

# Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Citra ALOS AVNIR-2 untuk Mengestimasi Serapan Karbon

HARRY TETRA ANTONO

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara Bandung  
Email : harryta@tekmira.esdm.go.id

## ABSTRACT

Forests has an important role in stabilize CO<sub>2</sub> concentrations in the atmosphere as a source of carbon emissions and can absorb carbon and store. It is often called a carbon sink program . To develop this program, it needs carbon stock data stored in the form of biomass using an effective technique and easy to use. This study aimed to estimate the carbon content in the area of reclamation and secondary forest resulting from mining activities through biomass allometric equation. Biomass values obtained by non-destructive method of sampling and biomass values were used to develop allometric equations using regression analysis between the biomass with a diameter of tree. The study case was located at mine concession of PT. Lanna Harrita, at the border of Kutai Kertanegara and West Kutai Districts, East Kalimantan Province. The allometric biomass equations for the reclamation area:  $B = 0.1 \times 0.41 \times D^2 + 0.62$ , and for secondary forests:  $B = 0.118 \times D^2 + 31$ . Allometric equations to estimate carbon stored is  $y = 278.91 (NDVI)^2 - 133.66(NDVI) + 68.4$ . This study also analysed the carbon stored using remote sensing. The analytical result from the Alos Palsar images of study area PT Lanna Harrita describes that carbon sink potential is 12,229 ton/ha in reclamation area and 56,665 ton/ha in secondary forest. The estimation of carbon uptake in low vegetation area of PT Lanna Harrita is 337.037,72 ton/ha, 899.678,1 ton/ha in vegetation is being and 43.364,95 in high vegetation. Those data suggest that the reclamation activity in the study area gave a little contribution to the carbon sink program yet.

*Key words: forest, biomass, carbon stock, Allometric equation.*

## ABSTRAK

Berkaitan dengan perubahan iklim, kawasan hutan mempunyai peranan penting sebagai sumber emisi karbon (Source) dan juga mampu menyerap karbon serta menyimpannya (Sink) dalam biomassa hutan sehingga hutan mempunyai peran dalam upaya menstabilkan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer, hal ini sering disebut dengan program karbon sink. Dalam rangka pengembangan program karbon sink ini dibutuhkan data cadangan karbon yang tersimpan dalam bentuk biomassa. Untuk itu diperlukan teknik yang efektif dan mudah digunakan dalam menduga cadangan karbon pada suatu hamparan vegetasi. Penelitian ini ditujukan untuk menduga kandungan karbon di daerah reklamasi dan hutan sekunder yang diakibatkan aktifitas penambangan melalui persamaan alometrik biomassa. Persamaan pendugaan biomassa pada plot di daerah reklamasi :  $B = 0,1 \times 0,41 \times D^2 + 0,62$ , dan untuk hutan sekunder:  $B = 0,118 \times D^2 + 31$ , Persamaan alometrik untuk menduga karbon yang tersimpan adalah  $y = 278,91(NDVI)^2 - 133,66(NDVI) + 68,4$ . Dalam penelitian ini juga dilakukan analisis menggunakan teknik penginderaan jauh. Hasil analisis terhadap citra AOS AVNIR-2 pada kuasa pertambangan PT Lanna Harrita menghasilkan potensi simpanan karbon sebesar 12,229 ton/ha pada daerah reklamasi dan 56,665 ton/ha pada daerah hutan sekunder. Sedangkan estimasi serapan karbon di daerah vegetasi rendah sebesar 337.037,72 ton/ha, 899.678,1 ton/ha pada vegetasi sedang dan 43.364,95 ton/ha pada vegetasi tinggi. Data tersebut menunjukkan bahwa kegiatan reklamasi di area studi masih memberikan kontribusi yang kecil terhadap penyerapan karbon.

*Kata kunci : Hutan, biomassa, cadangan karbon, persamaan alometrik.*

## 1. PENDAHULUAN

Berkaitan dengan perubahan iklim, kawasan hutan mempunyai peranan penting sebagai sumber emisi karbon (*Source*) dan juga dapat menyerap karbon serta menyimpannya (*Sink*) dalam biomassa tanaman. Di permukaan bumi ini, kurang lebih terdapat 90 % biomassa yang terdapat dalam hutan berbentuk kayu, dahan, daun, akar dan sampah hutan (serasah), hewan, dan jasad renik (Arief, 2005). Salah satu cara untuk mengurangi dampak pemanasan global adalah dengan mengendalikan konsentrasi karbon melalui pengembangan program *sink*, dimana karbon organik sebagai hasil fotosintesa akan disimpan dalam biomassa tegakan hutan atau pohon berkayu.

