181$ . Hasil klasifikasi tutupan lahan citra ALOS PALSAR dengan metode *Scattering Model-Based Unsupervised Classification* memberikan nilai *overall accuracy* dari matriks konfusi yaitu 49% nilai koefisien kappa bernilai 40%.

**Kata Kunci :** Biomassa, Polarimetrik SAR, NDVI, ALOS PALSAR.

**ABSTRACT**

*One way to hold the temperature rise of the earth's surface is to reduce greenhouse effect emissions. Through photosynthesis, the CO<sub>2</sub> is absorbed and converted by plants into organic carbon in the form of biomass. Absolute carbon content in the biomass at a certain time is known as the carbon stock. The existence of the REDD+ program enables develop countries to have the incentive of carbon absorption. Therefore it is necessary for calculating the biomass which is efficient and effective so it is able to determine the carbon stock in a large area.*

*One way to estimate the value of the biomass is by remote sensing method. The remote sensing method can estimate the value of the biomass without having to pitch directly to savings, energy and time. The Remote sensing method which was used in this study is the polarimetric SAR method using ALOS PALSAR at Subang in 2007.*

*The aim of this study was to determine the amount of biomass with the polarimetric SAR method, analyzing the comparative the biomass value in Subang with previous studies, analyzing the relationship between the biomass value with the NDVI value and analyzing the distribution maps the biomass value and land cover in Subang in 2007.*

*The results from this study showed the value of the biomass of each land cover like these. They are forest cover is 466.061 tons/ha, sparse woods cover is 244.122 tons/ha, plantation cover is 183.587 tons/ha, residential cover is 108.949 tons/ha and waters cover is 7.137 tons/ha. The result of linear regression between NDVI values with biomass value is  $y = 240.99x + 26.668$  and the value of  $R^2 = 0.7181$ . The Result of land cover classification ALOS PALSAR by using *Scattering Model-Based Unsupervised Classification* method have given overall accuracy value from confusion matrix is 49% and kappa coefficient value is 40%.*

**Key words:** Biomass, Polarimetric SAR, NDVI, ALOS PALSAR

<sup>\*)</sup> Penulis, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1. Latar Belakang

Peningkatan laju emisi Gas Rumah Kaca (GRK) seperti CO<sub>2</sub> secara global menimbulkan ancaman terhadap *global warming* dan *climate change*. GRK merupakan suatu istilah untuk kelompok gas yang menjaga suhu permukaan bumi agar tetap hangat.

Salah satu cara menahan kenaikan suhu permukaan bumi adalah mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) hasil aktivitas manusia, yang dilakukan antara lain dengan menggunakan bahan bakar dari sumber energi yang lebih bersih, seperti beralih dari batubara ke gas, atau menggunakan sumber energi terbarukan seperti tenaga matahari atau tenaga surya. Selain itu, mengurangi penggunaan bahan bakar untuk kendaraan bermotor dan menghemat listrik juga mengurangi emisi GRK. Serangkaian upaya untuk mengurangi emisi GRK tersebut disebut mitigasi.

Penurunan GRK di atmosfer, terutama CO<sub>2</sub>, tidak hanya dengan menurunkan emisi, tetapi perlu diiringi dengan meningkatkan penyerapan GRK tersebut. Melalui fotosintesis, CO<sub>2</sub> diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa. Kandungan karbon absolut dalam biomassa pada waktu tertentu dikenal dengan istilah stok karbon (*carbon stock*).

Program Penurunan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi hutan, plus konservasi, pengelolaan hutan lestari, dan peningkatan stok karbon hutan (*Reduce Emissions from Deforestation and forest Degradation, and foster conservation, sustainable management of forests, and enhancement of forest carbon stocks* atau REDD+) merupakan salah satu program yang memungkinkan negara-negara berkembang untuk melindungi hutan mereka untuk mendapatkan insentif dari penyerapan karbon atau mengurangi emisi dari kebakaran hutan dan kerusakan lainnya.

Perlu adanya perhitungan biomassa yang efisien dan akurat sehingga dapat mengetahui stok karbon dalam suatu area yang luas. Sehingga dengan mengetahui stok karbon tersebut, emisi GRK dapat diturunkan dengan cara melindungi dan melestarikan hutan di area tersebut. Negara-negara berkembangpun bisa mendapat insentif dari program REDD+.

Untuk melakukan perhitungan biomassa ada beberapa cara yang bisa dilakukan, diantaranya yaitu sampling dengan permanen (*destructive sampling*), sampling tanpa permanen (*non-destructive sampling*) dan teknologi penginderaan jauh. Metode sampling dengan permanen dan sampling tanpa permanen dilakukan dengan langsung ke lapangan sehingga membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang besar. Dengan adanya teknologi penginderaan jauh, estimasi biomassa ini bisa dilakukan tanpa harus ke

lapangan sehingga bisa menghemat waktu, tenaga, dan biaya. Pada penelitian ini akan dilakukan estimasi biomassa di wilayah Kabupaten Subang dengan menggunakan citra satelit ALOS PALSAR 2007.

### I.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka rumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai total biomassa di wilayah Kabupaten Subang berdasarkan algoritma *Water Cloud Model* (WCM) pada masing-masing tutupan lahan dengan model *Freeman and Durden Decomposition* berbasis metode polarimetrik SAR?
2. Bagaimana analisis hubungan antara nilai biomassa dengan nilai NDVI?
3. Bagaimana hubungan antara hasil nilai biomassa hitungan terhadap hasil nilai biomassa penelitian sebelumnya (Ragajaya, R.2012)?
4. Bagaimana tingkat ketelitian hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *scattering model-based unsupervised classification* berdasarkan nilai matriks konfusi?

### I.3. Batasan Masalah

1. Data citra satelit ALOS PALSAR *quad-polarisation* tahun 2007 dan citra Landsat 5 tahun 2007.
2. Metode yang digunakan untuk mengestimasi biomassa yaitu Polarimetrik SAR dengan model *Freeman and Durden Decomposition*.
3. Metode yang digunakan untuk klasifikasi citra ALOS PALSAR yaitu *scattering model-based unsupervised classification*.
4. Metode *speckle filtering* yang digunakan yaitu *Gaussian Filter*.
5. Parameter-parameter yang digunakan untuk mengestimasi biomassa merupakan parameter untuk daerah *boreal forest*.

