

MODEL RUANG WILAYAH PENDARATAN AMFIBI PULAU BATAM MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

SPACE MODEL OF AMPHIBIOUS LANDING OF BATAM ISLAND USING REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Agus Iwan Santoso^{1,2}, Hartono² & Sunarto²

¹Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut

²Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia.

e-mail : aisndan@yahoo.com

Diterima tanggal: 19 Maret 2019; diterima setelah perbaikan: 27 Juni 2019 ; Disetujui tanggal: 2 Juli 2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v14i2.7646>

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 2/3 wilayahnya merupakan lautan. Posisi Pulau Batam sangat strategis karena selain berada pada Selat Malaka yang merupakan *choke point*, juga tepat berada pada jalur komunikasi dan perdagangan dunia. Hal ini merupakan potensi ancaman karena akan mendorong hadirnya kekuatan asing untuk mengamankan kepentingan negaranya. Perlu adanya sistem pertahanan negara yang dipersiapkan untuk operasi militer perang. Wilayah pendaratan amfibi merupakan bagian dari wilayah pertahanan dinamis yang digunakan untuk operasi militer perang. Teknologi penginderaan jauh mampu memberikan informasi berupa parameter-parameter yang berpengaruh terhadap penentuan model ruang wilayah pendaratan amfibi, yaitu : 1) Gradien pantai depan; (2) Jenis/bentuk garis pantai pendaratan; (3) Panjang garis pantai pendaratan; (4) Komposisi dasar laut; (5) Medan belakang pantai; (6) Rintang pantai; (7) Jaringan jalan; (8) Penggunaan lahan. Sistem informasi geografi melalui pendekatan kuantitatif berjenjang tertimbang digunakan untuk menghasilkan model ruang wilayah pendaratan amfibi. Hasil dari penelitian ini adalah Pada Pulau Batam terdapat 5 (lima) lokasi yang dapat digunakan untuk pendaratan amfibi yaitu : (1) Pada kecamatan Nongsa, posisi 104° 7' 34,100" BT - 1° 10' 51,986" LU, (2) Pada kecamatan Sungaibedug, posisi 104° 3' 52,505" BT - 0° 59' 8,187" LU, (3) Pada kecamatan Sagulung, posisi 104° 2' 31,032" BT - 0° 59' 7,444" LU, (4) Pada kecamatan Sagulung, posisi 104° 1' 53,793" BT - 0° 58' 55,908" LU dan (5) Pada kecamatan Sekupang, posisi 103° 55' 11,385" BT - 1° 8' 10,207" LU.

Kata kunci: Model Ruang Wilayah Pendaratan Amfibi, Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografi.

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago with 2/3 of its territory being the ocean. The position of Batam island is very strategic because besides being on the Malacca strait which is a choke point, also right on the lines of communication and world trade as well as being in the border area. This is a potential threat because it will encourage the presence of foreign forces to secure the interests of the country. There needs to be a state defense system prepared for war military operations. Amphibious landing areas are part of the dynamic defense area used for war military operations. Remote sensing technology is able to provide information in the form of parameters that influence the determination of amphibious land area model space, namely: (1) Front beach gradient, (2) Type/shape of landing coastline, (3) Length of landing coastline, (4) Composition of the seabed, (5) Terrain behind the coast, (6) Beach obstacle (7) Road network, (8) Land use The geographic information system through a weighted tiered quantitative approach was used to produce amphibious landing area models. The results of this study are that in Batam Island there are 5 (five) locations that can be used for amphibious landings, namely: (1) In Nongsa sub-district, positions 104°7'34,100 "BT - 1°10' 51,986" LU, (2) In Sungaibedug sub-district, position 104°3' 52,505 "BT - 0°59' 8,187" LU, (3) In Sagulung sub-district, position 104° 2'31,032 "BT - 0°59' 7,444" LU, (4) In Sagulung sub-district, position 104°1' 53,793 "BT - 0°58' 55,908" LU and (5) In Sekupang sub-district, position 103°55' 11,385 "BT - 1°8'10,207" LU.

Keywords: Space Model of Amphibious Landing, Remote Sensing, Geographic Information System.

PENDAHULUAN

Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia adalah sebuah negara kepulauan yang berbatasan langsung dengan 10 negara tetangga di laut dan 3 negara di darat (Dishidros, 2003). Batas negara Indonesia baik di laut maupun di darat belum seluruhnya dapat dicapai kesepakatan dengan negara tetangga. Hal tersebut bagi Indonesia merupakan potensi ancaman yang berasal dari 10 negara yang berbatasan langsung dengan tingkat dan jenis ancaman yang berbeda-beda.

Indonesia yang 2/3 wilayahnya terdiri atas perairan mempunyai kepentingan untuk mengamankan 4 (empat) *choke point* terpenting, yaitu : Selat Malaka, Selat Sunda, Selat Makassar dan Selat Lombok. Keempat *choke point* tersebut menjadi perhatian bukan hanya masyarakat kawasan Asia Tenggara, tetapi juga bagi masyarakat dunia. Ke-empat *choke point* tersebut merupakan jalur lalu lintas dunia paling padat karena tepat terletak pada jalur komunikasi (*Sea Lines of Communication / SL^oC*) dan jalur perdagangan (*Sea Lines of Trade/SLoT*) dunia (Dishidros, 2011).

Mengacu pada perkembangan lingkungan strategis di kawasan Asia Tenggara maupun di dunia, menuntut adanya suatu sistem pertahanan yang kuat yang disesuaikan dengan kondisi wilayah Indonesia sebagai negara kepulauan seperti yang diamanatkan Undang-Undang nomor 3 tahun 2002 tentang Pertahanan Negara, Pasal 3 ayat 2 menyebutkan bahwa: "Pertahanan negara disusun dengan memperhatikan kondisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan".

Dalam rangka menyiapkan sistem pertahanan negara yang disusun dengan memperhatikan kondisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan, maka diperlukan model ruang wilayah pertahanan. Model ruang wilayah untuk kepentingan pertahanan harus memperhatikan kawasan strategis nasional, karena kawasan strategis nasional mempunyai pengaruh sangat penting secara nasional terhadap kedaulatan negara, pertahanan dan keamanan negara seperti yang diamanatkan pada Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang bahwa : "Kawasan strategis nasional adalah wilayah yang penataan ruangnya diprioritaskan karena mempunyai pengaruh sangat penting secara nasional terhadap kedaulatan negara, pertahanan dan keamanan negara, ekonomi, sosial, budaya dan/atau lingkungan, termasuk wilayah yang telah ditetapkan sebagai warisan dunia".

Berdasarkan dari definisi kawasan strategis nasional

menurut Undang-Undang No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang, maka dapat diuraikan beberapa jenis kawasan strategis antara lain: kawasan strategis dari sudut kepentingan pertahanan dan keamanan, pertumbuhan ekonomi, sosial, budaya, pendayagunaan sumber daya alam dan/atau teknologi tinggi serta fungsi dan daya dukung lingkungan hidup. Selanjutnya didalam penjelasan Undang-Undang No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang dijelaskan bahwa yang termasuk kawasan strategis dari sudut kepentingan pertahanan dan keamanan adalah kawasan perbatasan negara, termasuk pulau kecil terdepan dan kawasan latihan militer.

Peraturan Pemerintah Nomor 68 Tahun 2014 tentang Penataan Wilayah Pertahanan Negara telah membagi wilayah pertahanan menjadi dua yaitu wilayah pertahanan statis dan wilayah pertahanan dinamis. Wilayah pertahanan dinamis adalah wilayah pertahanan yang penggunaannya bersifat sementara dan digunakan pada saat kondisi darurat atau terjadi perang. Wilayah pertahanan dinamis tentunya berisi penetapan mandala perang dan sampai saat ini belum ditetapkan.

Mandala perang dipersiapkan untuk operasi militer perang. Salah satu bagian dari operasi militer perang adalah operasi pendaratan amfibi. oleh karena itu dalam rangka mendukung penentuan sistem pertahanan yang kuat diperlukan model ruang wilayah pendaratan amfibi.

Penelitian model ruang wilayah pendaratan amfibi merupakan penelitian wilayah pertahanan yang berorientasi pada negara kepulauan karena memadukan wilayah darat dan laut serta bersifat dinamis. Penelitian wilayah pertahanan selama ini masih didominasi penelitian yang menitikberatkan pada wilayah pertahanan statis dan berorientasi pertahanan didarat seperti yang dilakukan oleh Santoso (2010), Poespitohadi (2010), Simanjuntak (2011) dan Agung (2013).

Model ruang wilayah pendaratan amfibi disusun dengan memperhatikan perspektif kondisi masa depan yang diharapkan, yang didasarkan pada data, informasi, ilmu pengetahuan dan teknologi yang dapat dipakai serta memperhatikan keragaman wawasan kegiatan tiap sektor, lingkungan hidup dan hakikat ancaman yang berkembang setiap waktu.

