

## KLASIFIKASI PALSAR MULTI-POLARISASI DI DAERAH ACEH

M. Natsir<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN  
e-mail : mohnatsir@yahoo.com

### Abstract

The determination of forest area in Aceh has been carried out with PALSAR. PALSAR data as a radar data is different with optical data in data acquisition, although there were many difficulties in radar ortho image formation, but they can be solved. A single un-polarized radar data difficult to recognize objects of targets. While multi-polarized radar easier to recognize objects. The horizontal radar wave H transmitted to object and the return wave was received with horizontal polarized receiver produced HH polarized radar data, while the return wave received with vertical polarized receiver produced HV polarized radar data. In the other hand vertical polarized radar wave transmitted to objects received with horizontal receiver produced VH polarized radar data, and produced VV polarized radar data if the return radar wave received with vertical polarized receiver. PALSAR acquired data in some mode, among others multi-polarization mode that produce both HH and HV polarized radar image data. These data then be processed become ortho rectified HH and HV polarized radar image data. Both images can be combined in a color composite image, HH in blue channel 1, HV in green channel 2, and HH in red channel 3, objects can be seen in color. The certain land cover classification can be performed by the classic supervised classification – maximumlikelihood, that is overused in optical data..

**Key Words:** *Multi-Polarization Radar, Dual-Polarisation Radar, PALSAR, Classification*

### Abstrak

Telah dilakukan penentuan luas hutan di Aceh dengan data PALSAR. Data PALSAR sebagai data radar berbeda dengan data optis dalam pengambilan datanya, walaupun ada kesulitan dalam mewujudkan sebagai citra formasi tegak seperti citra optis, namun sudah dapat diatasi. Radar tunggal dalam berbagai penelitian diketahui mengalami kesulitan dalam pengenalan obyek sasarannya, sedangkan radar dengan multi polarisasi lebih mudah dalam mengenali obyek sasaran. Gelombang radar polarisasi H (horizontal) dipancarkan ke sasaran dan kembalinya diterima dengan penerima polarisasi H menghasilkan data radar polarisasi HH, sedangkan apabila diterima dengan penerima polarisasi V (vertikal) menghasilkan data radar polarisasi HV. Sebaliknya bila gelombang radar polarisasi V dipancarkan dan kembalinya diterima dengan penerima polarisasi H diperoleh data radar polarisasi VH dan bila diterima dengan penerima polarisasi V, menghasilkan data radar polarisasi VV. PALSAR mengakuisisi data dengan berbagai moda, diantaranya moda multipolarisasi, yang mengambil data polarisasi HH dan HV secara bersamaan. Data yang diterima diolah dan menghasilkan citra PALSAR polarisasi HH dan citra PALSAR polarisasi HV ortho rektifikasi. Dua citra ini digabung dengan pewarnaan menghasil komposisi warna palsu (*False Color Composite*) HH dalam kanal warna biru, HV dalam kanal warna hijau dan HH dalam warna kanal merah, obyek-obyek akan terlihat berwarna. Pengkelasan obyek tutupan lahan tertentu dapat dilakukan dengan menggunakan metoda klasifikasi terawasi maximumlikelihood yang biasa digunakan pada data optis.

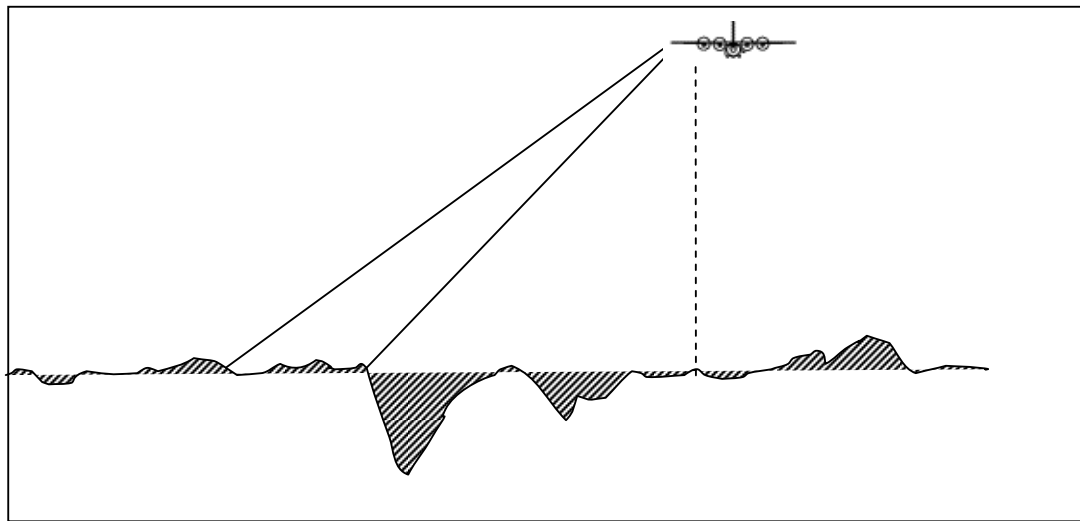
**Kata Kunci:** *Radar Multipolarisasi, Radar Dual-Polarisasi, PALSAR, Klasifikasi*

