

# **Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi Untuk Analisis Kesesuaian Lahan Penentuan Lokasi Pelabuhan Barang Pengumpanan Lokal Di Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah**

Satrio Wisnu Suwardana  
satrioswardana@gmail.com

Nurul Khakhim  
nurulk@ugm.ac.id

## **Abstract**

In Indonesia as an archipelagic country where most of its region are ocean, the existence of port is essential because it acts as connecting medium between land. Assignment of a port's location is not apart from suitability assessment which is rely on physical factor, both from the land and water bodies of a region. This study aims to understand the role and capability of Sentinel-2, Landsat, dan SRTM remote sensing image in determining and analyzing both land and water's physical condition and their effect on port location's suitability in Demak Regency, and also create spatial model for port location's suitability using weighted-overlay method. The result shows that Sentinel-2, Landsat, dan SRTM remote sensing image can be used to extract land physical condition (e.g. land use maps) and only small area of Demak Regency's coast are suitable for port location.

Keywords: port, land suitability, image capabilities

## **Abstrak**

Di Indonesia yang negaranya berbentuk kepulauan dan sebagian besar wilayahnya berupa perairan, keberadaan pelabuhan begitu penting karena merupakan sarana penghubung dari suatu pulau atau wilayah daratan ke pulau atau wilayah daratan lainnya. Penempatan suatu pelabuhan tidak terlepas dari kajian kesesuaian yang dipengaruhi baik dari faktor fisik lautan dan daratan suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan citra penginderaan jauh Sentinel-2, Landsat, dan SRTM dalam menentukan dan menganalisis parameter fisik darat dan laut serta pengaruhnya terhadap penentuan lokasi pelabuhan barang, serta membuat model spasial kesesuaian lokasi pelabuhan barang dengan metode pengharkatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa citra penginderaan jauh Sentinel-2, Landsat, dan SRTM dapat digunakan untuk memetakan parameter kondisi fisik darat dengan cukup baik. Selain itu, tidak semua pesisir Demak sesuai untuk lokasi pelabuhan barang.

**Kata kunci:** pelabuhan, kesesuaian lahan, Kemampuan citra

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang berbentuk kepulauan dan sebagian besar berupa perairan. Indonesia sebagai negara maritim telah diakui dunia berdasarkan UNCLOS 1982. Teritorial lautan yang luas maka pemerintah menjadikan Indonesia poros maritim dunia. Untuk mendukung sebagai poros maritim dunia dibuat kebijakan mengenai tol laut. Tol laut

membutuhkan pelabuhan yang menyebar merata. Untuk pemilihan lokasi pelabuhan perlu adanya kesesuaian lahan dengan menggunakan penginderaan jauh dan SIG (Sistem Infomarsi Geografi).

Penginderaan Jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau fenomena melalui data yang diperoleh menggunakan piranti tanpa kontak

langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand and Kiefer, 1979). Citra yang digunakan yaitu Sentinel-2A dengan resolusi spasial 10 meter. Sentinel-2A merupakan program *Global Monitoring and Environmental Security* (GMES) dan inisiasi dari *European Commission* (EC) dan *European Space Agency* (ESA). Citra ini masih terbilang baru tetapi telah banyak penelitian menggunakannya seperti analisis untuk batas provinsi (Aulirahman dkk., 2017), analisis kesehatan hutan mangrove (Kawamuna dkk., 2017), dan analisis perubahan tutupan vegetasi (Putra dkk., 2015).

Burrough (1986) mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk memasukan, menyimpan, mengelola, menganalisis dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan. Metode SIG yang digunakan yaitu Pembobotan. Metode pembobotan / scoring merupakan metode yang dimana setiap parameter diperhitungkan dengan pembobotan yang berbeda. Bobot yang digunakan sangat tergantung dari percobaan atau pengalaman empiris yang telah dilakukan. Semakin banyak sudah diuji coba, semakin akuratlah metode scoring yang digunakan (Setianingrum, 2014).

Pada Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP 901 Tahun 2016 terdapat rencana lokasi dan hierarki pelabuhan barang akan dibangun di Demak. Demak merupakan Kota yang berada di Utara Jawa Tengah. Demak berada di daerah pesisir sehingga memiliki dinamika fisik yang tinggi karena pengaruh yang berasal dari daratan maupun lautan. Tujuan penelitian yaitu (1) mengetahui pemanfaatan citra penginderaan jauh dalam menentukan parameter fisik darat dan fisik laut yang digunakan dalam penentuan lokasi pelabuhan barang. (2) menyusun

parameter kondisi fisik dan non fisik yang mempengaruhi terhadap penentuan lokasi pelabuhan barang. (3) menerapkan pemodelan spasial penentuan lokasi pelabuhan barang dengan SIG.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan teknologi penginderaan jauh dalam mengekstraksi parameter fisik serta SIG (Sistem Informasi Geografi) untuk pengolahan data spasial. Penelitian ini menghasilkan rekomendasi lokasi pelabuhan yang sesuai berdasarkan parameter fisik. Metode yang digunakan dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu pra lapangan, lapangan, dan pasca lapangan.