Kegiatan inventarisasi dan pengelolaan sumberdaya alam dewasa ini tidak lepas dari peran dua teknologi yaitu penginderaan jauh dan sistem informasi geografis

(SIG). Data penginderaan jauh memberikan informasi yang liputannya luas, cepat, akurat, dan relatif baru, serta menggambarkan kondisi lahan secara aktual, sementara SIG adalah suatu sistem yang pada umumnya berbasis komputer dapat menyimpan, mengelola, mengaktifkan kembali dan menganalisis data yang bereferensi geografis (Aronoff, 1989).

Penelitian untuk pemodelan ruang wilayah telah banyak yang memanfaatkan teknologi penginderaan jauh namun masih menitikberatkan pada aspek kesesuaian lahan selain untuk kepentingan pertahanan, seperti yang dilakukan oleh Yuhana (2000), Siregar (2001), dan Syarifudin (2010). Selanjutnya penelitian yang telah mengarah untuk kepentingan pertahanan selama ini masih memanfaatkan SIG untuk pembuatan database simulator pertempuran dan menggunakan informasi yang berasal dari peta, belum memanfaatkan teknologi penginderaan jauh untuk mendapatkan informasi bentang lahan, seperti yang telah dilakukan oleh Van Persie (2000), Irawan (2008), Fleming (2009) dan Iyola (2016). Penelitian ini mengintegrasikan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan SIG untuk mendapatkan informasi sumberdaya lahan yang selanjutnya digunakan untuk pemodelan wilayah pendaratan amfibi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan teknologi penginderaan jauh dan SIG untuk merumuskan model ruang wilayah pendaratan amfibi. Teknologi penginderaan jauh digunakan untuk memperoleh data utama dan analisis data, sedangkan SIG berperan dalam pengolahan, analisis serta pemodelan data.

Perolehan data pada penelitian ini didapat dari interpretasi citra SPOT-6 dengan dibantu beberapa data lain seperti Peta Laut Indonesia, Peta Morfometri, Peta RBI, dan data lapangan serta data sekunder lainnya. Analisis terhadap data geospasial dilakukan dengan bantuan SIG, selanjutnya dilaksanakan klasifikasi penggunaan lahan untuk mendapatkan parameter model ruang wilayah pendaratan amfibi. Pemodelan spasial dengan menggunakan metode indeks atau skoring untuk merumuskan model ruang wilayah pendaratan amfibi.

Lokasi Penelitian

Pulau Batam menjadi penting untuk dijadikan lokasi penelitian dikarenakan posisi yang strategis yaitu terletak di perbatasan antara Indonesia, Singapura dan Malaysia. Posisi Pulau Batam terhadap Singapura

selain hanya dipisahkan oleh Selat Singapura selebar +15 km, juga terletak di penghujung Selat Malaka yang menjadi perhatian dunia karena terletak pada jalur komunikasi dan perdagangan dunia. Hal ini merupakan ancaman bagi pertahanan maupun keamanan negara Indonesia, sehingga perlu disiapkan sistem pertahanan yang kuat melalui model ruang wilayah pendaratan amfibi.

Berdasarkan letak geografisnya, Pulau Batam terletak pada posisi 00°59'00"LU - 01°12'00" LU dan 103°52'00"BT - 104°08'00" BT memiliki batas administrasi :

- a) Sebelah Utara : Selat Singapura
- b) Sebelah Selatan : Kabupaten Bulang dan Kabupaten Galang.
- c) Sebelah Barat : Kecamatan Belakang Padang
- d) Sebelah Timur : Kabupaten Bintan.

Perolehan Parameter Pemodelan

Parameter medan untuk zona pendaratan amfibi diperoleh dari *Royal Australian Navy Hydrographic School (RANHS) Ho 1205*. Parameter tersebut diantaranya : (1) Gradien pantai depan, (2) Jenis/bentuk garis pantai pendaratan, (3) Panjang garis pantai pendaratan, (4) Komposisi dasar laut, (5) Medan belakang pantai, (6) Rintangan Pantai, (7) Jaringan jalan dan (8) Penggunaan Lahan. Tabel 1 merupakan hubungan variabel data dengan sumber data pada parameter pendaratan amfibi.

Gradien Pantai Depan, Perhitungan gradien pantai depan untuk mengetahui kelerengan dasar laut pantai depan, Gradien pantai depan diperoleh dengan membandingkan antara kedalaman laut dengan jarak lurus kedalaman dari garis pantai. Semakin kecil nilai gradien pantainya, maka semakin datar permukaan



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.
Figure 1. Map of the research location.

Tabel 1. Luasan sebaran sedimentasi
 Table 1. Extent of Sedimentation Distribution

No	Variabel	Parameter	Sumber Data	
			Citra Satelit	Data Sekunder
1		Gradien pantai depan	√	
2		Jenis/bentuk garis pantai pendaratan	√	
3	Daerah	Panjang garis pantai pendaratan	√	
4	Sasaran	Komposisi dasar laut		√
5	Amfibi	Medan belakang pantai		√
6		Rintang Pantai	√	
7		Jaringan jalan	√	
8		Penggunaan lahan	√	

Sumber : Royal Australian Navy Hydrographic School (RANHS) Ho 1205 dengan modifikasi.

dasar lautnya.

Sebelum gradien pantai depan ditentukan, terlebih dahulu diukur kedalaman lautnya. Pengukuran kedalaman laut didapatkan dari transformasi citra (*image transformation*) pada citra SPOT-6 dengan menggunakan algoritma *Bierwirth*. Sebelum mengukur kedalaman laut dengan menggunakan algoritma *Bierwirth*, terlebih dahulu dilaksanakan penentuan koefisien atenuasi air. Hal ini karena nilai koefisien atenuasi air setiap perairan memiliki karakteristik yang berbeda. Penentuan nilai atenuasi air dilakukan dengan cara mengplotkan data lapangan pada citra, kemudian mencari nilai piksel pada saluran yang akan digunakan untuk ekstraksi kedalaman. Nilai koefisien atenuasi didapatkan dari rumus yang dikembangkan oleh *Bierwirth* yaitu persamaan :

$$K_i = \sum_{I=1}^n (\ln R_i) / (-2Z \cdot n) \dots\dots\dots(1)$$

dimana,
 Z : Nilai kedalaman.
 R_i : Nilai piksel citra saluran i – nilai minimum citra saluran i.
 N : banyaknya saluran yang digunakan.
 K_i : Koefisien etenuasi air.

Pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai koefisien atenuasi air dilakukan modifikasi pada rumus yang dikembangkan oleh *Bierwirth*, Persamaan (1) dimodifikasi dengan menambahkan nilai Surutan (S) pada nilai kedalaman (Z). Nilai surutan yang ditambahkan dihasilkan dari perhitungan pasang surut pada perairan daerah penelitian yang waktunya disesuaikan dengan waktu perekaman citra, jadi

nilai yang ditambahkan adalah nilai surutan pada waktu perekaman citra. Hal ini dilakukan karena nilai kedalaman data lapangan yang diplotkan pada citra merupakan nilai kedalaman yang berada pada peta laut, nilai kedalaman yang tercantum pada peta laut merupakan nilai kedalaman yang telah disurutkan (Santoso, 2008). Penentuan nilai surutan air laut dilakukan dengan cara menentukan nilai muka surutan terlebih dahulu. Nilai muka surutan didapatkan dari mengurangi besarnya nilai Duduk Tengah Sementara (didapatkan dari perhitungan persamaan 2)

$$DTS = \frac{\sum(T \times F)}{\sum(F)} \dots\dots\dots(2)$$

dimana,
 DTS : Duduk Tengah Sementara
 T : Tinggi Muka Air
 F : Faktor

dengan nilai Z₀ (dihitung dengan persamaan 3),

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n A_i \dots\dots\dots(3)$$

dimana,
 A_i : Amplitudo komponen pasang surut ke i
 n : Jumlah komponen

seperti yang disajikan pada rumus (4).

$$MS = DTS (MSL) - Z_0 \dots\dots\dots(4)$$

dimana,
 DT : Duduk Tengah Sementara
 Z₀ : tinggi air antara chart datum dengan MSL.

Selanjutnya besar nilai surutan diperoleh dari persamaan (5) yaitu :

$$S = TAc - MS \dots\dots\dots(5)$$

TAc : Nilai tinggi air pada tide pole saat perekaman citra.

