

PEMODELAN SPASIAL PENDARATAN KAPAL LANDING SHIP TANK DALAM MENDUKUNG DISTRIBUSI LOGISTIK TANGGAP DARURAT BENCANA DI WILAYAH PESISIR SEMARANG

SPATIAL MODELING OF LANDING SHIP TANK SUPPORTING DISTRIBUTION LOGISTIC RESPONSE TO EMERGENCY DISASTERS IN SEMARANG COASTAL AREA

Abdurahman¹, Gentio Harsono², Yosef Prihanto³

Program Studi Teknologi Penginderaan, Universitas Pertahanan
Bidang Oseanografi dan Meteorologi, Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL
Bidang Penelitian, Badan Informasi Geospasial

(abdurahmanfaqod@gmail.com, hgentio1969@gmail.com, yosef.prihanto@big.go.id)

Abstrak—Indonesia berdasarkan letak geografis terletak pada posisi *ring of fire*. Kerentanan Indonesia terhadap bencana alam membuat Indonesia sangat membutuhkan pengembangan keilmuan di bidang kebencanaan. Indonesia merupakan negara yang memiliki garis pantai yang cukup panjang sehingga dampak kebencanaan Indonesia lebih tinggi. Kota Semarang merupakan suatu kota yang beririsan langsung dengan wilayah pesisir pantai. Pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG) dalam membangun suatu model penentuan posisi awal pendaratan kapal Landing Ship Tank pada wilayah pesisir Semarang perlu untuk dikembangkan. Kapal LST merupakan kapal yang cenderung ideal jika dilihat dari bobot dan kemampuannya untuk aksi distribusi logistik bantuan bencana alam. Skema umum penentuan kesesuaian daerah pendaratan di klasifikasikan ke dalam dua kelompok variabel terlebih dahulu. Sampel data yang dianalisis merupakan pantai marina, pantai marina barat, pantai baruna dan pantai cipta. Variabel kesesuaian pendaratan pada aspek dimensi waktu dan variabel kesesuaian pendaratan aspek dimensi ruang. Variabel yang menjadi parameter pendaratan dari aspek dimensi waktu ialah kecepatan arus, jenis gelombang pecah, dan pasang surut air laut. Jenis gelombang pecah didapatkan dari memodelkan angin dengan menghitung fetch dan korelasinya terhadap tinggi gelombang. Variabel yang menjadi parameter pendaratan dari aspek dimensi ruang pantai ialah gradien pantai, sedimentasi pantai, jenis tanah, tata guna lahan, kemiringan. kedua variabel tersebut akan dianalisis dengan beberapa kriteria beaching seperti *buffer zone* dan panjang pantai. Kemudian variabel tersebut di tentukan nilai indeksnya kesesuaiannya menggunakan metode fuzzy takagi sugeno dan weighted overlay. fuzzy takagi sugeno digunakan untuk menganalisis gradien pantai dan kecepatan arus. gradien pantai dianalisis menggunakan interpolasi spline untuk dihitung slope kemiringannya. sedangkan parameter lain di analisis menggunakan weighted overlay dan desain program weighted analysis di C#. Hasil pemodelan lokasi pendaratan kapal LST akan di analisis dari aspek ancaman bencana untuk dianalisis kesesuaiannya di saat terjadi bencana alam.

Kata Kunci: SIG, fetch, interpolasi spline, Buffer Zone, Fuzzy Takagi Sugeno

Abstract— Indonesia based on its geographical location is in the position of the ring of fire. Indonesia's vulnerability to natural disasters makes Indonesia in dire need of scientific development in the field of disaster. Indonesia is a country that has a long coastline so that the impact of Indonesia's disaster is

¹ Program Studi Teknologi Penginderaan Universitas Pertahanan.

² Bidang Oseanografi dan Meteorologi, Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL

³ Bidang Penelitian, Badan Informasi Geospasial

higher. The city of Semarang is a city that intersects directly with the coast. The use of geographic information systems (GIS) in constructing a model for determining the initial position of landing Landing Tank ships in the coastal area of Semarang needs to be developed. LST ships are vessels that tend to be ideal when viewed from their weight and ability for logistics distribution assistance in natural disaster relief. The general scheme of determining the suitability of the landing area is classified into two groups of variables first. The data samples analyzed are the marina beach, west marina beach, baruna beach and copyright beach. Variable suitability of landing on aspects of the time dimension and variable suitability of landing aspects of spatial dimensions. Variables that become the landing parameters from the aspect of time dimension are current speed, wave type breaking, and tides. The type of breaking wave is obtained by modeling the wind by calculating the fetch and its correlation to the wave height. Variables that become the landing parameters from the aspect of beach spatial dimensions are beach gradient, beach sedimentation, soil type, land use, slope. The two variables will be analyzed with several beaching criteria such as buffer zone and beach length. Then the variable is determined according to its index value using the fuzzy takagi sugeno method and weighted overlay. Fuzzy Takagi Sugeno is used to analyze beach gradients and current speeds. beach gradients were analyzed using spline interpolation to calculate the slope. while other parameters are analyzed using weighted overlays and weighted analysis program design in C #. The results of the amphibious landing site modeling will be analyzed from the aspect of disaster threat to be analyzed for suitability in the event of a natural disaster.

Keywords: SIG, fetch, Interpolation Spline, Buffer Zone, Fuzzy Takagi Sugeno,

Pendahuluan

Indonesia berdasarkan letak geografis terletak pada posisi ring of fire. Kerentanan Indonesia terhadap bencana alam membuat Indonesia sangat urgensi terhadap pencarian solusi yang paling sesuai dibidang kebencanaan. Situasi ini disebabkan karena Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng dunia. Indonesia memiliki tingkat kerentanan yang lebih luas dibandingkan negara lain karena Indonesia adalah negara kepulauan. Pantai adalah aspek strategis dari suatu negara kepulauan dan dapat dijadikan aspek sumber daya strategis baik dari segi penghasilan daerah bahkan sebagai distribusi atau rute transportasi dan jalur perdagangan.

Pemanfaatan pantai sebagai upaya tanggap darurat bencana adalah suatu gagasan terjadi permasalahan menuju area terdampak bencana melalui jalur darat dan udara.

Risiko bencana negara kepulauan lebih kompleks dibanding negara yang wilayahnya sebagian besar berada di daratan. Potensi bencana alam negara kepulauan seperti Indonesia berasal dari dua sumber bencana alam yaitu bencana yang bersumber di laut seperti banjir, tsunami dan bencana yang bersumber di daratan seperti tanah longsor, gempa bumi gunung vulkanik dan sebagainya. Gempa bumi dan tsunami yang terjadi di Aceh pada 2004 dengan kekuatan 8,9 SR yang menimbulkan korban meninggal

126.000 jiwa dan total kerugian infrastruktur mencapai 40,4 triliun. Gempa dan tsunami berlanjut pada tahun 2010 di Mentawai dengan kekuatan 7,2 SR pada kedalaman 10 km dan mengakibatkan 530 jiwa korban jiwa dan mengakibatkan kerugian infrastruktur mencapai 349 milyar⁴. Wilayah pesisir pantai Indonesia memiliki kerentanan terhadap bencana tsunami dan gelombang pasang⁵. Dampak kerusakan yang disebabkan oleh bencana alam seperti gempa bumi, tsunami dan banjir memiliki tingkat kerusakan yang sangat tinggi. Pada tsunami di Aceh, Mentawai, Palu dan Banten dampak kerusakan infrastruktur pendaratan udara dan infrastruktur jalan sangat tinggi sehingga pendistribusian logistik tidak memungkinkan melalui darat dan udara.

Kota Semarang adalah salah satu kota yang dekat dengan wilayah pesisir pantai dan sangat strategis baik dari segi sumber daya alam maupun posisinya. Keunikan Fisiografi kota Semarang terhadap daya tampung air dilihat dari sisi landscape curah hujan memiliki beberapa

manfaat terutama dalam bidang pertanian⁶. Kandungan tanah kota Semarang memiliki kesuburan yang sangat tinggi karena jenis tanah pada wilayah kota Semarang dominan berjenis aluvial. Jenis tanah aluvial adalah jenis tanah yang terbentuk akibat endapan pada daratan rendah. Kota Semarang berdasarkan analisis singkat tentang kerawanan bencana alam. Kota Semarang memiliki kerawanan banjir dengan tingkat ancaman tinggi sebesar 20,309% atau sebesar 7.815,628 Ha yang tersebar di 12 kecamatan, banjir rob dengan tingkat ancaman tinggi sebesar 12,821% atau seluas 4.934,161 Ha yang tersebar 8 kecamatan dan tanah longsor dengan tingkat ancaman tinggi 0,252% atau seluas 96.984 Ha yang tersebar di enam kecamatan, kekeringan dengan tingkat ancaman tinggi sebesar 7,317% atau seluas 2.815,770 Ha yang tersebar di enam kecamatan dan multi bencana dengan tingkat ancaman tinggi 9,360%

⁴ Dedi Hermon. 2012 Mitigasi Bencana Hidrometeorologi Banjir, Longsor, Ekologi, Degradasi Lahan, Puting Beliung, Kekeringan. ISBN 978-602-8819-52-17

⁵ Ramli, S. (2010). Pedoman Praktis Manajemen Bencana. Dian Rakyat

⁶ Yosef Prihanto, Raldi H Koestoer dan Dwita Sutjningsih. 2017. Re-assessing Rainwater Harvesting Volume by CHIRPS Satellite in Semarang Settlement Area. The 5th Journal Geoinformation Science Symposium.

atau seluas 3.602,182 Ha yang tersebar di delapan kecamatan⁷.