Tahapan pra lapangan merupakan tahap persiapan untuk melakukan survei lapangan. pada tahap pra lapangan yang dilakukan yaitu pengumpulan data, koreksi citra, interpretasi citra, dan pembuatan peta tentatif. Data yang dikumpulkan baik data sekunder, citra Sentinel-2A, Landsat, SRTM, peta geologi, dan Peta RBI Daerah Demak. Data parameter fisik darat yang digunakan berupa kelerengan, tanah, penggunaan lahan, erosi, sedimentasi, aksesibilitas, dan kerawanan bencana. Parameter fisik laut yang digunakan yaitu gelombang, kedalaman laut, kecepatan angin, dan pasang surut. Citra SRTM digunakan untuk mengekstraksi data kelerengan. Data kelerengan dibuat peta tentatif lereng. Citra Sentinel-2A digunakan untuk mengekstraksi data penggunaan lahan. Untuk mengekstraksi penggunaan lahan Citra Sentinel-2A dilakukan koreksi radiometrik. Untuk mengekstraksi penggunaan lahan dengan cara interpretasi visual citra dan peta RBI menghasilkan peta tentatif penggunaan lahan. Peta Geologi untuk menghasilkan peta tentatif jenis tanah. Jenis tanah untuk mengetahui daya dukung tanah untuk pelabuhan barang. Citra Landsat untuk mengekstraksi data abrasi dan akresi. Data Sekunder yang didapat yaitu data kerawanan bencana dan aksesibilitas. Peta tentatif lereng, penggunaan lahan, tanah,

abrasi dan akresi serta kerawanan bencana, aksesibilitas dioverlay sehingga menghasilkan peta arahan darat. Peta ini untuk pengambilan sampel saat survei lapangan. Pemilihan sampel yang digunakan yaitu *Purposive Sampling*.

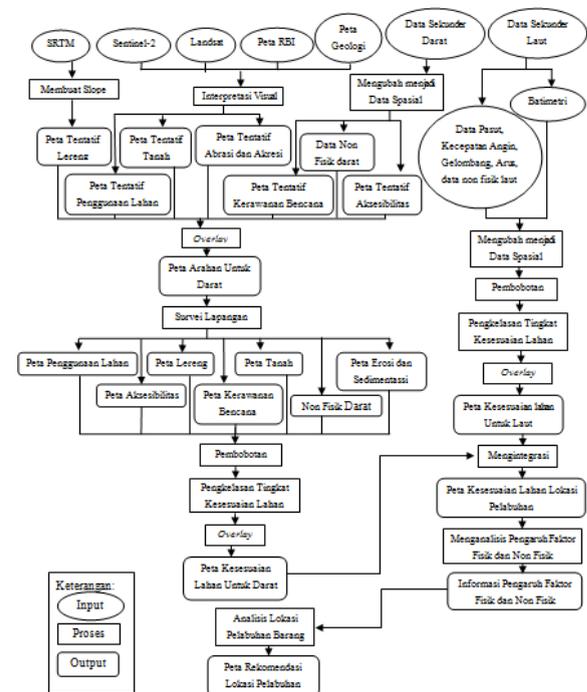
Tahap lapangan merupakan tahapan melakukan pengambilan sampel uji akurasi hasil interpretasi citra penginderaan jauh. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui nilai ketelitian dalam identifikasi dan akurasi pengolahan citra penginderaan jauh. Pengambilan sampel berdasarkan kesamaan satuan lahan dari peta arahan fisik darat sehingga data yang diambil saat lapangan yaitu penggunaan lahan dan tanah. Kemiringan lereng tidak dilakukan pengambilan sampel karena daerah kajian berada di daerah pesisir sehingga kemiringan lereng diasumsikan datar. Untuk mempermudah tahap lapangan maka membuat tabel *checklist*. Tahapan ini mengambil informasi tambahan yang tidak dapat diekstraksi dari citra penginderaan jauh. pada tahap lapangan melakukan observasi dan wawancara warga lokal untuk mendapatkan informasi tambahan yang tidak dapat diekstraksi citra penginderaan jauh. Pada tahapan lapangan juga melihat kondisi fisik laut.