MS : Nilai Muka Surutan

Nilai kedalaman yang berada pada peta laut merupakan nilai kedalaman yang telah bereferensi pada *chart datum*. Penambahan nilai surutan dilakukan agar nilai kedalaman sesuai dengan kondisi pasang surut perairan saat citra direkam. Dengan demikian maka persamaan matematis untuk mendapatkan koefisien atenuasi menjadi:

$$K_i = \sum_{l=1}^n (\ln R_i) / (-2 (Z + S) n) \dots\dots\dots(6)$$

dimana,

- Z : Nilai kedalaman.
- R_i : Nilai piksel citra saluran i – nilai minimum citra saluran i.
- n : banyaknya saluran yang digunakan.
- K_i : Koefisien etenuasi air.
- S : Nilai surutan

Pengukuran kedalaman air laut dari citra SPOT-6 menggunakan transformasi algoritma Bierwiirth merupakan model dengan mentransformasikan seluruh nilai kecerahan dan algoritma ini sangat dipengaruhi oleh koefisien atenuasi pada saluran 1 (biru), saluran 2 (hijau) dan saluran 3 (merah) (Bierwirth, et, al 1993).

Estimasi kedalaman laut diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$Z = \frac{\text{Log}(L1 - \text{dpi1})}{2k1} + \frac{\text{Log}(L2 - \text{dpi2})}{2k2} + \frac{\text{Log}(L3 - \text{dpi3})}{2k3} \dots\dots(7)$$

dimana,

- L1 : nilai piksel saluran 1.
- L2 : nilai piksel saluran 2.
- L3 : nilai piksel saluran 3.
- dpi 1 : nilai piksel minimum saluran 1.
- dpi 2 : nilai piksel minimum saluran 2.
- dpi 3 : nilai piksel minimum saluran 3.
- k1 : koefisien atenuasi air saluran 1.
- k2 : koefisien atenuasi air saluran 2.
- k3 : koefisien atenuasi air saluran 3.

Setelah nilai estimasi kedalaman laut hasil transformasi citra diperoleh, selanjutnya nilai estimasi kedalaman tentatif hasil transformasi citra tersebut diberikan koreksi nilai surutan yang didapatkan dari nilai tinggi air laut saat citra direkam. Seperti disajikan pada persamaan (8)

$$Z_T = Z_C - S \dots\dots\dots(8)$$

dimana,

- Z_T : Kedalaman laut bereferensi chart datum
- Z_C : Kedalaman laut hasil transformasi citra
- S : Nilai surutan

Nilai kedalaman yang dihasilkan dari transformasi citra diberikan koreksi nilai surutan dengan tujuan agar nilai kedalaman yang dihasilkan bereferensi terhadap *chart datum* (datum vertikal). Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk melakukan uji akurasi kedalaman laut hasil transformasi citra terhadap data kedalaman hasil pengukuran lapangan yang digambarkan pada Peta Laut Indonesia. Pengujian tingkat akurasi data kedalaman hasil transformasi citra dilakukan dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Sugita & Brutsaert (1993) yang dinyatakan kedalam *Root Mean Square Difference (RMS Difference)* sebagai berikut :

$$\Delta = \left[\sum (\theta_{s, pam} - \theta_{s sat})^2 / N \right]^{1/2} \dots\dots\dots(9)$$

dimana,

- Δ : RMS difference
- θ_{s sat} : Data kedalaman hasil transformasi citra
- θ_{s,pam} : Data Pengamatan Lapangan
- N : Jumlah data

Setelah kedalaman laut daerah penelitian diperoleh selanjutnya untuk mendapatkan nilai gradien pantai depan dilakukan dengan membandingkan kedalaman laut pada jarak 100 meter dari pantai dengan jaraknya yaitu 100 meter. Dari nilai gradien pantai depan yang diperoleh selanjutnya dilakukan klasifikasi berdasarkan karakteristik kendaraan tempur pendarat yaitu : (1) Gradien Pantai Curam (*steep*) : > 1 : 15, (2) Gradien Pantai Sedang (*moderate*) : 1 : 15 > gradien > 1 : 30, (3) Gradien Pantai Landai (*gentle*) : 1 : 30 > gradien > 1 : 60, (4) Gradien Pantai Hampir Datar (*mild*) : 1 : 60 > gradien > 1 : 120 dan (5) Gradien Pantai Datar (*flat*) : < 1 : 120 (RANHS Ho.1205, 1990).

Jenis/bentuk garis pantai pendaratan diperoleh setelah klasifikasi gradien pantai depan didapatkan, yaitu

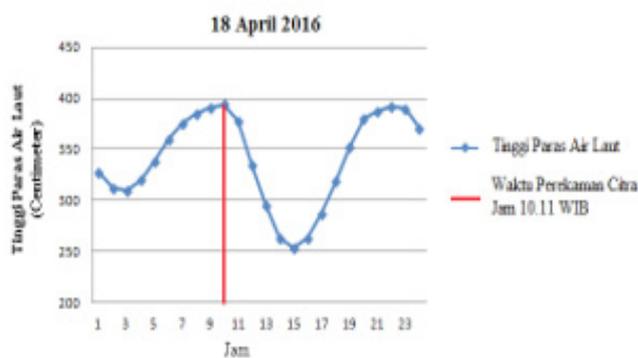
dengan menentukan batas kanan dan kiri pantai yang memiliki gradien pantai dengan kelandaian yang hampir sama atau sesuai dengan klasifikasi gradien pantai depan. Dari batas kanan dan kiri yang telah ditentukan diperoleh jenis/bentuk pantai pendaratan.

Namun sebelum menentukan jenis/bentuk garis pantai pendaratan, terlebih dahulu ditentukan garis pantai daerah penelitian dengan melakukan digitasi *on screen* pada citra SPOT-6 komposit *band*/saluran 321 (*true color*) menggunakan software ArcGIS. Parameter garis pantai yang diperoleh dari hasil digitasi merupakan garis pantai hasil perekaman citra, yaitu garis pantai pada saat kondisi pasang surut pada satu kedudukan tertentu. Sementara definisi garis pantai menurut *International Hydrographic Organization S44 Ed.5* (2008) adalah kedudukan permukaan air laut rata-rata air tinggi (*mean high water level*). Oleh karena itu perlu diperhatikan kondisi ketinggian air pasang surut pada saat perekaman citra serta memberikan koreksi terhadap garis pantai hasil perekaman citra ketika kondisi ketinggian air pasang surutnya tidak berada pada level rata-rata air tinggi.

Selanjutnya perlu ditinjau kedudukan tinggi air pasang surut pada saat perekaman citra SPOT-6 yang digunakan. Citra SPOT-6 yang digunakan pada penelitian ini direkam pada tanggal 18 April 2016 pukul 10.11 WIB dan 31 Juli 2016 pukul 10.10 WIB. Berdasarkan data pasang surut Perairan Pulau Batam dari Pushidrosal, tinggi air laut pada tanggal 18 April 2016 pukul 10.11 wib sebesar 393 centimeter dari nol palem dan merupakan kedudukan air tepat pada puncak tertinggi kedudukan air laut pada hari tersebut. Sedangkan tinggi air laut pada tanggal 31 Juli 2016 pukul 10.10 wib sebesar 264 centimeter dari nol palem, ini merupakan tinggi air tertinggi pada hari tersebut, dengan demikian garis pantai hasil digitasi citra SPOT-6 merupakan garis pantai yang sesuai dengan definisi *International Hydrographic Organization S44 Ed.5* (2008). Grafik tinggi air pasang surut pada tanggal 18 April 2016 dan 31 Juli 2016 disajikan pada gambar 2 dan 3.

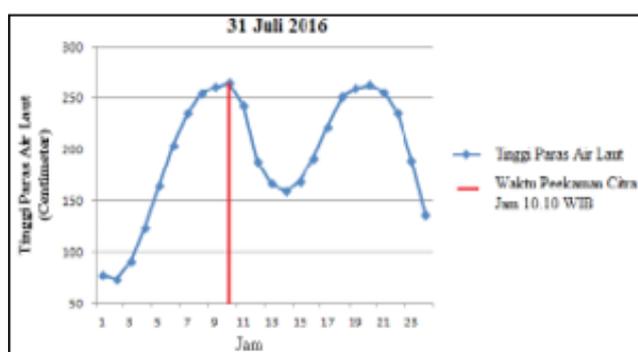
Panjang garis pantai pendaratan ditentukan berdasarkan pada perolehan jenis/bentuk pantai pendaratan. Masing-masing jenis/bentuk garis pantai pendaratan diukur panjangnya menggunakan *software* ArcGIS.

Komposisi dasar laut diperoleh dari penurunan informasi komposisi dasar laut yang ada pada Peta Laut Indonesia No 42 Pulau-Pulau Riau, Selat Riau dan Alur Pelayaran di Sekitarnya skala 1 : 100.000,



Gambar 2. Grafik Tinggi Air Pasang Surut Perairan Pulau Batam 18 April 2016.

Figure 2. Chart of Tidal Highs in Batam Island Waters on April 18, 2016.



Gambar 3. Grafik Tinggi Air Pasang Surut Perairan Pulau Batam tanggal 31 Juli 2016.