Upaya penanggulangan bencana alam dilakukan melalui membangun sistem pendistribusian logistik melalui akses laut karena rute evakuasi darat diprediksi mengalami kerusakan yang tinggi karena jarak terhadap sumber bencana sangat relatif dekat dan tidak dapat diprediksi. Penanggulangan bencana melalui akses wilayah pantai dinilai sangat strategis dikarenakan wilayah laut adalah wilayah yang dapat diakses saat pasca bencana alam. Peran militer dalam upaya mitigasi bencana sudah dikaji dalam penelitian di Myanmar dalam menghadapi dampak bencana banjir. Aspek militer memiliki kesiapan infrastruktur, kemampuan, dan sumber daya militer untuk melakukan upaya mitigasi bencana sehingga pengintegrasian sumber daya sipil dan sumber daya militer sedang dikembangkan di berbagai negara⁸. Pemanfaatan Sumber daya militer dalam upaya mitigasi bencana sudah diterapkan di Indonesia seperti BNPB, BASARNAS dan berbagai lembaga mitigasi bencana.

Sinergi antara sipil-militer berdasarkan pada Undang-undang Nomor 34 tahun 2004 dan Peraturan Kementerian Pertahanan Nomor 9 tahun 2011. Kolaborasi tersebut dinilai lebih optimal bila menggunakan fasilitas kendaraan militer strategis sesuai letak geografis dari kota yang sedang terkena bencana. Kota Semarang yang terletak secara geografis berdekatan dengan muka pantai sehingga sangat sesuai menggunakan kendaraan amfibi sebagai wahana angkut untuk mendistribusikan logistik di saat terjadinya bencana. Pendaratan kendaraan amfibi menjadi masalah di saat tidak menguasai medan pendaratan. Pengetahuan medan saat mendaratkan amfibi memerlukan perhatian khusus. Medan pendaratan kendaraan amfibi memiliki dua variabel utama yaitu oseanografi dan topografi. Kesalahan dalam menganalisis variabel medan dapat membuat kendaraan amfibi mengalami kegagalan pendaratan bahkan membuat kendaraan tersebut tenggelam.

Pemanfaatan amfibi dalam tanggap darurat bencana terutama dalam

⁷ Diyah Pratiwi Rosika, Arief Laila Nugraha, dan Hani'ah. 2016. Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang. Jurnal Geodesi Undip

⁸ Naing Zhaw Thet, dan Seunghoo Lim. 2015. The military's role in disaster management and

response during the 2015 Myanmar floods: A social network approach. International Journal of Disaster Risk Reduction

pendistribusian logistik pernah diterapkan pada tsunami Aceh 2004. Penggunaan kendaraan ini dilakukan karena tidak mempunyai kendaraan lain seperti kapal untuk melakukan pendaratan pada area tersebut. pengembangan sistem pendukung pendaratan kendaraan amfibi perlu dikembangkan dan diintegrasikan dengan sistem teknologi.

Sistem informasi dan teknologi pada era modern sangat berkembang pesat dan sudah memasuki semua ranah bidang ilmu maupun bidang pertahanan. Teknologi pertahanan adalah suatu bidang ilmu yang mempelajari pemanfaatan dan pengembangan suatu teknologi untuk di manfaatkan sebagai sistem pertahanan negara. Komponen utama teknologi pertahanan negara ialah dikenal dengan istilah Alutsista (Alat Utama Sistem Senjata). Alutsista merupakan suatu sistem yang luas. sistem radar, sistem senjata dan sistem daya gerak merupakan salah satu contoh bagian alutsista. Sistem daya gerak ialah suatu sistem yang dapat memobilisasi pergerakan orang. Sistem daya gerak bisa berupa kendaraan tempur dan kendaraan taktis. Kendaraan taktis ialah kendaraan yang digunakan untuk memobilisasi personel. Kendaraan tempur yang dapat

berfungsi dinamis terhadap medan ialah kendaraan amfibi.

Kendaraan amfibi adalah kendaraan yang dapat melakukan eksplorasi di laut maupun di darat. Kendaraan amfibi memiliki berbagai macam jenis dan digunakan berbagai macam keperluan. Kendaraan amfibi memerlukan data lapangan medan yang tepat dalam proses beaching atau pendaratan sehingga proses manuver dari laut ke darat berjalan aman. Beaching memerlukan suatu sistem yang dapat memetakan karakteristik oseanografi dan topografi. Dimensi dari kendaraan amfibi menjadi faktor utama pentingnya penguasaan medan pendaratan. Semakin besar dimensi kendaraan semakin sulit proses manuver dari laut ke darat. Pemanfaatan sistem informasi geografis dalam penguasaan medan navigasi kendaraan amfibi dapat memaksimalkan sistem pendaratan dari kendaraan amfibi. Sistem informasi geografis dapat mengintegrasikan beberapa data terkait untuk dianalisis korelasinya dalam upaya beaching kendaraan amfibi.

Penerapan teknologi penginderaan dan sistem informasi geografis dalam pemetaan daerah pantai dan kesesuaian morfologi pantai terhadap analisis bencana banjir sudah diterapkan. Pada

daerah Kanyakumari pemanfaatan sistem informasi geografis memberikan analisis terhadap celah kerentanan terhadap manajemen daerah pantai⁹. Pengembangan sistem navigasi perencanaan pendaratan kendaraan amfibi berbasis sistem informasi geografi diharapkan dapat memaksimalkan sistem ketahanan nasional terhadap bencana alam. Pengoptimalan sistem tersebut dapat dimanfaatkan dalam distribusi logistik dari wilayah laut menuju wilayah daratan. Peta pendaratan kendaraan amfibi ditentukan dengan parameter dan faktor lingkungan tertentu yang dapat dimanfaatkan sebagai analisis jalur pendaratan kendaraan amfibi berbasis sistem informasi geografis dan citra satelit resolusi tinggi multispektral.

Sistem ini memungkinkan menganalisis permukaan bumi dari jarak jauh berdasarkan karakteristik band sesuai dengan panjang gelombang tertentu dan dikombinasikan dengan data fenomena lapangan yang ada. Penentuan jalur pendaratan kendaraan amfibi dianalisa melalui pendekatan

dimensi ruang citra satelit tinggi, peta kemiringan lahan, peta batimetri, jenis tanah, dan peta sedimentasi kemudian dilihat dari perspektif dimensi waktu berupa pasang surut, tinggi gelombang air, kecepatan arus. Pada daerah pantai suatu operasi. Data parameter yang ditentukan di atas akan disesuaikan dengan luasan kendaraan amfibi dan dikorelasikan terhadap besaran piksel tertentu untuk menghasilkan suatu jalur pendaratan yang sesuai terhadap lingkungan yang ada.

Pemanfaatan logika fuzzy dalam menganalisis dan menentukan kriteria kesesuaian terhadap parameter spasial yang tidak pasti dan kompleks¹⁰. Dalam penelitian ini pemanfaatan sistem informasi geografi untuk mendukung pendaratan kapal LST dalam upaya tanggap darurat bencana berbasis algoritma fuzzy takagi sugeno untuk menghasilkan suatu peta lokasi pendaratan kendaraan kapal LST yang dapat mengoptimalkan dan memberikan masukan terhadap proses tanggap darurat bencana. Kajian dan analisis

⁹ Kaliraj, S. N. Chandrasekar.K.K. Ramachandran. Y. Srinivas dan S.Saravanan. 2017. Coastal Landuse and Land Cover Change and Transformations of Kanyakumari Coast, India Using Remote Sensing and GIS. The Egyptian

Journal of Remote Sensing and Space Sciences.

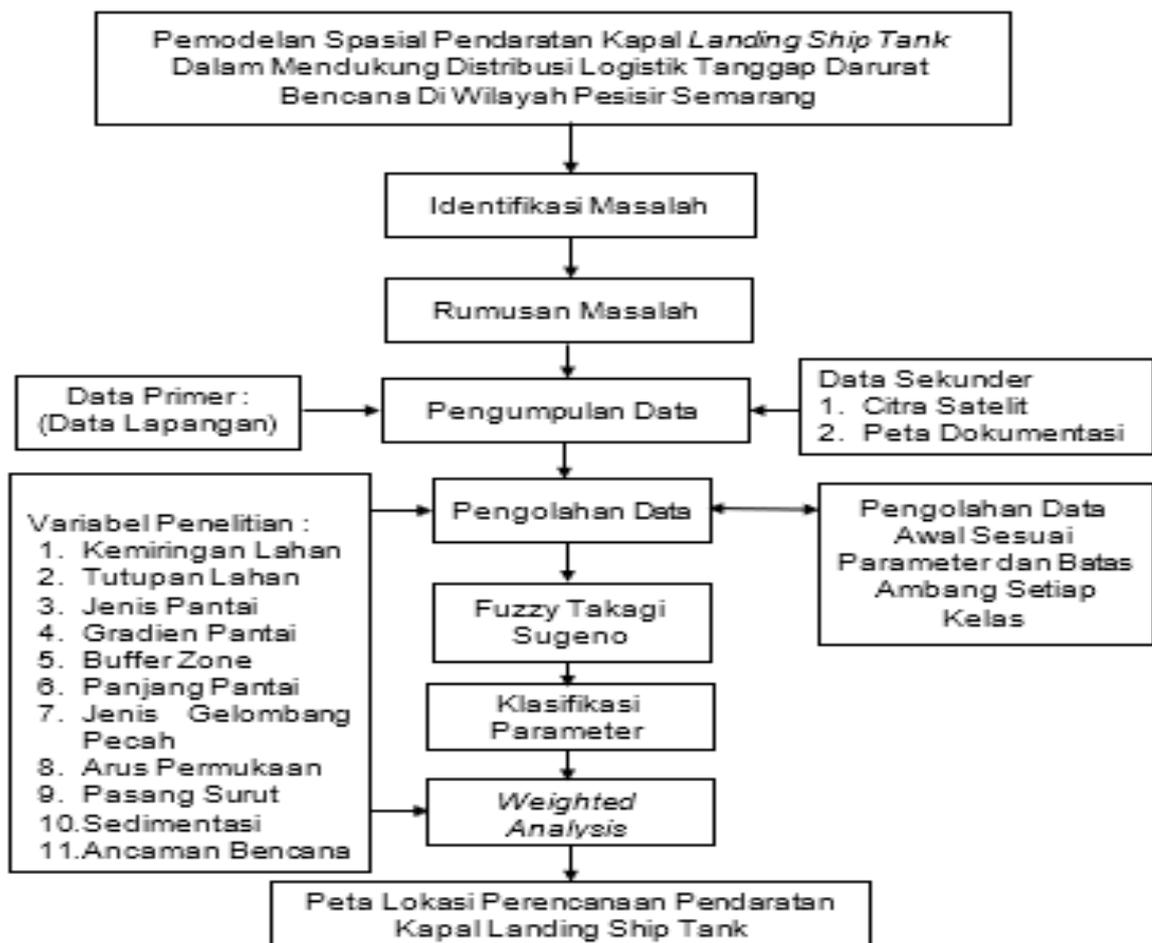
¹⁰ Chi-jing Chung et al. 2019. Fuzzy Inference System for Modeling the Environmental Risk Map of Air Pollutan in Taiwan. Journal of Environmental Management

wilayah pesisir pantai diperlukan untuk membuat sistem penangkaln terhadap bencana alam yang bersumber dari laut dan berdampak kepada kota di wilayah pesisir.