Tahap pasca lapangan merupakan tahapan mengolah data yang telah didapatkan baik parameter fisik darat maupun fisik laut. Tahapan yang dilakukan pasca lapangan yaitu pembobotan dan analisa data. Metode pembobotan/*scoring* merupakan metode yang dimana setiap parameter diperhitungkan dengan pembobotan yang berbeda. Pada tahap ini menggunakan nilai pengharkatan atau *rating* yaitu dari 1 = buruk, 2 = sedang, 3 = baik, 4 = paling baik. Salah satu contoh pada parameter penggunaan lahan harkat yang paling tinggi 3 yaitu lahan kosong maka pelabuhan yang baik berada di lahan kosong. Sedangkan harkat paling rendah yaitu 1 yaitu berada di daerah permukiman, pariwisata, dan tambak karena pembebasan lahannya akan sulit.

Setelah pengharkatan dilakukan pembobotan setiap parameter.

Data fisik lahan yang dihasilkan dari interpretasi citra, survei lapangan, serta data sekunder kemudian diklasifikasikan dan diberi bobot sesuai dengan peran setiap parameter terhadap kesesuaian lahan untuk lokasi pelabuhan barang. Data fisik lahan yang merupakan parameter penentu kesesuaian lahan untuk pelabuhan barang dikelompokkan dalam parameter kesesuaian lahan daratan dan wilayah perairan laut.

Pada tahap terakhir yaitu analisa data yang telah diolah. Data yang dianalisa berupa data hasil dari jumlah semua pembobotan baik parameter fisik darat maupun fisik laut. Peta yang dihasilkan berupa peta pengkelasan kesesuaian darat dan laut. Peta kesesuaian darat dan laut kemudian dilakukan analisa lanjutan untuk mendapatkan rekomendasi lokasi pelabuhan barang serta pengaruh dari setiap parameter fisik yang digunakan.



Gambar 1 Diagram Alir

**Tabel 1 Harkat Faktor-Faktor Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Lokasi Pelabuhan Barang**

	FAKTOR-FAKTOR EVALUASI KESESUAIAN LAHAN PELABUHAN	JENJANG (RATING)		BOBOT	JENJANG PEMBOBOTAN (WEIGHTING RATING)		
		MIN	MAKS		MIN	MAKS	
FAKTOR FISIK LAHAN DARATAN	PENDUKUNG : Penggunaan lahan	1	3	4	4	12	
	Aksesibilitas	1	3	3	3	9	
	Kemiringan	1	4	2	2	8	
	Lereng						
	Daya Dukung Tanah	1	4	1	1	4	
	PENGHAMBAT:						
	Kerawanan banjir	1	4	3	3	12	
FAKTOR NONFISIK DARATAN	Akresi	1	4	2	2	8	
	Abrasi	1	4	1	1	4	
	Jarak rencana lokasi pelabuhan barang dari garis pantai	1	3	3	3	9	
	JUMLAH			19	19	66	
FAKTOR FISIK PERAIRAN LAUT	PENDUKUNG : Kedalaman Laut	1	4	4	4	16	
	Kecepatan angin	1	4	1	1	4	
	PENGHAMBAT:						
	Tinggi Gelombang	1	4	3	3	12	
	Pasang Surut	1	4	2	2	8	
FAKTOR NONFISIK LAUTAN	Jarak kedalaman laut ideal dari garis pantai	1	3	3	3	9	
JUMLAH				13	13	49	

Dengan lebar interval 15 untuk parameter kesesuaian lahan daratan dan 12 parameter kesesuaian wilayah perairan laut, maka klasifikasi kesesuaian lahan untuk pelabuhan disajikan sesuai dengan table berikut ini.

**Tabel 2 Kelas Kesesuaian Parameter Lahan Daratan dan Wilayah Perairan Laut untuk Pelabuhan Barang**

Kelas	Harkat Parameter Kesesuaian Lahan Daratan	Harkat Parameter Kesesuaian Wilayah Perairan Laut	Keterangan
III	19-34	13-24	Tidak Sesuai
II	35-50	25-37	Sesuai
I	55-66	38-49	Sangat Sesuai

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penginderaan jauh merupakan teknologi yang digunakan untuk

mengidentifikasi penggunaan lahan. Citra yang digunakan yaitu Sentinel-2A yang memiliki resolusi spasial 10 meter. Resolusi spasial 10 meter membantu dalam identifikasi lebih tampak jelas. Interpretasi penggunaan lahan secara visual dengan memanfaatkan *true color composit*. Identifikasi penggunaan lahan di Demak yaitu permukiman, sawah, tambak, laut, dan mangrove. Penggunaan lahan yang dominan berupa tambak dan sawah karena berada di daerah pesisir.