Figure 3. Graph of Tidal High in Batam Island Waters July 31, 2016.

edisi pengeluaran ketigabelas Desember 2013 sumber dari Pushidrosal. Data tersebut selanjutnya diolah dan diplot pada peta komposisi dasar laut dengan interpolasi menggunakan metode *Polygon Thiessen* (PT) yang merupakan metode deterministik sederhana digunakan untuk menghitung bobot masing-masing komposisi dasar laut yang mewakili luasan di sekitarnya.

Asumsi dari metode *Polygon Thiessen* (PT) adalah komposisi dasar laut digambar pada peta daerah yang ditinjau, komposisi-komposisi dasar laut tersebut dihubungkan dengan garis lurus sehingga akan didapatkan bentuk segitiga, tiap-tiap sisi segitiga dibuat garis berat sehingga saling bertemu dan membentuk satu poligon yang mengelilingi komposisi dasar laut, tiap komposisi dasar laut mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon, sedangkan untuk komposisi dasar laut yang berada didekat garis pantai, garis pantai membentuk batas tertutup dari poligon.

Medan belakang pantai berisi tentang informasi

topografi khususnya di sekitar pantai, oleh karena itu informasi medan belakang pantai diperoleh dari penuturan data topografi pada Peta Morfometri Kepulauan Riau dengan skala 1 : 50.000 edisi 2017 sumber dari BIG.

Rintangan Pantai, diperoleh dari hasil digitasi on screen pada citra SPOT-6 komposit band 321 (true color) terhadap obyek disekitar pantai yang dapat menjadi rintangan saat pelaksanaan operasi pendaratan amfibi, serta ditambahkan informasi rintangan pantai diperoleh dari informasi rintangan pantai didapatkan dari Peta Laut Indonesia nomor 42 Pulau-Pulau Riau Selat Riau dan Alur Pelayaran di Sekitarnya skala 1 : 100.000, edisi pengeluan ketigabelas Desember 2013 sumber dari Pushidrosal. Rintangan pantai dapat berupa kedangkalan yang terdiri dari kerangka kapal tenggelam, bangunan pantai (anjungan pengeboran minyak) serta karang yang dapat menghambat pelaksanaan pendaratan amfibi.

Jaringan Jalan diperoleh dari interpretasi citra SPOT-6 menggunakan metode *digitasi on screen* komposit band 321 (true color) terhadap obyek jalan serta ditambahkan informasi jenis jalan dari peta RBI skala 1 : 50.000 edisi 2015 sumber BIG untuk menyeleksi jenis jalan yaitu berupa jalan arteri, jalan kolektor dan jalan lokal.

Penggunaan Lahan. Informasi penggunaan lahan diperoleh dari hasil interpretasi visual (manual) menggunakan metode digitasi on screen citra SPOT-6 multispektral dengan komposit band 321 (true color).

Identifikasi penggunaan lahan sesuai pengenalan objek dengan unsur interpretasi, yaitu karakteristik ukuran, bentuk, pola, tekstur, asosiasi dan karakteristik spasial.

Hasil interpretasi penggunaan lahan selanjutnya diklasifikasikan menggunakan sistem klasifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI 7645-1 : 2014).

Uji Akurasi

Uji akurasi menggunakan konsep matriks kesalahan (*error matrix*). Konsep uji akurasi interpretasi adalah membandingkan kelas per kelas kebenaran antara hasil interpretasi dengan data lapangan, yaitu dengan cara menghitung presentasi akurasi menggunakan matriks berbentuk bujur sangkar (Stehman & Czaplewsky, 1997), seperti dalam tabel 2. Cara menghitung uji ketelitian interpretasi adalah jumlah kolom dan baris merupakan jumlah kelas yang diperbandingkan pada tabel matriks. Selanjutnya dengan cara menjumlahkan hasil klasifikasi yang dianggap sesuai dengan obyek sebenarnya, kemudian hasil klasifikasi obyek dari hasil interpretasi sesuai dengan data lapangan akan ditempatkan pada diagonal utama.

Perumusan Model Wilayah Pendaratan Amfibi

Merumuskan model ruang wilayah pendaratan amfibi pada penelitian ini menggunakan metode *skoring/ indeks*, yaitu kuantitatif berjenjang tertimbang pada prinsipnya adalah memberikan harkat atau skor pada setiap parameter dan memberikan bobot penimbang pada masing-masing parameter yang besarnya sama dengan pengaruhnya terhadap ruang wilayah pendaratan amfibi yang dipersiapkan untuk

Tabel 2. Matriks Kesalahan untuk Uji Akurasi
Table 2. Error Matrices for Accuracy Tests

Hasil Interpretasi	Data Lapangan				Σ Baris	Producer's Accuracy	User's Accuracy
	1	2	...	1			
1	X11	X12	...	X1i	X1 ∞	X11/ X ∞ 1	
2	X21	X22	...	X2i	X1 ∞	X22/ X ∞ 2	X11/
...
i	Xi1	Xi2	...	Xii	X1 ∞	Xii/ Xi+n	Xij/ Xi+n
∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Kolom	X ∞ 1				n	∞	I+

Sumber : Stehman dan Czaplewsky (1997)

Parameter Akurasi :

Producer's Accuracy = X_{ii} / X_{i+n}

User's Accuracy = X_{ij} / X_{i+n}

Overall Accuracy = $(\sum X_{ij} / n) \times 100\%$

dengan i = 1, 2, ..., n

Omission of Errors = $100\% -$

Producer's Accuracy Commission of Errors = $100\% - \text{Use's Accuracy}$

operasi militer perang. Pemberian harkat dan bobot penimbang pada masing-masing parameter diperlukan landasan teori dan asumsi yang kuat untuk mengurangi subyektifitas.

Metode pembobotan yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada metode rangking, yaitu setiap parameter akan disusun berdasarkan rangking. Penentuan rangking didasarkan dari pengaruh parameter tersebut terhadap pelaksanaan operasi amfibi. Rangking ditentukan dengan memberikan nilai 1 pada parameter kurang penting, nilai 2 buat parameter penting dan nilai 3 bagi parameter sangat penting. Pembobotan dengan metode rangking dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W_j = (n - r_j + 1) / \sum (n - r_p + 1) \dots\dots\dots(10)$$

dimana,

W_j = Bobot normal untuk parameter ke-j
(j = 1, 2, 3.....n)

N = Banyaknya parameter yang sedang di kaji

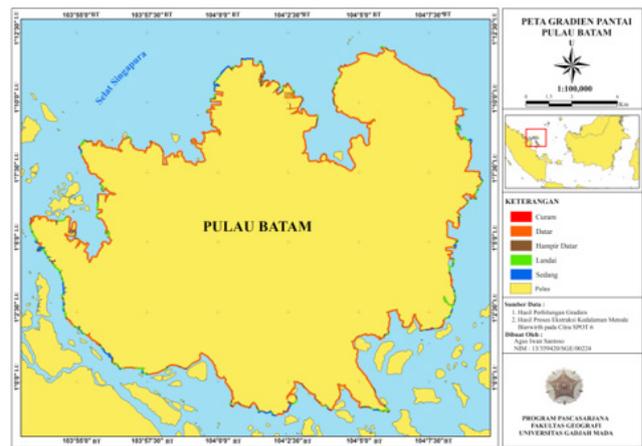
p = Parameter (p = 1, 2, 3.....n)

r_j = Posisi rangking suatu parameter

Setiap parameter diberi bobot senilai (n - r_j + 1) dan kemudian dinormalisasi dengan $\sum (n - r_p + 1)$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gradien Pantai Depan. Uji akurasi data kedalaman laut hasil ekstraksi citra SPOT-6 menunjukkan kelas kedalaman 0-2 meter besarnya RMS Difference 0,03 meter, kelas kedalaman 2,1-10 meter besarnya RMS Difference 0,12 meter dan kelas kedalaman 10,1–20 meter besarnya RMS Difference 1, 08 meter. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai gradien pantai depan yaitu dengan membandingkan nilai kedalaman laut pada titik jarak 100 meter dari garis pantai dengan jarak 100 meter. Perhitungan nilai gradien depan dilakukan pada seluruh pantai daerah penelitian. Hasil perhitungan gradien pantai depan disajikan pada



Gambar 4. Peta Gradien Pantai Depan.
Figure 4. Front Beach Gradient.

gambar 4.

Pembobotan gradien pantai depan didasarkan pada besarnya gradien pantai terhadap pengaruh bagi kendaraan-kendaraan tempur pendarat dan disesuaikan dengan karakteristik kendaraan tempur yang akan digunakan untuk pendaratan amfibi.