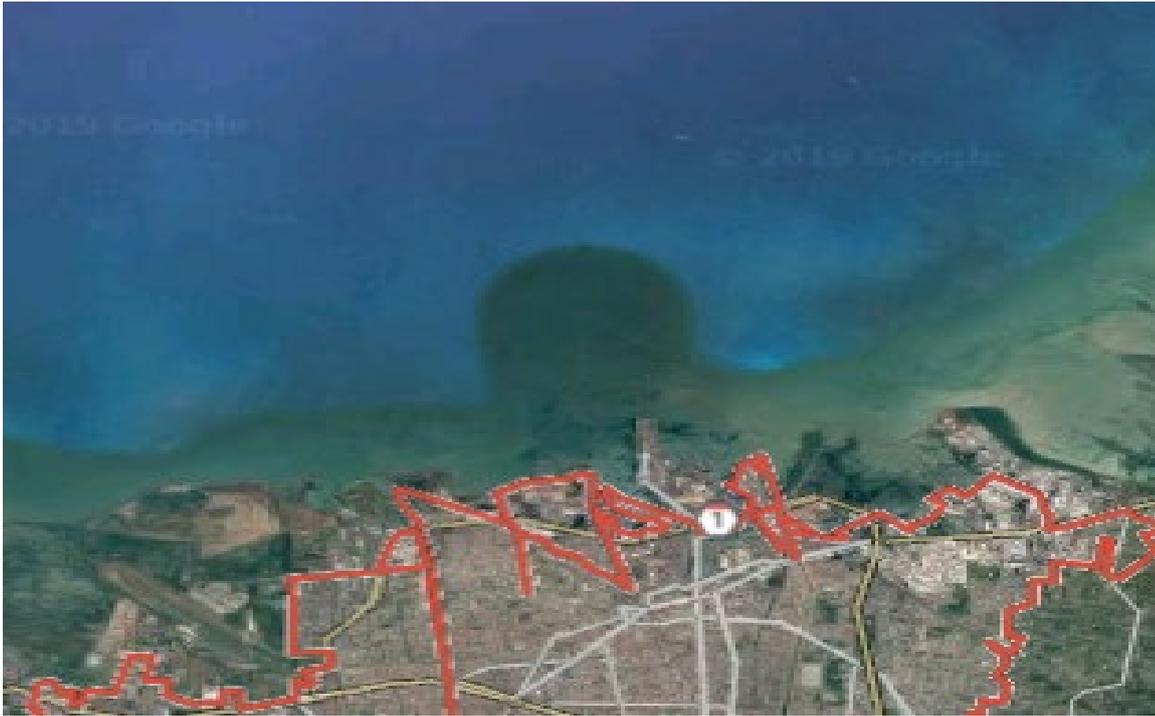
kemudian dibandingkan dan di analisis keterkaitan antara variabelnya. Variabel yang sudah dideskriptif akan dilakukan pendekatan eksperimen dengan menguji variabel deskriptif dengan variabel baru untuk melakukan sistem pemodelan pada

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pendekatan kuantitatif pada penelitian ini ialah mengkaji nilai-nilai pada suatu variabel dan dihubungkan terhadap variabel lainnya. Nilai-nilai variabel yang sudah dideskriptifkan



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian
Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)



Gambar 2. Wilayah Pesisir Semarang
Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

perangkat hardware dan software tertentu. Pada penelitian ini pemodelan spasial berfungsi untuk memprediksi lokasi pendaratan kapal LST untuk upaya aksi tanggap darurat bencana.

Penelitian ini ditujukan untuk mengimplementasikan sistem informasi geografis untuk menentukan lokasi pendaratan kapal LST berbasis teknologi penginderaan jauh menggunakan teknik analisis Weighted Analysis dalam menentukan hasil yang ideal. Weighted Analysis terbagi menjadi dua bagian data yang bersifat numerik dan parameter penentu akan di analisis menggunakan fuzzy takagi sugeno. Adapun kerangka

kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Tempat penelitian dilakukan di Kota Semarang dan instansi pemerintahan yang terkait dengan penelitian yang akan dikaji. Kota Semarang berposisi pada koordinat $6^{\circ}58'0''S$ $110^{\circ}25'0''E$ atau $07^{\circ} 00' LS$ $110^{\circ} 24' BT$. Populasi penelitian adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas subjek atau objek penelitian¹¹. Populasi penelitian yang digunakan adalah seluruh wilayah pesisir administrasi kota Semarang dengan panjang pantai 36,60 Km. Adapun populasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

¹¹ Sugiyono. 2018. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. ISBN: 979-8433-64-0

Pemilihan sampel penelitian menggunakan teknik purposive sampling. Teknik ini merupakan salah satu teknik pemilihan non random sampling¹². Sampel penelitian dipilih untuk memvalidasi model yang akan dibangun. Sampel penelitian yang digunakan adalah wilayah pesisir pantai Semarang yaitu: pantai Marina Barat, pantai Marina, Baruna dan pantai cipta yang dianalisis untuk menentukan lokasi pendaratan kendaraan Kapal LST berdasarkan aspek dimensi waktu, aspek dimensi ruang dan aspek sebaran bencana alam.

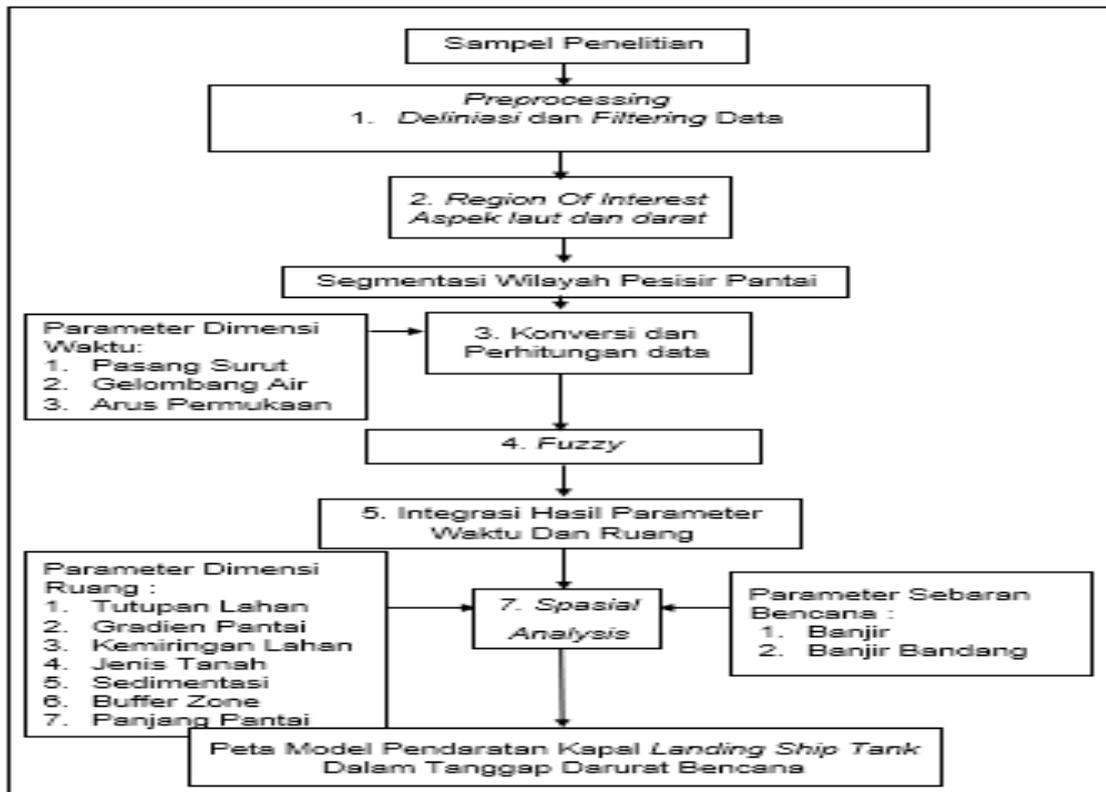
Sampel penelitian yang akan diteliti merupakan wilayah pesisir kota Semarang. Wilayah pesisir tersebut akan diuji keterkaitan antar variabelnya untuk menghasilkan suatu luasan area yang ideal untuk lokasi pendaratan Kapal LST. Variabel yang digunakan dibedakan menjadi dua kategori variabel utama ialah variabel penelitian dalam dimensi ruang dan dimensi waktu. Dimensi ruang pada variabel penelitian ini ialah gradien pantai, kemiringan lahan, tutupan lahan, jenis tanah, sedimentasi dan data pengukuran terhadap parameter penelitian terkait daerah wilayah pesisir kota Semarang.

