

PEMODELAN KONEKTIVITAS HABITAT BADAK JAWA (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*) MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Studi Kasus di Taman Nasional Ujung Kulon – Banten

*(Modeling of Habitat Javan Rhino Connectivity (*Rhinoceros Sondaicus Desmarest, 1822*) Using Geographic Information System Case Study In Ujung Kulon National Park – Banten)*

I Ketut Sutarga

Badan Informasi Geospasial

E-mail: ikets64@gmail.com

ABSTRAK

Populasi badak jawa (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*) di Taman Nasional Ujung Kulon Banten yang jumlahnya sekitar 67 ekor masih sangat perlu dilestarikan. Untuk itu upaya-upaya mendata dan mengetahui persebarannya perlu digiatkan. Salah satu metode untuk mendata atau mengetahui persebarannya adalah pemodelan spasial. Pemodelan spasial merupakan metode analisis spasial yang terdapat dalam sistem informasi geografis. Pemodelan spasial memerlukan parameter data geospasial yang merupakan representasi dari permukaan bumi yang disimpan dalam tema atau lapisan tertentu. Pemodelan konektivitas habitat badak jawa memerlukan parameter tema atau lapisan topografik, tutupan lahan, unsur kerapatan air dan unsur gangguan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jalur lintasan atau konektivitas antara habitat badak jawa di Taman Nasional Ujung Kulon. Analisis spasial dilakukan dengan metode pengharkatan dengan angka (*scoring*). Masing-masing parameter lapisan geospasial tersebut diberi harkat, kemudian dilakukan tumpangtumpukan (*overlay*) dengan pembobotan (*weighting*) tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur lintasan konektivitas badak jawa melewati daerah-daerah yang dekat dengan makanan badak jawa, daerah yang relatif landai, dekat unsur air dan jauh dari gangguan manusia. Hal ini sesuai dengan karakteristik badak jawa yakni selalu dekat dengan air, atau pantai rawa, kubangan, tanaman tempat berlindung, dan jauh dari akses atau aktivitas manusia seperti jalan raya atau permukiman. Hasil konektivitas tersebut mengindikasikan bahwa badak jawa senantiasa melewati tempat-tempat yang ada makanan, aman dari gangguan selama mereka berpindah dari satu habitat ke habitat lainnya. Dengan diketahuinya konektivitas ini diharapkan lebih mudah bagi para peneliti, sukarelawan atau pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan untuk pelestarian badak jawa.

Kata kunci: badak jawa, sistem informasi geografis, pemodelan spasial, konektivitas, ujung kulon

ABSTRACT

*The population of the Javan rhino (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*) in Ujung Kulon National Park Banten which numbered about 67 tails still needs to be preserved. For this reason, efforts need to be made to record and find out the distribution. One method for recording or knowing the distribution is spatial modeling. Spatial modeling is a spatial analysis method found in geographic information systems. Spatial modeling requires parameters of geospatial data which are representations of the surface of the earth that are stored in certain themes or layers. Modeling habitat connectivity of Javan rhino requires parameters or layers, i.e. topographic theme, land cover, water density elements and human disturbance elements. The purpose of this study is to determine the pathway or connectivity between the habitat of Javan rhinos in Ujung Kulon National Park. Spatial analysis is carried out using scoring methods. Each parameter of the geospatial layer is given a value, then carried out overlay with certain weighting. The results showed that the pathway of Javan rhino connectivity passed through areas close to Javan rhino food, a relatively sloping area, close to water elements and far from human disturbances. This is in accordance with the characteristics of the Javan rhino, which is always close to water, or the shore of a swamp, a puddle, a shelter plant, and far from access or human activities such as roads or settlements. The results of this connectivity indicate that Javan rhinos always pass places where there is food, safe from disturbances as long as they move from one habitat to another. With this knowledge, connectivity is expected to be easier for researchers, volunteers or decision makers in determining policies for the conservation of Javan rhino.*

Keywords: Javan rhino, geographical information system, spatial modeling, connectivity, ujung kulon