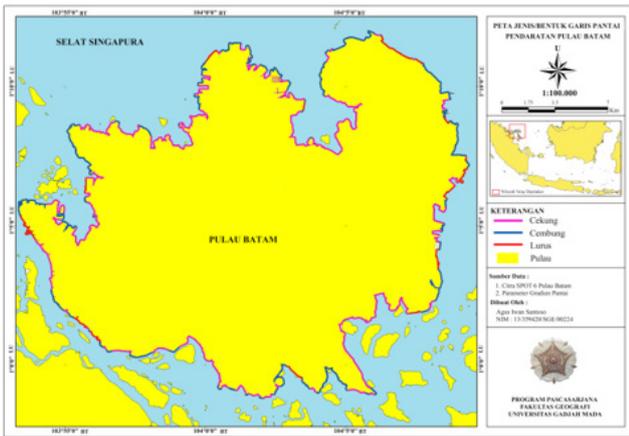
Jenis/Bentuk Garis Pantai Pendaratan. Garis pantai yang digambarkan hasil digitasi citra SPOT-6 daerah penelitian merupakan garis pantai yang telah sesuai dengan definisi menurut International Hydrographic Organization S44 Ed.5 (2008), yaitu kedudukan permukaan air laut rata-rata air tinggi (*mean high water level*).

Penentuan jenis/bentuk garis pantai pendaratan dilakukan terhadap hasil klasifikasi gradien pantai depan, jadi masing-masing klas gradien pantai depan ditentukan jenis/bentuk garis pantai pendaratannya. Hasil penentuan jenis/bentuk garis pantai pendaratan menunjukkan 3 (tiga) jenis/bentuk garis pantai yaitu : (1) Garis pantai cekung, (2) Garis pantai cembung dan (3) Garis pantai lurus. Peta Bentuk Garis Pantai disajikan pada gambar 5.

Tabel 3. Pembobotan Gradien Pantai Depan
Table 3. Front Beach Gradient Weight

No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot normal (wj)
1	Curam (steep) < 1 : 15	1	1	0,06
2	Sedang (moderate) 1 : 15 s/d 1 : 30	2	5	0,33
3	Landai (gentle) 1 : 30 s/d 1 : 60	3	4	0,26
4	Hampir Datar (mild) 1 : 60 s/d 1 : 120	4	3	0,2
5	Datar (flat) > 1 : 120	5	2	0,13

Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 5. Peta Jenis/Bentuk Garis Pantai Pulau Batam.
Figure 5. Map of Types/Forms of Batam Island Coastline.

Ketiga jenis/bentuk garis pantai hasil penentuan memiliki pengaruh terhadap pelaksanaan operasi pendaratan amfibi. Jenis/bentuk garis pantai lurus merupakan yang terbaik bagi pelaksanaan operasi pendaratan amfibi, karena memiliki resiko pertempuran yang paling baik, selanjutnya jenis/bentuk garis pantai cembung merupakan jenis/bentuk garis pantai yang cukup baik dan jenis/bentuk garis pantai cekung merupakan jenis/bentuk garis pantai yang tidak baik. (RANHS Ho.1205, 1990) (Tabel 4).

Panjang Garis Pantai Pendaratan. Panjang garis pantai pendaratan diperoleh berdasarkan pada perolehan jenis/bentuk garis pantai pendaratan. Panjang garis pantai pendaratan ditentukan tiap klas jenis/bentuk garis pantai pendaratan. Hasil pengukuran panjang garis pantai pendaratan menunjukkan panjang garis pantai bervariasi antara panjang garis pantai 84 meter pada posisi 104°3'0.925"BT - 1°9'46.947" LU sampai dengan panjang 8.101 meter terletak pada posisi 103°58'48.011" BT - 1°8'0.181" LU.

Panjang garis pantai yang dipersyaratkan untuk dapat digunakan operasi pendaratan amfibi bagi 1 (satu)

Tabel 4. Pembobotan jenis/bentuk pantai pendaratan
Table 4. Weighting the type/shape of the landing beach

No	Parameter	Rangking (n-rj+1)	Bobot Bobot normal (wj)
1	Pantai lurus	3	0,50
2	Pantai Cembung	2	0,33
3	Pantai Cekung	1	0,17

Sumber : Hasil Pengolahan

Batalyon Tim Pendarat (BTP) minimal 250 meter (RANHS Ho.1205, 1990). Dengan demikian pemberian bobot panjang garis pantai pendaratan didasarkan pada pantai dengan panjang $X < 250$ meter dan $X > 250$ Meter (Tabel 5).

Komposisi Dasar Laut. Komposisi dasar laut yang berada disekitar perairan Pulau Batam terdiri dari 6 (enam) macam, yaitu: lumpur, lumpur pasir, pasir, pasir kerang, pasir karang dan batu. Peta komposisi dasar laut perairan Pulau Batam disajikan pada gambar 6.

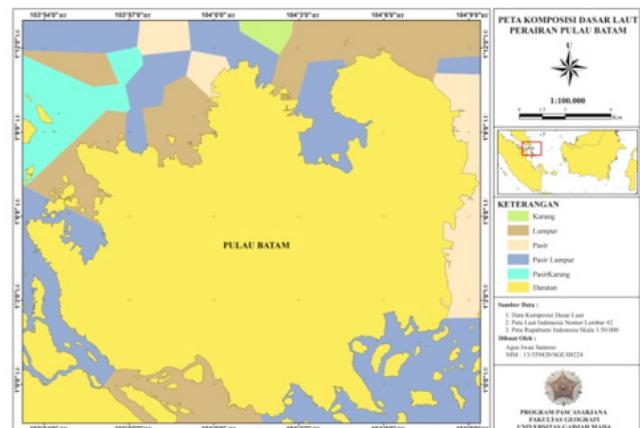
Komposisi dasar laut disekitar pantai pendaratan berpengaruh terhadap pasukan pendarat, kendaraan tempur maupun sekoci pendarat yang akan melaksanakan pendaratan. Komposisi dasar laut yang paling baik bagi pasukan pendarat, kendaraan maupun sekoci pendarat saat melaksanakan pendaratan, berturut-turut : pasir, lumpur, kerang, karang dan batu (RANHS Ho.1205, 1990). Perhitungan pembobotan komposisi dasar laut disajikan dalam Tabel 6.

Medan Belakang Pantai. Medan belakang pantai utara Pulau Batam secara umum bergelombang kuat hanya sedikit yang bergelombang lemah dan datar. Pantai

Tabel 5. Pembobotan panjang garis pantai pendaratan
Table 5. Weighting the length of the landing coastline

No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot Normal (wj)
1	> 250 meter	1	2	0,67
2	< 250 meter	2	1	0,33

Sumber : Pengolahan Data



Gambar 6. Peta komposisi dasar laut perairan P. Batam.
Figure 6. Map of sea floor composition of Batam island.

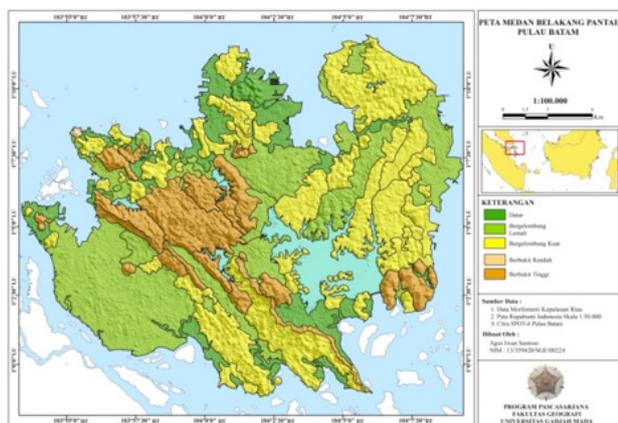
Tabel 6. Pembobotan komposisi dasar laut
Table 6. Weighting the composition of the seabed

No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot normal (wj)
1	Pasir	1	5	0,33
2	Lumpur	2	4	0,26
3	Pasir Lumpur	3	3	0,2
4	Pasir Karang	4	2	0,13
5	Karang	5	1	0,06

Sumber : Hasil Pengolahan

timur Pulau Batam memiliki medan belakang pantai bergelombang lemah dengan sedikit bergelombang kuat sampai dengan berbukit dibagian selatan pantai timurnya. Pantai barat Pulau Batam, tepatnya pada kecamatan Batuaji memiliki medan belakang pantai datar pada pantau utaranya dan bergelombang lemah pada pantai baratdayanya. Pantai selatan Pulau Batam tepatnya pada kecamatan Sagulung dan Sungaibedug memiliki medan belakang pantai datar dan bergelombang kuat. Peta medan belakang pantai Pulau Batam disajikan pada gambar 7.