Pada saat melakukan survei lapangan ditemui keadaan banjir rob yang terjadi di Kecamatan Sayung. Keadaan di Sayung cukup parah karena banjir rob telah sampai di permukiman dan menggenangi di beberapa Desa. Hal tersebut membuat warga harus mengungsi ke tempat lain.



**Gambar 2** Kuburan yang tergenang karena banjir rob



**Gambar 3** Permukiman yang terendam banjir rob yang telah ditinggalkan pemiliknya

## **Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sains Informasi Geografis**

Pada penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A dengan tanggal perekaman 2 Agustus 2016 yang memiliki tutupan awan 9,85%. Pemilihan citra Sentinel-2A karena memiliki resolusi spasial cukup baik yaitu 10 meter serta

mendapatkan citra ini secara gratis. Pemilihan tutupan awan 9,85% dianggap bersih dan awan tidak mengganggu dalam interpretasi. Citra Sentinel-2A memiliki cakupan luasan daerah Demak dan sekitarnya. Untuk memudahkan dalam pengolahan dilakukan cropping/pemotongan pada citra sehingga yang diolah hanya daerah kajian penelitian. Interpretasi menggunakan citra dengan band 432 yang memiliki karakteristik true color sehingga warna obyek pada citra sama dengan obyek aslinya. Komposit citra true color memudahkan dalam interpretasi penggunaan lahan. Citra Sentinel-2A memiliki akurasi yang baik untuk mengekstraksi penggunaan lahan. hal tersebut ditunjukkan pada penelitian Rauf, dkk (2018) yang berjudul Analisis Tata Guna Lahan Di Kabupaten Soppeng Berbasis GIS Menggunakan Citra Sentinel 2.

Citra lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu citra SRTM dan Landsat. Pada citra SRTM digunakan untuk mendapatkan informasi kemiringan lereng. Citra SRTM untuk mengekstraksi informasi kemiringan lereng menggunakan SIG. Pada SIG terdapat tools topo to raster kemudian slope yang berfungsi untuk mengubah SRTM menjadi kemiringan lereng. Hasil kemiringan lereng belum memiliki kelas kemudian diberikan kelas berdasarkan Van Zuidam. Citra SRTM memiliki hasil akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan citra Aster. Pada hasil penelitian Usud dan Sukojo (2014) menjelaskan bahwa nilai RMSE total DEM SRTM yaitu 11,60 dan ASTER GDEM yaitu 13,41. Nilai RMSE DEM SRTM. Pada hasil korelasi (Pearson Correlation), nilai korelasi RBI-DEM SRTM (0,9999) lebih besar daripada RBI-ASTER GDEM (0,9998) sehingga dapat disimpulkan bahwa DEM SRTM lebih mendekati RBI.

Citra Landsat telah ada sejak tahun 1972 dan memiliki resolusi temporal yang baik sehingga baik untuk mengetahui perubahan garis pantai. Garis pantai

memiliki sifat yang dinamis sehingga setiap tahun mengalami perubahan dan perlu untuk dilakukan monitoring. Perubahan garis pantai sangat mempengaruhi pelabuhan barang ketika beroperasi. Perubahan garis pantai dapat menyebabkan abrasi dan akresi. Adanya citra Landsat dapat digunakan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi. Citra Landsat yang digunakan yaitu perekaman tahun 2003 dan 2017 untuk mengetahui abrasi dan akresi yang terjadi. Untuk mengetahui garis pantai digunakan composite warna false yaitu 432 pada landsat 7 dan 543 pada Landsat 8. Pada composite tersebut tampak perbedaan antara daratan dan perairan. Kemudian kedua citra tersebut dioverlay dan diinterpretasi untuk mengetahui perubahan garis pantai. Untuk akurasi citra Landsat untuk pengamatan perubahan garis pantai baik. Hal tersebut dibuktikan penelitian Marques dan Khakhim (2016) untuk perubahan garis pantai di Kota Semarang

