

KLASIFIKASI TUTUPAN VEGETASI MENGUNAKAN METODE DEKOMPOSISI POLARIMETRIK

Panji Pratama Putra, Yudo Prasetyo, Haniah ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Telp. (024) 76480785, 76480788
E-mail: geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang memiliki wilayah yang sangat luas dan kekayaan alam yang berlimpah. Pembangunan di segala bidang dilaksanakan untuk memajukan negara, melindungi kekayaan alam, serta untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pada proses pembangunan tersebut ada aspek penting yang tidak boleh diabaikan yaitu mengenai memahami banyaknya kawasan hutan dan perkiraan biomasa hutan yang ada di Indonesia. Disamping itu manfaat dari kawasan hutan sangat penting untuk keberlangsungan makhluk hidup yang ada di bumi.

Penelitian penelitian ini memanfaatkan data ALOS PALSAR L-band level 1.5 dengan *quad polarization*. Pada penelitian ini proses yang dilakukan adalah dengan mengekstrasi data tersebut kedalam matriks Sinclair yang kemudian akan dilakukan proses *multilook dan speckle filtering* untuk menghilangkan *noise*. Setelah proses tersebut dilakukan data tersebut di konversi kedalam matrik koherensi untuk mendapatkan informasi dari hasil klasifikasi yang menggunakan metode dekomposisi polarimetrik yang telah dijabarkan oleh Cloude dan Pottier. Hasil klasifikasi kawasan hutan yang telah didapatkan proses berikutnya adalah memberikan informasi koordinat pada hasil klasifikasi tersebut agar data yang dihasilkan memiliki informasi koordinat yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menyesuaikan tutupan lahan hasil klasifikasi dekomposisi polarimetrik dengan citra Landsat 8 untuk mendapatkan kesesuaian tutupan lahan agar didapatkan informasi sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

Penelitian tugas akhir ini menghasilkan sebuah citra hasil klasifikasi dekomposisi polarimetrik dengan metode Cloude & Pottier. Hasil klasifikasi tersebut mengklasifikasikan kawasan perairan dan non-perairan (kawasan hutan dan pemukiman). Hasil dari klasifikasi dekomposisi polarimetrik ini juga menghasilkan luas kawasan tutupan vegetasi sebesar 52.793 ha, kawasan pemukiman sebesar 31.209 ha dan kawasan perairan sebesar 12.312 ha.. Selain itu klasifikasi tersebut diharapkan dapat dijadikan acuan sebagai bahan pertimbangan untuk mengembangkan pelestarian kawasan hutan guna keberlangsungan makhluk hidup di masa yang akan datang. **Kata Kunci** : Kawasan hutan, Cloude dan Pottier, Klasifikasi dekomposisi polarimetrik

ABSTRACT

Indonesia is an exceedingly wide country which having much a natural resources. Development in every field occurs to increase the country, protect the natural resource, and increase a society welfare. There are two crucial aspects in every process of the development, namely to recognize the forest area and estimate the forest biomass in Indonesia. Moreover, the benefit of the forest area is extremely crucial for the survival of living things on Earth.

This research utilized ALOS PALSAR L-band level 1.5 data with quad polarization. In this research, the process was performed by extract the data into the matrix Sinclair and then do the multilook process and speckle filtering to remove noise. Once the process was performed, some data will process into coherency matrix to obtain the information from the result of classification using polarimetric decomposition that have been describe by Cloude and Pottier. The result of classification of vegetation cover that have been obtained the next process is to provide coordinate information on the result of classification that the data generated has coordinate information appropriate with actual condition. Validation in this research is performed to adjust classification result polarimetric decomposition with landsat 8 to get the suitability of land cover in order to obtain information appropriate with actual condition

This final research showed in an image of the polarimetric decomposition classification result used Cloude & Pottier method. The classification result produces a classification that separated water and non-water (forest and residence area). The total vegetation cover area according from classification polarimetric decomposition amounted to 52.793 ha, residence area amounted to 31.209 ha and waters area amounted to 12.312 ha. The result is expected to be reference to develop conservation of forest area for the survival of living things in the future.

Keywords: Forest area, Cloude and Pottier, Polarimetic decomposition classification.

^{*)} Penulis Penanggungjawab

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang memiliki wilayah yang sangat luas, kekayaan alam yang berlimpah serta ditempati lebih dari 240 juta penduduk. Pembangunan di segala bidang dilaksanakan untuk memajukan Negara, melindungi kekayaan alam, serta untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pada proses pembangunan tersebut aspek penting yang tidak boleh diabaikan yaitu mengenai memahami banyaknya kawasan hutan dan perkiraan biomasa hutan yang ada di Indonesia.

Hutan di Indonesia merupakan hutan tropis yang terluas ketiga di dunia setelah Brazil dan Republika Demokrasi Kongo, dengan luas wilayah hutan 1.860.359,67 km² daratan, 5,8 juta km² wilayah perairan dan 81.000 km garis pantai. Oleh karena itu Indonesia ditempatkan pada urutan kedua setelah Brazil dalam hal tingkat keanekaragaman hayati.