### I.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui jumlah biomassa dengan metode Polarimetrik SAR.
2. Untuk menganalisis perbandingan nilai biomassa di Kabupaten Subang dengan penelitian sebelumnya.
3. Untuk menganalisis hubungan antara nilai biomassa dengan nilai NDVI.
4. Untuk menganalisis peta sebaran biomassa dan tutupan lahan di Kabupaten Subang tahun 2007.

Manfaat dari segi kelimuan:

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jumlah biomassa di suatu daerah.
2. Metode penginderaan jauh dapat dijadikan sebuah opsi untuk menentukan jumlah biomassa dan stok karbon di suatu daerah.  
Manfaat dari segi kerekayasaan:  
Penelitian ini bermanfaat untuk berbagai keperluan diantaranya memberikan solusi dalam perhitungan biomassa maupun stok karbon (*C-stoks*) dalam area yang luas dengan menghemat waktu, biaya, dsb sehingga lebih efisien.

**II. Tinjauan Pustaka**

**II.1. Konsep Umum Biomassa**

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu (*a glossary by the IPCC,1995*). Biomassa juga didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997).

Terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu (a) sampling dengan pemanenan (*Destructive sampling*) secara *in situ*; (b) sampling tanpa pemanenan (*Non-destructive sampling*) dengan data pendataan hutan secara *in situ*; (c) penginderaan jauh; dan (d) pembuatan model (Sutaryo, 2009).

Dalam penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh untuk mengestimasi nilai biomassa. Data penginderaan jauh yang digunakan adalah data citra ALOS PALSAR yang merupakan sistem penginderaan jauh aktif.

**II.2. Metode Perhitungan Biomassa**

Metode penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengestimasi nilai biomassa dengan cepat dan efisien. Pada penelitian ini menggunakan data citra radar sebagai bahan utama untuk mengestimasi nilai biomassa. Data radar merupakan penginderaan jauh sensor aktif yang menggunakan energi gelombang sendiri yang dipancarkan sensor kemudian dipantulkan dan ditangkap sensor. Untuk melakukan perhitungan biomassa, digunakan suatu model perhitungan yang disebut sebagai WCM (*Water Cloud Model*). Melalui penurunan hitungan secara matematis yang mengacu pada model tersebut, didapatkan persamaan matematis untuk menghitung *stem volume*, yaitu (Cloude, S.R. 2011):

$$V = \frac{1}{\beta} \ln(1 + \frac{R}{\mu}) \dots\dots\dots(II.1)$$

Keterangan:

- V = *stem volume* (m<sup>3</sup>/luasan)
- β = konstanta *two-way transmissivity* (0,004)
- R = perbandingan koefisien *backscatter surface* dan *vegetation* (0,5)
- μ = rasio dari *surface scattering* dan *volume (canopy) scattering*

Nilai konstanta β dan R diambil dari literatur. Dalam literatur yang ditulis oleh (Cloude, S.R. 2011), dijelaskan bahwa area studi kasus ada di Swedia. Secara umum kondisi hutan di Swedia merupakan tipe *boreal forest*. Sehingga dalam penelitian ini diasumsikan bahwa nilai β dan R pada daerah Kota Subang memiliki karakteristik yang sama pada daerah di Swedia.

Selanjutnya untuk mendapatkan nilai biomassa, dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini (Cloude, S.R. 2011).

$$Biomassa = 0,6 \times V \dots\dots\dots(II.2)$$

Keterangan:

- B = biomassa (ton/luasan)
  - V = *stem volume* (m<sup>3</sup>/luasan)
  - 0,6 = konstanta untuk daerah *boreal forest* (ton/m<sup>3</sup>)
- Catatan : 100 m<sup>3</sup>/luasan = 60 ton/luasan

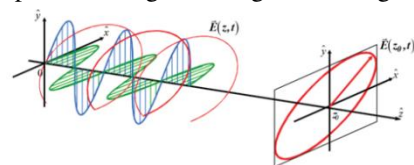
Pada setiap bioma maupun jenis hutan, masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda. Baik itu karena iklim, suhu, kelembaban dan lain-lain. Sehingga kerapatan vegetasinya berbeda pula. Berikut ini merupakan tabel kerapatan hutan pada daerah Afrika, Amerika, dan Asia.

Tabel II.1 Kerapatan hutan pada jenis pohon tropis (ton biomassa kering per m<sup>3</sup> volume) (FAO, 2000).

Daerah	Kisaran	Rata-rata
Afrika	0,50-0,79	0,56
Amerika	0,50-0,69	0,60
Asia	0,40-0,69	0,57

**II.3. Konsep Dasar Polarimetrik SAR**

Sebuah gelombang bidang elektromagnetik merambat dalam arah  $\vec{z}$  dibangun dari sepasang variasi waktu dan medan elektrik dan magnet yang saling tegak lurus, dijelaskan oleh vektor medan elektrik  $\vec{E}(z)$  ditunjukkan pada gambar II.10. Polarisasi diwakili oleh vektor medan elektrik yang tegak lurus dalam basis horizontal (H) dan vertikal (V). Bidang vektor tersebut tegak lurus terhadap arah rambat dan secara umum mendeskripsikan bentuk elips, lingkaran atau garis. *Gambar II.1* merupakan ilustrasi perambatan gelombang elektromagnetik.