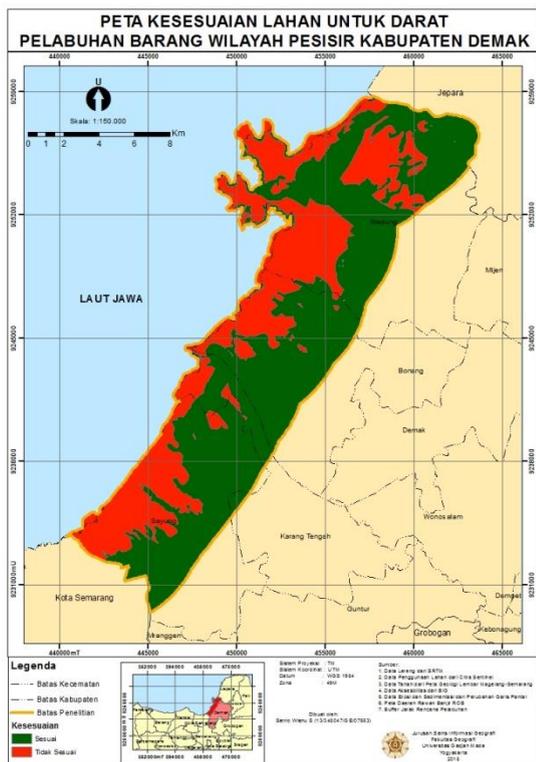
### **Kesesuaian Lahan Darat**

Kesesuaian lahan darat merupakan salah satu faktor untuk menentukan lokasi rekomendasi pelabuhan barang. Wilayah kajian kesesuaian lahan darat yaitu sejauh 6 km dari garis pantai. Kesesuaian lahan darat adalah analisis dari parameter non fisik dan fisik darat. Parameter fisik darat dibagi menjadi dua yaitu fisik darat pendukung dan penghambat. Fisik darat yang sebagai pendukung kesesuaian lahan pelabuhan barang yaitu Penggunaan lahan, aksesibilitas, kemiringan lereng, dan daya dukung tanah. Sedangkan, fisik darat yang sebagai penghambat yaitu kerawanan banjir rob, sedimentasi dan erosi. Faktor non fisik daratan yaitu jarak rencana lokasi pelabuhan barang dari garis pantai.

Pelabuhan harus dibangun di daerah datar karena mempermudah dalam pembangunan. Daya dukung tanah yang baik yaitu berpasir, berbatu dan kerikil.. Jika tanah lempung maka tanah tersebut mengembang mengempis setiap saat sehingga membuat bangunan pelabuhan

sering rusak. Lokasi pelabuhan harus memiliki kerawanan banjir harus rendah untuk mengantisipasi peralatan pelabuhan rusak atau hilang karena banjir. Lokasi pelabuhan harus tingkat sedimentasi ringan. Jika lokasi pelabuhan di sedimentasi amat sangat berat maka wilayah tersebut akan banyak endapan sedimentasi yang menghalangi kapal serta akan membuat kedalaman laut tidak *ideal* atau menjadi dangkal. hal yang paling buruk dari sedimentasi amat sangat berat yaitu daerah yang semulanya dekat laut menjadi daratan yang kemudian jauh dari laut. Kalau seperti itu pelabuhan harus dipindahkan dan mencari tempat yang sesuai. Proses erosi untuk pelabuhan ringan karena jika berada di erosi yang amat sangat berat maka struktur bangunan pelabuhan tersebut akan tergerus erosi yang membuat bangunan rusak bahkan ambruk.

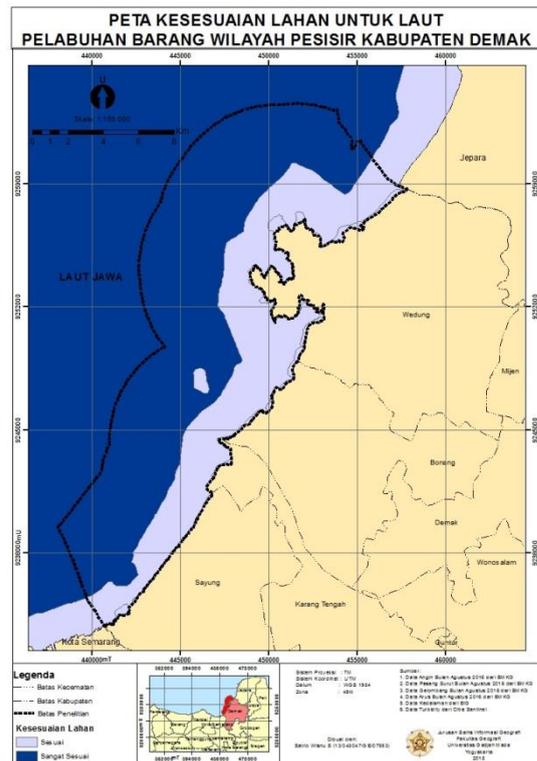
Hasil dari analisis parameter darat menghasilkan peta kesesuaian lahan. Peta kesesuaian lahan menunjukkan daerah yang tidak sesuai dan sesuai untuk dibangun pelabuhan barang. Peta kesesuaian lahan darat wilayah pesisir Demak menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah yang dekat dengan laut tidak sesuai. Daerah Demak yang sesuai untuk pelabuhan barang memiliki luas 137 km<sup>2</sup>. Daerah yang termasuk tidak sesuai untuk pelabuhan barang dengan luas 84,89 km<sup>2</sup>. Padahal pelabuhan barang harus dekat dengan laut atau pantai karena semakin dekat dengan lautan maka semakin ekonomis dalam membangun pelabuhan. Daerah yang sesuai banyak di daerah daratan sehingga tidak mungkin untuk membangun pelabuhan di darat yang jauh dari laut. Hasil dari peta tersebut terdapat beberapa wilayah yang berdekatan dengan laut sesuai untuk dibangun pelabuhan barang. Daerah yang sesuai berada di perbatasan antara Kecamatan Bonang dan Karang Tengah, di Kecamatan Bonang, dan Kecamatan Wedung. Wilayah yang sesuai dan berdekatan dengan pantai tidak luas karena dipengaruhi dari parameter darat.