Hutan juga merupakan sumber daya alam yang dapat memberikan manfaat berlipat ganda, baik manfaat yang secara langsung maupun manfaat secara tidak langsung. Manfaat hutan secara langsung adalah sebagai sumber berbagai jenis baran, seperti kayu, getah, kulit kayu, daun, akar, buah, bunga dan lain-lain yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh manusia atau menjadi bahan baku berbagai industri yang hasilnya dapat digunakan untuk memenuhi hamper semua kebutuhan manusia. Manfaat hutan yang tidak langsung meliputi: gudang keanekaragaman hayati (*biodiversity*) yang terbesar di dunia meliputi flora dan fauna, bank lingkungan regional dan global yang tidak ternilai, baik sebagai pengatur iklim, penyerapn CO₂ serta penghasil oksigen, fungsi hidrologi yang sangat penting artinya bagi kehidupan manusia di sekitar hutan dan plasma nutfah yang dikandungnya, sumber bahan obat-obatan, ekoturisme, *bank genetic* yang hampir-hampir tidak terbatas dan lain-lain.

Indonesia merupakan negara penyumbang emisi terbesar ke-3 di dunia terbesar setelah Cina dan Amerika Serikat yang berasal dari penebangan hutan secara berlebihan. Tingkat emisi karbon di udara yang semakin menggerogoti lapisan atmosfer dan membuat bumi semakin panas memaksa negara-negara di dunia mencari komitmen bersama untuk mengatasi dan menurunkan tingginya emisi karbon di udara

Terkait dampak yang akan memberikan kerugian bagi kelestarian hutan dibutuhkan adanya tindakan yang perlu dilakukan untuk menjaga seta melestarikan kawasan hutan untuk kebaikan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Salah satu tindakan atau cara untuk menjaga dan melestarikan kawsan hutan adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yang bertujuan untuk

mengidentifikasi serta mengklasifikasikan kawasan hutan.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang didapat dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1994).

Metode dekomposisi polarimetrik adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengklasifikasikannya berdasarkan dekomposisi eigenvalue atas matriks koherensinya menjadi beberapa parameter yang digunakan untuk memisahkan atau mengklasifikasikan antara kawsan hutan dengan kawasan perairan dan lainnya. (Katmoko, A.S, dkk, 2005)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada permasalahan pada latar belakang diatas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil klasifikasi dari kawasan hutan menggunakan data ALOS PALSAR berbasis metode dekomposisi polarimetrik?.
2. Bagaimana hasil parameter isotrophy dan anistrophy yang dihasilkan dari proses yang berbasis dekomposisi polarimetrik menggunakan data ALOS PALSAR?.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas dan agar tidak terlalu jauh kajian masalah pada penelitian ini, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Wilayah studi mencakup koordinat 6 °14'-6 °46' LS dan 107°33'-107 °36' BT di Kabupaten Subang, Jawa Barat.
2. Penelitian ini menggunakan klasifikasi kawasan hutan menggunakan metode dekomposisi polarimetrik dengan *Wishart Classification*.
3. Nilai parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter H dan α untuk klasifikasi kawasan hutan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menerapkan segmentasi polarimetrik untuk mengklasifikasikan kawasan hutan menggunakan data ALOS PALSAR.
2. Menghasilkan parameter yang baik dan dapat memisahkan kawasan non perairan (kawasan hutan) dengan kawasan perairan.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

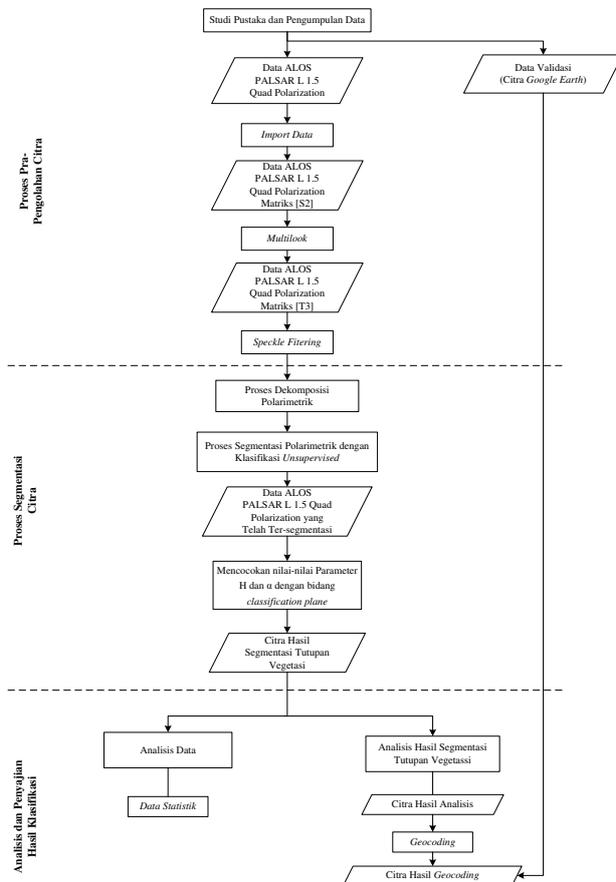
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yang berupa perangkat keras adalah sebagai berikut:

1. Satu unit laptop DELL Inspiron N 4050 dengan processor intel® Core™ i5-2430 CPU @2.40 Ghz, RAM 4.00, Hardisk 465 GB.

Sedangkan untuk data-data penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu ALOS PALSAR L-1.5 tahun 2007 dan Jawa Barat (.shp) tahun 2012.

2.2 Metode Penelitian

Tahapan dimulai dengan pengumpulan data, alat yang digunakan, pengolahan data, serta menganalisis hasil dari proses pengolahan data pada penelitian ini. Berikut dibawah ini digambarkan langkah-langkah dalam melakukan penelitian dalam bentuk diagram alir:



Gambar 1. Diagram Alir

Secara umum pengolahan data citra untuk klasifikasi kawasan hutan menggunakan metode dekomposisi polarimetrik algoritma *unsupervised* dibagi dalam empat tahapan berikut.