Biomassa hutan memiliki kandungan karbon yang cukup potensial. Hampir 50% dari biomassa vegetasi hutan tersusun atas unsur karbon (Brown, 1997). Informasi besarnya biomassa pohon di atas dan di dalam tanah sangat diperlukan untuk mempelajari cadangan karbon dan unsure hara lainnya dalam suatu ekosistem serta pengaruhnya terhadap siklus biogeokimia.

Vegetasi di suatu wilayah dapat mempengaruhi udara di sekitarnya secara langsung maupun tidak langsung dengan cara merubah kondisi atmosfer lingkungan udara (Nowak et. Al, 1998). Kondisi dan keberadaan vegetasi di suatu wilayah dapat diketahui dengan berbagai pendekatan, salah satunya adalah pemanfaatan penginderaan jauh dengan melihat nilai indeks vegetasi (Yunhao, et. Al, 2005).

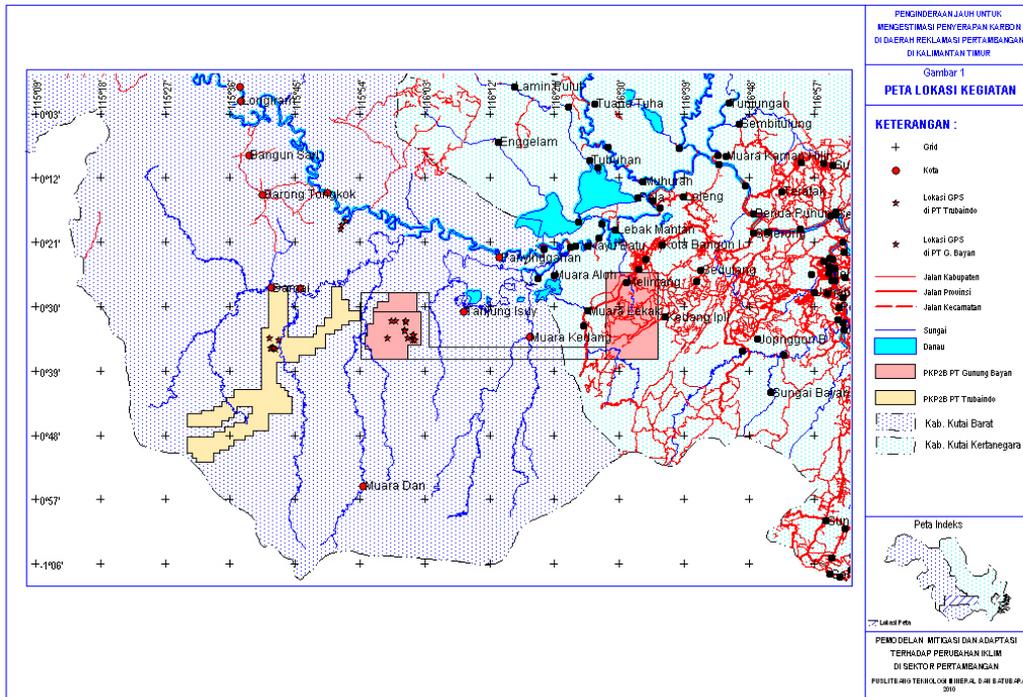
Nilai indeks vegetasi dapat memberikan informasi tentang persentase penutupan vegetasi, indeks tanaman, *fAPAR* (*fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation*), kapasitas fotosintesis dan estimasi penyerapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). (Horning, 2004, Ji and Peters, 2007). Nilai indeks vegetasi merupakan suatu nilai yang dihasilkan dari persamaan matematika dari beberapa band yang diperoleh dari data penginderaan jauh (citra). Band-band tersebut biasanya adalah band merah (visible) dan band infra merah dekat (Near Infra Red).