## 1. Pendahuluan

Sejak dua-tiga puluh tahun terakhir ini masyarakat dunia mulai sadar akan dampak pemanasan global yang berakibat pada penurunan kualitas lingkungan hidup yang berefek pada terganggunya kelangsungan hidup manusia. Banyak terjadi bencana karena penyimpangan iklim dan cuaca yang disebabkan oleh adanya efek pemanasan global tersebut. Gas-gas rumah kaca yang diantaranya adalah gas karbon dioksida dijadikan biang keladi penyebab pemanasan tersebut. Kerja sama Internasional telah banyak dilakukan dalam rangka mengupayakan pencegahan dan menanggulangi efek pemanasan global. Satu dari usaha tersebut adalah penghitungan ketersediaan pepohonan, terkait dengan banyaknya gas kabon yang dapat diserap olehnya, melalui penghitungan luas hutan-hutan tropis yang juga dikatakan sebagai paru-paru dunia. Indonesia yang termasuk dalam jaringan kerjasama Internasional tersebut telah bersama-sama menghitung luas hutan Kalimantan dan Sumatera.

Salah satu usaha penghitungan luas hutan adalah melalui pemanfaatan data penginderaan jauh, baik data optis maupun data radar yang saling melengkapi. Data optis dapat digunakan untuk mengukur luas hutan dengan baik, namun mempunyai kelemahan terganggu oleh adanya awan yang sangat banyak terjadi di daerah sekitar garis Katulistiwa, tempat beradanya hutan tropis. Gelombang radar dapat menembus awan, radar mendeteksi daerah yang tertutup awan. Oleh karena itu data radar diharapkan dapat mengatasi kesulitan penggunaan data optis yang terganggu oleh tutupan awan.

Data radar mempunyai keunggulan dalam mendeteksi daerah yang tertutup awan atau pengambilan data di waktu malam yang tidak ada matahari. Namun punya kelemahan karena system geometri pengambilan datanya miring, tidak seperti data optis, sehingga perhitungan koreksi geometriaknya lebih sulit. Disamping itu interaksi gelombang radar dengan obyek di permukaan bumi dipengaruhi oleh panjang gelombang, kekasaran, bentuk dan kandungan airnya.



Gambar 1-1. Geometri akuisisi data radar

Sistim akuisisi data radar yang banyak digunakan sekarang adalah SAR (Synthetic Aperture Radar). Akuisisi data SAR dapat dilaksanakan dengan pesawat, dengan satelit, maupun kendaraan antariksa lain seperti pesawat ulang-alik. Data SAR dengan pesawat dapat diperoleh dengan menerbangkan pesawat tanpa terikat waktu, data radar satelit dengan satelit yang tergantung orbitnya. Satelit pembawa SAR yang pernah ada sampai sekarang adalah RADARSAT milik Kanada, ERS kepunyaan lembaga antariksa Eropa ESA, JERS kepunyaan badan antariksa Jepang - NASDA, ALOS yang dimiliki dan dioperasikan oleh JAXA Jepang yang membawa sensor SAR yang dinamai PALSAR.