Tabel 1. Pengumpulan Data dan Variabel Penelitian

No.	Variabel	Metode pengumpulan Data	Sumber
1	Panjang Pantai	Dokumentasi dan Kompilasi Peta Laut dari lembaga.	Pushidrosal
2	Buffer Zone	Analisis Menggunakan Google Earth	Google Earth
3	Tutupan Lahan	Dokumentasi dan Kompilasi dari Lembaga	Bappeda Kota Semarang
4	Kemiringan Lahan		
5	Jenis Tanah		
6	Gradien Pantai	Dokumentasi dan Kompilasi data peta laut No.91R1	Pushidrosal
7	Jenis Gelombang Pecah	Dokumentasi dan Kompilasi dari Lembaga	BMKG
8	Arus Permukaan		BMKG
9	Pasang Surut		BIG(Badan Informasi Geospasial)
10	Sedimentasi		DKP Jawa Provinsi Tengah
11	Ancaman Bencana		BPBD Kota Semarang

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

¹² Mujahidin, A. M. (2014). Panduan Penelitian Praktis untuk Menyusun Skripsi, Tesis, & Disertasi. Bandung: Penerbit Alfabeta



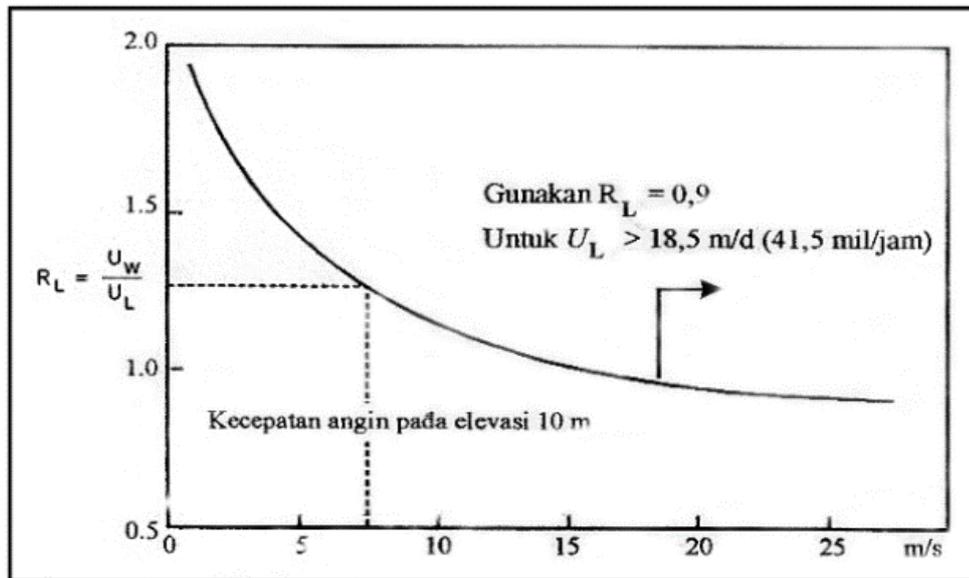
Gambar 3. Diagram Alur Analisis Data
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Sedangkan variabel penelitian dalam ruang waktu ialah jenis gelombang pecah, arus permukaan, dan pasang surut. Data yang digunakan sebagai sampel adalah peta tematik terkait sampel penelitian berasal dari lembaga-lembaga pemerintahan terkait dan data-data pengukuran wilayah pantai dan pesisir pantai yang berasal dari Pusat Hidro-oseanografi Angkatan Laut(Pushidrosal). Adapun tabel pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel 1.

Data-data di atas akan dikumpulkan dan disesuaikan skalanya untuk pemrosesan data. Pengolahan data secara umum memiliki tujuh tahapan. Adapun diagram alur pengolahan data

dapat dilihat pada gambar 3 berikut. Data setiap variabel akan disesuaikan skala minimalnya yaitu memiliki skala 1 : 85.000 dalam tingkat akurasi. sedangkan dalam visualisasi peta hasilnya menggunakan skala 1:10.000. skala ini disesuaikan dengan standarisasi peta pendaratan Kapal LST.

Proses pengolahan data dilakukan menggunakan ArcGIS, dan C#. Adapun proses utama dalam pengolahan data ialah melakukan tahapan penyamaan skala data, proses deliniasi data, dan menentukan format pengolahan data berbasis raster atau vektor. Pemilihan format analisis data ini akan menentukan apakah setelah proses deliniasi akan dibuat peta tematik setiap variabel atau



Gambar 4. Grafik Hubungan Angin Laut dan Angin Darat
 Sumber: Bambang (2016)

melakukan manajemen database pada analisis vektor. Parameter dimensi waktu pada penelitian ini menggunakan tiga variabel: Jenis Gelombang Pecah, Arus Sejajar Pantai dan Pasang Surut Air Laut. Jenis Gelombang Pecah dimodelkan dari data angin yang diambil dari 3 stasiun BMKG di area Semarang dan sekitarnya. Data Angin dari 3 stasiun akan dimodelkan untuk mencari Jenis Gelombang Pecah. Jenis Gelombang Pecah dimodelkan dalam tiga tahap utama. Tahap pertama data angin harian akan diolah menjadi mawar angin untuk mengetahui kecepatan angin maksimum, kecepatan angin dominan dan arah angin. Tahap Kedua adalah menghitung panjang fetch efektif. Fetch efektif dihitung melalui menghitung jarak sebenarnya dari titik referensi. Arah angin dominan

mawar angin akan di asumsikan menjadi titik awal dengan sudut awal 0° untuk perhitungan jarak titik referensi sampai ketemu daratan berikutnya. Perhitungan jarak titik referensi dilakukan secara berulang dengan penambahan 6° dari titik referensi awal. Penambahan berhenti dilakukan hingga titik referensi mencapai sudut 42° . Perhitungan jarak titik referensi selanjutnya dilakukan dari titik referensi dengan sudut awal 0° dan melakukannya dengan pengurangan 6° dari titik referensi 0° hingga mencapai -42° . Akumulasi perhitungan jarak kemudian akan dicari melalui persamaan fetch efektif¹³. Adapun persamaan fetch efektif dapat dilihat pada persamaan 1 berikut

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

¹³ Bambang, Triatmodjo. 2016. Teknik Pantai. Beta. ISBN: 978-979-8531-05-7

Tahap Ketiga adalah mencari hubungan antara angin darat dan angin laut melalui Gambar 4.

Nilai persamaan hubungan angin darat dan laut akan digunakan untuk mencari nilai angin permukaan untuk meramalkan tinggi gelombang menggunakan Gambar 5.

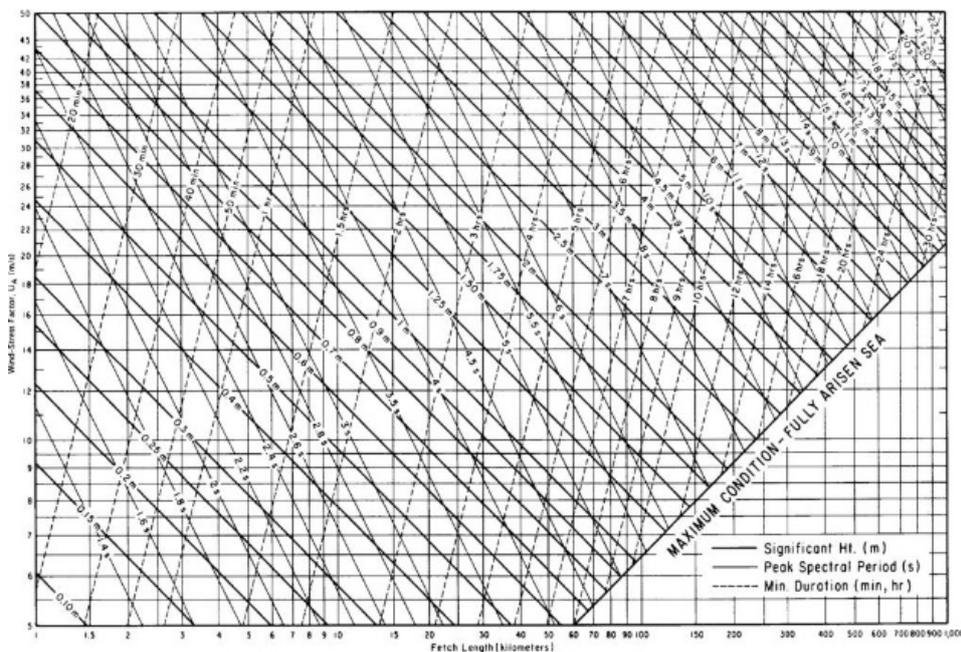
Berdasar gambar di atas tinggi gelombang dihitung melalui plot nilai fetch efektif dan nilai angin permukaan. Nilai tinggi gelombang kemudian akan dicari jenis gelombang pecahnya dan korelasi beberapa konstanta tertentu. Variabel arus sejajar pantai dihitung melalui tinggi gelombang pecah hasil pemodelan di atas. Perhitungan arus sejajar dilakukan dengan mempertimbangkan teori gelombang

linier. Adapun persamaan arus sejajar pantai dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$V = 1,17\sqrt{gH_b} \sin \sigma_b \cos \sigma_b$$

Kecepatan arus sejajar pantai kemudian akan diplot berdasarkan nilai kecepatan arus sejajar pantai berbanding arah arus sejajar pantai. Variabel dimensi waktu yang terakhir adalah pasang surut. Data pasang surut akan dimodelkan untuk mencari jenis pasang surut melalui nilai formzhal menggunakan metode admiralti.

Variabel dimensi ruang seperti batimetri, kemiringan lahan, sedimentasi, tutupan lahan dan jenis tanah diolah dari dua format data secara umum: data raster dan data vektor. Data variabel



Gambar 5. Grafik Peramalan Tinggi Gelombang
 Sumber: Bambang (2016)

dimensi ruang akan di cropping berdasarkan titik referensi dari Area of Interest(AOI) yang telah di tentukan. Data raster atau data vektor yang sudah di cropping akan didigitasi atau divisualisasikan ke dalam peta tematik raster. Peta kedalaman pantai akan dicari gradiennya dan disesuaikan terhadap jenis kendaraan Kapal LST. gradien pantai dihitung dengan menarik garis lurus dari bibir pantai sepanjang ± 2600 meter ke arah lepas pantai. Penarikan garis gradien berdasarkan sampel pantai yang digunakan. perhitungan buffer zone menggunakan tools google earth.

dengan menarik garis dari bibir pantai ke arah daratan dan menganalisis obstacle di daerah pendaratan. sedangkan perhitungan panjang pantai menggunakan archmap dengan menggunakan tools calculate geometry.