Pemanfaatan citra satelit dengan resolusi yang tinggi sangat diperlukan di daerah pertambangan yang mempunyai tingkat keragaman tutupan lahan yang heterogen (Liang, et. Al., 2007). Salah satu satelit yang membawa sensor radar yang diluncurkan pemerintah Jepang pada tanggal 24 Januari 2006 adalah satelit ALOS (*Advanced Land Observing Sattelite*). Sensor ALOS dengan AVNIR-2 dilengkapi dengan kemampuan khusus yang memungkinkan satelit dapat melakukan observasi tidak hanya pada arah tegak lurus lintasan satelit, tetapi juga mode operasi dengan sudut operasi (*pointing angle*) hingga  $\pm 44^\circ$  dan dapat menghasilkan citra dengan lebar liputan sebesar 70 km dengan resolusi spasial 10 meter. Kemampuan ini diharapkan dapat membantu dalam pemantauan kondisi suatu area yang diinginkan melalui pengamatan daerah bencana dalam waktu pengulangan 2 hari, dan lebar liputan satu citra dapat yang mencapai 1.500 km. Citra ALOS AVNIR-2 diharapkan dapat daerah-daerah yang mempunyai tutupan lahan yang heterogen.

Meningkatnya kegiatan manusia dan kerusakan alam yang berupa perubahan tata guna lahan, deforestasi, dan kebakaran hutan telah menyebabkan tingginya tingkat emisi karbon di atmosfer dan memicu terjadinya proses pemanasan global. Penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi dan memberikan informasi cadangan karbon di hutan sekunder dan kawasan reklamasi pertambangan dengan menggunakan teknologi inderaja. Hal ini diharapkan mendukung pemerintah dalam hal ini kementerian ESDM berpartisipasi dalam perdagangan karbon serta upaya menekan perubahan iklim global melalui peningkatan fiksasi karbon dalam biomassa tanaman/hutan.

## 2. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak pada posisi antara 115°09'11,7984" -116°57'57,0708" Bujur Timur dan -0°03'1,1124 - 1°06'52,9236" Lintang Selatan (lihat Gambar 1) sedangkan secara administrasi terletak pada perbatasan Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kabupaten Kutai Barat, Propinsi Kalimantan Timur. Sedangkan perusahaan yang digunakan sebagai studi kasus adalah PT. Lanna Harrita (KPB).



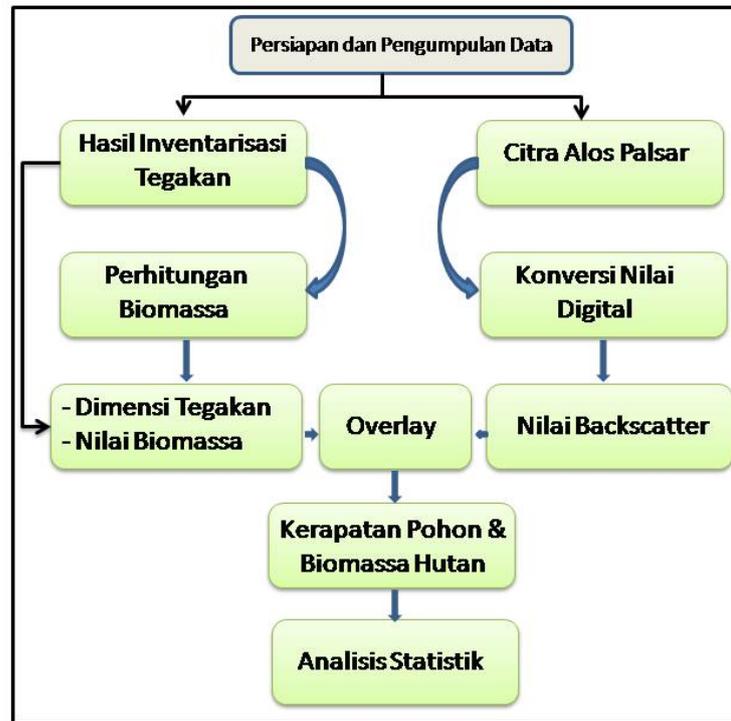
Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam mengestimasi penyerapan karbon pada kawasan aktifitas pertambangan batubara adalah dengan menggunakan klasifikasi secara digital dengan interpretasi visual dan deliniasi obyek langsung melalui layar monitor dengan cara penggabungan data multispektral (*color composit*).