Dalam rangka penghitungan luas hutan pulau Sumatera LAPAN bekerja sama dengan JAXA untuk mencoba kemampuan data PALSAR dual-polarisasi untuk menentukan luas kawasan hutan dan non hutan. Dalam kerjasama itu masing-masing pihak melakukan pengolahan data sendiri-sendiri yang akan dicocokkan dalam pertemuan secara periodic pada awal tahun. Dalam tulisan ini penulis akan melaporkan bagian kecil percobaan dalam rangka penghitungan luas tersebut.

## 2. Metodologi

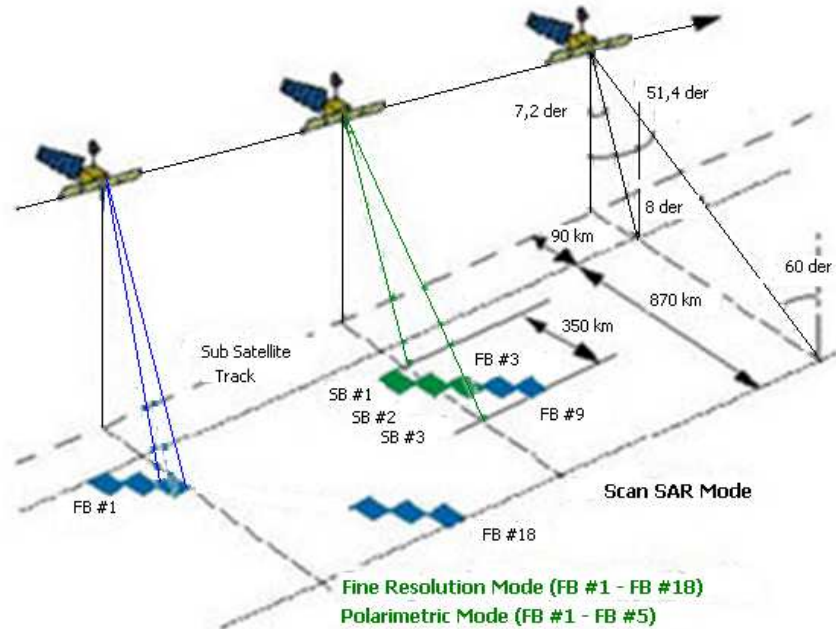
Satelit pembawa sensor PALSAR yang bernama ALOS (*Advanced Land Observation Satellite*) diluncurkan oleh Jepang. Satelit ini dikenal di Jepang dengan nama 'Daichi' telah diluncurkan pada tanggal 24 Januari 2006 di JAXA's Tanegashima Space Center Jepang menggunakan roket H-IIA. Satelit ini berbobot 4000kg didesain untuk dapat beroperasi selama 3 – 5 tahun. Satelit ini mengorbit dengan ketinggian sekitar 700 km dari atas permukaan bumi. Misi utama ALOS adalah untuk mencari pemecahan masalah seperti ketahanan pangan (*food security*), kelangkaan sumber air, mitigasi bencana dan konservasi keanekaragaman hayati (*biodiversity*).

ALOS dibangun dengan tujuan (1). membuat peta (*cartography*) seluruh wilayah Jepang termasuk negara lainnya di dunia, (2). mengamati pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) dan harmonisasi antara lingkungan bumi dan perkembangan regional, (3). memonitor bencana (*disaster monitoring*), (4). melakukan survei sumber daya alam, (5). mengembangkan teknologi yang terkait dengan satelit pengamat bumi masa depan. Karena banyaknya target yang ingin dicapai ALOS, maka satelit ini dikatakan sebagai satelit penginderaan jauh yang punya kemampuan multi-guna.

Selain PALSAR, ALOS secara keseluruhan membawa tiga sensor yaitu PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) untuk pemetaan digital elevasi (ketinggian) yang dapat menghasilkan data ketinggian. Sensor kedua adalah AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer*) dirancang untuk pengamatan lahan secara teliti. Dan sensor yang ketiga adalah sensor PALSAR (*Phased Array type L-Band Synthetic Aperture Radar*), Sesuai dengan namanya PALSAR dapat menghasilkan data SAR atau radar pada band L. Periode kunjungan ulang (*re-visiting period*) dari satelit ALOS adalah 46 hari, akan tetapi untuk kepentingan pemantauan bencana alam atau kondisi darurat satelit ALOS ini mampu melakukan observasi dalam waktu 2 hari.