1. Proses pra-pengolahan citra

Pra-segmentasi citra meliputi proses pemasukan file, pengekstrakan matriks, *multilook* dan *speckle filtering*.

2. Proses segmentasi citra

Proses segmentasi citra meliputi pembuatan klasifikasi kawasan hutan pada perangkat lunak *PolSARPro* 4.2 untuk mendapatkan hasil klasifikasi parameter *isotropy*, *anistropy* dan *alpha angel*.

3. Proses klasifikasi tutupan lahan

Proses klasifikasi meliputi pembuatan kelas, pengambilan sampel (*training area*), dan memplotkan nilai-nilai hasil klasifikasi ke dalam suatu bidang *H/A/a classification plane* untuk menjadi model klasifikasi kawasan hutan.

4. Analisis dan penyajian hasil klasifikasi.

Tahap akhir dari proses ini adalah model klasifikasi citra, hasil klasifikasi kawasan hutan, analisis data statistik, profil dan histogramnya selain itu memvalidasi objek hasil klasifikasi, serta pembuatan peta hasil klasifikasi kawasan hutan Kabupaten Subang, Jawa Barat.

Proses klasifikasi dengan metode dekomposisi polarimetrik perlu dilakukan penilaian akurasi untuk mengetahui kualitas hasil klasifikasi. Metode analisis pada perangkat lunak *PolSARPro* dapat menghasilkan informasi statistik untuk memeriksa kualitas dari hasil klasifikasi. Kemudian validasi objek dilakukan menggunakan aplikasi *Google Earth* yang terkoneksi internet dengan perangkat lunak *PolSARPro*.

2.3 ALOS PALSAR

PALSAR adalah suatu sensor gelombang-mikro aktif pada L-band (frekuensi pusat 1270 MHz/23,6 cm) yang dikembangkan oleh JAXA bekerja sama dengan JAROS (*Japan Resources Observation System Organization*). (ALOS *Data User Handbook Revision C*, 2008). PALSAR adalah suatu instrument yang bekerja secara penuh polarimetrik, bekerja dengan salah satu dari mode yang berikut: polarisasi tunggal (HH atau VV), polarisasi rangkap dua (HH+HV atau VV +VH) atau polarimetrik penuh (Canada *Centre for Remote Sensing*, 2013).

2.4 Multilook Processing

Pengolahan data dalam klasifikasi kawasan hutan pada penelitian ini salah satunya adalah proses *multilook processing*. Proses *multilook* ini adalah proses untuk mengubah data SLC (*Single Look Complex*) menjadi data yang sudah ter-*multilook*. Selain untuk mengekstrak data, proses *multilook* juga mempunyai fungsi yaitu untuk menghilangkan *noise*. (Ragajaya, R., dkk, 2012)

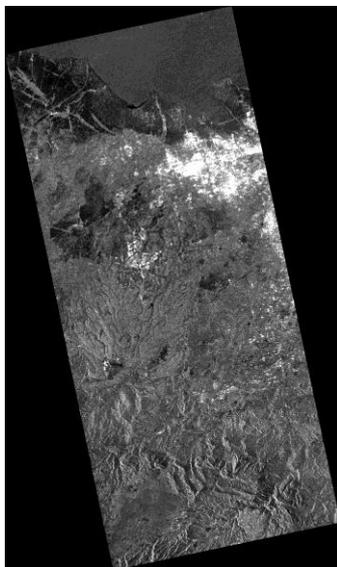
2.5 Geocoding

Berikutnya adalah melakukan proses *geocoding*. Proses *geocoding* adalah proses untuk mencari koordinat sesuai dengan *input* data yang

digunakan. Hal ini dilakukan agar data citra tersebut mempunyai system koordinat pada koordinat geografis.



Gambar 2. Citra Radar sebelum proses geocoding



Gambar 3. Citra Radar setelah proses geocoding

2.6 Metode Dekomposisi Cloude dan Pottier

Cloude dan Pottier mengembangkan metode klasifikasi data polarimetrik Radar yang berdasarkan dekomposisi *eigenvalue / eigenvector* atas matriks koherensinya menjadi parameter:

- a. *Entropy H*. Bernilai antara $0 \sim 1$, menunjukkan tingkat kerandoman scatteringnya, dimana $H=0$ mengindikasikan *single scattering mechanism* dan $H=1$ mengindikasikan *random mixture scattering mechanism*.
- b. *Alpha Angle α* . Menunjukkan tipe scatteringnya yang paling dominan secara rata-rata, dimana $\alpha=0^\circ$ mengindikasikan

surface scattering, $\alpha=45^\circ$ mengindikasikan dipole atau *volume scattering*, dan $\alpha=90^\circ$ mengindikasikan *multiple scattering* atau *dihedral reflector*.

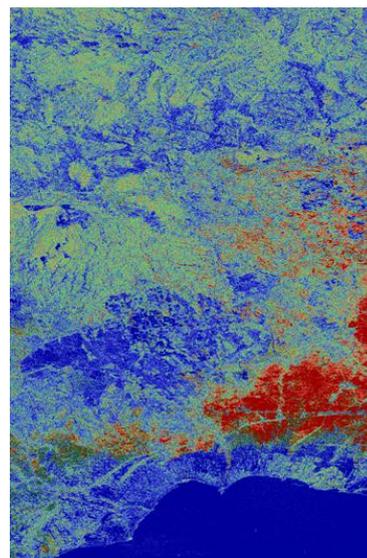
- c. *Anisotropy A*. Memberikan informasi lebih lanjut mengenai banyaknya komponen scatteringnya, dimana $A=0$ menunjukkan *azimuthal symmetry surface* dan $A > 0$ mengindikasikan peningkatan jumlah *anisotropic scatteringnya*.