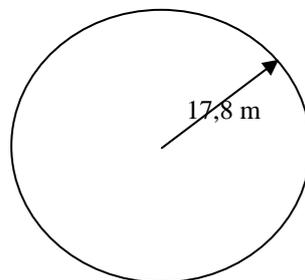
Analisis spasial dilakukan untuk menentukan zonasi daerah yang mengalami kerusakan atau berubahnya fungsi lahan dengan metode sistem informasi geografi (SIG) dengan dibantu hasil tracking GPS yang digunakan untuk penentuan titik kontrol (GCP) di lapangan. Titik kontrol tersebut juga diperlukan dalam proses koreksi geometrik. Untuk membantu interpretasi digunakan juga peta penggunaan lahan. Adapun diagram alir dari kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3.2. Metode Penghitungan pada Kawasan Hutan Sekunder dan Daerah Reklamasi

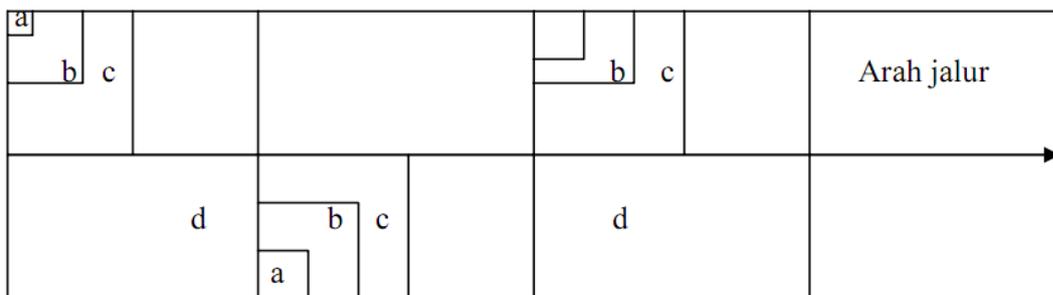
Pengambilan data lapangan dilakukan di hutan hasil revegetasi dan hutan alam yang belum dibuka. Pengambilan data di hutan tanaman dilakukan dengan pemercontohan, jumlah plot masing-masing 5 buah per jenis tanaman, luas per plot adalah 0,1 Ha dengan jari-jari 17,8 m. Di dalam plot tersebut dicatat jenis pohon, tinggi total pohon dan diameter pohon (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Sketsa Plot Pengukuran

Pengukuran di hutan alam menggunakan metode jalur dengan panjang jalur 100 m dan lebar jalur 20 m. (lihat Gambar 4). Petak (a) merupakan petak berukuran 2m x 2m untuk pengukuran semai, yang merupakan anakan pohon mulai kecambah sampai setinggi 1,5m. Petak (b) merupakan petak berukuran 5m x 5m untuk pengukuran pancang, yang merupakan

anakan pohon dengan tinggi  $\geq 1,5\text{m}$  dan diameter  $< 7\text{cm}$ . Petak (c) merupakan petak berukuran  $10 \times 10\text{m}$  untuk pengukuran tiang, yang merupakan pohon muda dengan diameter mulai  $7\text{ cm}$  hingga  $< 20\text{cm}$ . Petak (d) merupakan petak berukuran  $20 \times 20\text{m}$  untuk pengukuran pohon dengan diameter  $\geq 20\text{cm}$ . Di dalam petak pengukuran tersebut dicatat nama jenis untuk semai, pancang, tiang, dan pohon, serta diameter dan tinggi total untuk pancang, tiang, dan pohon.



Gambar 4. Desain Unit Contoh Vegetasi

Penghitungan biomassa dengan menggunakan metode pendugaan melalui penginderaan jauh serta pembuatan model. Metode ini menggunakan persamaan allometrik untuk mengekstrapolasi cuplikan data ke area yang lebih luas. Penggunaan persamaan allometrik standard yang telah dipublikasikan sering dilakukan, tetapi karena koefisien persamaan allometrik ini bervariasi untuk setiap lokasi dan spesies, penggunaan persamaan standard ini dapat mengakibatkan galat (kesalahan) yang signifikan dalam mengestimasi biomassa suatu vegetasi (Heiskanen, 2006; Australian Greenhouse Office, 1999).