Gambar II.1. Perambatan Gelombang Elektromagnetik (CCRS, 2011)

Keterangan:

- $\vec{E}(z)$  = Vektor Medan Elektrik
  - $\vec{E}_x(z)$  = Vektor Medan Elektrik Komponen-x
  - $\vec{E}_y(z)$  = Vektor Medan Elektrik Komponen-y
- Polarimetrik atau *Polarimetry* (*Polar: Polarisation, Metry: measure*) berkaitan dengan

kontrol dari sifat polarisasi (perilaku arah medan elektrik) gelombang radar dan pantulan sifat target dari perilaku gelombang hamburan dari target. Suatu antena radar dapat mengirim dan menerima sinyal radar polarisasi sejajar (*co-polarized*) HH/VV atau polarisasi silang (*cross-polarized*) HV/VH, oleh karena itu ada empat polarisasi yaitu (Katmoko, 2005):

- HH - mengirim horizontal dan menerima horizontal
- VV - mengirim vertikal dan menerima vertikal
- HV - mengirim horizontal dan menerima vertikal
- VH - mengirim vertikal dan menerima horizontal

Ketika gelombang radar berinteraksi dengan permukaan bumi atau target, polarisasi tersebut akan termodifikasi sesuai dengan karakteristik permukaan bumi atau target tersebut yang pada gilirannya akan memberikan efek yang berbeda-beda pada energi *backscattering*-nya. Hal ini selanjutnya akan berpengaruh pada kenampakan citra SAR yang didapatkan. Berdasarkan polarisasinya, terdapat beberapa tipe sistem SAR yaitu (Katmoko, 2005):

1. Polarisasi tunggal atau *single-pol* (HH atau VV atau HV atau VH)
2. Polarisasi ganda atau *dual-pol* ( HH dan HV, VV dan VH, atau HH dan VV)
3. Polarisasi penuh atau *quad-pol* (HH,VV,HV,VH)

#### II.4. Polarimetric Decomposition

Teori dekomposisi polarimetrik ditujukan untuk mengetahui perbedaan mekanisme hamburan dan informasi fisik dari target atau objek. Dekomposisi polarimetrik adalah sebuah teknik untuk memisahkan mekanisme hamburan secara terpisah yang dapat membantu interpretasi yang lebih baik. Teori dekomposisi polarimetrik dikembangkan pertama kali oleh Huynen (Poolla, 2013).

Dalam penelitian ini menggunakan metode Freeman dan Durden untuk melakukan proses klasifikasi dan mengestimasi biomassa. Freeman dan Durden mengenalkan sebuah model dekomposisi tanpa membutuhkan data tambahan lapangan dengan menggunakan tiga komponen model dekomposisi hamburan. Tiga mekanisme komponen hamburan Freeman dan Durden yaitu:

1. *Surface Scattering* adalah hamburan tunggal dapat terjadi dari permukaan datar sehingga tidak ada pemantul lain.
2. *Double Bounce Scattering* adalah hamburan dari pemantul sudut dihedral, seperti hamburan tanah dengan cabang pohon dimana permukaan pemantul dapat dibuat dari bahan dielektrik yang berbeda.
3. *Volume (Canopy) Scattering* adalah hamburan yang berkaitan dengan hamburan acak total, sehingga gelombang yang terhambur adalah gelombang yang sepenuhnya tidak terpolarisasi.

#### II.5. Polarimetric Segmentation

Klasifikasi permukaan dan tata guna lahan adalah hal yang penting dalam aplikasi *Polarimetric synthetic aperture radar* (PolSAR). Banyak algoritma yang telah dikembangkan seperti klasifikasi *supervised* dan *unsupervised*. Dalam klasifikasi *supervised*, dibuat *training area* pada citra SAR berdasarkan kenyataan di lapangan atau dengan perbedaan kekontrasan hamburan pada citra SAR. Sedangkan dalam klasifikasi *unsupervised*, klasifikasi citra SAR secara otomatis dengan membagi kelompok (*clusters*) berdasarkan criteria yang telah ditentukan. Namun, akhirnya untuk mengidentifikasi kelas dilakukan secara manual.

Metode klasifikasi *supervised* pada PolSAR ini hampir sama dengan klasifikasi *supervised* pada citra pasif yaitu dengan membuat *training area* dahulu. Contoh metode klasifikasi *supervised* pada PolSAR ini seperti *wishart supervised classification*, *G.P.F. supervised classification*, dan *SVM supervised classification*. Sedangkan, metode klasifikasi *unsupervised* tidak membutuhkan *training area*. Algoritma klasifikasi *unsupervised* dapat dibagi menjadi dua kategori. Kategori yang pertama, algoritma dikembangkan berdasarkan sifat statistik yang melekat pada data PolSAR. Sebagian besar algoritma *unsupervised* pada kategori pertama memanfaatkan aturan *clustering* untuk menentukan pusat (*cluster*), kemudian menggunakan teknik *clustering k-mean* atau *ISODATA* untuk menghasilkan klasifikasi secara iterasi. Kategori yang kedua yaitu klasifikasi berdasarkan karakteristik fisik hamburan data PolSAR. Contoh metode *unsupervised* pada PolSAR yaitu *H/A/Alpha classification*, *Scattering Model-Based unsupervised classification*, dan lain-lain (Lee dan Pottier 2004).

#### II.6. Metode Klasifikasi Berdasarkan Model Hamburan

Sebenarnya ada beberapa metode untuk mengklasifikasikan citra satelit ALOS PALSAR mode PLR dengan *software PolSARPro*. Namun pada penelitian ini yang digunakan adalah metode klasifikasi berdasarkan model hamburan dengan *unsupervised classification* atau *scattering model-based unsupervised classification*. Metode ini diperkenalkan oleh Jong-Sen Lee, dkk pada tahun 2004. Konsep dari metode ini yaitu menjaga mekanisme hamburan yang homogen dari setiap kelas dan lebih stabil dalam konvergensi. Metode ini dengan mudah dalam memilih nomor kelas dan mempertahankan resolusi spasial pada hasil klasifikasi. Metode ini mengklasifikasi citra polarimetrik SAR dengan mengaplikasikan dekomposisi Freeman dan Durden.