PENDAHULUAN

Taman Nasional Ujung Kulon merupakan rumah atau habitat satu-satunya bagi spesies satwa paling langka dan dilindungi yaitu badak jawa (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*) (Rachmat, 2007). Karena statusnya tersebut badak jawa beserta habitatnya ini sudah mendapat pengakuan dari *World Heritage Site* dari Komisi Warisan Dunia UNESCO. Kawasan ini merupakan habitat yang cocok untuk badak jawa karena menyediakan kebutuhan hidup spesies tersebut baik jenis pakan, tempat berlindung, air dan mineral maupun kondisi iklim, topografik dan sosial. Namun karena perkembangan waktu dan pengelolaan dan kebijakan yang kurang mendukung, maka sebaran kubangan dan perlintasannya juga mengalami perubahan. Oleh karena itu perlu dikaji bahwa perlintasan badak jawa ini supaya tidak terganggu dengan berdasarkan pada kondisi alam yang tertuang dalam data geospasial.

Jumlah populasi badak jawa sampai saat ini sekitar 67 ekor (WWF Indonesia, 2017). Sebaran hewan dilindungi ini mungkin sudah banyak yang melakukan kajian ilmiah dengan berbagai bidang keilmuan dari berbagai aspek. Kajian yang sudah dilakukan boleh jadi menghabiskan biaya yang sangat besar, karena harus mendatangi dan menjejak wilayah kajian di Ujung Kulon tersebut. Bisa jadi dengan melakukan survei lapangan dapat mengganggu lingkungan kehidupan badak itu sendiri, karena badak pada umumnya adalah makhluk penyendiri dan pemalu yang hidup di kubangan, dekat air dan dekat makanan. Disisi lain, tidak semua wilayah semenanjung Ujung Kulon sesuai untuk hidup badak. Untuk itulah maka dikaji bagaimana perlintasan antara habitat badak guna mengetahui wilayah mana saja yang sering dilintasi oleh hewan langka ini. Dengan memanfaatkan data geospasial yang merupakan representasi wilayah Ujung Kulon diharapkan mengurangi penjelajahan dan penjejakan sehingga dapat menghemat anggaran biaya untuk terjun langsung ke lapangan.

Kajian ini tidak melakukan kegiatan survei lapangan melainkan penerapan analisis spasial terhadap data informasi geospasial menggunakan teknologi sistem informasi geografis dengan maksud mencari konektivitas antar habitat badak jawa yang ada di Ujung Kulon. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan habitat badak jawa dan konektivitas diantara masing-masing habitat tersebut. Konektivitas dalam kajian ini adalah lintasan perjalanan yang dilalui badak jawa dalam rangka mencari makan, berlindung, berkubang dan berkembang biak. Ada beberapa tempat tinggal yang sering dikunjungi dan disinggahi oleh badak di seluruh wilayah daratan Ujung Kulon. Tempat tinggal yang sering dikunjungi tersebut akan dipakai sebagai simpul, sementara lintasan penghubung simpul-simpul merupakan konektivitas habitat badak jawa (Yayasan Badak Indonesia, 2017). Teknologi sistem informasi geografis diterapkan melalui proses pengharkatan, tumpangsusun dan pembobotan.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Rahmat, 2007 mengindikasikan bahwa lingkungan yang disukai oleh badak jawa adalah daerah yang mempunyai kandungan garam mineral sumber-sumber air berkisar 0,25-0,35‰, nilai *pH* tanah berkisar 4,3-5,45, jarak dari pantai berkisar 0-600 meter, daerah dataran rendah dengan ketinggian berkisar 0-25 meter dari permukaan laut, daerah yang relatif landai dengan kemiringan berkisar 0-8%, suhu udara berkisar 26,5-30°C, dan kelembapan udara 86,5-95%. Muntasib, 2002 juga mengkaji pola ruang badak jawa bahwa ketersediaan pakan, ketinggian tempat, tersedianya kubangan, kelerengan, penutup vegetasi, hewan lain seperti banteng dan ada tidaknya gangguan manusia. Pemodelan hewan singa gunung menggunakan sistem informasi geografis telah dilakukan di California Selatan untuk memetakan jalur berbahaya guna menghindari ancaman baik bagi pengguna jalan raya maupun hewan lain (ESRI, 2017). Penelitian ini berbeda dengan ketiga topik kajian di atas, karena yang dikaji adalah pemodelan konektivitas antara habitat badak jawa menggunakan sistem informasi geografis di Taman Nasional Ujung Kulon.