Pemodelan spasial pendaratan kapal LST dianalisis berdasarkan parameter dimensi ruang dan waktu. Adapun parameter penilaian variabel dimensi ruang dapat dilihat pada Tabel 2.

Adapun parameter penilaian variabel dimensi Waktu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Penilaian Wilayah Pendaratan Dimensi Ruang

Parameter Dimensi Ruang	S1 (Sesuai) Kelas = 1	S2 (Bersyarat) Kelas = 3	S3 (Tidak Sesuai) Kelas = 5
Gradien pantai(LST)*	(1:51)	(1:51) > Gp < (1:81)	>(1:81)
Tipe sedimen	Lempung, pasir	Campuran dengan pasir dominan	Campuran yang mengandung karang
Tutupan Lahan	Semak, tanah terbuka, rawa tidak digunakan	Sawah non produktif, Kebun campuran tegalan dan Pelabuhan	Hutan, kolam air tawar, kampong/pemukiman, sawah subur, perkebunan besar
Sebaran bencana	Resiko kecil	Resiko sedang	Resiko tinggi
Kemiringan	0° - 15°	16° - 30°	$>30^{\circ}$
Jenis tanah	Pasir	Kerikil	Lumpur
Panjang Pantai	>250 meter	200 > PP < 250	< 200
Buffer Zone	>6m	4m > BZ < 6m	>4m

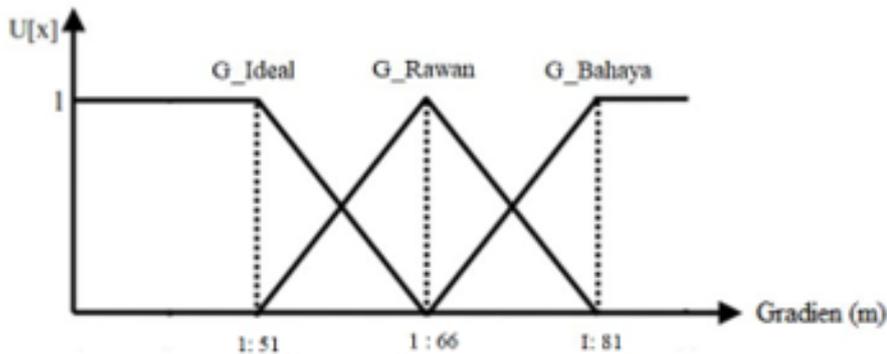
Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 3. Penilaian Wilayah Pendaratan Dimensi Ruang

Parameter Dimensi Waktu	S1 (Sesuai) Kelas = 1	S2 (Bersyarat) Kelas = 3	S3 (Tidak Sesuai) Kelas = 5
Jenis Gelombang Pecah (LST)*	spilling	plunging	surgung

Kecepatan Arus Sejajar Pantai	< 1 Knot	1 knot >Ka< 2 Knot	> 2 knot
Pasang Surut	Diurnal	Campuran Cenderung Semidiurnal	Semidiurnal

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)



Gambar 6. Grafik Membership Fuction Gradien Pantai
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Berdasar pada tabel di atas jenis kapal LST memerlukan slope gradien pantai 1:51. Parameter dimensi waktu akan diolah tingkat kesesuaian dengan menggunakan konsep Fuzzy Takagi Sugeno (FTS). Adapun konsep persamaan fungsi keanggotaan untuk parameter gradien pantai dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\mu [G_Ideal] = \begin{cases} 1 & \text{For } < a \\ \frac{(b-x)}{b-a} & \text{For } a \leq x < b \end{cases}$$

$$\mu [G_Rawan] = \begin{cases} \frac{(x-a)}{b-a} & \text{For } a \leq x < b \\ \frac{(c-x)}{c-b} & \text{For } b \leq x < c \end{cases}$$

$$\mu [G_Bahaya] = \begin{cases} \frac{(x-b)}{c-b} & \text{For } b \leq x < c \\ 1 & \text{For } > c \end{cases}$$

Adapun persamaan fungsi keanggotaan di atas jika divisualisasikan ke dalam grafik fungsi keanggotaan untuk parameter gradien pantai dapat dilihat pada Gambar 6.

Adapun konsep persamaan fungsi keanggotaan untuk parameter kecepatan arus dapat dilihat pada persamaan berikut.

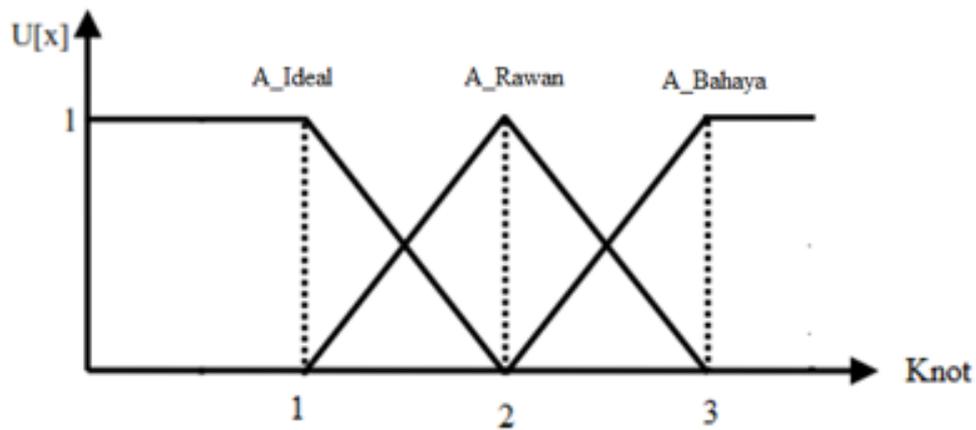
$$\mu [A_Ideal] = \begin{cases} 1 & \text{For } < a \\ \frac{(b-x)}{b-a} & \text{For } a \leq x < b \end{cases}$$

$$\mu [A_Rawan] = \begin{cases} \frac{(x-a)}{b-a} & \text{For } a \leq x < b \\ \frac{(c-x)}{c-b} & \text{For } b \leq x < c \end{cases}$$

$$\mu [A_Bahaya] = \begin{cases} \frac{(x-b)}{c-b} & \text{For } b \leq x < c \\ 1 & \text{For } > c \end{cases}$$

Adapun visualisasi grafik fungsi keanggotaan untuk parameter kecepatan arus dapat dilihat pada gambar 7 berikut.

rule base fuzzy digunakan untuk menentukan hasil keluaran dari fungsi



Gambar 7. Grafik Membership Fuction Kecepatan Arus
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

keanggotaan untuk diatur hasil keluaran dari sistem fuzzy. Adapun rule base fuzzy dapat dilihat pada Tabel 4.

Fungsi implikasi pada sistem ini menggunakan operator max-min. operator max-min memiliki mekanisme mencari nilai minimum dari keluaran fuzzifikasi dan mencari nilai maksimum dari hasil keluaran rule base. adapun duty cycle setiap variabel linguistik seperti Tabel 5.

Berdasar tabel di atas jika nilai duty cycle 10 variabel linguistik keluaran tidak sesuai, 40 variabel linguistik bersyarat, dan 100 untuk variabel linguistik sesuai. sistem keluaran pada sistem fuzzy ini menggunakan skema singleton dan menggunakan metode *average weight* pada tahap defuzzifikasi. Hasil keluaran dimensi waktu akan dianalisis dengan hasil keluaran pengolahan dimensi ruang.

Peta tematik dimensi ruang akan diolah menggunakan konsep weighted overlay. Bobot masukan wighted overlay akan dimasukkan secara merata terhadap setiap variabel. data dimensi ruang yang akan di analisis untuk menentukan kesesuaian pendaratan kapal LST merupakan data kemiringan lahan, data jenis tanah, dan data guna lahan¹⁴. Adapun konsep overlay dapat dilihat pada Gambar 8.

Pengujian data dilakukan dengan menyesuaikan atau menyimulasikan data dimensi ruang dan dimensi waktu dalam keadaan bencana. Hasil data pendaratan yang ideal akan dioverlay dengan data tingkat ancaman pada wilayah pesisir Semarang. Hasil keluaran dari penelitian ini menghasilkan peta model lokasi pendaratan kapal LST dalam dua model kesesuaian berbeda yaitu, peta model pendaratan kondisi Ideal dan peta model

¹⁴ Lillesand, Thomas M., et al. 2015. Remote Sensing and Image Interpretation. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

Tabel 4. Sistem Rule Base Fuzzy

No	Fungsi Keanggotaan		Keluaran
1	G_Ideal	A_Ideal	Sesuai
2	G_Rawan	A_Ideal	Bersyarat
3	G_Bahaya	A_Ideal	Bersyarat
4	G_Ideal	A_Rawan	Sesuai
5	G_Rawan	A_Rawan	Bersyarat
6	G_Bahaya	A_Rawan	Tidak Sesuai
7	G_Ideal	A_Bahaya	Bersyarat
8	G_Rawan	A_Bahaya	Tidak Sesuai

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 5. Duty Cycle berdasarkan Variabel Linguistik

Duty Cycle (%)	Variabel Linguistik
10	Tidak Sesuai
40	Bersyarat
100	Sesuai

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

pendaratan tanggap darurat bencana sesuai dengan ancaman bencana wilayah Semarang.