#### II.7. Pengolahan Citra Landsat 5 TM

**II.8.1 Kalibrasi atau Koreksi Radiometrik**

Prinsip dari kalibrasi radiometrik ini adalah mengkonversi nilai *digital number* (DN) menjadi nilai radian kemudian dikonversi kembali menjadi nilai reflektansi yang dianggap mewakili nilai sebenarnya dari kemampuan suatu obyek di lapangan dalam memantulkan gelombang elektromagnetik. Untuk menkonversi nilai piksel menjadi radiansi spektral menggunakan rumus II.3 Setelah itu menghitung nilai reflektan dari nilai radiansi spektral dengan menggunakan rumus II.4. Berikut ini merupakan tahapan kalibrasi radiometrik:

1. Konversi Nilai Piksel ke Radiansi Spektral

Berikut ini merupakan persamaan untuk mengkonversi nilai piksel menjadi nilai radian spektral.

$$L_{\lambda} = \frac{L_{Max} - L_{Min}}{DN_{Max} - DN_{Min}} (DN - DN_{Min}) + L_{Min} \dots\dots\dots(II.3)$$

Keterangan:

$L_{\lambda}$  = Nilai radiansi setiap piksel ( $Wm^{-2}sr^{-1}m^{-1}$ )

$L_{min}$  dan  $L_{max}$  = Nilai radiansi maksimal dan minimal pada *band*

$DN_{Max}$  dan  $DN_{Min}$  = Nilai *digital number* maksimal dan minimal pada *band*

2. Konversi Nilai Radiansi Spektral ke Nilai Reflektan

Selanjutnya citra dikonversi menjadi Nilai reflektan dengan koreksi ToA (*Top Of Atmosfer*) dan koreksi matahari. Koreksi matahari disini meliputi koreksi jarak dan sudut matahari. Berikut ini merupakan rumus konversi nilai radian menjadi nilai reflektan:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s} \dots\dots\dots(II.4)$$

Keterangan:

$\rho_{\lambda}$  = Nilai reflektansi pada lapisan atas atmosfer pada citra

$d$  = Jarak matahari-bumi

$\pi$  = Konstanta matematika

$ESUN_{\lambda}$  = Nilai irradiansi

$\cos \theta_s$  = Sudut zenith matahari (derajat)

**II.8.2 Koreksi Geometrik**

Setelah melakukan kalibrasi radiometrik, selanjutnya melakukan koreksi geometrik. Koreksi geometrik yang dilakukan dengan menempatkan beberapa titik GCP (*Ground Control Point*) pada citra sesuai dengan koordinat piksel pada citra dan koordinat geografis. Dibutuhkan peta dasar dengan koordinat yang dianggap sudah benar sebagai acuan untuk melakukan koreksi. Peta dasar juga dapat berupa citra yang sudah melalui orthorektifikasi.

Pada penelitian ini dibutuhkan titik control tanah (GCP) sebagai titik sekutu untuk melakukan proses transformasi koordinat yang menggunakan model transformasi affine-2D. Pada penelitian ini

digunakan datum WGS 1984 dan sistem proyeksi UTM zona 48 bumi bagian selatan sebagai acuan koordinat.

Persamaan transformasi affine-2D ditunjukkan dengan persamaan (II.5) dan (II.6) (Soedomo A. S dan Sudarman, 2004).

$$X = ax + by + C1 \dots\dots\dots(II.5)$$

$$Y = cx + dy + C2 \dots\dots\dots(II.6)$$

Keterangan:

X, Y = koordinat baru pada sistem koordinat setelah transformasi

x, y = koordinat titik pada sistem koordinat sebelum transformasi

a, b, c, d, C1, dan C2 = parameter transformasi akurasi hasil koreksi geometrik dinyatakan dalam nilai *root mean square error* atau RMSE. Untuk melihat besarnya nilai RMSE digunakan rumus II.7 (Danoedoro, P, 2012):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2 + \sum \Delta y^2}{n}} \dots\dots\dots(II.7)$$

Keterangan:

$\Delta x$  = selisih antara koordinat x pada peta dasar dengan citra

$\Delta y$  = selisih antara koordinat y pada peta dasar dengan citra

n = jumlah titik kontrol tanah (GCP)

**II.8.3 Transformasi Indeks NDVI**

Untuk memvalidasi atau memperkuat hasil perhitungan nilai biomassa dengan rumus *Water Cloud Model* (WCM) digunakan algoritma NDVI dengan menggunakan data citra Landsat 5. Algoritma NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index* merupakan algoritma dalam aplikasi penginderaan jauh untuk mengukur tingkat kehijauan vegetasi dengan memanfaatkan gelombang inframerah dekat dan gelombang merah. Pada Landsat 5, gelombang inframerah dekat yaitu band 4 dan gelombang merah adalah band 3. Algoritma NDVI bisa dilihat pada rumus II.8 (Danoedoro, P, 2012):

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \dots\dots\dots(II.8)$$

Keterangan:

NIR = Band yang memiliki panjang gelombang inframerah dekat

Red = Band yang memiliki panjang gelombang merah.

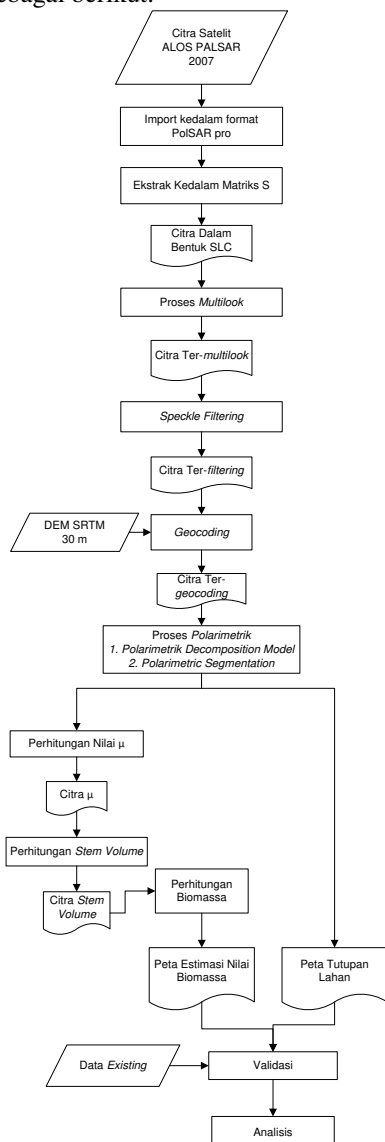
Skala NDVI memiliki rentang -1 sampai 1, dimana nilai 1 menunjukkan daerah yang kaya akan vegetasi, nilai 0 menunjukkan keadaan sangat sedikit vegetasi, dan nilai -1 menunjukkan daerah bukan vegetasi.

**III. Metodologi**

**III.1. Pengolahan data citra ALOS PALSAR**

Dalam penelitian ini menggunakan data citra ALOS PALSAR untuk menghasilkan tutupan lahan dan mengestimasi biomassa di daerah Kabupaten Subang. Data citra ALOS PALSAR yang digunakan merupakan level 1.5 dengan mode *Polarimetric* yang bersifat *quad-polarisation*. Citra ALOS PALSAR 1.5 ini sudah terkoreksi secara radiometrik maupun secara geometrik. Namun dalam pengolahan dengan menggunakan perangkat lunak *PolsarPro* harus dilakukan beberapa pengolahan terlebih dahulu.