METODE

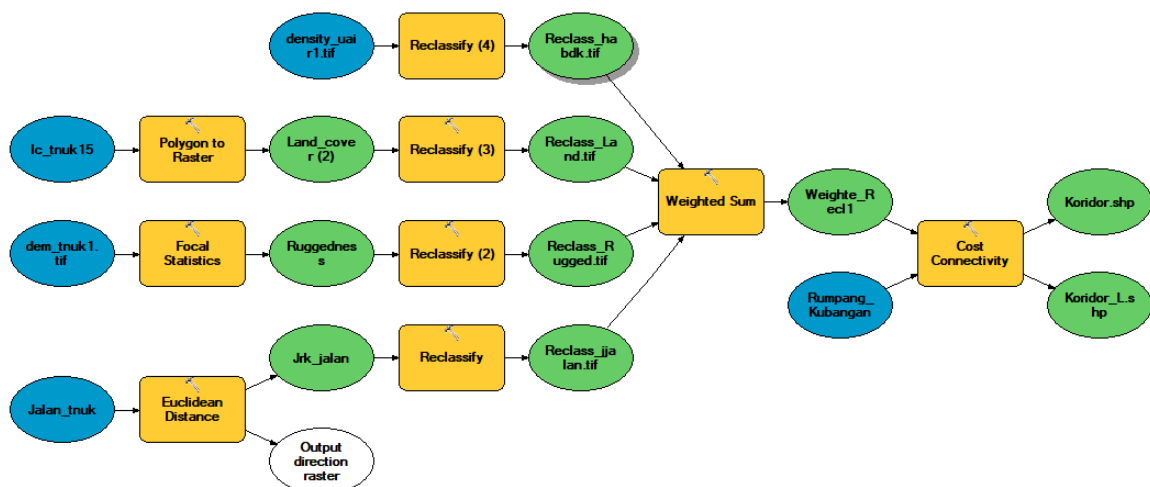
Kajian pemodelan konektivitas habitat badak jawa menggunakan sistem informasi geografis ini mencakup seluruh wilayah daratan semenanjung Ujung Kulon, meliputi wilayah administratif Kecamatan Sumur dan Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Kajian dikhususkan hanya meliputi wilayah daratan saja, tidak termasuk pulau-pulau di sekitar Ujung Kulon.

Secara geografis Taman Nasional Ujung Kulon terletak antara 102°02'32" - 105°37'37" Bujur Timur dan 06°30'43" - 06°52'17" Lintang Selatan. Taman Nasional Ujung Kulon ditetapkan berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 284/Kpts-II/1992 tanggal 26 Februari 1992 tentang Perubahan Fungsi Cagar Alam Gunung Honje, Cagar Alam Pulau Panaitan, Cagar Alam Pulau Peucang, dan Cagar alam Ujung Kulon seluas 78.619 Ha dan penunjukan perairan laut di sekitarnya seluas 44.337 Ha. Luas total kawasan Taman Nasional Ujung Kulon adalah 122.956 Ha.

Data geospasial sebagai representasi Taman Nasional Ujung Kulon yang dipergunakan dalam kajian ini adalah data sekunder meliputi unsur geofisik dan biofisik meliputi topografik, perairan, habitat badak jawa, aksesibilitas berupa jalan transportasi. Satu lagi data geospasial adalah informasi lokasi paling banyak ditemukan kubangan, kotoran dan jejak badak sebagai simpul atau habitat badak jawa. Semua data geospasial tersebut diolah menggunakan teknologi analisis spasial pada perangkat lunak sistem informasi geografis ArcGIS Desktop 10.4.1 dari ESRI. Perangkat lunak tersebut bekerja pada komputer *Notebook Asus ROG* dengan prosesor *Intel Core i-7* dengan sistem operasi Windows 10.