Gambar 4 Peta Kesesuaian Lahan Darat

### Kesesuaian Lahan Laut

Kabupaten Demak merupakan daerah yang berada di Utara Pulau Jawa yang berbatasan dengan Laut Jawa. Hal tersebut membuat Demak tidak memiliki karakteristik laut yang ekstrem seperti daerah yang berada di selatan Pulau Jawa. Wilayah kajian kesesuaian lahan laut yaitu sejauh 6 km dari garis pantai. Kesesuaian lahan laut adalah analisis dari parameter non fisik dan fisik laut. Parameter fisik laut dibagi menjadi dua yaitu fisik laut pendukung dan penghambat. Fisik laut yang sebagai pendukung kesesuaian lahan pelabuhan barang yaitu kedalaman laut dan kecepatan laut. Sedangkan, fisik laut yang sebagai penghambat yaitu tinggi gelombang dan pasang surut. Parameter non fisik daratan yaitu Jarak kedalaman laut ideal dari garis pantai



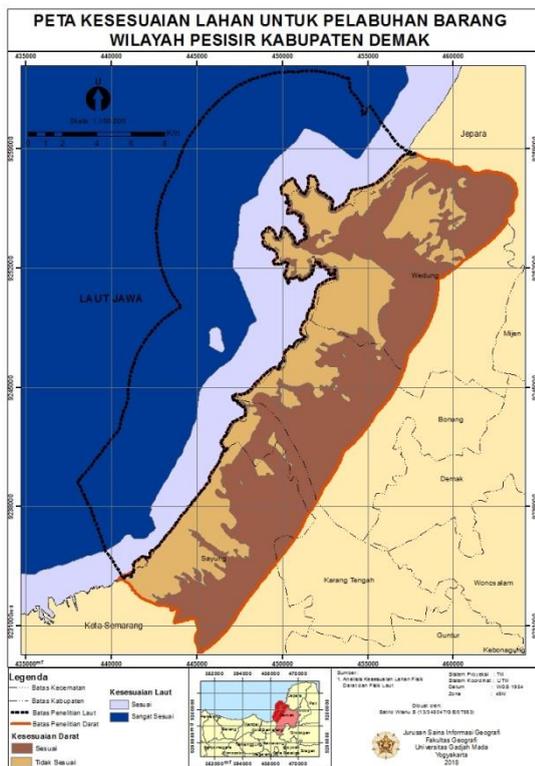
Gambar 5 Peta Kesesuaian Lahan Laut

Parameter laut yang telah diketahui kemudian dilakukan analisis yang menghasilkan peta kesesuaian lahan laut. Peta kesesuaian lahan laut menunjukkan bahwa daerah yang di tepi pantai memiliki kelas yang sesuai sedangkan yang ke tengah laut memiliki kelas sangat sesuai. Hal tersebut dapat terjadi karena parameter fisik laut diasumsikan sama seluruh Pesisir Demak. Daerah yang termasuk kelas sesuai memiliki luas 125,42 km<sup>2</sup> dan daerah yang sangat sesuai luasannya 99,81 km<sup>2</sup>. Hal tersebut dapat terjadi karena kapal-kapal barang memiliki kedalaman lebih dari 12 meter sehingga kelas yang sangat sesuai dengan kedalaman yang < 12 meter menjorok ke laut. Untuk mengatasi daerah yang sesuai di tepi pantai untuk mencapai kedalaman yang diinginkan maka dilakukan penggerukan tanah.