Nilai-nilai tersebut kemudian diplot dalam suatu bidang $H/\alpha/A$, dan menggunakan batas kelas (boundary) yang direkomendasikan Cloude dan Pottier dilakukan klasifikasi secara langsung berdasar mekanisme scatteringnya/tidak tergantung pada *dataset training* (Cloude, dkk, 2002).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil dan analisis klasifikasi distribusi hamburan *entropy (H)* dan *alpha (α)*.

Segmentasi polarimetrik adalah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan tutupan lahan walaupun metode yang digunakan berupa *unsupervised*. Segmentasi akan bergantung pada parameter polarimetrik yaitu H dan α , dimana parameter tersebut berasal dari turunan nilai parameter itu sendiri pada matriks kecocokan yang kompleks. Pada Gambar dibawah ini merupakan bidang *classification plane* dari segmentasi polarimetrik.



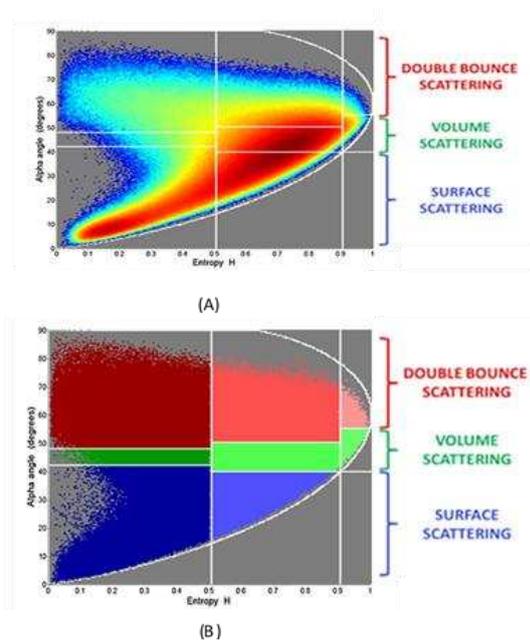
Gambar 4. Hasil dan analisis klasifikasi distribusi hamburan *entropy (H)* dan *alpha (α)*

Gambar diatas merupakan hasil distribusi hamburan yang terdistribusi pada bidang H - α *classification plane*, hasil distribusi tersebut adalah hamburan *entropy* dan *alpha (α)* yang kemudian akan disesuaikan dengan bidang H - α *classification plane* yang telah dijelaskan oleh Cloude dan Pottier.

Bidang H- α *classification plane* yang diusulkan oleh Cloude dan Pottier dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar IV.2 menunjukkan hasil bidang H/ α dari proses segmentasi polarimetrik yang telah dilakukan pada penelitian ini.

Pada bidang H/ α pada gambar 5 (A) menunjukkan hasil segmentasi yang berulang, dimana segmentasi yang berulang ini membantu untuk mengidentifikasi hamburan yang terletak dekat dengan *boundaries*, tersebar di beberapa zona, atau disertai oleh hamburan pada zona yang sama. Hasil segmentasi yang berulang ditunjukkan dengan hasil hamburan yang berwarna kemerahan, dimana hamburan tersebut dapat disebut juga sebagai hamburan yang dominan dikarenakan memiliki *likelihood* yang maksimum dan berulang berdasarkan distribusi Wishart sehingga dapat dikelaskan berdasarkan hamburan yang dominan.

Pada bidang H/ α pada gambar 5 (B) menghasilkan parameter *Surface scattering (single bounce)* yaitu hamburan dari suatu permukaan obyek. *Double bounce scattering* yaitu hamburan dari pemantulan sudut dihedral, permukaan pemantul terbuat dari bahan dielektrik yang berbeda. Misalnya tanah dengan batang pohon. *Volume (canopy)* yaitu hamburan yang berkaitan dengan hamburan acak total (kanopi vegetasi) (Freeman A, 1998).



Gambar 5. Hasil Bidang H/ α Berdasarkan Segmentasi Polarimetrik

Dari hasil proses data (distribusi hamburan) yang telah disesuaikan dengan bidang H- α *classification plane* didapatkan hasil bahwa distribusi hamburan yang paling dominan terdapat pada kelas Z4, Z5, Z6 dan Z9.

Pada Kelas Z4, distribusi hamburan tersebut masuk kedalam kategori *double reflektor propagation effect* yang mengindikasikan hamburan tersebut terletak pada daerah non perairan. Selain itu pada kelas Z4 ini juga diartikan sebagai daerah urban. Adapun luasan hasil klasifikasi daerah pemukiman sebesar 31.209 ha.

Untuk Kelas Z5, distribusi hamburan tersebut masuk kedalam kategori partikel anisotropi yang menunjukkan bahwa ditribusi hamburan tersebut menunjukkan *low vegetation*, dimana pada daerah distribusi hamburan tersebut terletak daerah yang bervegetasi walaupun tingkat vegetasinya masih rendah atau sedikit. Adapun luasan hasil klasifikasi pada daerah bervegetasi sebesar 52.793 ha.