PALSAR (*Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*) dioperasikan pada gelombang mikro dalam pita frekuensi band-L yang dapat menembus awan, dapat melakukan pengamatan siang ataupun malam dalam kondisi cuaca buruk sekalipun. PALSAR merupakan pengembangan/penajaman SAR yang dibawa satelit JERS-1 (*Japanese Earth Resources Satellite*) yang beroperasi pada band L dengan sudut  $35^\circ$  *off-nadir* dan polarisasi H-H, memberikan data radar yang lebih baik dibanding satelit radar generasi sebelumnya. PALSAR dapat memberikan keuntungan dalam cakupan pengamatan seperti RADARSAT Kanada mulai dari 250 – 350 km yang disebut dengan ScanSAR. Resolusi 10 m dan 100 m. Seperti juga SAR pada JERS-1, PALSAR dikembangkan bersama antara (Japan Aerospace Exploration Agency) JAXA dan the *Japan Resources Observation Systems Organization* (JAROS). PALSAR merupakan peralatan polarisasi penuh yang beroperasi dengan moda berkas halus (*fine beam*) *single polarisation* - polarisasi tunggal (HH atau VV), *dual polarization* - polarisasi ganda (HH+HV atau VV + VH) atau *full polarimetry* – polarimetri penuh (HH+HV+VH+VV).. Juga beroperasi dengan moda ScanSAR, dengan polarisasi tunggal (HH or VV). Frekuensi pusat dari radar adalah 1270 MHz (23.6 cm), dengan lebar pita (*bandwidth*) 28 MHz dalam moda polarisasi tunggal berkas halus (*fine beam single polarization*), dan 14 MHz dalam moda polarisasi empat ganda (*dual-quad-pol*) dan moda ScanSAR. Sudut *off-nadir* bervariasi antara  $9.9^\circ$  dan  $50.8^\circ$  (*mid-swath*), berkaitan dengan variasi sudut datang antara

7.9 dan 60.0°. Dalam moda Scan SAR 5-berkas, variasi sudut datang dari 18.0° sampai 43.0° (lihat gambar 2-1).



Gambar 2-1. Akuisisi data PALSAR ALOS (<http://www.eorc.jaxa.jp>, 2012)

Citra radar mempunyai karakteristik tertentu yang secara mendasar berbeda dengan citra yang diperoleh menggunakan sensor optic seperti Landsat, SPOT atau foto udara. Karakteristik khas itu disebabkan oleh teknik pencitraan radar, dan yang berkaitan dengan radiometri seperti (speckle, tekstur atau geometri ).

Keluaran dari PALSAR berupa citra seperti citra optic, sehingga pada saat menganalisis citra, penginterpretasi harus sadar akan fakta bahwa walaupun citra disajikan dalam produk analog seperti foto, radar melihat suatu scene sangat berbeda dengan mata manusia atau sensor optic; tingkat keabuan citra itu berkaitan dengan kuat relative energy gelombang mikro yang terhambur kembali oleh unsur-unsur bagian suatu lahan (landscape).

Shadows atau bayangan dalam citra radar berkaitan dengan sudut datang yang miring (*oblique*) gelombang mikro yang dipancarkan system radar dan bukannya geometri penerangan dari matahari. Kesamaan kesalahan pandang dua jenis citra biasanya menyebabkan kebingungan para pemula dalam menginterpretasi citra radar.