### Kesesuaian Lahan Darat dan Laut

Kesesuaian lahan baik darat maupun laut telah diketahui kemudian dilakukan integrasi atau penggabungan.

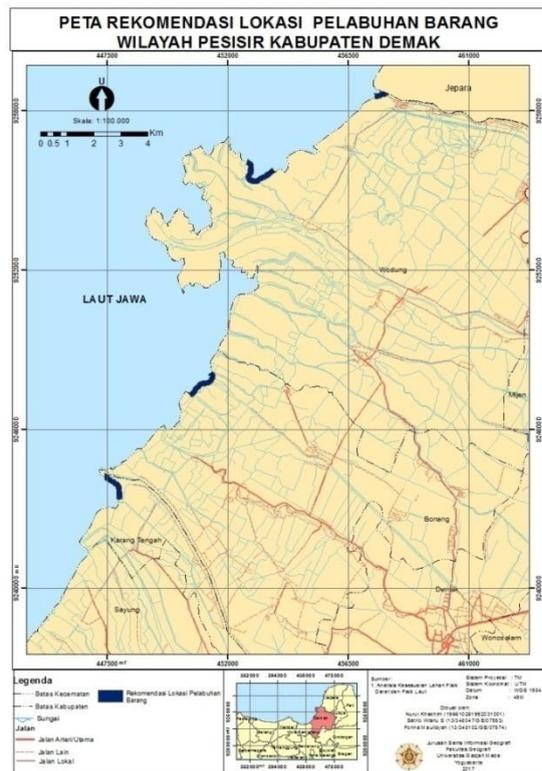
Penggabungan kesesuaian lahan darat dan laut untuk menentukan lokasi pelabuhan. Penentuan lokasi pelabuhan berdasarkan daerah memiliki kelas sesuai pada darat dan laut. Tampak pada peta penggabungan kesesuaian lahan darat dan laut daerah yang sesuai dan tidak sesuai. Pada kesesuaian laut yang dekat dengan garis pantai memiliki kelas sesuai dan kesesuaian darat memiliki kelas sesuai dan tidak sesuai sehingga penentuan lokasi pelabuhan berdasarkan kesesuaian lahan darat.



**Gambar 6 Peta Kesesuaian Lahan Darat dan Laut**

Lokasi Pelabuhan di Demak lebih dipengaruhi oleh kesesuaian darat karena kesesuaiannya darat lebih banyak kelas tidak sesuai dibanding kelas sesuai. Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor parameter yang digunakan. Kesesuaian laut semua daerah pesisir Demak diasumsikan sama sehingga memiliki kelas sesuai lebih besar. Parameter fisik darat di Demak memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga banyak pengaruhnya dibandingkan dengan kesesuaian laut.

## Rekomendasi Lokasi Pelabuhan Barang



**Gambar 7 Peta Rekomendasi Lokasi Pelabuhan Barang**

Penentuan rekomendasi lokasi pelabuhan barang dihasilkan dari analisis kesesuaian lahan darat dan kesesuaian lahan laut. Hasil dari kesesuaian lahan darat terdapat daerah yang sesuai di dekat dengan garis pantai sehingga prioritas sebagai rekomendasi pelabuhan barang. Daerah darat yang sesuai tidak semua dipilih sebagai rekomendasi lokasi pelabuhan barang. Hal ini karena mempertimbangkan daerah yang sedimentasinya sangat aktif masuk kelas sesuai, karena pengaruh faktor lain yang mendukung. Jika daerah sedimentasi yang aktif dipilih maka yang semulanya tepi laut akan berubah menjadi daratan karena endapan sedimentasi dan pelabuhan barang harus dipindahkan. Daerah tersebut yaitu di Kecamatan Wedung tepatnya di Desa Berahan Kulon.

Penentuan rekomendasi lokasi pelabuhan terdapat 4 titik yaitu berada di Kecamatan Karang Tengah, Kecamatan Bonang, dan 2 titik di Kecamatan Wedung.