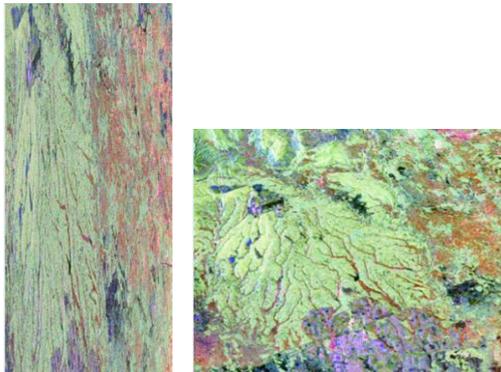
Hasil distribusi hamburan selanjutnya dari hasil klasifikasi adalah kelas Z6, distribusi hamburan acak yang paling dominan secara acak tersebut masuk kedalam kategori *random surface* yang diartikan sebagai kategori hamburan permukaan. Pada kategori *random surface* ini diindikasikan sebagai *medium entropy surface*, *medium entropy surface* ini adalah kelas yang menunjukkan bahwa ditribusi hamburan tersebut menunjukkan *low vegetation*, dimana pada daerah distribusi hamburan tersebut terletak daerah permukaan yang bervegetasi walaupun tingkat vegetasinya masih rendah atau sedikit. Adapun luasan hasil klasifikasi pada daerah bervegetasi sebesar 52.793 ha.

Hasil distribusi hamburan yang terakhir dari hasil klasifikasi adalah Pada kelas Z9, distribusi hamburan acak yang paling dominan secara acak tersebut masuk kedalam kategori *bragg surface* yang diartikan sebagai kategori hamburan permukaan perairan. Pada kategori *bragg surface* ini diindikasikan sebagai hamburan *low entropy surface*, *low entropy surface* ini adalah kelas yang menunjukkan bahwa distribusi hamburan tersebut terletak pada permukaan yang kasar seperti permukaan air, permukaan es atau permukaan yang gundul. Adapun luasan hasil klasifikasi pada daerah perairan sebesar 12.312 ha.

3.2 Hasil dan Analisis Speckle Statistic

Data polarimetrik pada Data SAR tidak terlepas dari gangguan atau *noise*. Gangguan tersebut dikenal dengan istilah *speckle* atau *noise* yang terdapat pada data SAR disebabkan oleh adanya gangguan pada gelombang yang dipantulkan dari banyak elemen-elemen hamburan. Gangguan ini disebabkan dari variasi intensitas pada piksel-piksel, dan variasi tersebut dianggap sebagai pola dari *noise* pada data SAR. *Speckle* pada data SAR memberikan kesulitan dalam proses interpretasi citra dan analisis data SAR, selain itu juga dapat mengurangi efektivitas dari segmentasi citra pada data SAR tersebut.

Berikut adalah hasil proses citra data SAR sebelum dilakukannya proses *filtering* dan setelah dilakukannya proses *filtering* yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Citra Sebelum Proses Multilook dan Speckle Filtering (A) dan Setelah Proses Multilook dan Speckle Filtering (B).

Pada gambar 6 merupakan hasil dari ekstraksi data SAR, dimana data tersebut adalah data yang masih memiliki *noise* yang cukup banyak dan pada citra hasil proses setelah *speckle filtering* adalah data SAR yang telah mengalami proses *multilook*. Proses *multilook* adalah proses dan cara yang efektif untuk mengurangi *speckle noise* dengan meratakan nilai data spasial pada *complex interferogram*.

3.3 Hasil dan Analisis Data Statistik

Pada proses polarimetrik, mengetahui mengenai karakteristik data SAR tersebut adalah hal yang cukup penting. Untuk mengetahui karakteristik data SAR tersebut salah satu caranya adalah dengan memahami dan mengetahui data statistik dari matriks yang dibentuk, pada penelitian ini matriks yang digunakan sebagai bahan analisis data statistik adalah matriks [S2] dan [T3].

Pada proses analisis statistik polarimetrik ini dihasilkan banyak data statistik dari setiap komponen polarisasi yang ada pada polarisasi polarimetrik, dalam penelitian ini digunakan *quad polarization* yaitu (HH, HV, VH dan VV). Dari data statistik yang dihasilkan oleh setiap komponen matriks polarisasi hanya satu komponen matriks polarisasi yang akan dilakukan analisis sebagai data sampel yang mewakili dari keseluruhan data tersebut. Berikut adalah salah satu komponen matriks polarisasi yang akan dijadikan data utama untuk analisis data statistik pada polarimetrik yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil statistik *variance* tersebut diartikan sebagai hasil ukuran jarak dari hasil rata-rata pada area *boundary box* yang telah dipilih. Dari hasil nilai pada matriks [T12] lebih baik dikarenakan dengan hasil nilai *variance* yang kecil dapat berpengaruh pada hasil citra yang dihasilkan, selain itu juga dapat meningkatkan kualitas segmentasi yang dihasilkan sesuai dengan nilai piksel pada polarisasi data SAR.

Tabel 2. Komponen Statistik (Amplitudo) pada matriks polarisasi HV

Komponen Statistik (Amplitudo)	S12	T12
Mean	0,14616	0,004170
Variance	0,1022	0,00046
Skewness	1,08423	0,86711
Non Centered Skewness	0,00872	0,00014
Kurtosis	4,23015	6,27560
Non Centered Kurtosis	0,00286	0,00001

Hasil statistik *variance* tersebut diartikan sebagai hasil ukuran jarak dari hasil rata-rata pada area *boundary box* yang telah dipilih. Dari hasil nilai pada matriks [T12] lebih baik dikarenakan dengan hasil nilai *variance* yang kecil dapat berpengaruh pada hasil citra yang dihasilkan, selain itu juga dapat meningkatkan kualitas segmentasi yang dihasilkan sesuai dengan nilai piksel pada polarisasi data SAR.