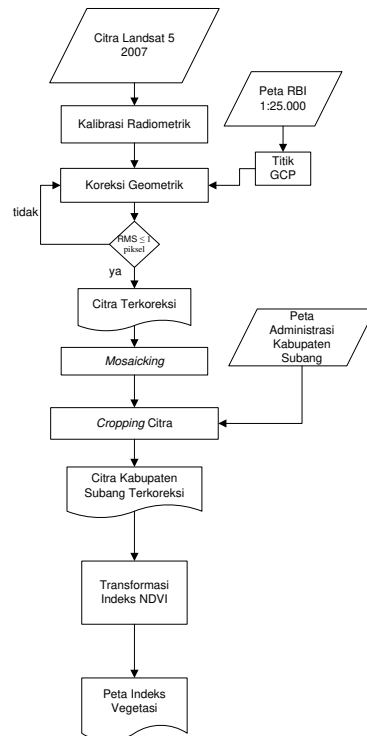
Pengolahan data citra satelit ALOS PALSAR untuk mengestimasi nilai biomassa dan tutupan lahan adalah sebagai berikut:



Gambar III.1. Diagram Alir pengolahan data citra ALOS PALSAR

**III.2. Pengolahan data citra satelit Landsat 5 TM**

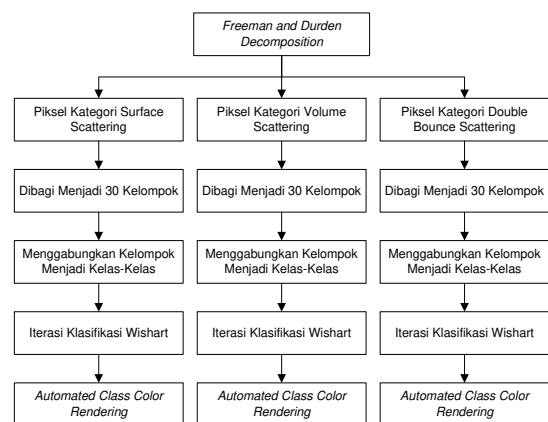
Pengolahan data citra satelit Landsat 5 TM untuk menghitung nilai NDVI yaitu sebagai berikut:



Gambar III.2. Diagram Alir pengolahan data citra satelit Landsat 5 TM

**III.3. Metode Klasifikasi Berdasarkan Model Hamburan**

Pada penelitian ini menggunakan klasifikasi *unsupervised* berdasarkan hamburan model (*scattering model-based unsupervised classification*). Metode klasifikasi ini mengaplikasikan *Freeman and Durden decomposition*. Gambar III.4 dibawah ini merupakan langkah-langkah untuk melakukan *scattering model-based unsupervised classification*.

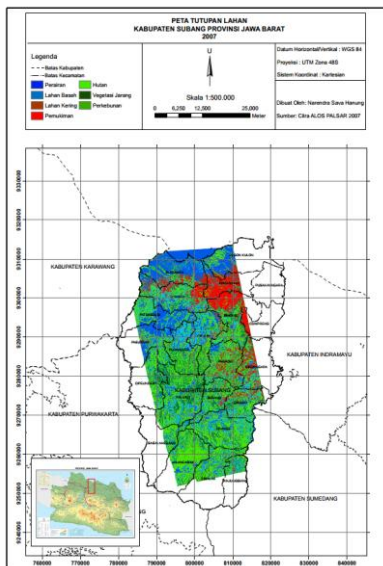


Gambar III.3. Diagram Alir Scattering Model-Based Unsupervised Classification

**IV. Hasil dan Analisis**

**V.1. Analisis Tutupan Lahan**

Klasifikasi tutupan lahan pada penelitian ini yaitu menggunakan citra ALOS PALSAR dengan metode *scattering model-based unsupervised classification*. Klasifikasi tutupan lahan citra ALOS PALSAR dengan metode *scattering model-based unsupervised classification* merupakan aplikasi dari *Freeman and Durden Decomposition*. Pada metode ini terbagi tiga macam kelas klasifikasi yaitu kelas *surface scattering*, kelas *volume scattering*, dan kelas *double bounce scattering*. Hasil yang diperoleh terdapat 15 kelas. Namun setelah dilakukan interpretasi tutupan lahan pada *google earth*, hasilnya ada 7 kelas saja. *Gambar IV.1* berikut ini merupakan hasil klasifikasi tutupan lahan dari data citra ALOS PALSAR.



*Gambar IV.1.* Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Citra ALOS PALSAR

Dari hasil klasifikasi tutupan lahan diatas, warna biru merupakan hasil dari mekanisme *surface scattering*, warna merah merupakan hasil dari mekanisme *double bounce scattering*, dan warna hijau merupakan hasil dari mekanisme *volume scattering*. Tipe dari mekanisme *surface scattering* yaitu hamburannya tunggal sehingga tidak ada pantulan lain. Tipe dari mekanisme *double bounce scattering* yaitu hamburannya berasal dari pantulan objek lain. Tipe dari mekanisme *volume scattering* yaitu hamburannya acak atau baur. Klasifikasi diatas menggunakan *scattering model-based unsupervised classification* sehingga dalam pemberian kelas secara otomatis dilakukan oleh *software*. Perlu diingat bahwa perekaman objek pada sistem penginderaan jauh aktif berbeda dengan sistem penginderaan jauh pasif. Dalam sistem penginderaan jauh aktif ada beberapa faktor yang mempengaruhi bagaimana cara sensor merekam pantulan objek. Beberapa

diantaranya yaitu kaitannya dengan *incident angle* dan sifat dielektrik objek.

Untuk memudahkan dalam klasifikasi tutupan lahan, dari 15 kelas tersebut digabungkan atau *combine* sehingga menjadi 7 kelas. Tujuh kelas tersebut meliputi, perairan, lahan basah, lahan kering, lahan terbangun, vegetasi jarang, hutan, dan perkebunan. Untuk menguji hasil analisis atau statistik dari klasifikasi yang dibuat, digunakan uji ketelitian dengan metode *confusion matrix*. *Tabel IV.1* berikut ini merupakan tabel ketelitian klasifikasi tutupan lahan citra ALOS PALSAR.