Titik yang berada di Kecamatan Karang Tengah tepatnya di membentuk sedikit cekungan sehingga dapat melindungi pelabuhan dari gelombang dan arus yang tinggi. Rekomendasi lokasi pelabuhan barang di Kecamatan Bonang berada di hulu sungai yang material sedimentasi yang tidak banyak. Daerah ini lautan menjorok ke daratan sehingga daratan terlindungi dari gelombang. Titik ini berada di hulu sungai sehingga sungai tersebut dapat digunakan untuk tempat berlabuh kapal-kapal kecil. Kedua titik yang berada di Kecamatan Bonang dan Kecamatan Karang Tengah dekat dengan TPI Morodemak. TPI Morodemak merupakan tempat pelelangan ikan dan sekaligus pelabuhan untuk kapal-kapal nelayan. Kapal-kapal yang berlabuh di Morodemak lebih dari seratus dengan memanfaatkan sungai sebagai parkir kapal-kapal. Dua titik berada di Kecamatan Wedung yang meliputi Desa Berahan Wetan dan Desa Kedungmutih. Titik yang berada di Desa Berahan Wetan berbentuk Tanjung sehingga pelabuhan dapat terlindungi seperti titik-titik yang lain. Titik yang di Desa Kedungmutih berada di hulu sungai dan berbentuk tanjung.

## KESIMPULAN

1. Pemanfaatan citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengekstraksi informasi penggunaan lahan dengan citra Sentinel-2A, abrasi dan akresi dengan citra Landsat, serta kemiringan lereng dengan SRTM yang memiliki akurasi dan hasil yang baik.
2. Parameter yang sangat mempengaruhi dalam pemilihan lokasi pelabuhan yaitu parameter darat. Hal tersebut ditunjukkan pada kesesuaian lahan laut dan kesesuaian lahan darat. Kesesuaian lahan laut memiliki kelas sesuai dan sangat sesuai yang menunjukkan bahwa parameter laut sesuai untuk pelabuhan. Kesesuaian darat sekitar garis pantai kelas yang mendominasi yaitu tidak sesuai.

3. Pemodelan spasial penentuan lokasi pelabuhan menghasilkan peta rekomendasi pelabuhan barang yang didapat dari analisis kesesuaian lahan darat dan laut. Rekomendasi lokasi pelabuhan menghasilkan 4 titik lokasi yang direkomendasikan untuk pembangunan pelabuhan barang di Demak. 4 titik lokasi tersebut berada di Kecamatan Karang Tengah, Bonang, dan Wedung..

## SARAN

1. Penelitian ini menggunakan metode interpretasi visual yang bersifat manual. Dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan interpretasi digital yang lebih cepat dan otomatis.
2. Parameter laut yang didapat diasumsikan sama sepanjang pesisir Utara Jawa. Hal tersebut membuat akurasi data tidak baik. Perlu adanya pengukuran parameter fisik laut yang lebih detail di lapangan.
3. Penentuan lokasi pelabuhan penelitian ini berdasarkan parameter fisik lahan sehingga memerlukan penelitian yang lebih detail dan mencakup parameter yang lain. Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis memberikan informasi yang bersifat spasial. Perlu penelitian yang lebih detail mengenai parameter ekonomi, sosial, tata ruang, dan dampak ditimbulkan pada lokasi yang direkomendasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Auliarahman, Muhammad Fadhli, Bandi Sasmito, Bambang Sudarsono. 2017. *Analisis Batas Provinsi Bali dan Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan Metode Kartometrik*. Semarang: Jurnal Geodesi Undip. Vol. 5, No. 4.
- Burrough PA. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for land Resources Assesment*, Clarendonprees, Oxford.
- ESA. 2015. Sentinel-2 Handbook.

- Marques, Julio Noronha dan Nurul Khakhim. 2016. *Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Landsat Multitemporal di Kota Semarang*. Yogyakarta. Jurnal Geografi Indonesia. Vol.5 No.2.
- Putra, Ardiansyah, Anita Zaitunah, Muhdi., 2015. *Analisis Perubahan Tutupan Vegetasi Berdasarkan Nilai NDVI Dan Faktor Biofisik Lahan Di Cagar Alam Dolok Sibual-Buali*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Rauf, S, A. F. Aboel, I. Mangiri. *Analisis Tata Guna Lahan Di Kabupaten Soppeng Berbasis GIS Menggunakan Citra Sentinel 2 (Tugas Akhir)*: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Setianingrum, Diah Ratna. 2014. *Analisis Kesesuaian Lahan Tambak Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah)* (Skripsi): Fakultas Teknik UNDIP.
- Usud, Asadul, Bangun Muljo Sukojo. 2014. *Analisis Pengaruh Tutupan Lahan Terhadap Ketelitian Aster GDEM V2 Dan DEM SRTM V4.1 (Studi Kasus: Kota Batu, Kabupaten Malang, Jawa Timur)* (Skripsi): Fakultas Teknik ITS.
- Zuidam, R.A. & Zuidam Cancelado, F.I.,1979 and 1985, *Terrain Analysis and Classification Using Areal Photographs, A Geomorphological Approach*, Netherland, Enschede: ITC.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KP 901Tahun 2016 tentang Penetapan Rencana Induk Nasional