Hasil statistik *skewness* ini adalah data yang dihasilkan untuk menunjukkan kesimetrisan atau ketepatan hasil data dari hasil *mean* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil nilai dan pada matriks [T12] menghasilkan data yang lebih baik dibandingkan matriks pada [S12] dikarenakan nilai yang dihasilkan pada matriks [T12] lebih kecil apabila dibandingkan dengan matriks [S 12]. Dengan hasil yang lebih kecil ini memberikan hasil yang cukup baik, dalam hal ini adalah kesimetrisan data hasil distribusi *sampel* hamburan polarisasi.

Hasil data statistik dari analisis berikutnya adalah data *non centered skewness* ini menunjukkan ketidak-simetrisan hasil rata-rata distribusi sampel hamburan polarisasi pada data mean terhadap *polarimetric decomposition filtering* (PDF). Berdasarkan hasil nilai yang telah dihasilkan, nilai *non centered skewness* pada matriks [T12] menghasilkan data yang lebih baik dibandingkan matriks pada [S12] dikarenakan nilai yang dihasilkan pada matriks [T12] lebih kecil apabila dibandingkan dengan matriks [S 12]. Dengan hasil yang lebih kecil ini memberikan hasil yang cukup baik dan hasil tersebut juga ditunjukkan pada histogram yang dihasilkan, dimana hasil pada matriks [T12] sesuai dengan *polarimetric decomposition filtering* (PDF) yang menjadi acuan.

Hasil statistik *kurtosis* adalah *kurtosis* (keruncingan) yang dinilai sebagai bentuk distorsi dari kurva normal. Tingkat keruncingan tersebut diukur dengan membandingkan bentuk keruncingan kurva distribusi data dengan kurva normal. Berdasarkan hasil nilai yang telah dihasilkan, nilai

kurtosis pada matriks [T12] menghasilkan data yang lebih baik dibandingkan matriks pada [S12] dikarenakan nilai yang dihasilkan pada matriks [T12] lebih besar apabila dibandingkan dengan matriks [S12]. Hasil tersebut menghasilkan hasil keruncingan cukup sesuai dengan kurva normal (*polarimetric decomposition filtering*).

Data non centered kurtosis ini menunjukkan distorsi pada data distribusi yang tidak sesuai dengan kurva normal (*polarimetric decomposition filtering*). Dari hasil data *non centered kurtosis* tersebut, nilai data pada matriks [T12] lebih baik apabila dibandingkan dengan data pada matriks [S12] dikarenakan nilai yang dihasilkan menunjukkan bahwa distorsi atau kesalahan pada, ditribusi data tersebut kecil sehingga hasil keruncingan distribusi sesuai dengan kurva normal (*polarimetric decomposition filtering*).

3.4 Analisis Gaussian Statistical Test

Pada analisis *Gaussian Statistical Test* ini memberikan pendekatan yang baik untuk distribusi sampel yang benar. Pada analisis ini juga terdapat beberapa tes yang dilakukan untuk menguji komponen yang terdapat pada data polarimetrik. Untuk melihat hasil yang dihasilkan pada uji tes ini, hasil tersebut disajikan pada Tabel.3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Analisis *Gaussian Statistical Test*

<i>Gaussian Statistical</i>	S12	T12
<i>Gaussian Significance</i>	2.461083e+004 m	1,488268 e+10 m
<i>Exponetial Significance</i>	2.257329e+003 m	7,06620 e+003 m
<i>Ray Leigh Significance</i>	4.067896e+004 m	5,33851 e+004 m
<i>Uniform Significance</i>	3.058462e+004 m	2,50786 e+004 m

Hasil dari nilai *gaussian significance* menunjukkan bahwa matriks [T12] memberikan hasil yang baik dengan memberikan hasil nilai yang memiliki nilai pendekatan distribusi hamburan sesuai dengan *polarimetric decomposition filtering*.

Uji tes *exponetial significance* ini erat kaitannya dengan nilai intensitas yang dihasilkan oleh komponen polarisasi polarimetrik, Hasil uji tes *exponetial significance* pada nilai yang dihasilkan ini menunjukkan bahwa dengan nilai intensitas yang besar dapat menghasilkan kualitas citra SAR yang baik.

Analisis selanjutnya yaitu *ray leigh significance*, uji statistik pada *gaussian statistical test* ini sangat berkaitan dengan amplitudo. Hasil nilai atau data yang dimiliki amplitudo sangat berperan penting terhadap hasil nilai piksel, semakin baik data amplitudo yang dihasilkan semakin baik pula nilai

piksel yang dihasilkan. Hasil yang dihasilkan tersebut menunjukkan bahwa pada uji tes *ray leigh significance* tingkat kebenaran atau kepercayaan pada nilai amplitudo cukup baik, dengan hasil yang baik ini juga dapat membuat nilai piksel yang baik dan data citra yang dihasilkan juga akan baik. Dengan data yang baik akan menghasilkan hasil proses segmentasi yang akan baik sesuai dengan komponen polarisasinya.

Uji statistik yang terakhir dalam *gaussian statistical test* ini adalah *uniform significance*. Uji statistik ini juga sangat berkaitan dengan komponen dasar dimiliki suatu gelombang pembawa, hasil nilai fase yang baik tersebut dapat memudahkan proses yang akan dilakukan pada proses polarimetrik. Hasil yang dihasilkan tersebut menunjukkan bahwa pada uji tes *uniform significance* tingkat kebenaran atau kepercayaan pada nilai fase cukup baik, dengan hasil yang baik ini juga dapat membuat proses interpretasi citra untuk analisi permukaan menjadi lebih baik.