*Tabel IV.1.* Tabel *Confusion Matrix* Klasifikasi Citra ALOS PALSAR Tahun 2007

	Perairan	Lahan Basah	Lahan Kering	Pemukiman	Vegetasi Jarang	Hutan	Perkebunan	Total	User Acc.
Perairan	10	0	0	0	0	0	0	10	1
Lahan Basah	3	3	2	2	0	0	0	10	0.3
Lahan Kering	3	3	2	2	0	0	0	10	0.2
Pemukiman	1	2	1	3	3	0	0	10	0.3
Vegetasi Jarang	0	2	1	3	2	2	0	10	0.2
Hutan	0	1	0	0	1	7	1	10	0.7
Perkebunan	0	0	0	0	1	2	7	10	0.7
Total	17	11	6	10	7	11	8	70	3.4
Producer Acc	1.428571	0.27	0.33	0.30	0.29	0.64	0.88		
OA	0.49								
Kappa	0.4								

Dari keseluruhan kelas di dapat nilai ketelitian keseluruhan sebesar 49% dan nilai koefisien kappa bernilai 40%. Hal ini menandakan kecocokan antara *area* sampel validasi dan tutupan lahan penduga yang konsisten sebesar 49%. Sampel validasi yang digunakan disini merupakan dari citra satelit *google eye* pada *google earth* dan Landsat 5 tahun 2007. Mengingat pada *google earth* citra yang digunakan adalah yang terbaru, sehingga sebagai pendukung menggunakan citra Landsat 5 tahun 2007 untuk mengetahui kondisi lapangan sebenarnya.

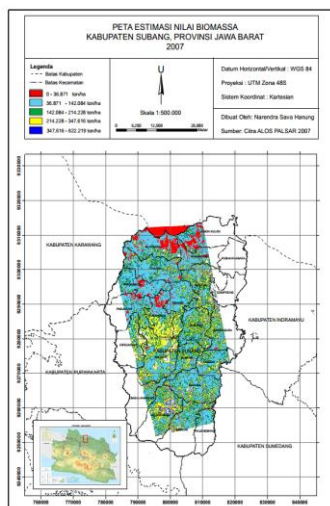
Hasil konfusi matriks diatas menunjukkan hasil klasifikasi yang kurang baik. Mengingat metode yang digunakan adalah metode *unsupervised*. Namun jika dilihat, hasil klasifikasi tutupan lahan dengan metode ini dapat membedakan tutupan lahan daratan, perairan, dan hutan atau vegetasi secara jelas. Bisa dilihat antara antara hutan dengan vegetasi jarang dan perkebunan terlihat cukup jelas perbedaannya. Antara area pemukiman dengan area lahan basah juga terlihat perbedaannya. Namun untuk area pemukiman dengan area lahan kering cukup sulit untuk melihat perbedaannya. Hal ini membuktikan bahwa sebenarnya metode ini cukup baik digunakan untuk klasifikasi tutupan lahan, hanya saja membutuhkan keahlian lebih dalam mengolah datanya.

**V.2. Analisis Hasil Estimasi Nilai Biomassa**

Dalam menghitung biomassa dilakukan terlebih dahulu menghitung nilai *stem volume*. Untuk menghitung *stem volume* ini menggunakan persamaan matematis yang mengacu pada WCM (*Water Cloud Model*). Ada beberapa parameter untuk menghitung nilai *stem volume* yaitu nilai konstanta  $\beta$  dan  $R$ . Nilai  $\beta$  merupakan nilai konstanta *two-way transmissivity*, sedangkan nilai  $R$  merupakan nilai konstanta perbandingan koefisien *backscatter surface*

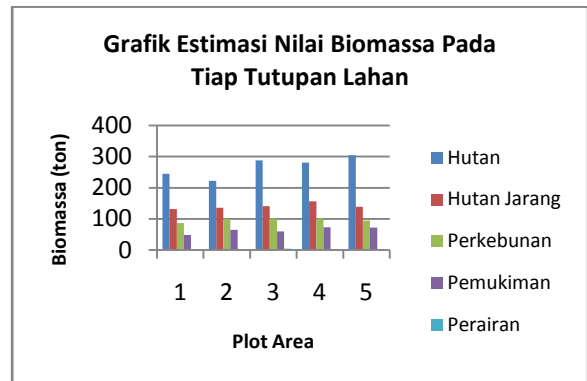
dan *backscatter vegetation*. Pada penelitian ini nilai konstanta  $\beta$  dan  $R$  dianggap sama dengan literatur. Pada literatur, area studi ada di Swedia. Sehingga nilai konstanta  $\beta$  dan  $R$  daerah Subang dianggap sama dengan di Swedia. Nilai konstanta  $\beta$  adalah 0,004 dan nilai konstanta  $R$  adalah 0,5. Perbedaan topografi, cuaca, dan iklim antara Indonesia dengan Swedia mungkin memberikan pengaruh yang cukup signifikan dengan hasil perhitungan biomassa. Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa memiliki iklim tropis, sedangkan Swedia yang terletak di belahan bumi utara memiliki iklim yang dingin. Hal ini membuat karakteristik hutan antara dua negara ini juga berbeda.

Selain nilai konstanta  $\beta$  dan  $R$ , parameter nilai  $\mu$  juga harus dihitung. Nilai  $\mu$  merupakan perbandingan dari model *surface scattering* dan *volume (canopy) scattering*. Setelah parameter-parameter ditentukan selanjutnya menghitung *stem volume* dengan menggunakan rumus II.1. Selanjutnya menghitung biomassa dengan menggunakan rumus II.2. Berikut ini merupakan hasil peta estimasi biomassa Kabupaten Subang tahun 2007.