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Posisi pendaratan kapal LST dinilai dari beberapa parameter yang dibedakan berdasarkan karakteristik tertentu. Adapun desain aplikasi penentu kesesuaian pendaratan dapat dilihat pada Gambar 9. Penentuan indeks kesesuaian pantai dianalisis dengan menggunakan FTS dan weighted analysis. variabel gradien pantai dan kecepatan arus diolah menggunakan FTS sedangkan variabel lainnya menggunakan weighted analysis. Adapun pengujian sistem FTS terhadap rule base yang sudah dibangun dapat dilihat pada Tabel 6.

berdasar data tabel di atas sistem FTS sudah berjalan baik terhadap rancang bangun rule base yang sudah dirancang sebelumnya. hasil output FTS akan digabungkan nilai bobotnya dengan variabel lainnya menggunakan weighted analysis yang nilai bobotnya dibagi rata setiap variabelnya. Pendaratan kapal LST di analisis dari dua dimensi yang berbeda dimensi waktu di analisis secara umum di wilayah pesisir Semarang adapun tabel hasil analisis dimensi waktu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Pengujian Sistem Fuzzy Takagi Sugeno

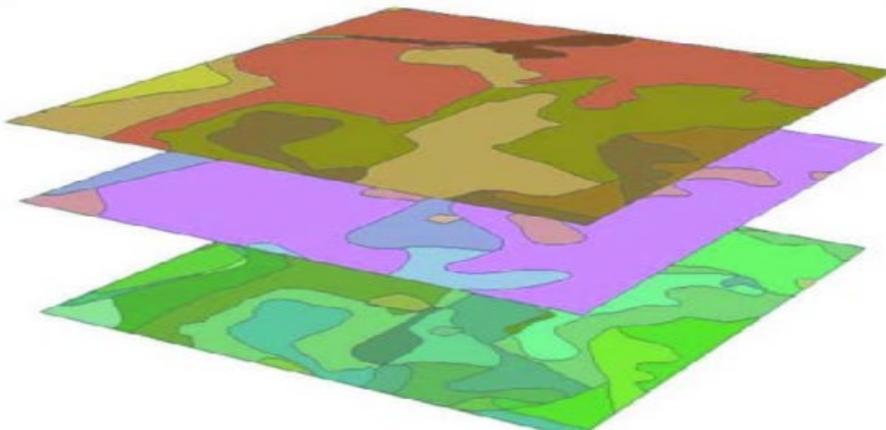
No	Pengujian (Gradien , Kec.Arus)	Average Weight	Output
1	(1:51, 0.4)	100	Sesuai
2	(1:59, 2)	68	Bersyarat
3	(1:90, 10)	10	Tidak sesuai
4	(1:60, 3)	22	Tidak sesuai
5	(1:57, 0.8)	76	Bersyarat

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 7. Hasil Analisis Dimensi Waktu Wilayah Pesisir Semarang

Parameter Dimensi Waktu	Hasil	Keterangan	Kelas
Jenis Gelombang Pecah (LST)*	Spilling	Sesuai	1
Kecepatan Arus Sejajar Pantai	0 ms	Sesuai	1
Pasang Surut	Campuran cenderung Diurnal	Bersyarat	3

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)



Gambar 8. Ilustrasi Teknik Overlay Peta

Sumber: Lillesand et al (2015)

Parameter Dimensi Waktu		Output Weighed	Output Fuzzy
Kecepatan Arus	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	<input type="button" value="Fuzzifikasi"/>
Pasang Surut	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	Persentase Kesesuaian : Nan
Gelombang Pecah	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	Output Singleton :
Parameter Dimensi Ruang		Output Weighed	Nan
Gradien Pantai 1 /	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	0
Kelerengan	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	<input type="button" value="Weighted K-1"/>
Tata Guna Lahan	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	0
Jenis Tanah	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	<input type="button" value="Weighted K-2"/>
Sedimentasi	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	
Buffer Zone	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	
Panjang Pantai	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	
Potensi Bencana	<input type="text"/>	Persentase Kesesuaian : 0	

Gambar 9. Desain Aplikasi Penentu Pendaratan Kapal LST Berbasis C#

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 8. Hasil Analisis Dimensi Ruang Pantai Marina Barat

Parameter Dimensi Waktu	Hasil	Keterangan	Kelas
Gradien pantai(LST)*	0,031 (1/ 35)	Sesuai	1
Tipe sedimen	Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Tutupan Lahan	Pemukiman	Tidak Sesuai	5
Kemiringan	0-2%	Sesuai	1
Jenis tanah	Aluvial Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Panjang Pantai	522,396104 Meter	Sesuai	1
Buffer Zone	>10 Meter	Sesuai	1

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 9. Hasil Analisis Dimensi Ruang Pantai Marina

Parameter Dimensi Waktu	Hasil	Keterangan	Kelas
Gradien pantai(LST)*	0,017 (1/ 58)	Sesuai	1
Tipe sedimen	Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Tutupan Lahan	Pemukiman	Tidak Sesuai	5
Kemiringan	0-2%	Sesuai	1
Jenis tanah	Aluvial Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Panjang Pantai	481,456331 Meter	Sesuai	1
Buffer Zone	>10 Meter	Sesuai	1

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 10. Hasil Analisis Dimensi Ruang Pantai

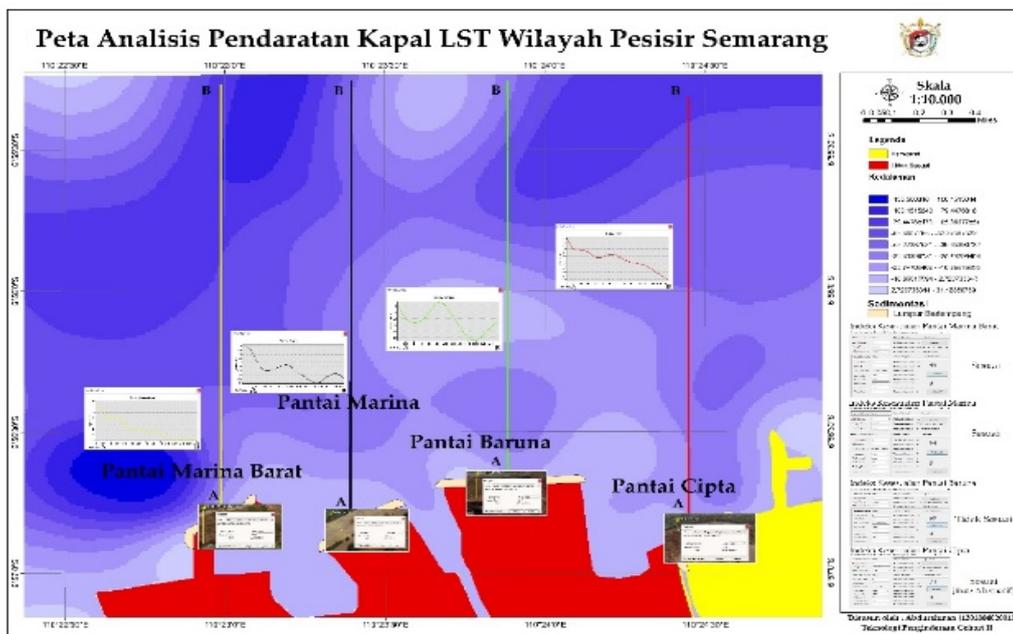
Parameter Dimensi Waktu	Hasil	Keterangan	Kelas
Gradien pantai(LST)*	0,028 (1/32)	Sesuai	1
Tipe sedimen	Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Tutupan Lahan	Tambak	Tidak Sesuai	5
Kemiringan	0-2%	Sesuai	1
Jenis tanah	Aluvial Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Panjang Pantai	466,317313 Meter	Sesuai	1
Buffer Zone	>10 Meter	Sesuai	1

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

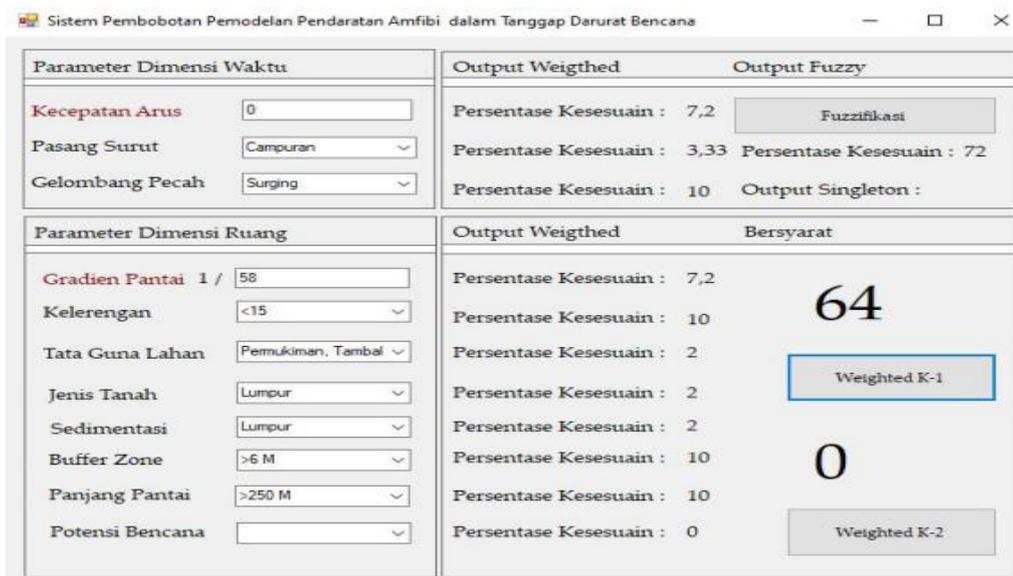
Tabel 11. Hasil Analisis Dimensi Ruang Pantai Cipta.