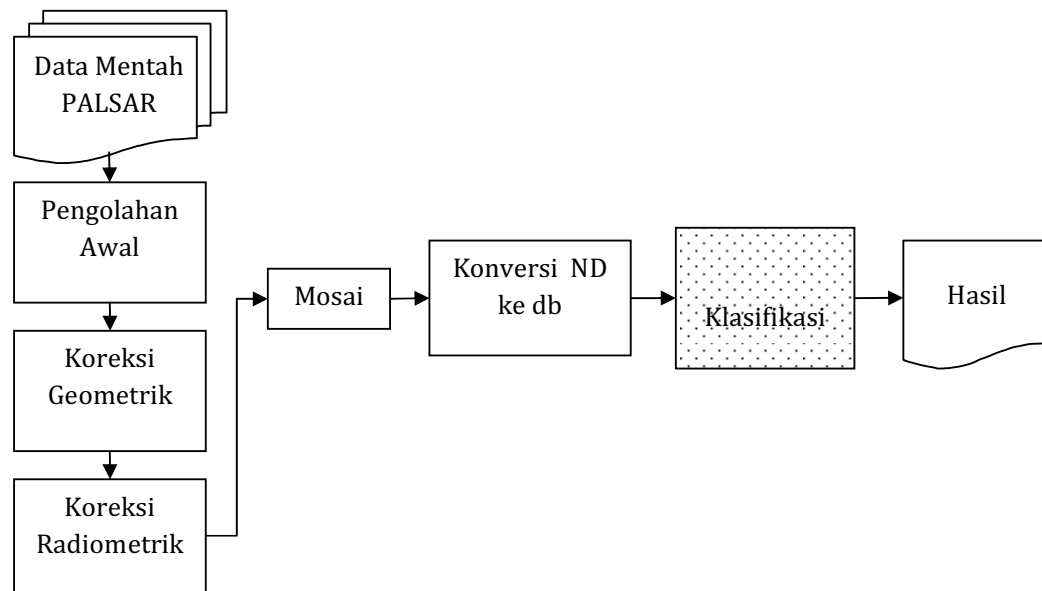
Elemen-elemen interpretasi citra radar dapat ditemukan di beberapa publikasi ilmiah misalnya dalam "*The use of Side-Looking Airborne Radar imagery for the production of a land use and vegetation study of Nigeria*" (Allen, 1979). Tingkat keabuan dalam citra radar terkait dengan karakteristik hamburan balik gelombang mikro dari permukaan tanah. Intensitas signal hamburan balik bervariasi tergantung pada kekasaran, sifat dielektrik dan kemiringan lokal. Karena signal radar tergantung pada terutama pada sifat geometric obyek. Beberapa parameter yang digunakan dalam penginterpretasian citra radar adalah:

*tone* (rona /intensitas), *texture* (kekasaran permukaan), *shape* (bentuk), *structure* (struktur) dan *size* (ukuran).

Dalam rangka mengetahui luas hutan Sumatera dilakukan klasifikasi data PALSAR dual-polarisasi yang dihibahkan oleh JAXA. Data PALSAR yang harus diklasifikasi meliputi pulau Sumatera dan pulau-pulau kecil sekitarnya. Data tersebut dibagi menjadi tiga bagian/ zona, yakni zona 1: Daerah Aceh dan sekitarnya, zona 2: Daerah sekitar Sumatera barat, Jambi, Sumatera selatan, dan zona 3: Daerah sebagian Sumatera selatan dan Lampung. Sedangkan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data zona 1, daerah Aceh dan sekitarnya.

Pelaksanaan pengolahan data PALSAR dari data mentah (raw data) sampai kepada hasil klasifikasi digambarkan pada gambar 2-2. pengolahan awal sampai<sup>2-1</sup> kepada koreksi baik koreksi geometric maupun koreksi radiometric bahkan sampai pada mosaik telah dilakukan oleh JAXA. Para peneliti LAPAN tinggal melakukan produksi citra radar gamma naugh yaitu konversi nilai digital ke db dan melaksanakan klasifikasi untuk mendapatkan luas hutan yang ada di pulau Sumatera dalam hal ini wilayah Aceh. Untuk merubah nilai digital menjadi nilai daya hamburan gelombang radar, dilakukan perkalian nilai digital dengan rumus