Medan belakang pantai merupakan medan yang terletak pada pantai pendaratan terpilih. Setelah medan belakang pantai dikuasai, selanjutnya kendaraan-kendaraan tempur pendarat melakukan manuver untuk melaksanakan operasi lanjutan. Agar memudahkan didalam bermanuver, maka diperlukan medan belakang pantai yang memiliki topografi permukaan tanah datar. Permukaan datar mendapatkan bobot tertinggi, selanjutnya bergelombang lemah, bergelombang kuat, berbukit rendah dan berbukit tinggi (RANHS Ho.1205, 1990). Perhitungan pembobotan medan belakang



Gambar 7. Peta medan belakang pantai Pulau Batam.
Figure 7. Terrain map behind the coast of Batam Island.

Tabel 7. Pembobotan medan belakang pantai
Table 7. Beach front field weighting

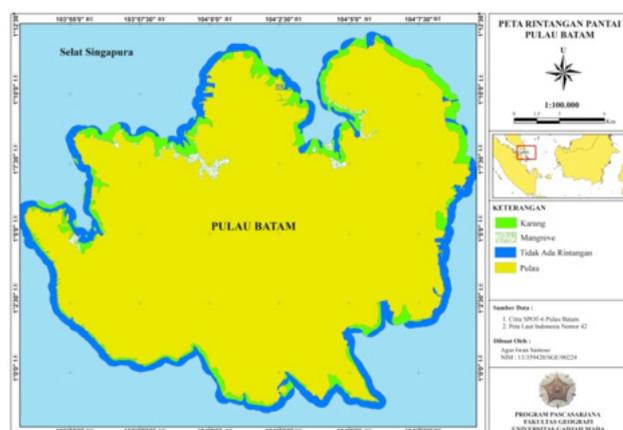
No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot normal (wj)
1	Datar	1	5	0,33
2	Bergelombang Lemah	2	4	0,26
3	Bergelombang Kuat	3	3	0,2
4	Berbukit Rendah	4	2	0,13
5	Berbukit Tinggi	5	1	0,06

Sumber : Hasil Pengolahan

pantai disajikan dalam Tabel 7.

Rintangan Pantai. Hasil identifikasi menunjukkan pantai timur Pulau Batam tidak memiliki rintangan pantai sampai sejauh 5 km kearah laut. Pantai timur laut Pulau Batam secara umum terdapat rintangan pantai berupa karang. Pada pantai utara terdapat rintangan berupa karang dan mangrove disebagian pantainya. Demikian juga pada pantai barat terdapat sedikit rintangan berupa karang dan sedikit mangrove dibeberapa tempat. Pada pantai selatan Pulau Batam terdapat rintangan pantai berupa karang yang berapa pada Tanjung Gundap dan Tanjung Piayu. Peta rintangan pantai Pulau Batam disajikan pada gambar 8.

Rintangan pantai merupakan parameter yang menentukan dalam pencarian daerah pendaratan amfibi. Pantai tanpa rintangan merupakan pantai yang terbaik untuk pelaksanaan operasi pendaratan amfibi. Rintangan pantai dapat dibagi dua yaitu (a) tidak ada rintangan dan ada rintangan (RANHS Ho.1205, 1990). Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 8.



Gambar 8. Peta rintangan pantai di Pulau Batam.
Figure 8. Map of Batam island beach obstacles.

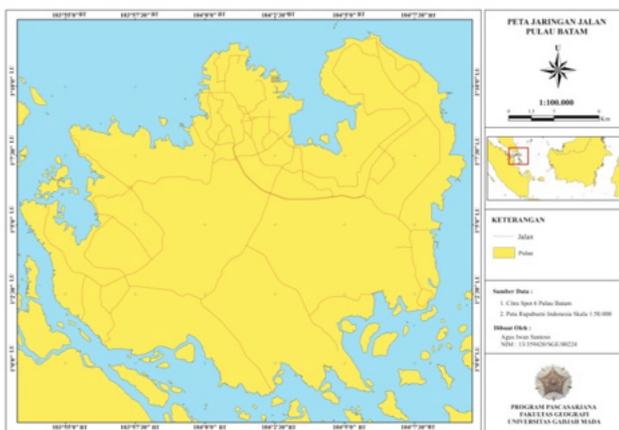
Tabel 8. Pembobotan rintangan pantai
Table 8. Weighting of beach obstacles

No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot normal (wj)
1	Tidak ada rintangan	1	2	0,67
2	Ada rintangan	2	1	0,33

Sumber : Hasil Pengolahan

Jaringan Jalan. Informasi jaringan jalan yang diperoleh meliputi jalan jenis (1) Jalan arteri, yaitu sebuah jalan perkotaan berkapasitas tinggi, mempunyai kondisi jalan yang cukup baik dan lebar (2) Jalan kolektor, yaitu jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal dan atau kawasan-kawasan berskala kecil, dan (3) Jalan lokal, yaitu jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan. Peta jaringan jalan disajikan pada gambar 9.

Jaringan jalan memberikan pengaruh yang cukup besar dalam kelancaran pelaksanaan operasi lanjutan. Jaringan jalan diperlukan untuk menentukan rute pendekat bagi kendaraan-kendaraan tempur maupun pasukan pendarat untuk melaksanakan operasi lanjutan kepedalaman darat. Pencarian pantai pendaratan terpilih harus berdekatan dengan jaringan jalan sebagai rute pendekat. Penentuan Rute pendekat dilakukan dengan memberikan buffer jalan (a) < 100 meter, (b) 100 meter < X < 300 meter dan (c) >300 meter (RANHS Ho.1205, 1990). Perhitungan pembobotan buffer jaringan jalan disajikan dalam Tabel 9.



Gambar 9. Peta jaringan jalan Pulau Batam.
Figure 9. Batam island road network.

Tabel 9. Pembobotan jaringan jalan
Table 9. Weighting of road network

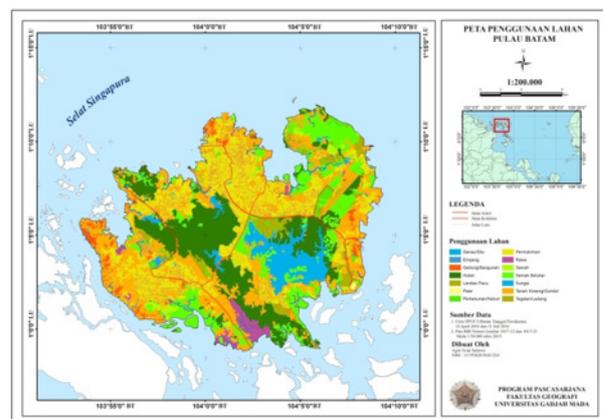
No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot normal (wj)
1	<100m	1	3	0,50
2	100m > x > 300m	2	2	0,33
3	>300 m	3	1	0,17

Sumber : Hasil Pengolahan

Penggunaan Lahan. Hasil interpretasi penggunaan lahan di Pulau Batam menunjukkan : Danau/situ seluas 2.907,014 Ha atau 6,86 %, Empang seluas 52,253 Ha atau 0,12 %, Sungai seluas 219,467 Ha atau 0,52 %, Hutan seluas 7.962,640 Ha atau 18,80 %, Tegalan/Ladang seluas 1.707,581 Ha atau 4,03 %, Perkebunan/Kebun seluas 735,603 Ha atau 1,76 %, Sawah seluas 352,785 Ha atau 0,83 %, Semak Belukar seluas 5.988,243 Ha atau 14,14 %, Rawa seluas 703,027 Ha atau 1,66 %, Pasir seluas 41,755 Ha atau 0,10 %, Pemukiman seluas 10.964,037 Ha atau 25,88 %, Gedung/Bangunan seluas 756,990 Ha atau 1,78 %, Tanah Kosong/Gundul seluas 9.908,505 Ha atau 25,88 % dan Landasan Pacu seluas 756,990 Ha atau 1,78 %. Peta penggunaan lahan disajikan pada gambar 10.

Parameter penggunaan lahan mempunyai pengaruh yang cukup besar didalam penentuan pantai pendaratan amfibi, terutama pada bagian pantai. Penggunaan lahan tanah kosong/gundul mempunyai nilai yang tertinggi karena mempermudah bagi pasukan maupun kendaraan pendarat dalam pelaksanaan operasi pendaratan amfibi dan disusul pasir (RANHS Ho.1205, 1990). Hasil pembobotan disajikan dalam tabel 10.

Uji akurasi interpretasi penggunaan lahan menggunakan



Gambar 10. Peta penggunaan lahan Pulau Batam.
Figure 10. Map of Batam island landuse.