Persamaan alometrik biomasa disusun dengan asumsi bahwa ada korelasi yang cukup tinggi antara dimensi pohon (diameter dan tinggi) dengan besarnya biomasa pohon.

Penyusunan model alometrik menggunakan analisis regresi dengan metode pendugaan koefisien regresi metode OLS (*Ordinary Least Squares*) atau metode kuadrat terkecil. Metode kuadrat terkecil merupakan metode untuk memilih garis regresi yang membuat jumlah kuadrat jarak vertikal dari titik y pengamatan ke garis regresi sekecil mungkin (Walpole, 1993). Selanjutnya dipilih model regresi terbaik dengan memperhatikan standar kriteria perbandingan model, yaitu : koefisien determinasi ( $R^2$ ), dan nilai sisaan ( $s$ ). Selain itu ada satu kriteria tambahan dalam pengambilan keputusan model terpilih yaitu nilai *Predicted Residual Sum of Squares* (PRESS) sebagai uji validasi untuk memilih persamaan terbaik. Penyusunan dan analisa persamaan alometrik ini dibuat dengan menggunakan bantuan program statistik SPSS 11 dan miniTAB 13.

Selanjutnya kandungan karbon vegetasi hutan sekunder dapat diestimasi menggunakan nilai biomassa yang diperoleh dari persamaan alometrik ataupun nilai BEF dimana 50% dari biomassa adalah karbon yang tersimpan.

#### 4. PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Kajian ini citra satelit yang digunakan adalah ALOS AVNIR-2 yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai HH dan HV sbb :

$$NDVI = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

dimana:

- $\rho_1$  = Band merah
- $\rho_2$  = Band Infra merah dekat

Daerah penelitian yang dijadikan studi kasus adalah PT. Lanna Harrita. Analisis citra ALOS AVNIR-2 digunakan dengan pertimbangan citra ini bisa menembus awan sehingga dalam menentukan dugaan biomasa dan serapan karbon pada daerah reklamasi dan hutan sekunder

dapat dilakukan dengan mudah. Lokasi perusahaan tersebut terletak di perbatasan Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kabupaten Kutai Barat, Propinsi Kalimantan Timur serta merupakan daerah lintasan garis katulistiwa sehingga sering terjadi kebakaran hutan dan banyak awan.

#### 4.1. Penghitungan Biomassa

Metode allometrik merupakan cara untuk pengukuran pertumbuhan tanaman yang dinyatakan dalam bentuk hubungan-hubungan eksponensial atau logaritma antar organ tanaman yang terjadi secara harmonis dan perubahan secara proporsional (Parresol, 1999). Metode allometrik dinyatakan dalam bentuk formulasi logaritmik sbb:

$$Y = a X^b$$

Keterangan :

Y = variabel bergantung (dalam hal ini kandungan biomassa)

X = variabel bebas (dalam hal ini dapat berupa diameter batang atau tinggi pohon)

a, b = konstanta

Martin et al. (1998) menyatakan bahwa persamaan allometrik dapat digunakan untuk menghubungkan antara diameter batang pohon dengan variabel yang lain seperti volume kayu, biomassa pohon, dan kandungan karbon pada tegakan hutan yang masih berdiri (standing stock).

Dengan asumsi bahwa kerapatan kayu mempengaruhi parameter a dari fungsi bentuk logaritmik diatas dan biomassa di atas tanah sebanding dengan  $D^2H$ , maka model logaritmik dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$B \text{ (kg per pohon)} = 0,11 \rho D^{2+0,62}$$

Untuk memperoleh pendugaan biomasa pada plot yang dilakukan estimasi pada lokasi reklamasi adalah melalui persamaan alometrik Ketterings et al. (2001) dibawah ini

$$B \text{ (kg per pohon)} = 0,1 x 0,41 x D^{2+0,62}$$

B adalah biomasa dan D adalah diameter pohon yang diperoleh dari pengumpulan data di lapangan.

Sedangkan estimasi pendugaan biomasa pada plot di lokasi hutan alam/sekunder adalah melalui persamaan alometrik ini

$$B \text{ (kg per pohon)} = 0,118 x D^{2,31}$$

B adalah biomasa dan D adalah diameter pohon yang diperoleh dari pengumpulan data di lapangan.