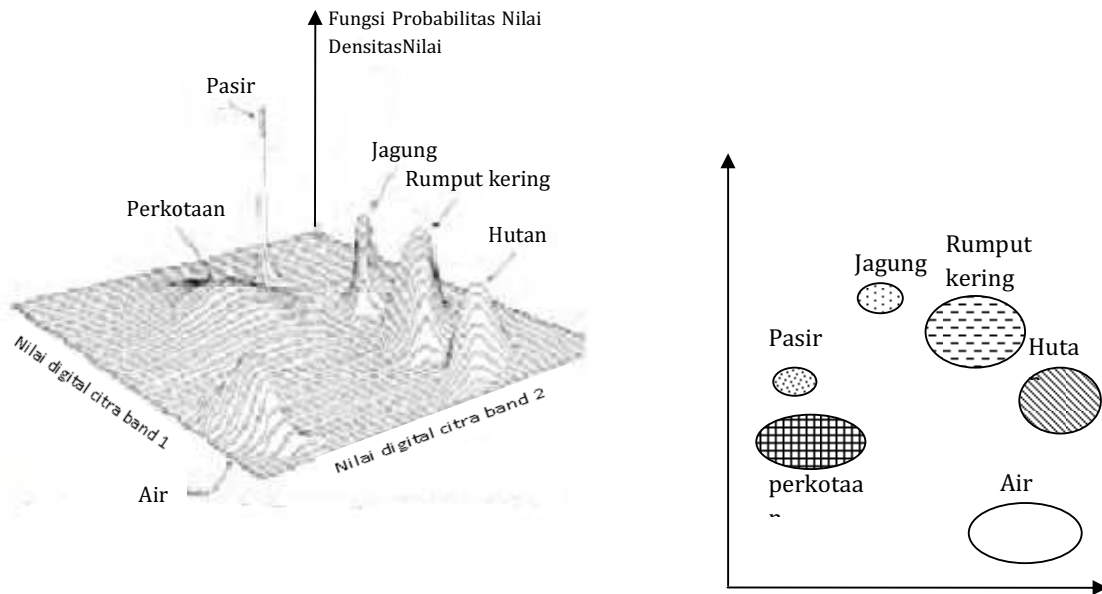
$$\gamma^o(db) = 10 \log(DN^2) - 83$$



Gambar 2-2. Diagram Alir Pengolahan Data

Dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi terbimbing menggunakan metoda kemiripan maksimum (*maximum likelihood*). Metoda ini sudah sangat biasa digunakan dalam klasifikasi terbimbing optik. Dengan metoda ini pixel-pixel dievaluasi secara kuantitatif yarian dan pola tanggap spektralnya. Dalam metoda ini kelompok contoh piksel yang dikelaskan (*training sample*) mempunyai sebaran normal, pola tanggap spectral penutup lahan diasumsikan sebagai vector rata-rata dan kovarian matriks, mempunyai

kebolehjadian statistik normal. Dalam diagram pencarnya (*spread diagram*) tiga dimensi seperti yang disajikan dalam Gambar 2-2, dengan sumbu tegak adalah probabilitas nilai piksel, kelompok kelas tergambar sebagai gunung-gunung yang dihasilkan dari fungsi probabilitas nilai densitas (*probability density function value*). Nilai-nilai digital dalam kelompok piksel dalam satu kelas akan identik dengan suatu rata-rata tertentu.



Gambar 2-3. Diagram Sebaran kelas (dari berbagai sumber)

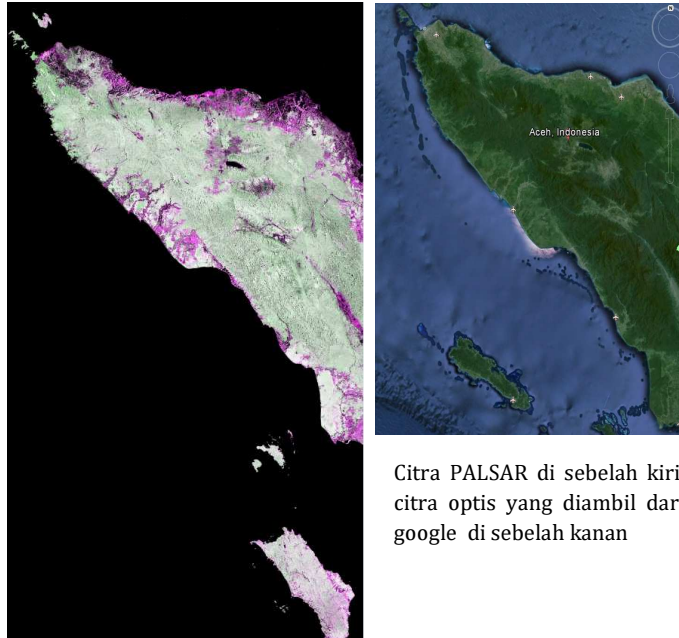
Perangkat lunak yang digunakan adalah ENVI dan sebagai pembanding digunakan ErMapper. Kedua perangkat memiliki paket program untuk mengklasifikasi data secara terawasi dengan metoda maximum likelihood, namun hasil yang ditampilkan adalah hasil dari ENVI.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra mosaik PALSAR dual polarisasi daerah Aceh tahun 2008. Citra PALSAR yang terdiri atas dua kanal itu dijadikan citra RGB warna palsu, kanal HH ditempatkan pada kanal warna biru dan merah, sedangkan kanal HV ditempatkan pada warna hijau, disajikan dalam gambar 3-1. Citra menjadi enak dilihat, didominasi warna hijau lembut dan sedikit warna ungu dan ungu kehitaman, serta hitam di pinggiran pantai.