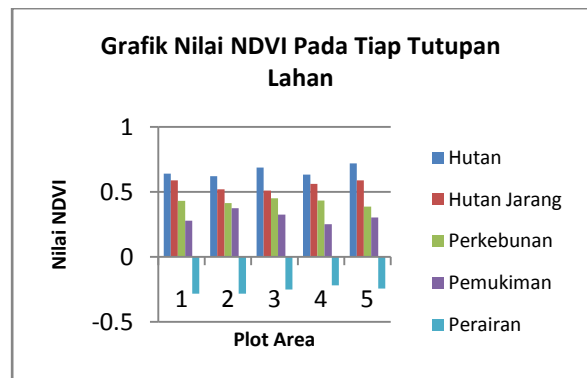
Gambar IV.2. Peta Estimasi Nilai Biomassa

Setelah dilakukan pengolahan data untuk menghitung nilai biomassa, didapatkan nilai biomassa pada masing-masing tutupan lahan. Pada area tutupan lahan hutan didapatkan nilai biomassa sebesar 466,061 ton/ha. Untuk tutupan lahan hutan jarang sebesar 244,122 ton/ha. Untuk tutupan lahan perkebunan sebesar 183,587 ton/ha. Untuk tutupan lahan pemukiman sebesar 108,949 ton/ha. Untuk tutupan lahan perairan sebesar 7,137 ton/ha. Supaya lebih jelas dalam melihat nilai biomassa dari masing-masing tutupan lahan, berikut ini merupakan grafik dari nilai estimasi biomassa pada tiap tutupan lahan.



Gambar IV.3. Grafik Estimasi Nilai Biomassa

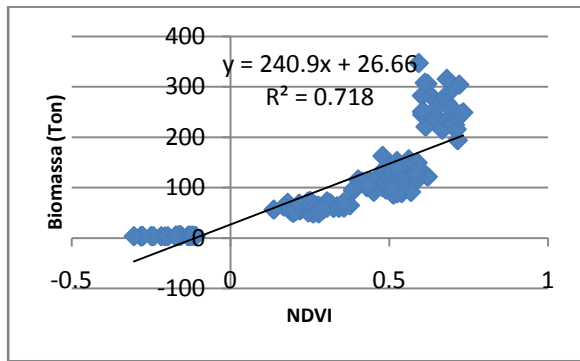
Hasil perhitungan nilai NDVI pada citra Landsat menunjukkan bahwa area tutupan lahan hutan didapatkan nilai NDVI sebesar 19,8351. Untuk tutupan lahan hutan jarang sebesar 19,6784. Untuk tutupan lahan perkebunan sebesar 18,4071. Untuk tutupan lahan pemukiman sebesar 8,64565. Untuk tutupan lahan perairan sebesar -5,4483. Supaya lebih jelas dalam melihat nilai NDVI dari masing-masing tutupan lahan, berikut ini merupakan grafik dari nilai NDVI pada tiap tutupan lahan.



Gambar IV.5. Grafik Nilai NDVI Pada Tiap Tutupan Lahan

Dari hasil perhitungan nilai NDVI citra Landsat terlihat bahwa pada area hutan mempunyai nilai NDVI paling tinggi, sedangkan pada area perairan mempunyai nilai NDVI paling rendah. Nilai NDVI ini menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi suatu daerah. Pada daerah perairan mempunyai nilai NDVI paling rendah, bisa dikatakan di area itu tidak banyak atau tidak ada vegetasi. Dalam kaitannya dengan nilai biomassa, bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai NDVI semakin tinggi juga nilai biomasnya dan sebaliknya. Semakin rendah nilai NDVI, semakin rendah juga nilai biomasnya. Supaya lebih jelas dalam melihat hubungan antara nilai NDVI dengan nilai biomassa, berikut ini merupakan grafik regresi linier antara nilai NDVI dengan biomassa.

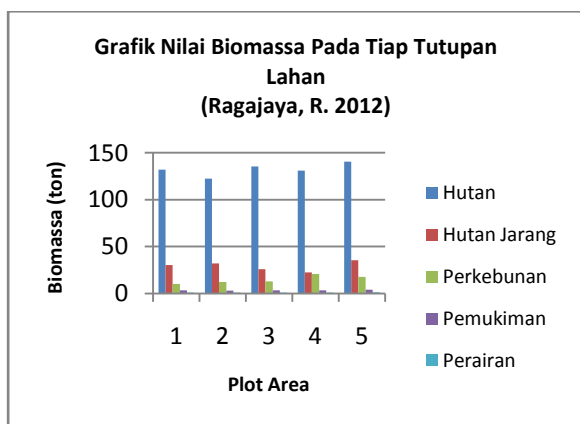




Gambar IV.6. Grafik Regresi Linier Antara Nilai NDVI Dengan Biomassa

Pada grafik regresi linear diatas bisa dilihat bahwa nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan nilai yang cukup baik yaitu 72%. Ini menunjukkan bahwa pengaruh nilai variabel NDVI terhadap variabel biomassa yaitu sebesar 72%. Sedangkan persamaan regresi linear sederhana yang didapat adalah  $y = 240,99x + 26,668$ . Hasil tersebut menunjukan bahwa adanya korelasi positif antara hasil nilai NDVI dengan nilai biomassa ditunjukkan dengan tanda positif di depan koefisien regresi. Artinya jika pada suatu titik nilai NDVI tinggi, maka nilai biomassanya juga tinggi, dan sebaliknya. Jika pada suatu titik nilai NDVI rendah, maka nilai biomassanya juga rendah.

Pada penelitian ini juga menggunakan data nilai biomassa yang sudah ada sebagai referensi untuk memvalidasi hasil hitungan nilai biomassa. Data nilai biomassa referensi ini menggunakan data nilai biomassa dari penelitian Rohullah Ragajaya.. Data yang digunakan citra ALOS PALSAR resolusi 21 meter tahun 2007 dengan peta DEM yang digunakan adalah SRTM 90 meter. Tabel IV.6 berikut ini merupakan data nilai biomassa penelitian (Ragajaya, R. 2012).



Gambar IV.7. Grafik Nilai Estimasi Biomassa (Ragajaya, R. 2012)

Dari grafik diatas bisa terlihat bahwa nilai biomassa yang paling tinggi yaitu pada area hutan,

kedua adalah hutan jarang, ketiga adalah perkebunan, keempat adalah pemukiman, dan perairan mempunyai nilai biomassa paling rendah.