#### 4.2. Analisis Penyerapan Karbon Dengan Citra Alos Palsar

Berdasarkan hasil analisis terhadap data citra ALOS AVNIR-2 yang pada daerah Kuasa Pertambangan PT. Lanna Harrita, kandungan karbon (*C-stock*) dihitung dengan menggunakan pendekatan biomassa dengan asumsi 50 % dari biomassa adalah karbon yang tersimpan. Diperoleh hasil bahwa *C-stock* di Kuasa Pertambangan PT Lanna Harrita dari berbagai karbon pool seperti terlihat pada Tabel 1 sampai 3.

Tabel 1  
Kandungan Karbon (*C-stock*) di Lokasi Reklamasi PT. Lanna Harita

Reklamasi I	HH	HV	Biomassa (Kg)	Biomassa (Kg/Ha)	Karbon (Kg/Ha)
I	-95,2847	-96,8684	297,8979	2978,979	1489,49
II	-94,1719	-96,2958	1076,713	10767,13	21534,25
III	-91,4908	-99,3919	510,031	5100,31	10200,62
IV	-94,0879	-104,213	1177,128	11771,28	23542,56
V	-104,115	-96,7801	877,7508	8777,508	17555,02

Tabel 2  
Kandungan Karbon (C-stock) di Lokasi Reklamasi PT. Lanna Harita

Reklamasi II	HH	HV	Biomassa (Kg)	Biomassa (Kg/Ha)	Karbon (Kg/Ha)
I	-92,3684	-89,3248	992,5019	9925,019	4962,509
II	-90,9868	-96,1312	654,6608	6546,608	13093,22
III	-92,3559	-94,6364	505,3316	5053,316	10106,63
IV	-91,7716	-93,195	565,1668	5651,668	11303,34
V	-97,9629	-98,4019	425,0092	4250,092	8500,183

Tabel 3  
Kandungan Karbon (C-stock) di Lokasi Hutan Alam/Sekunder PT. Lanna Harita

HA	HH	HV	Biomassa (Kg)	Biomassa (Kg/Ha)	Karbon (Kg/Ha)
I	-91,3899	-96,6927	1178,798	29469,95	14734,97
II	-90,7092	-98,5264	292,8473	7321,182	14642,36
III	-89,2119	-98,0389	44,30345	1107,586	2215,172
IV	-90,1309	-95,6166	1451,593	36289,83	72579,65
V	-91,4739	-99,7556	3583,073	89576,83	179153,7

Dari hasil pengukuran tersebut, daerah reklamasi pada PT. Lanna Harita memiliki potensi rata-rata simpanan karbon sebesar 12,229 Ton/Ha sementara pada daerah Base Line sebesar 56,665 Ton/Ha.