Metode yang dipakai dalam kajian pemodelan konektivitas habitat badak jawa adalah pengolahan data geospasial sekunder tersebut dengan melakukan analisis spasial menggunakan teknologi sistem informasi geografis khususnya dengan menerapkan dan membangun sebuah pemodelan spasial (*model builder*). Beberapa parameter (sebagai lapisan atau *layer*) yang menentukan dalam pemodelan ini adalah unsur topografik, tutupan lahan, unsur keairan dan jarak dari aksesibilitas manusia (berupa jalan raya). Masing-masing parameter yang dipakai dalam analisis spasial raster ini melalui proses tumpangtumpukan (*overlay*) dilakukan secara numerik dengan mempertimbangkan karakteristiknya melalui pemberian harkat (*score*) dan juga pemberian bobot (*weight*). Pengharkatan berkisar dari nilai 1 sampai dengan 3, dimana nilai 1 diasumsikan sangat baik sampai dengan sangat buruk untuk nilai 3.

Unsur topografik bermanfaat untuk menentukan landai atau terjalnya wilayah (atau tingkat kekasaran medan). Unsur tutupan lahan dimaksudkan guna mengetahui tutupan vegetasi di wilayah kajian baik yang tidak bervegetasi dan masih bervegetasi atau penggunaan lain yang lingkungannya sesuai untuk badak jawa. Unsur keairan adalah lokasi yang terdiri dari berbagai jenis tubuh air yang disukai badak jawa seperti danau, setu, sungai, rawa atau dekat muara sungai dan bahkan pantai yang landai. Sedangkan unsur jalan dipergunakan untuk melakukan zonasi wilayah, karena badak jawa pada umumnya tidak suka keramaian. Masing-masing lapisan geospasial yang dipakai tersebut kemudian diberi harkat dan selanjutnya keempat parameter tersebut ditumpangtumpukan serta diberi bobot. Data lokasi atau simpul dari habitat yang dipakai adalah lokasi tempat ditemukannya rumpang, kubangan dan jejak badak jawa yang dipilih letaknya dibagian ujung wilayah barat daya, barat laut, tengah, tenggara dan timur laut Taman Nasional Ujung Kulon. Pengolahan data geospasial dan pemodelan dilakukan dengan perangkat lunak ArcGIS Desktop 10.4.1.



Gambar 1. Diagram alir proses pemodelan konektivitas badak jawa menggunakan teknologi sistem informasi geografis ArcGIS 10.4.1 (sumber: hasil pemodelan).

Topografik

Unsur topografik yang diambil dari peta rupabumi Indonesia skala 1 : 25.000 terdiri dari garis kontur dan titik elevasi. Masing-masing lapisan ini berisi informasi ketinggian sebagai unsur penentu dalam mengolah menjadi model elevasi digital (*Digital Elevation Model – DEM*). Pembangunan *DEM* juga memperhatikan aspek sungai dan garis pantai. Model data digital *DEM* ini kemudian diolah guna mendapatkan nilai masing-masing sel raster terhadap lingkungan tetangganya, dimana nilai sel merupakan fungsi dari nilai semua sel masukan (*input*) terhadap lingkungan tertentu di sekitar lokasi tersebut dengan fungsi *Focal Statistic* di ArcGIS 10.4.1. Hasil dari *Focal Statistic* selanjutnya dihitung kekasaran medannya menggunakan fungsi *Ruggedness*. *Ruggedness* ini merupakan tingkat kekasaran topografik, dimana semakin halus (atau kecil) nilainya maka semakin landai sehingga memudahkan badak jawa bergerak dan berpindah dalam rangka mencari makan. Hasil dari proses *Ruggedness* kemudian diklasifikasikan menjadi sebagaimana tabel 1.