Parameter Dimensi Waktu	Hasil	Keterangan	Kelas
Gradien pantai(LST)*	0,017 (1/ 40)	Sesuai	1
Tipe sedimen	Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Tutupan Lahan	Pelabuhan	Tidak Sesuai	5
Kemiringan	0-2%	Sesuai	1
Jenis tanah	Aluvial Lumpur Berlempung	Bersyarat	3
Panjang Pantai	767,22894Meter	Sesuai	1
Buffer Zone	>10 Meter	Sesuai	1

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)



Gambar 10. Peta Analisis Pendaratan Kapal LST Wilayah Pesisir Semarang.
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)



Gambar 11. Pengolahan Data Pada Pantai Marina.
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Dimensi waktu di analisis berdasarkan pantai yang ada di wilayah pesisir Semarang. Adapun hasil analisis dimensi ruang pantai marina barat dapat dilihat pada Tabel 8, hasil analisis dimensi ruang pantai marina dapat dilihat pada Tabel 9, hasil analisis dimensi ruang pantai baruna dapat dilihat pada Tabel 10, hasil analisis dimensi ruang pantai cipta dapat dilihat pada Tabel 11, hasil pemodelan spasial pendaratan kapal

LST di wilayah pesisir Semarang dapat dilihat pada Gambar 10.

Berdasar pada peta di atas wilayah berwarna merah adalah wilayah yang tidak sesuai. Wilayah berwarna kuning adalah bersyarat. Wilayah daratan di atas dinilai dari parameter tata guna lahan, kemiringan dan jenis tanah. Penentuan nilai indeks kesesuaian secara keseluruhan diolah menggunakan aplikasi

seperti yang ada pada gambar 7 di atas. Data hasil tabulasi pantai marina diolah menggunakan aplikasi pembobotan seperti dapat dilihat pada Gambar 11.

Berdasar pada gambar di atas variabel pendaratan yang memiliki tulisan berwarna merah merupakan variabel yang dianalisis menggunakan FTS. Kedua Variabel yang diolah menggunakan FTS memiliki nilai keluaran bobot yang lebih variatif dan menyesuaikan komputasi. Sedangkan Variabel yang memiliki tulisan berwarna hitam dianalisis menggunakan Weighted Analysis dengan nilai kelas bobot untuk kondisi sesuai 1, kondisi bersyarat 3 dan kondisi tidak sesuai. Bobot Hasil Keluaran FTS memiliki nilai rentang keabuan tertentu dan tidak bersifat pasti seperti hasil pembobotan Weighted Analysis. Kedua keluaran bobot dari FTS dan Weighted Analysis akan digabungkan untuk mencari nilai indeks pendaratan secara keseluruhan. Adapun tabel nilai indeks kesesuaian pendaratan kapal LST di wilayah pesisir Semarang dapat dilihat pada Tabel 12.

Berdasar tabel di atas pantai yang cenderung ideal untuk dijadikan pendaratan kapal LST adalah pantai cipta dengan memiliki nilai indeks 71 % sedangkan pantai Baruna merupakan pantai yang paling tidak di sarankan karena terdapat bukit laut yang dapat membahayakan kapal LST saat melintasi rute tersebut. Indeks kesesuaian pendaratan kapal LST di wilayah pesisir Semarang untuk dimensi waktu tidak ada penyebab penurunan indeks yang signifikan. Aspek dimensi waktu wilayah pesisir memiliki parameter sesuai untuk variabel kecepatan arus dan tinggi gelombang pecah. Sedangkan untuk pasang surut memiliki kriteria bersyarat karena tidak mencapai puncak pasang surut tertinggi yaitu diurnal. Aspek dimensi ruang wilayah pesisir pantai didominasi oleh tambak dan pemukiman sehingga untuk melakukan pendaratan kering perlu diperhitungkan. Kriteria jenis tanah juga mempengaruhi penurunan nilai indeks karena pada wilayah pesisir Semarang adalah aluvial yang dominan bersifat lumpur.

Tabel 12. Hasil Analisis Pemodelan Kesesuaian Pendaratan Kapal LST.

Nama Pantai	Nilai Indeks	Keterangan
Pantai Marina Barat	69 %	Sesuai
Pantai Marina	64 %	Sesuai
Pantai Baruna	69 %	Tidak Sesuai
Pantai Cipta	71 %	Sesuai

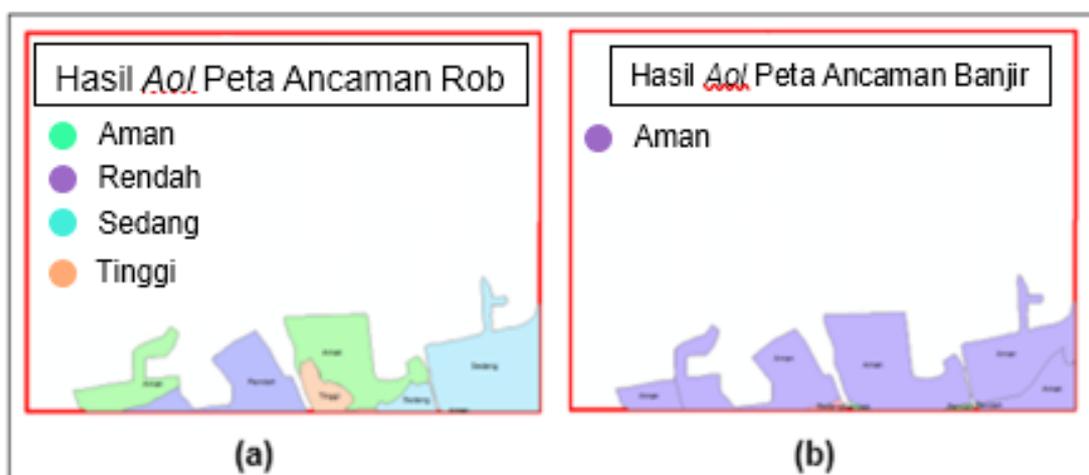
Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Analisis Pemodelan Spasial Pendaratan Kapal LST Untuk Mendukung Tanggap Darurat Bencana

Pemodelan Spasial Pendaratan Kapal LST untuk mendukung tanggap darurat bencana dilakukan dengan mengkaji tingkat ancaman bencana pada suatu daerah. pantai yang memiliki tingkat ancaman terkecil dapat dijadikan sebagai alternatif rute awal dalam aksi tanggap darurat bencana dari laut ke darat. aksi tanggap darurat bencana memiliki beberapa tahapan di antaranya dengan melakukan kajian cepat terhadap wilayah terdampak bencana. Tim Reaksi Cepat BNPB dalam melakukan kajian cepat Damage and Loses Assesment untuk wilayah terdampak bencana memerlukan analisis terhadap data

primer maupun data sekunder di antaranya data ancaman bencana¹⁵. Data ancaman bencana banjir dan data ancaman bencana banjir ROB merupakan ancaman bencana yang paling mempengaruhi jika aksi tanggap darurat bencana dilakukan dari wilayah laut. Setelah melalui tahapan cropping berdasarkan AOI dilihat pada Gambar 12.

Berdasar data di atas ke empat pantai memiliki nilai indeks ancaman banjir yang cenderung aman dan homogen. Sedangkan nilai indeks ancaman Rob cenderung bervariasi terhadap ke empat pantai. Nilai indeks tertinggi untuk ancaman Rob adalah pantai cipta dengan kategori indeks sedang. Nilai Indeks Kesesuaian Pendaratan di kondisi ideal akan diolah



Gambar 12. Area of Interest Dimensi Potensi Bencana Wilayah Pendaratan Kapal LST
Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

¹⁵ Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 8 Tahun 2008

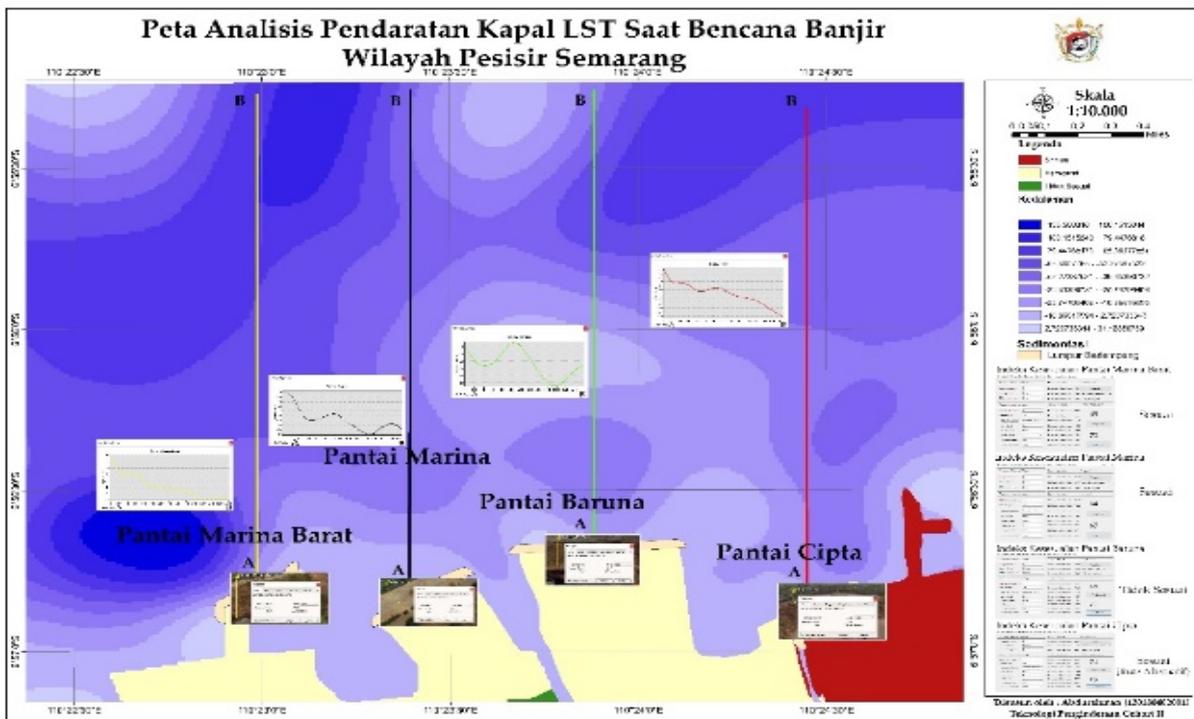
tentang Prosedur Tetap Tim Reaksi Cepat Badan Nasional Penanggulangan Bencana

dengan data tingkat ancaman bencana akan menjadi titik awal tanggap darurat bencana dengan kapal LST sebagai media pengangkut logistik dan dalam aksi tanggap darurat bencana. Adapun Peta Pendaratan jika di overlaykan dengan peta ancaman banjir dan ancaman Rob seperti yang ada pada Gambar 13.