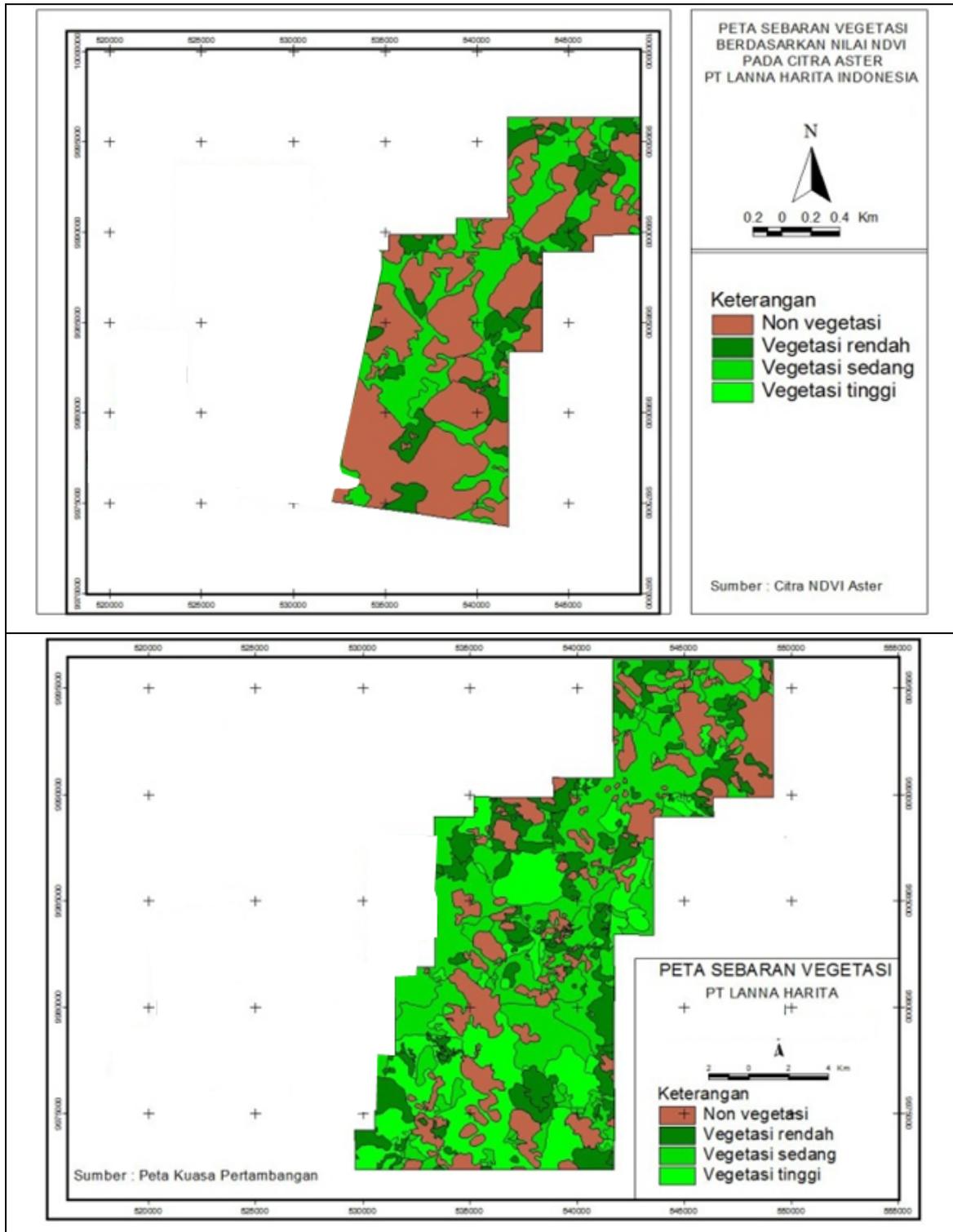
Berdasarkan model regresi antara Biomassa dan nilai digital NDVI pada masing-masing citra, model biomassa terbaik adalah model biomassa polinomial dengan menggunakan avnir-2. Dengan nilai R<sub>Sq</sub> sebesar 63,8% artinya model yang dibuat mampu memprediksikan biomassa dilapangan sebesar 63,8% dari daerah penelitian yaitu

$$\text{Biomassa} = 278,91(\text{NDVI})^2 - 133,66(\text{NDVI}) + 68,4$$

Hasil penafsiran secara visual di PT Lanna Harita menghasilkan estimasi luasan tutupan lahan sebagai berikut; untuk non vegetasi 5.180,86 Ha, vegetasi rendah 4.133,391 Ha, vegetasi sedang 8.740,237 Ha dan daerah vegetasi tinggi 5.404,379 Ha.

Dengan menghubungkan antara luas daerah Reklamasi dan Base Line/hutan sekunder, serta potensi simpanan karbon yang di peroleh dari pengukuran lapangan, maka dapat dihasilkan estimasi serapan karbon pada daerah Reklamasi dan Base Line/hutan sekunder antara lain ; Vegetasi rendah 337.037,72 ton/Ha, vegetasi sedang 899.678,1 ton/Ha dan vegetasi tinggi 43.364,95 ton/Ha.