Tabel 1. Harkat kekasaran topografik

No.	Tingkat kekasaran topografik (<i>Ruggedness</i>)	Harkat (<i>Score</i>)
1.	0 – 50	1
2.	51 – 100	2
3.	> 100	3

Sumber: Proses pemodelan.

Tutupan Lahan

Tutupan lahan merupakan representasi dari vegetasi di atas lahan Taman Nasional Ujung Kulon. Jenis tutupan lahan ini didasarkan pada klasifikasi yang dipetakan oleh Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup tahun 2015. Karakteristik vegetasi tertentu boleh jadi merupakan jenis tumbuhan yang bisa sebagai makanan dari badak jawa, dimana sekumpulan spesies atau family tertentu berasosiasi dengan tumbuhan pakan badak jawa. Karakteristik dari tutupan lahan selanjutnya direklasifikasi dan selanjutnya adalah pemberian harkat sebagaimana tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Harkat tutupan lahan

No.	Tutupan Lahan	Harkat (<i>Score</i>)
1.	Hutan lahan kering primer	1
2.	Hutan lahan kering sekunder	1
3.	Hutan mangrove sekunder/bekas tebangan	1
4.	Hutan tanaman	1
5.	Lahan terbuka	2
6.	Permukiman/lahan terbangun	3
7.	Pertanian lahan kering	2
8.	Pertanian lahan kering campuran semak/kebun campuran	2
9.	Sawah	2
10.	Semak belukar	1
11.	Tubuh air	1

Sumber: Proses pemodelan.

Unsur Keairan

Unsur keairan meliputi segala jenis tubuh air atau batas air mulai dari danau, setu, sungai, rawa, rawa pasang surut, muara sungai atau pantai yang landai yang bercampur dengan lumpur sebagaimana yang banyak dijumpai di Taman Nasional Ujung Kulon. Semua jenis unsur keairan ini digabungkan dari peta RBI 25.000 ditambah dengan unsur air peta tutupan lahan kementerian

kehutanan 2015 selanjutnya digabungkan menjadi unsur titik dan dibuat kerapatannya dengan menggunakan fungsi *Point Density* pada ArcGIS 10.4.1. Hasil proses *Point Density* kemudian diklasifikasi sebagai fungsi kerapatan unsur keairan, dimana semakin besar nilai nya maka semakin banyak unsur air yang menunjukkan semakin senangnya badak jawa akan lingkungan tersebut. Berikut adalah reklasifikasi kerapatan unsur keairan terkait dengan preferensi badak jawa pada tabel 3.

Tabel 3. Harkat kerapatan keairan

No.	Tingkat kerapatan unsur keairan (<i>Density</i>)	Harkat (<i>Score</i>)
1.	0 – 50	3
2.	51 – 100	2
3.	> 100	1

Sumber: Proses pemodelan.

Unsur Aksesibilitas Manusia

Aksesibilitas manusia dalam hal ini direpresentasikan sebagai jalan raya dengan berbagai kelas tingkatannya. Semakin tinggi kelas jalanya, maka semakin intensif dan semakin ramai lalu lintas manusia. Terkait dengan sifat atau karakteristik badak jawa yang pemalu dan penyendiri, semakin ramai lalu lintas manusia maka semakin menghindar atau menjauh. Jadi daerah yang sesuai adalah daerah yang relative sepi dan jarang terjamah manusia dengan aktivitasnya. Unsur aksesibilitas dalam hal ini adalah jalan raya, dimana semakin jauh dari jalan raya akan semakin sesuai dengan lingkungan badak jawa. Lapisan geospasial jalan raya yang diambil dari peta rupabumi 1 : 25.000 selanjutnya dibuat penyangga dengan fungsi *Euclidean Distance* pada ArcGIS 10.4.1. Hasil proses ini selanjutnya direklasifikasi sebagai-mana tabel 4 berikut.

Tabel 4. Harkat aksesibilitas manusia

No.	Jarak penyangga (meter)	Harkat (<i>Score</i>)
1.	0 – 500	3
2.	501 – 1000	2
3.	> 1000	1

Sumber: Proses pemodelan.