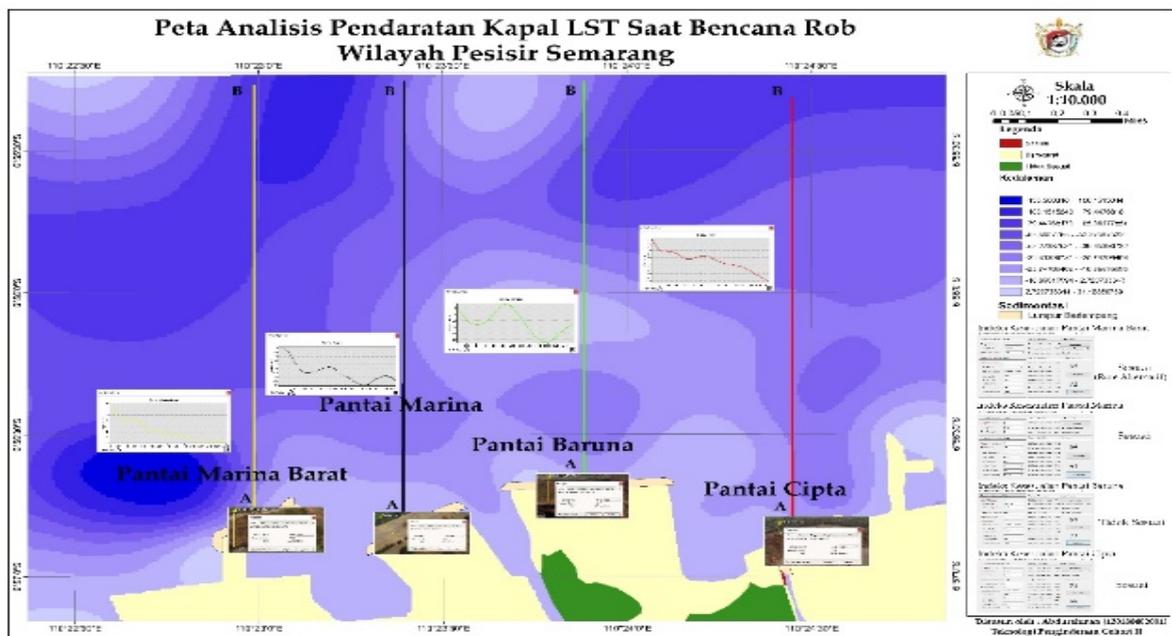
Berdasar pada gambar di atas pantai cipta merupakan pantai yang memiliki nilai indeks kesesuaian tertinggi dibanding keempat pantai. Jika dilihat dari aspek dimensi ruang dan ancaman Rob. Pantai Cipta dikategorikan bersyarat untuk tata guna lahannya karena pantai cipta berada pada area pelabuhan sehingga pantai cipta dapat dijadikan posisi awal aksi tanggap darurat bencana

dari laut ke darat untuk bencana banjir. indeks pantai cipta cenderung konsisten menjadi alternatif terbaik karena indeks ancaman banjir untuk wilayah pesisir Semarang memiliki tingkat sama dengan ketiga pantai lainnya. Adapun Peta Pendaratan jika di overlaykan dengan peta ancaman Rob seperti yang ada pada Gambar 14.

Berdasar pada peta di atas indeks kesesuaian pendaratan untuk aspek dimensi ruang dari ke empat pantai menjadi sama. Faktor yang paling mempengaruhi adalah nilai indeks ancaman terhadap bencana Rob. Pantai Cipta yang awal merupakan pantai yang cenderung ideal menjadi lokasi pendaratan kapal LST dikondisi ideal dan



Gambar 13. Peta Analisis Pendaratan Kapal LST Saat Bencana Banjir Wilayah Pesisir Semarang
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)



Gambar 14. Peta Analisis Pendaratan Kapal LST Saat Bencana Rob Wilayah Pesisir Semarang
 Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

Tabel 13. Hasil Analisis Pemodelan Kesesuaian Pendaratan Kapal LST dengan Parameter Bencana

Nama Pantai	Nilai Indeks untuk	Nilai Indeks untuk	Keterangan
	Rob	Banjir	
Pantai Marina Barat	72 %	72 %	Sesuai
Pantai Marina	61 %	67 %	Sesuai
Pantai Baruna	72 %	72 %	Tidak Sesuai
Pantai Cipta	66 %	73 %	Sesuai

Sumber: Modifikasi Peneliti (2020)

saat aksi tanggap darurat bencana banjir mengalami perubahan dikarenakan pantai cipta memiliki nilai indeks ancaman bencana banjir Rob dengan kategori sedang. Pantai cipta jika dibandingkan dengan pantai lain memiliki nilai indeks ancaman yang paling tinggi dibanding ke tiga pantai lainnya. Adapun analisis lokasi pendaratan kapal LST yang sesuai untuk aksi tanggap darurat bencana Rob dan Banjir dapat dilihat pada Tabel 13.

Berdasar pada tabel di atas pantai yang cenderung sesuai sebagai posisi awal pendaratan kapal LST saat aksi tanggap darurat bencana adalah pantai Marina Barat dengan nilai indeks

kesesuaian 72 %. untuk kejadian bencana Rob. Sedangkan pantai yang cenderung sesuai sebagai lokasi pendaratan kapal LST saat aksi tanggap darurat bencana untuk kejadian bencana banjir adalah Pantai Cipta dengan nilai indeks kesesuaian 73 %. pantai Marina Barat dan pantai Cipta dapat dijadikan sebagai alternatif posisi awal tanggap darurat bencana karena pada pantai tersebut memiliki tingkat ancaman terendah. kedua pantai tersebut dapat menjadi alternatif posisi awal tanggap darurat bencana melalui rute dari laut ke darat. Pantai Baruna untuk parameter bencana Rob memiliki nilai indeks yang sama

dengan pantai marina barat namun pantai Baruna tidak direkomendasikan karena memiliki bukit laut pada rutenya.

Kesimpulan dan Saran

Adapun kesimpulan penelitian ini adalah posisi pendaratan kapal LST yang cenderung ideal dengan indeks kesesuaian tertinggi adalah pantai Cipta dengan indeks kesesuaian 71 %. Indeks Kesesuaian Pendaratan kapal LST pada wilayah pesisir Semarang dipengaruhi oleh jenis sedimentasi wilayah pesisir Semarang ialah lumpur dan tata guna lahan wilayah pesisir Semarang didominasi oleh tambak dan pemukiman. Posisi pendaratan kapal LST pada saat aksi tanggap darurat bencana dengan melihat data ancaman bencana banjir rob dan banjir mengubah posisi pendaratan yang awalnya ideal. Pantai yang cenderung ideal sebagai titik awal evakuasi dan bantuan logistik saat tanggap darurat bencana dari rute laut ke darat adalah pantai Marina barat dengan indeks kesesuaian terhadap ancaman bencana Rob 72% sedangkan pantai yang cenderung ideal sebagai titik awal evakuasi dan bantuan logistik untuk bencana banjir adalah pantai cipta dengan nilai indeks 73 %.

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut. Sistem Pemodelan pendaratan kapal LST perlu integrasi data yang lebih *realtime* terutama untuk parameter kecepatan arus dan gradien pantai. Parameter bobot tingkat kesesuaian kapal LST perlu ditingkatkan dengan memberikan nilai bobot sesuai tingkat prioritas bobot sesuai pakar *ekspert*. Pengolahan Pasang Surut lebih optimal jika di analisis dengan skala temporal 1 tahun untuk penelitian berikutnya.

Daftar Pustaka

Buku

- Bambang, Triatmodjo. 2016. Teknik Pantai. Beta. ISBN: 978-979-8531-05-7
- Hermon, Dedi. 2012 Mitigasi Bencana Hidrometeorologi Banjir, Longsor, Ekologi, Degradasi Lahan, Puting Beliung, Kekeringan. ISBN 978-602-8819-52-17
- Lillesand, Thomas M., et al. 2015. Remote Sensing and Image Interpretation. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Mujahidin, A. M. (2014). Panduan Penelitian Praktis untuk Menyusun Skripsi, Tesis, & Disertasi. Bandung: Penerbit Alfabeta
- Ramli, S. (2010). Pedoman Praktis Manajemen Bencana. Dian Rakyat
- Sugiyono. 2018. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. ISBN: 979-8433-64-0

Jurnal

Chung chi-jing et al. 2019. Fuzzy Inference System for Modeling the Environmental Risk Map of Air Pollutan in Taiwan. *Journal of Environmental Management*

Kaliraj. S, N. Chandrasekar, K.K. Ramachandran, Y. Srinivas dan S.Saravanan. 2017. Coastal Landuse and Land Cover Change and Transformations of Kanyakumari Coast, India Using Remote Sensing and GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*.

Pratiwi, Diyah Rosika, Arief Laila Nugraha, dan Hani'ah. 2016. Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*

Prihanto, Yosef, Raldi H Koestoer dan Dwita Sutjningsih. 2017. Re-assessing Rainwater Harvesting Volume by CHIRPS Satellite in Semarang Settlement Area. *The 5th Journal Geoinformation Science Symposium*.

Zhaw, Naing Thet, dan Seunghoo Lim. 2015. The military's role in disaster management and response during the 2015 Myanmar floods: A social network approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*

Peraturan dan Undang-undang

Undang-undang No. 34 Tahun 2004 tentang Tentara nasional Indonesia

Undang-undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana

Peraturan Kementerian Pertahanan No. 9 Tahun 2011 tentang Pokok-Pokok penyelenggaraan Tugas Bantuan TNI dalam Menanggulangi Bencana

Alam, Pengungsian dan Bantuan Kemanusiaan.

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 8 Tahun 2008 tentang Prosedur Tetap Tim Reaksi Cepat Badan Nasional Penanggulangan Bencana