3.5 Analisis Kolmogorov-Smirnov Statistical Test

Uji ini *Kolmogorov-Smirnov* ini digunakan untuk menguji 'goodness of fit' antar distribusi sampel dan distribusi lainnya, Uji ini membandingkan serangkaian data pada sampel terhadap distribusi normal serangkaian nilai dengan mean dan standar deviasi yang sama. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kenormalan distribusi beberapa data. Uji *Kolmogorov-Srnimov* merupakan uji yang lebih kuat daripada uji *chi-square* ketika asumsi-asumsinya terpenuhi. Untuk melihat hasil yang dihasilkan pada uji tes ini, hasil tersebut disajikan pada Tabel.4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Analisis *Kolmogorov-Smirnov Statistical Test*

<i>Kolmogorov-Smirnov Statistical Test (Amplitudo)</i>	S12	T12
<i>Gaussian Significance</i>	0.06656 m	0.63624 m
<i>K-S statistic</i>	0.12875 m	0.07350 m
<i>Exponetial</i>	0.35442 m	0.00000 m
<i>K-S statistic</i>	0.09166 m	0.50762 m
<i>Ray Leigh</i>	0.04845 m	0.00000 m
<i>K-S statistic</i>	0.13463 m	0.59942 m
<i>Uniform Significance</i>	0.0000 m	0.0000 m
<i>K-S statistic</i>	0.49705 m	0.40212 m

Pada uji *kolmogorov-smirnov* ini terdapat istilah nilai *most extreme differences absolute*, nilai ini merupakan nilai dari suatu statistik pada uji *kolmogorov-smirnov*, apabila nilai ini pada uji terhadap masing-masing variabel diatas $p > 0,05$, maka

cukup bukti untuk menerima H_0 , dimana data terdistribusi secara normal.

Nilai uji statistik *gaussian significance* diatas $p > 0,05$, maka data *gaussian significance* ini terdistribusi secara normal. Pada uji statistik *gaussian significance* nilai *kolmogorov-smirnov* diatas $p > 0,05$, maka data *kolmogorov-smirnov* ini terdistribusi secara normal.

Pada uji statistik *exponetial significance* pada matriks [S12] diatas $p > 0,05$, maka data *gaussian significance* ini terdistribusi secara normal, sementara pada matriks [T12] diatas $p < 0,05$, maka data *exponetial significance* ini tidak terdistribusi secara normal. Pada uji statistik *exponetial significance* nilai *kolmogorov-smirnov* diatas $p > 0,05$, maka data *kolmogorov-smirnov* ini terdistribusi secara normal.

Pada uji statistik *ray leigh significance* nilai yang didapatkan diatas $p < 0,05$, maka data *gaussian significance* ini tidak terdistribusi secara normal. Pada uji statistik *exponetial significance* nilai *kolmogorov-smirnov* diatas $p > 0,05$, maka data *kolmogorov-smirnov* ini terdistribusi secara normal.

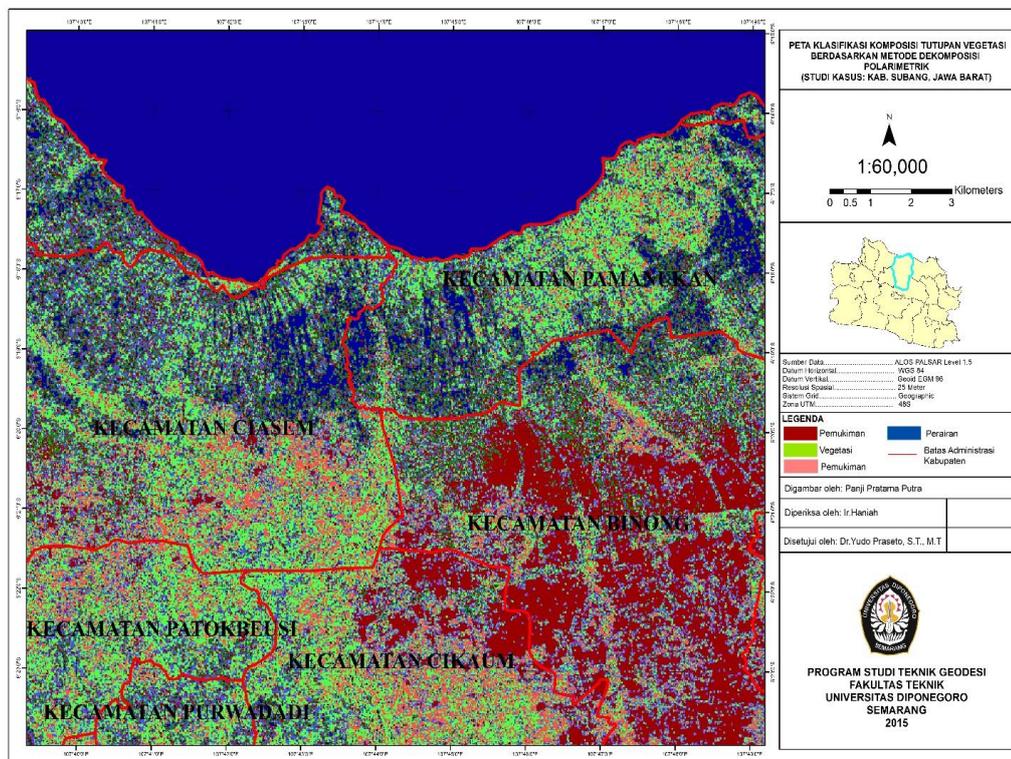
kolmogorov-smirnov yang didapatkan diatas $p > 0,05$, maka data *kolmogorov-smirnov* ini terdistribusi secara normal.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Hasil klasifikasi dari tutupan vegetasi menggunakan data ALOS PALSAR berbasis metode dekomposisi polarimetrik menghasilkan hasil segmentasi yang dapat memisahkan kawasan vegetasi dengan kawasan perairan maupun pemukiman kedalam empat kelas yang memiliki hamburan dominan. Hasil dari klasifikasi dekomposisi polarimetrik ini juga menghasilkan luas kawasan tutupan vegetasi sebesar 52.793 ha, kawasan pemukiman sebesar 31.209 ha dan kawasan perairan sebesar 12.312 ha.
2. Hasil parameter *isotrophy* dan *anistropy* yang dihasilkan dari proses dekomposisi polarimetrik menggunakan data ALOS PALSAR