Habitat Badak Jawa

Sebagian besar wilayah ujung kulon sesuai untuk badak, kecuali daerah yang terjal dan yang iklim kering. Berdasarkan data dari WWF Indonesia bahwa banyak ditemukan kotoran badak jawa, bekas jejak dan kubangannya. Semua jejak badak jawa tersebut merupakan habitat dimana selalu terkait dengan sumber makanan, dimana jarak dari sebaran data tersebut sangat dekat. Ini menandakan bahwa unsur-unsur tersebut merupakan areal habitat yang sering menjadi tempat singgah hewan badak jawa. Sebaran data geospasial tersebut selanjutnya dipilih dan diambil ujung-ujung timur, barat dan tengah sebagai simpul asal dan singgah badak jawa dalam mencari makan. Titik simpul yang dipilih adalah lima buah saja, selanjutnya yang dikaji adalah jalur lintasan (atau konektivitas) dari kelima simpul yang dipilih tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pertama pemberian harkat (*scoring*) dari analisis spasial adalah tumpang-susun (*overlay*) terhadap lapisan data geospasial yang sudah diklasifikasikan dengan peralatan tumpang-susun penjumlahan bobot (*weighted sum*). Tumpang susun dengan penjumlahan bobot ini dilakukan dengan rincian bobot sebagaimana pada Tabel 5.

Tabel 5. Pembobotan masing-masing parameter lapisan

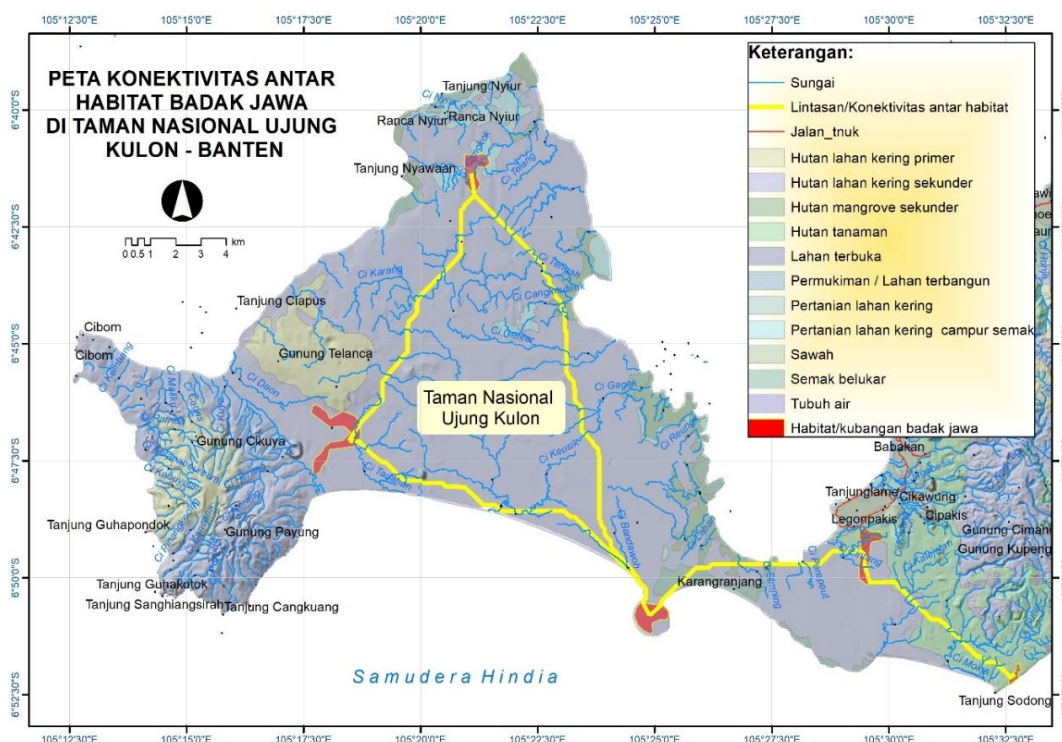
No.	Nama parameter lapisan (<i>layer</i>)	Bobot (<i>Weight</i>)
1.	Tutupan lahan	0.4
2.	Kekasaran medan (topografik)	0.1
3.	Kerapatan air	0.4
4.	Keterdekatan dengan akses jalan	0.1
	Jumlah bobot	1.0

Sumber: Proses pemodelan.