Untuk mengetahui hasil nilai biomassa dibandingkan dengan nilai biomassa validasi, digunakan persamaan korelasi dari dua data tersebut. Berikut ini merupakan tabel korelasi antara nilai biomassa hitungan dengan nilai biomassa validasi.

Tabel IV.2. Tabel korelasi antara nilai biomassa hitungan dengan nilai biomassa validasi

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Pearson Correlation	1	.932**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	25	25
VAR00002	Pearson Correlation	.932**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	25	25

Dari tabel diatas mengenai hubungan antara nilai biomassa hitungan dengan biomassa validasi diperoleh koefisien korelasi sebesar 0,932. Ini menunjukkan antara dua data yang dikorelasikan mempunyai hubungan yang kuat atau erat.

## V. Penutup

### V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai biomassa masing-masing tutupan lahan sebagai berikut. Untuk tutupan lahan hutan adalah 466,061 ton/ha. Untuk tutupan lahan hutan jarang adalah 244,122 ton/ha. Untuk tutupan lahan perkebunan adalah 183,587 ton/ha. Untuk tutupan lahan pemukiman adalah 108,949 ton/ha. Untuk tutupan lahan perairan adalah 7,137 ton/ha.
2. Berdasarkan hasil regresi linear antara nilai NDVI dengan nilai Biomassa menunjukkan adanya korelasi yang positif dengan persamaan  $y = 240,99x + 26,668$  dan nilai  $R^2 = 0,7181$  dimana variabel x merupakan nilai NDVI dan variabel y merupakan nilai biomassa. Hal ini bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai NDVI semakin tinggi juga nilai biomassanya dan sebaliknya. Semakin rendah nilai NDVI, semakin rendah juga nilai biomassanya.
3. Berdasarkan metode korelasi *pearson*, diperoleh hubungan antara hasil nilai biomassa hitungan terhadap nilai biomassa referensi yaitu berupa nilai koefisien korelasi sebesar 0,932. Ini menunjukkan bahwa antara nilai hitungan biomassa terhadap nilai biomassa referensi yang dikorelasikan mempunyai hubungan yang kuat atau erat.
4. Hasil klasifikasi tutupan lahan citra ALOS PALSAR dengan metode *Scattering Model-*

*Based Unsupervised Classification* kurang memberikan hasil yang maksimal jika dilihat dari hasil matriks konfusi. Nilai *overall accuracy* dari matriks konfusi yaitu 49% nilai koefisien kappa bernilai 40%. mengindikasikan nilai akurasi kelas tutupan lahan tidak sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Namun sebenarnya hasil klasifikasi tersebut sudah bisa membedakan dengan baik antara daratan, lautan, dan vegetasi.

## V.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diajukan antara lain sebagai berikut:

1. Sebaiknya lakukan pengukuran langsung di lapangan sebagai uji validasi dari hasil penelitian agar memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Sebaiknya menggunakan metode *filtering* yang lebih baik dalam pengolahan citra ALOS PALSAR, karena *filtering* mempengaruhi hasil data yang diperoleh.
3. Parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung nilai biomassa sebaiknya menggunakan parameter-parameter yang sesuai dengan data lapangan sehingga dapat mendapatkan hasil yang lebih baik.
4. Sebaiknya dalam proses pengolahan data, menggunakan perangkat keras yang mempunyai spesifikasi tinggi, seperti *personal computer* (PC) atau *workstation* supaya dalam pengolahan data lebih cepat dan efisien.

## Daftar Pustaka

Cloude, S. R. 2011. *Biomass from Radar: From Backscatter to POLInSAR*. AEL Consultants, Scotland, UK.

Chandola, S. 2014. *Polarimetric SAR Interferometry for Forest Above Ground Biomass Estimation*. Thesis. Enschede: Geoinformatics Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation of the University of Twente.

Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Ismullah, H. 2002. *Model Tinggi Permuakaan Dijital Hasil Pengolahan Radar Interferometri Satelit Untuk Wilayah Berawan (Studi Kasus Gunung Cikuray-Jawa Barat)*. Disertasi, Bandung: Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian Institut Teknologi Bandung.

Lee, J.S dan E. Pottier. 2009. *Polarimetric Radar Imaging From Basic To Applications*. New York: CRC Press.

Lillesand, T.M., dan R.W. Kiefer. 1994. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, diterjemahkan oleh: Dulbahri. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

PALSAR Reference Guide. Edisi 6. 2102. Japan: Japan Space System.

Paradzayi, C. 2012. *Polarimetric Synthetic Aperture Radar (PolSAR) Above Ground Biomass Estimation In Communal African Savanna Woodlands*. Thesis, Johannesburg: Department of Geography, Environmental Management and Energy Studies.

Poolla, Sai B. 2013. *Polarimetric Scattering Model for Biophysical Characterization of Multilayer Vegetation Using Spaceborne PolSAR Data*. Thesis. Enschede: Geoinformatics Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation of the University of Twente.

Ragajaya, R. 2012. *Perhitungan Biomassa Dengan Metode Polarimetrik SAR Menggunakan Citra ALOS PALSAR*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian Institut Teknologi Bandung.

Katmoko, S. dkk. 2005. *Klasifikasi Data Polarimetrik Radar Dengan Menggunakan Metode Dekomposisi Cloude&Pottier*. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV.

Santoro, M., dkk. 2006. *Assesment of Stand-Wise Stem Volume Retrieval in Boreal Forest from JERS-1 L-band SAR Backscatter*. International Journal of Remote Sensing, 20 Agustus 2006, 27(16), 3425-3454.

## Pustaka dari Situs Internet:

ESA, 2015. *PolSARpro The Polarimetric SAR Data Processing and Educational Tool*. <https://earth.esa.int/web/polsarpro/home>. Diakses tanggal 22 Juni 2015.

Food and Agriculture Organization of United Nations. 2000. *Global Forest Resources Assessment 2000*. <http://www.fao.org/docrep/004/y1997e/y1997e07.htm>. Diakses tanggal 23 Desember 2015.

Japan Aerospace Exploration Agency. 1997. *About ALOS-PALSAR*. <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/about/palsar.htm>. Diakses tanggal 29 September 2015.

USGS. 2015. *Landsat Thematic Mapper (TM)*. <https://lta.cr.usgs.gov/TM>. Diakses tanggal 8 Oktober 2015.