Gambar 7. Hasil Peta Klasifikasi Tutupan Vegetasi

Pada uji statistik *uniform significance* nilai yang didapatkan diatas $p < 0,05$, maka data *gaussian significance* ini tidak terdistribusi secara normal. Pada, uji statistik *uniform significance* nilai

menggunakan metode Cloude dan Pottier yang didasarkan atas tipe dan tingkat keacakan hamburan baliknya sebagai berikut :

- a. Pada Kelas Z4, distribusi hamburan tersebut diartikan sebagai daerah *urban*, daerah *urban* pada umumnya menunjukkan bahwa distribusi hamburan tersebut menunjukkan area atau daerah pemukiman. Nilai rentang parameter *entropy* (H) berdasarkan bidang *H- α classification plane* sebesar 0.5-0.9 dan hasil parameter α yang dihasilkan berkisar antara 55° - 90° dengan hasil luas klasifikasi sebesar 31.209 ha.
 - b. Pada Kelas Z5, distribusi hamburan tersebut diartikan sebagai yang menunjukkan bahwa distribusi hamburan tersebut menunjukkan *low vegetation*, dimana pada daerah distribusi hamburan tersebut terletak daerah yang bervegetasi. Nilai rentang parameter *entropy* (H) berdasarkan bidang *H- α classification plane* sebesar 0.5-0.9 dan hasil parameter α yang dihasilkan berkisar antara 40° - 50° dengan hasil luas klasifikasi sebesar 52.793 ha.
 - c. Pada kelas Z6, distribusi hamburan acak yang paling dominan secara acak tersebut diartikan sebagai kategori hamburan permukaan, dimana pada daerah tersebut terletak daerah permukaan yang bervegetasi. Nilai rentang parameter *entropy* (H) berdasarkan bidang *H- α classification plane* sebesar 0.5-0.8 dan nilai parameter α yang dihasilkan dari kelas Z6 ini adalah berkisar antara 20° - 40° dengan hasil luas klasifikasi sebesar 52.793 ha.
 - d. Pada kelas Z9, distribusi hamburan acak yang paling dominan secara acak tersebut diartikan sebagai kategori hamburan permukaan perairan, dimana daerah tersebut menunjukkan bahwa distribusi hamburan tersebut terletak pada permukaan yang kasar seperti permukaan air, permukaan es atau permukaan yang gundul. Nilai rentang parameter *entropy* (H) berdasarkan bidang *H- α classification plane* sebesar 0.1-0.5 dan nilai parameter α yang berkisar antara 10° - 35° dengan hasil luas klasifikasi sebesar 12.312 ha.
3. Dalam peningkatan kualitas dari hasil penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan DEM untuk mereduksi topografi interferogram atau citra yang memiliki resolusi yang lebih baik yang akan dijadikan sebagai data untuk memvalidasi data hasil penelitian.
 4. Lebih jauh, perlu dikaji pula pemanfaatan data polarimetrik SAR untuk berbagai bidang aplikasi khususnya di Indonesia

Daftar Pustaka

- ALOS *Data User Handbook Revision C*. 2008. JAXA.
- Caitilin D, dkk. 2013. *Classification of forest composition using polarimetric decomposition in multiple landscape*. United States: University of Massachusetts.
- Canada Centre for Remote Sensing. 2013. *Radar polarimetry*. Canada.
- Cloude S.R., Pottier E., dan Boerner W.-M. 2002. *Unsupervised image classification using the entropy/alpha/anisotropy method in radar polarimetry*. In Proc. JPL AIRSAR Symposium, Pasadena, California.
- Freeman A., Durden S.L 1998. *A three-component scattering model for polarimetric SAR data*. IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing, 36(3):963– 973.
- Katmoko, A.S, dkk. 2005. *Klasifikasi data polarimetrik radar dengan menggunakan metode dekomposisi Cloude & Pottier*. Bandung: ITB.
- Lillesand, K. 1994. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Ragajaya, R., dkk. 2012. *Perhitungan biomassa dengan metode polarimetrik SAR menggunakan citra ALOS PALSAR*. Bandung: ITB.

4.2 Saran

Dari beberapa kesimpulan diatas, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Dari hasil klasifikasi yang didapatkan dari penelitian ini, perlu dikaji lebih lanjut tingkat ketepatan nilai spektral tiap kelas tutupan lahannya menggunakan metode uji lapangan (alat spektrometer)
2. Hasil proses filtering yang digunakan pada penelitian ini menggunakan window size yang lebih kecil yang bernilai dua (2), hal itu diperlukan itu untuk hasil penapisan yang halus .