Hasil tumpang-susun dengan penjumlahan bobot ini adalah kesesuaian lahan badak jawa untuk seluruh semenanjung Ujung Kulon, namun kesesuaian lahan ini bukanlah tujuan akhir dari kajian ini, melainkan akan dipakai sebagai unsur masukan (input) utama bagi pemrosesan selanjutnya, yaitu penghitungan nilai konektivitas. (lihat gambar 1).

Tahapan selanjutnya dari pemodelan adalah menghitung nilai konektivitas menggunakan peralatan *Cost Connectivity* pada ArcGIS 10.4.1. Peralatan ini berfungsi menguji nilai masing-masing sel kesesuaian lahan dan menetapkan nilainya guna menarik garis untuk sel-sel yang sejenis yang terdekat. Sebelum proses *Cost Connectivity*, terlebih dahulu disiapkan lapisan polygon (atau titik) simpul habitat badak jawa berdasarkan data yang ada. Titik simpul ini jumlahnya lima buah yaitu lokasi di ujung timur laut, tenggara, tengah, barat laut dan barat daya. Hasil tarikan garis inilah merupakan konektivitas antar habitat badak jawa. Hasil analisis konektivitas antar habitat badak jawa dapat dilihat pada gambar 2.

Satu hal yang tipikal dari badak jawa adalah tidak bisa lepas dari air atau tanah yang berlumpur. Karena lumpur merupakan rumah tinggal bagi jenis hewan yang langka ini. Maka itu unsur keairan dipakai sebagai salah satu parameter penentu dalam kesesuaian lahan badak jawa. Unsur keairan ini merupakan gabungan dari unsur sungai, rawa, pantai, danau dan unsur air lainnya. Selanjutnya dilakukan konversi dari garis dan polygon ke tipe titik guna mempermudah membuat kerapatan titik (*Point Density*) air. Jadi semakin rapat unsur keairan, maka semakin sesuai lahan tersebut untuk badak. Namun tentu saja ada parameter penentu lainnya seperti kekasaran medan, tutupan lahan dan aspek gangguan manusia yang direpresentasikan oleh jalan raya.



Sumber: Hasil pemodelan

Gambar 2. Visualisasi hasil konektivitas habitat badak jawa (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*) di Taman Nasional Ujung Kulon.