Secara visual dan dibandingkan dengan citra optik seperti citra Landsat, SPOT dan sebagainya citra serupa tapi tak sama. Hutan primer di cita optik yang berwarna hijau gelap dapat dibedakan dengan hutan sekunder, perkebunan dan vegetasi jarang lainnya seperti kebun campuran atau tegalan. Di dalam citra PALSAR tidak jelas perbedaan antara vegetasi sangat rapat pada hutan, vegetasi tidak rapat pada hutan sekunder, belukar, kebun campuran maupun tegalan tidak jelas. Secara keseluruhan citra didominasi oleh warna hijau dan ungu, yang menunjukkan bahwa kanal HV kuat menghasilkan warna hijau dan kanal HH kuat menghasilkan warna ungu yang merupakan campuran warna biru dan merah. Pepohonan yang mempunyai komponen tegak dominan menghamburkan gelombang dengan polarisasi tegak dan

menghasilkan HV yang tinggi, sedangkan struktur yang berpola mendatar akan menghamburkan secara kuat gelombang polarisasi mendatar, menghasilkan HH yang tinggi.



Citra PALSAR di sebelah kiri, citra optis yang diambil dari google di sebelah kanan

Gambar 3-1. Citra PALSAR mosaik daerah Aceh tahun 2008.

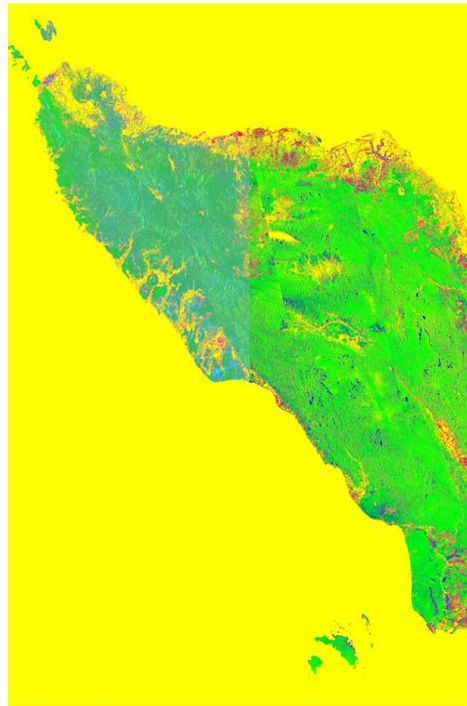
Untuk mengelaskan tutupan lahan atau obyek-obyek di permukaan tanah dilakukan klasifikasi, memakai metoda klasifikasi maximumlikelihood yang biasa digunakan pada data optik. Pada pengolahan penjajagan pendahuluan terjadi kesulitan-kesulitan karena data terlalu besar. Sehingga data dibagi dua bagian ujung barat sebagai bagian 1 dan timur sampai batas dengan Sumatera Utara adalah bagian 2. Kedua bagian itu kemudian diklasifikasi. Hasil klasifikasi kedua bagian citra yang diperoleh antara lain disajikan dalam sebagai berikut:

- Pemukiman [Magenta] (446.717.862 Meters<sup>2</sup>)
- Hutan [Green] (24.323.899.064 Meters<sup>2</sup>)
- Pedesaan [Cyan] (3.772.438.526 Meters<sup>2</sup>)
- Kebun campuran [Blue] (2.082.449.626 Meters<sup>2</sup>)
- Perkeb sawit [Maroon] (3.264.813.881 Meters<sup>2</sup>)
- Sawah kering [purple] (8,372,182,432.4775 Meters<sup>2</sup>)
- Tegalan [Red] (81243205 Meters<sup>2</sup>)