Tabel 10. Pembobotan Penggunaan lahan
Table 10. Weighting of landuse

No	Parameter	Rangking	Bobot (n-rj+1)	Bobot Nomal (wj)
1	Danau	3	12	0,070
2	Empang	3	12	0,070
3	Gedung/ Bangunan	3	12	0,070
4	Hutan	3	12	0,070
5	Landasan Pacu	3	12	0,070
6	Pasir	2	13	0,070
7	Perkebunan/ Kebun	3	12	0,070
8	Permukiman	3	12	0,070
9	Rawa	3	12	0,070
10	Sawah	3	12	0,070
11	Semak Belukar	3	12	0,070
12	Sungai	3	12	0,076
13	Tanah Kosong	1	14	0,081
14	Tegalan/ Ladang	3	12	0,070

Sumber : Hasil Pengolahan

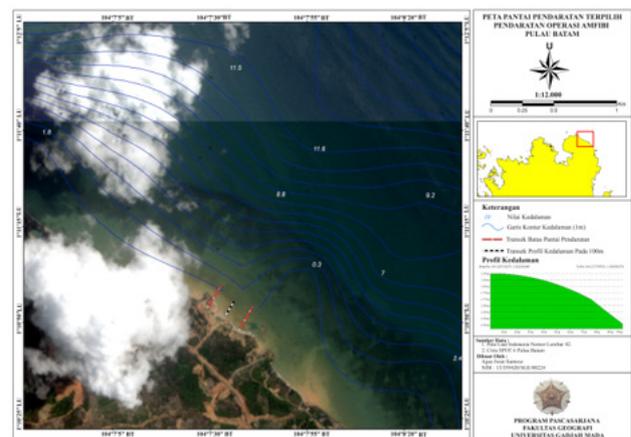
konsep matriks kesalahan (*error matrix*). Dengan menggunakan 68 (enam puluh delapan) titik sampel lapangan mendapatkan hasil *Overall Accuracy* : $(65/68) \times 100\% : 95,58\%$

Pemetaan Model Ruang Wilayah Pendaratan Amfibi

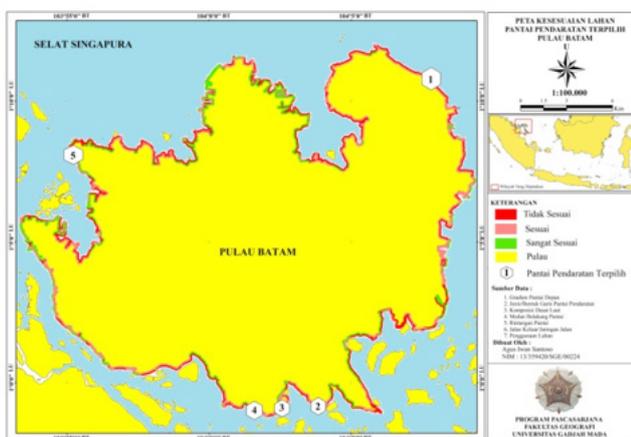
Pemetaan model ruang wilayah pendaratan amfibi dilakukan menggunakan metode skoring/indeks. Masing-masing parameter di skor/di bobot berdasarkan

klasifikasi parameter atas pengaruhnya terhadap operasi pendaratan amfibi.

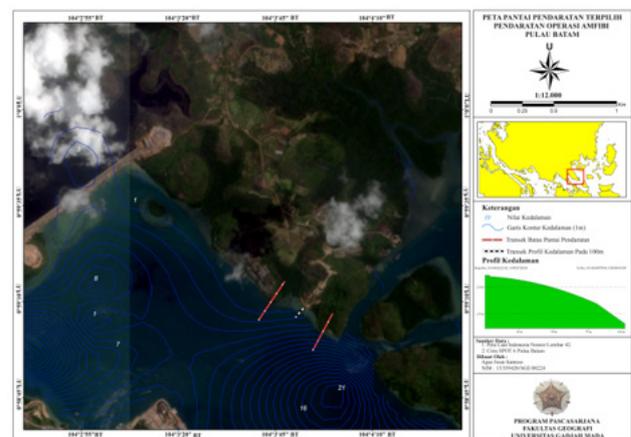
Hasil pemodelan ruang wilayah pendaratan amfibi menunjukkan pada daerah penelitian terdapat 8 (delapan) lokasi pantai pendaratan amfibi yaitu: (1) Pantai pendaratan terpilih 1 terletak pada kecamatan Nongsa, tepatnya pada posisi $104^{\circ}7'34.100''$ BT - $1^{\circ}10'51.986''$ LU, (2) Pantai pendaratan terpilih 2 terletak pada kecamatan Sungaibedug, tepatnya pada posisi $104^{\circ}3'52.505''$ BT - $0^{\circ}59'8.187''$ LU, (3) Pantai pendaratan terpilih 3 terletak pada kecamatan Sagulung, tepatnya pada posisi $104^{\circ}2'31.032''$ BT - $0^{\circ}59'7.444''$ LU, (4) Pantai pendaratan terpilih 4 terletak pada kecamatan Sagulung, tepatnya pada posisi $104^{\circ}1'53.793''$ BT - $0^{\circ}58'55.908''$ LU dan (5) Pantai pendaratan terpilih 5 terletak pada kecamatan Sekupang tepatnya pada posisi $103^{\circ}55'11.385''$ BT - $1^{\circ}8'10.207''$ LU. Peta model ruang wilayah pendaratan amfibi disajikan pada gambar 11.



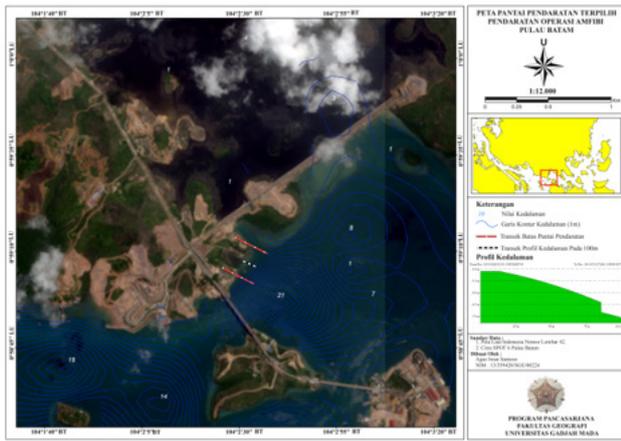
Gambar 12. Pantai pendaratan terpilih 1.
Figure 12. Selected landing beaches 1.



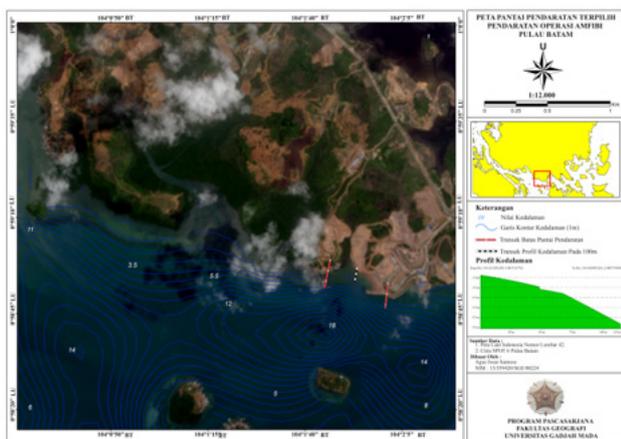
Gambar 11. Peta model ruang wilayah pendaratan amfibi.
Figure 11. Map of amphibious landing area model space.



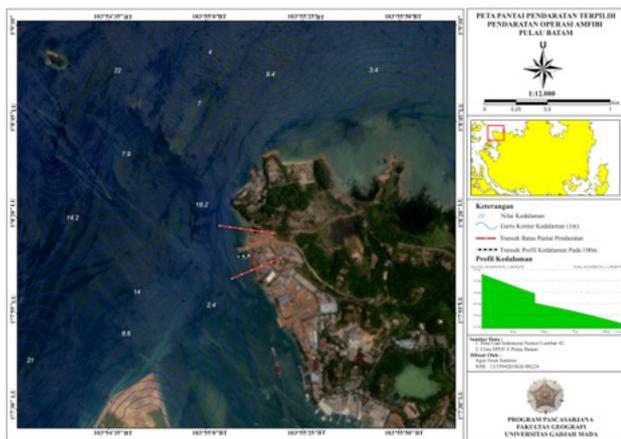
Gambar 13. Pantai pendaratan terpilih 2.
Figure 13. Selected landing beaches 2.



Gambar 14. Pantai pendaratan terpilih 3.
Figure 14. Selected landing beaches 3.



Gambar 15. Pantai pendaratan terpilih 4.
Figure 15. Selected landing beaches 4.