Hasil kajian menunjukkan bahwa konektivitas atau jalur perjalanan badak jawa dari satu tempat ke tempat lainya melewati daerah yang relatif landai. Tidak ditemukan lintasan badak ini yang memotong bukit. Hal ini mungkin sesuai dengan sifat fisik dari badak jawa yaitu badan besar sehingga kurang lincah kalau medan berat atau terjal. Kemudian lintasannya juga melewati wilayah yang relatif banyak tersedia pakan, karena sembari berjalan hewan badak jawa ini selalu disertai makan makanan dedaunan atau pepohonan kesukaanya yang tersedia sepanjang lintasannya. Badak jawa ini disamping selalu dekat dengan rumpang, dia juga tidak bisa lepas dari kubangan sebagai rumahnya yang berpindah-pindah. Lintasan yang didapat dari hasil kajian bahwa tidak semua wilayah ujung kulon yang hampir sebagian besar ditumbuhi vegetasi hutan sesuai untuk makanan badak jawa. Pada umumnya badak jawa adalah hewan yang pemalu, sehingga tidak suka keramaian atau tidak suka dicampuri manusia atau aktivitas manusia. Oleh karena itu representasi yang tepat adalah seberapa jauh dari jalan raya. Hasil kajian menunjukan bahwa jarak 1000 meter dari jalan raya terdekat masih dilintasi oleh badak jawa. Hal ini sangat tergantung dari kondisi jalan karena tidak ada informasi mengenai tingkat kepadatan lalu lintas jalan raya.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa pemodelan konektivitas habitat badak jawa (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*) menggunakan sistem informasi geografis ArcGIS 10.4.1 dapat diterapkan pada kasus Taman Nasional Ujung Kulon. Empat parameter yang diterapkan yaitu unsur topografik, unsur tutupan lahan, unsur kerapatan air dan unsur jarak dari jalan dengan memberi harkat bobot sesuai dengan pertimbangan saintifikal dan empirikal. Konektivitas atau jalur lintasan antar habitat badak jawa di Taman Nasional Ujung Kulon Banten menunjukkan wilayah yang sesuai dengan karakteristik geofisik dan biofisik dari badak jawa, yaitu daerah yang landai, dekat dengan air, melewati tutupan lahan (vegetasi) yang sesuai dengan makanannya dan jauh dari gangguan aktivitas manusia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan untuk Badan Informasi Geospasial (dahulu Bakosurtanal), Yayasan Badak Indonesia, Taman Nasional Ujung Kulon Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup dan WWF Indonesia atas ijin dan persembahan data-data geospasial sebagai bahan penulis melakukan kajian konektivitas habitat badak jawa di Taman Nasional Ujung Kulon ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, David W. 2011. *Getting to Know ArcGIS ModelBuilder*, ESRI Press 380 New York Street, Redlands California, USA.
- Badan Informasi Geospasial, 2018. Peta Rupabumi Digital Indonesia, Wilayah Kecamatan Sumur dan Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Cibinong.
- ESRI, *Build a Model to Connect Mountain Lion Habitat*. Diakses 20 Juli 2018. <https://learn.arcgis.com/en/projects/build-a-model-to-connect-mountain-lion-habitat/>
- Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup, 2017. Penutupan Lahan 2015, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Mitchell, Andy. 2012. *Modeling Suitability, Movement and Interaction*, ESRI Press 380 New York Street, Redlands California, USA.
- Muntasib, 2002. Penggunaan Ruang Habitat oleh Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus Desmarest, 1822*), Disertasi Doktor Program Studi Ilmu Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pasca Sarjana Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- O'Sullivan, David_ dan Unwin, David 2003. *Geographic Information Analysis*, John Wiley & Sons, New Jersey, USA.
- Rahmat, U Mamat, 2007. Analisis Tipologi Habitat Preferensial Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus, Desmarest 1822*) Di Taman Nasional Ujung Kulon, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana – Institut Peranian Bogor, Bogor.
- Rahmat, U Mamat, Santosa, Yanto, dan Kartono, Agus Priyono . 2008. Analisis Preferensi Habitat Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus, Desmarest 1822*) di Taman Nasional Ujung Kulon, JMHT Vol. XIV, (3): 115-124, Agustus 2008 Artikel IlmiahISSN: 0215-157X. diakses 20 Juli 2018.

https://www.researchgate.net/publication/277747074_Analisis_Preferensi_Habitat_Badak_Jawa_Rhinoceros_sondaicus_Desmarest_1822_di_Taman_Nasional_Ujung_Kulon_Habitat_Preference_Analysis_of_Javan_Rhino_Rhinoceros_sondaicus_Desmarest_1822_in_Ujung_Kulon_N.

Rathore, Chinmaya S. , Dubey, Yogesh, Shrivastava Anurag, Pathak, Prasad dan Patil, Vinayak, 2012. *Opportunities of Habitat Connectivity for Tiger (Panthera tigris) between Kanha and Pench National Parks in Madhya Pradesh, India*. Diakses 17 Agustus 2018.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3398000/>

Taman Nasional Ujung Kulon, Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup. Diakses 15 Agustus 2018.

<http://www.ujungkulon.org/>.

World Wide Fund Indonesia, Badak Jawa. Diakses pada 20 Juli 2018.

https://www.wwf.or.id/program/spesies/badak_jawa/

Yayasan Badak Indonesia (YABI). Diakses 16 Agustus 2018. <http://badak.or.id/?lang=id>.