Citra hasil disajikan pada gambar 3-2. Ketelitian membuat training sample sangat berpengaruh dalam menentukan kelas, karena bisa menyebabkan pencampuran beberapa jenis atau kelas tutupan lahan dalam satu kelas. Badan air yang dalam citra radar menunjukkan gelap dapat tercampur dengan dataran yang licin. Pada citra bagian 1, kelas laut, danau dan sungai dan juga sawah berair yang seharusnya tidak dikelaskan masuk ke kelas hutan, sedangkan pada citra bagian 2 juga masuk ke kelas yang lain. Ketidaktelitian untuk kelas selain yang terkait air, mungkin disebabkan karena training sample tidak homogen

karena pengambilannya tidak teliti dan masih adanya banyak speckel yang menyesatkan perhitungan statistic.

Perhitungan ketelitian dari klasifikasi menggunakan confusion matriks ini tidak dapat dihitung dengan data lapangan. Sebagai penggantinya digunakan citra google yang di beberapa tempat (kebanyakan di sekitar pantai) dapat memberikan data yang detail dari data penginderaan jauh optis resolusi tinggi. Pengecekan dilakukan secara acak saja dan adanya piksel dalam kelas ditandai saja dengan x.



Gambar 3-2. Hasil (sementara) Klasifikasi Citra PALSAR Daerah Aceh 2008

Data dari uji petik 10 titik yang dilakukan diperoleh bahwa semua kelas sikar dipisahkan satu sama lain, saling menumpuk yang digambarkan pada Matriks Kekacauan (Confussion Matrix) yang disajikan pada tabel 3-1. Ketelitian klasifikasi dinyatakan dengan banyaknya piksel sesuai kelas dibagi dengan jumlah piksel pilihan (acak) keseluruhan. Secara sepintas penelitian ini sama sekali tidak teliti, masih harus diupayakan agar lebih teliti, dengan minimasi *speckle* dan pengambilan training sample lebih teliti.

Gambar 3-1: Matriks Kekacauan (*confusion matrix*)

	Perkotaan	Pedesaan	Hutan	Kebun Campur	Perkeb Sawit	Sawah Kering	Tegalan
Pekotaan	x	x	x	x		x	x
Pedesaan		x					
Hutan		x	x	x	x		
Kebun Campur				x			
Perkeb Sawit	x	x		x	x		
Sawah Kering	x					x	
Tegalan						x	x



#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan sementara yang dapat diperoleh adalah

1. Secara visual kualitatif seolah-olah citra PALSAR dual-polarisazation dapat membedakan antara obyek hutan dan non hutan.
2. Klasifikasi dengan metoda maximumlikelihood sementara masih belum dapat digunakan, dengan maksimal, karena citra masih mengandung banyak speckle.

#### 5. Daftar Rujukan

- Elachi, C. 1988, “*Spaceborne Radar Remote Sensing: Application and Techniques*”, IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, 345 East 47<sup>th</sup> Street , New York
- Hoekman, D. 2011. “*Introduction to Remote Sensing Physic and Radar*”, Environmental Science-Wegeningen University
- Hoekman, D. 2012, “*Rada Processing Results*”, Presentasi
- Lee, Jong-sen and Eric Potter, 2009, “*Polarimetric Radar Imaging from Basic to Application*”, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida
- Purwadhi, S.H. Prof. Dr. dan Drs. Tjaturahono B.S. MSi. 2008. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Universitas Negeri Semarang
- Sanden, J.J. van der. 1997. “*Radar Remote Sensing to Support Tropical Forest Management*”, Tropenbos-Guyana
- Verhoeven, R. 2011. “*Gamma Image Processing Chain*”, SARVision, Bahan Workshop SARVision, Universitas Wegeningen - LAPAN
- Werner, C. 2012. “PALSAR Processing” <http://www.opengis.co.jp/html/gamma/>  
[http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/kc\\_mosaic/kc\\_mosaic.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/kc_mosaic/kc_mosaic.htm), [Juli 2012]  
[http://www.members.chello.nl/~r.sugardiman/html/GEO\\_example\\_geocoding.html](http://www.members.chello.nl/~r.sugardiman/html/GEO_example_geocoding.html), [Juli 2012]