Hasil klasifikasi dan analisis terhadap citra Alos Palsar yang digunakan diakuisisi pada tahun tahun 2009 dapat ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Citra Alos Palsar PT Lanna Harrita

Hasil dari analisis memperlihatkan bahwa kegiatan reklamasi dan baseline area/hutan sekunder di kawasan pertambangan PT. Lanna Harrita, kontribusi penyerapan karbonnya masih relative kecil dibandingkan dengan luasan wilayah kabupaten Kutai kartanegara dan Kutai baarat, Provinsi Kalimantan Timur. Pemantauan di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan reklamasi di daerah pertambangan berjalan dengan baik sesuai dengan arahan dari pemerintah dalam hal ini direktorat lingkunagn – minerba kementerian energy dan sumberdaya mineral.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis terhadap 12 scene citra ALOS AVNIR-2, bahwa pengukuran pada PT Lanna Harrita menghasilkan potensi simpanan karbon sebesar 12,229 Ton/Ha pada daerah reklamasi dan 56,665 Ton/Ha pada daerah Base Line. Sedangkan estimasi serapan karbon pada daerah Reklamasi PT Lanna Harrita adalah Vegetasi rendah 337.037,72 ton/Ha, vegetasi sedang 899.678,1 ton/Ha dan vegetasi tinggi 43.364,95 ton/Ha

Didasari oleh hasil analisis yang diperoleh, maka disarankan bahwa Setiap perusahaan sebaiknya melaporkan kondisi sekitar tambang secara berkala setiap tahun dalam bentuk citra, sehingga perkembangan kegiatannya dapat dipantau. Model kajian ini disarankan juga digunakan untuk memantau adanya kerusakan lingkungan pada suatu wilayah karena dapat dilakukan dengan cepat dan menghemat waktu untuk cakupan yang luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arief, A. 2005. *Hutan dan kehutanan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [2]. Australian Greenhouse Office, 1999. *National carbon accounting system, methods for estimating woody biomass*, Technical Report No.3, Commonwealth of Australia.
- [3]. Brown, Sandra, 1997. *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a Primer*. (FAO Forestry Paper - 134). FAO, Rome.
- [4]. Heiskanen, 2006. *Biomass ecv repport*. [www.fao.org/GTOS/doc/ECVs/T12-biomass-standards-reportv01.doc](http://www.fao.org/GTOS/doc/ECVs/T12-biomass-standards-reportv01.doc).
- [5]. *Horning, N, 2004, Global Land Vegetation ; An electric Textbook.NASA Goddard Space Flight Center Earth Sciences Directorate Scientific and Education Endeavors (SEE)*. [http://www.ccpo.odu.edu/SEES/veget/vg\\_class.htm](http://www.ccpo.odu.edu/SEES/veget/vg_class.htm). dikunjungi pada tanggal 27 desember 2007.
- [6]. [JAXA] Japan Aerospace Exploration Agency. 2010. *PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar)*. <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/about/palsar.htm> [31 Maret 2010].
- [7]. Ji, L.,A.J. Peters, 2007. *Performance Evaluation of Spectral Earth Resource Perspective*. Prentice Hall. New Jersey-USA.
- [8]. Ketterings QM, Coe, R, van Noordwijk, M, Ambagau, Y, Palm, CA. 2001. *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests*. *Forest Ecology and Management* 120:199-209.
- [9]. Liang, S.T., Zheng, D. Wang, K. Wang, R. Liu, S. Tsay, S. Running, & J. Townshend, 2007. *Mapping high resolution incident photosynthetically active radiation over land from polar-orbiting and geostationary satellite data*. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 1085 – 1089.
- [10]. Martin, J.G., Kloepfel, B.D., Schaefer, T.L., Kimbler, D.Land McNutly, S.G., 1998. *Aboveground biomass and nitrogen allocation of ten deciduous southern appalachian tree species*. *J. For. Res.* 28: 1648-1659.
- [11]. Nowak, D.J., P.J.McHale, M. Ibarra, D. Crane, J.C. Stevens, and C.J. Luley, 1998. *Modeling the effects of urban vegetation on air pollution*.*Air Pollution Modeling and Its Application*, 12, 399 - 407.
- [12]. Parresol, B.R. 1999. *Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons*.*For. Sci.* 45(4): 573-593.
- [13]. Walpole, E.R. 2006. *Probality and statistics for enginereer scientists*. Prentice Hall; 8 edition.
- [14]. Yunhao,C., S. Peijun, L. Xiaobing, C. Jin, and L.Jing, 2006.*A combined approach for estimation vegetation cover in urban/suburban environment from remotely sensed data*. *Computers & Geosciences*, 32, 1299 – 1309.