Gambar 16. Pantai pendaratan terpilih 5.
Figure 16. Selected landing beaches 5.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Citra penginderaan jauh SPOT-6 dapat digunakan untuk memperoleh informasi karakteristik lahan yang berpengaruh terhadap model ruang wilayah pendaratan amfibi yaitu (1) Gradien pantai depan, (2) Jenis/bentuk garis pantai pendaratan, (3) Panjang garis pantai pendaratan, (4) Komposisi dasar laut, (5) Medan belakang pantai, (6) Rintangan pantai (7) Jaringan jalan, (8) Penggunaan lahan, Serta cukup memadai digunakan sebagai data untuk input pemodelan ruang pendaratan amfibi di Pulau Batam. Pada Pulau Batam terdapat 5 (lima) lokasi yang dapat digunakan untuk pendaratan amfibi yaitu: (1) Pada kecamatan Nongsa, posisi $104^{\circ}7'34.100''$ BT - $1^{\circ}10'51.986''$ LU, (2) Pada kecamatan Sungaibedug, posisi $104^{\circ}3'52.505''$ BT - $0^{\circ}59'8.187''$ LU, (3) Pada kecamatan Sagulung, posisi $104^{\circ}2'31.032''$ BT - $0^{\circ}59'7.444''$ LU, (4) Pada kecamatan Sagulung, posisi $104^{\circ}1'53.793''$ BT - $0^{\circ}58'55.908''$ LU dan (5) Pada kecamatan Sekupang, posisi $103^{\circ}55'11.385''$ BT - $1^{\circ}8'10.207''$ LU.

Saran

Kajian model ruang wilayah pendaratan amfibi perlu didukung dengan data spasial seperti citra penginderaan jauh SPOT-6, karena mampu memberikan informasi karakteristik lahan dengan ketelitian informasi yang baik guna mempersiapkan pertahanan negara mengingat ancaman kedaulatan negara akan selalu ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari disertasi penulis pertama yang dipromotori oleh penulis kedua. Pada penelitian ini citra SPOT-6 diperoleh dari Lapan dan data pendukung diperoleh dari Pushidrosal, BIG maupun dari pengambilan lapangan. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan SIG Fakultas Geografi UGM.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya, Winarso. G., & Santoso. A. I. (2016). Ekstraksi Kedalaman Laut Menggunakan Data SPOT-7 di Teluk Belang-Belang Mamuju. *Jurnal Geomatika*. (22)1, 9-20.
- Australian Navy Hydrographic Service. _____. Amphibious Operation. Technical Specification. Royal Australian Navy Hydrographic Service. Ho.1205.
- Aronoff, S. (1989). Geographic Information System a Management Perspective. Ottawa : WDL Publication.

- Bird, E. C. F. (1970). *Coast and Introduction to Systematic Geomorphology*. Vol. 4. Cambridge. London : 248 pp.
- Bierwirth, Lee., & Burne. (1993). Shallow Sea-Floor Reflectance And Water depth Derived by Unmixing multi spectral imagery. *PERS*, (59)3, 331-338.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information System*. New York. Oxford University Press.
- Baily, R, G., Pfister, R, D., & Henderson, J, A. (1978). Nature of Land and Resource Classifications - A Review. *Journal of Forestry*.
- BPS. (2015). Kepulauan Riau Dalam Angka 2015, Katalog BPS : 1102001.21. Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Riau.
- Budi, S., Zarina, O., & Faisal B. (2018). An Overview of Indonesia's Maritime Strategy. *Indonesian Journal of Geography*. (50)2.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta, Fakultas Geografi-Universitas Gadjah Mada.
- Dishidros. (2003). *Kajian Pulau-Pulau Kecil Terluar*. Jakarta.
- Dishidros. (2011). *Naskah Akademik tentang Validasi Organisasi Dishidros dan Kepangkatan Jabatan Kadishidros*. Jakarta.
- Farid, M., Eka, D., & Pranowo, W. S. (2016). Kajian Awal Perubahan Muka Air Sungai Untuk Penentuan Datum Peta (Studi Kasus Sungai Musi Palembang). *Jurnal Chart Datum*. (1)2.
- Fleming, S., Jordan, T., Madden, M., Usery, E. L., & Weich, R. (2009). GIS Applications For Military Operation in Coastal Zones. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. *Journal Homepage* : www.elsevier.com.
- Hasanah, I. U. (2018). Sea Level Rise of Sumatera Waters Basedonn Multy Satelliet Altimetry Data. *Indonesian Journal of Geography*. (50)2.
- Ihlah, Winarso, G., & Santoso, A. I. (2018). Akuisisi Data Batimetri Menggunakan Citra Satelit SPOT-7 di Perairan Teluk Halong Kota Ambon. *Jurnal Hidro Pilar*. (1)4, 9-17.
- Irawan. (2018). *Evaluasi Keadaan Medan Pantai Pendaratan dalam Mendukung Operasi Amfibi Menggunakan Analisa Sistem Informasi Geografis*. Skripsi, Teknik Hidro-Oseanografi STTAL, Jakarta.
- Iyiola, F., Effiong, E., Ajani, A., & Iyere, B. M. (2016). Application of GIS Military Operation : A Case Study of Riyom Local Government Area in Plateau State, Nigeria. *International Journal of Innovative Research and Development*. (5)10.
- Lizarazo, I. (2014). Accuracy Assessment of Object-Based Image Classifications : Another STEP. *International Journal of Remote Sensing*. 35(16), 6135-6156.
- Manessa, M. D. M, Haidar, M., Budhiman, S., Winarso, G., Kanno A., Sagawa, T., & Sekine, M. (2016). Evaluating the Performance of Lyzenga's Water Column Correction in Case-1 Coral Reef Water Using a Simulated Worldview-2 Imagery. *2nd International conference of Indonesia Society for Remote Sensing (ICOIRS)* 2016.
- Manessa, M. D. M, Haidar, M., Hastuti, M., Kirana, D., & Kresnawati. (2016). Determination of the Best Methodology for Bathymetry Mapping Using Spot 6 Imagery: A Study of Empirical Algorithms. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, (14)2, 127-136.
- NATO. (2017). *Allied Joint Doctrine for Operations. Allied Joint Publication (AJP-01(D))*. NATO Standardization Office (NSO). Edition E Version 1 February 2017.
- Petrovski, A., & Toshesvki, M. (2016). GIS In Army : Application of GIS in Geo-Reconnaissance And C\$IS in Army Purposes. *2nd International Scientific Conference GEOBAL CANICA 2016*. DOI : <http://dx.doi.org/10.18509/GBP.2016.21>. UDC: 004:528.85]:355.31(497.7)
- Poespitoahadi, W. (2010). *Integrasi RTRW Pertahanan Darat Dengan RTRW Kota Bandung Dalam rangka Ketahanan Wilayah*. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Republik Indonesia. (2002). Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara. Lembaran Negara RI No 4169 Tahun 2002. Sekretaris Negara RI.
- Republik Indonesia. (2007). Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Lembaran Negara RI No 68 Tahun 2007. Sekretaris Negara RI.
- Republik Indonesia. (2011). Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial. Lembaran Negara RI No 5214 Tahun 2011. Sekretaris Negara RI.
- Republik Indonesia. (2014). Peraturan Pemerintah Nomor 68 Tahun 2014 tentang Penataan Wilayah Pertahanan Negara. Lembaran Negara RI No 190 Tahun 2014. Sekretaris Negara RI.
- Santoso, A. I. (2008). *Kajian Pulau-Pulau Kecil Terluar Untuk Menentukan Batas Wilayah Maritim Menggunakan Teknologi penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Nipa, Provinsi Kepulauan Riau)*. Tesis. Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Santoso, A. T. (2010). *Implementasi Dan Dampak Kebijakan Penataan Ruang Kawasan Pertahanan Di Perbatasan Kalimantan Barat (Studi Kasus Kabupaten Sambas)*. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Simanjuntak, S. (2011). *Optimalisasi Penyiapan Daerah Pangkal Perlawanan Dalam Mewujudkan Sistem Pertahanan Wilayah (Studi Kasus Kodim 0618/BS-Kota Bandung)*. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Syarifudin, Y. (2010). *Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah Berdasarkan Kesesuaian Lahan*

- (Kasus Pemanfaatan Ruang Permukiman Kabupaten Purworejo). Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sugita, M., & Brutsaert, W. (1993). Comparison of Land Surface Temperatures Derived From Satellite Observations With Ground Truth During FIFE. *International Journal of Remote Sensing*, (14)9, 1653-1676.
- Stehman, S. V., & Czaplewsky, R. I. (1997). Design and Analisis for Thematic Map Accuracy Assessment, Fundamental Principle, *Remote Sensing of Environment*, 64.
- Sunaryo, Sudarman., & Ibrahim. A. L. (2016). Penentuan Kedalaman Menggunakan Metode RTK Tides (Studi Kasus Perairan Ancol Teluk Jakarta). *Jurnal Hidro Pilar*. (1)2, 39-46.
- Zylshal, Z., Rachmad, W., & Dony, K. (2018). Assessing The Potential of LAPAN A3Data for Landuse/land Cover Mapping. *Indonesian Journal of Geography*. (50)2.
- Zamani, A. (2013). *Optimalisasi Pemberdayaan Wilayah Pertahanan Dalam Mendukung Manajemen Pertahanan (Studi Di Kodim 1408/BS Kodam VII/Wirabuana)*. Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.