

PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MENGANALISIS BERSATUNYA PULAU NUSAKAMBANGAN DENGAN PULAU JAWA SERTA DAMPAKNYA TERHADAP KEAMANAN LAPAS NUSAKAMBANGAN

UTILIZATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TO ANALYZE THE UNIFICATION OF NUSAKAMBANGAN ISLAND WITH JAVA ISLAND AND ITS IMPACT TO SECURITY OF NUSAKAMBANGAN PRISON

Tri Handayani¹, Asep Adang Supriyadi², Makmur Supriyatno³

Universitas Pertahanan
(tri1702@gmail.com)

Abstrak - Isu bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa dilatarbelakangi oleh peristiwa sedimentasi yang terjadi di Laguna Segara Anakan. Pulau Nusakambangan dikenal dengan Pulau Penjara yang sangat aman, dimana terdapat tujuh Lembaga Pemasyarakatan untuk menempatkan narapidana high risk. LAPAS Nusakambangan merupakan objek vital Negara yang berada dibawah pengelolaan Kemenkumham. Akibat peristiwa sedimentasi timbul daratan baru di sebelah utara Pulau Nusakambangan, sehingga menyebabkan terbukanya akses menuju LAPAS Nusakambangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai yang terjadi di Pulau Jawa yang diprediksi akan bersatu dengan Pulau Nusakambangan dimasa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan metode kombinasi, metode kuantitatif dilakukan dengan memanfaatkan teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk menganalisis perubahan garis pantai yang terjadi berbasis data citra satelit Landsat, kemudian dibuat model persamaan untuk memprediksi terjadinya penyatuan Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa. Metode kualitatif digunakan untuk menganalisis dampak perubahan tersebut terhadap keamanan LAPAS Nusakambangan. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya perubahan garis pantai dari tahun 1962 hingga 2018. Perubahan garis pantai disebabkan oleh endapan sedimen di Laguna Segara Anakan yang berasal dari hulu sungai, sehingga terjadilah penambahan luas daratan yang signifikan di Pulau Jawa. Dengan asumsi tidak ada pengaruh pasang surut dan energi gelombang, penurunan luas permukaan perairan pesisir Pulau Nusakambangan akan terus terjadi. Diprediksi pada tahun 2030 luasnya tinggal 2.56% saja, artinya isu penyatuan Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa itu akan terjadi. Fenomena ini bisa menjadi sumber ancaman bagi LAPAS Nusakambangan. Ancaman yang mungkin terjadi dari aspek keamanan adalah kemungkinan terjadinya pelarian narapidana high risk, penyelundupan narkoba dan akses-akses terselubung para terorisme.

Kata Kunci : Teknologi Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, Perubahan Garis Pantai, Sedimentasi, Keamanan LAPAS Nusakambangan

Abstract - *The unification of Nusakambangan Island with Java Island in the future likely occurs because of the sedimentation phenomenon in Laguna Segara Anakan. Nusakambangan Island is known as*

¹ Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

² Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

³ Program Studi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

highly secure prison island. There are seven prisons used to place high-risk prisoners. Nusakambangan prison is a vital object of the state under the authority of Ministry of Law and Human Rights. Due to that phenomenon of sedimentation in Segara Anakan Lagoon, appears raised land on the north of Nusakambangan Island, which caused open access to Nusakambangan prison. This study aims to analyze coastline changes in Java Island which are predicted to be united with Nusakambangan Island in the future. This study used a mix method, quantitative methods are used by utilizing Remote Sensing technology and Geographic Information Systems to analyze the coastline changes that have occurred based on Landsat satellite image data, as well as modeling equations to predict the unification of Nusakambangan Island with Java Island. Qualitative methods are used to analyze the impact of these changes on Nusakambangan's prison security. The results indicate that there was a coastline changes from 1962 to 2018. Coastline changes was caused by the accumulation of sediment in Segara Anakan Lagoon that sourced from upstream, so that there was a significant addition of land area on Java Island. Assuming there are no tidal influences and wave energy, there will continue to be a decrease in the surface area of the coastal waters of Nusakambangan Island. It is predicted that by 2030 there will be only 2.56%, meaning that the issue of the unification Nusakambangan Island with Java Island will actually occur. This phenomenon can be a source of threat to Nusakambangan Prison. From the security aspect, a possible threat is the escape of high-risk prisoners, narcotics smuggling and to terrorism's covert access.

Keywords: Remote Sensing Technology, Geographic Information Systems, Coastline Changes, Sedimentation, Security of Nusakambangan Prison

Pendahuluan

Keamanan Nasional didefinisikan sebagai segala upaya politik yang dilakukan oleh Pemerintah dalam rangka menciptakan kondisi dinamis Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) untuk menjamin keselamatan, kedamaian, kesejahteraan warga negara demi terciptanya kehidupan berbangsa dan bernegara yang terbebas dari segala macam bentuk gangguan dan ancaman yang berasal dari dalam ataupun luar negeri, sehingga mampu menggapai visi dan misi suatu Negara.⁴

Suatu kondisi Negara yang aman tidak lepas dari keterkaitannya berbagai aspek meliputi aspek geografi, sumber kekayaan alam, ideologi, politik, ekonomi, sosial, budaya serta pertahanan dan keamanan.⁵ Saat ini, Indonesia masih dihadapi dengan ancaman nyata yang berdampak pada Keamanan Nasional. Ancaman nyata yang masih terjadi dan dihadapi hingga saat ini diantaranya adalah ancaman terorisme, peredaran narkoba, perampokan dan pencurian kekayaan alam, bencana alam, serangan siber, serta pelanggaran wilayah perbatasan. Ancaman tersebut sangat berbahaya dan berdampak pada

⁴ RUU Kamnas 16 Oktober 2012. hlm. 2.

⁵ Penjelasan RUU Kamnas 16 Oktober 2012. hlm. 1.

keutuhan wilayah, kedaulatan Negara dan keselamatan bangsa Indonesia. Sehingga, berbagai ancaman nyata tersebut masih menjadi skala prioritas bagi Pemerintah dalam penanganannya.⁶

Salah satu upaya yang dilakukan Pemerintah dalam menangani ancaman nyata seperti terorisme dan peredaran narkoba adalah dengan menempatkan narapidana terorisme dan bandar narkoba ke Lembaga Pemasyarakatan (LAPAS). Narapidana terorisme dan bandar narkoba adalah narapidana high risk, sehingga penempatan dan penanganannya harus diberlakukan secara khusus dan serius. Penempatan narapidana terorisme dan bandar narkoba ke LAPAS bukan hanya sebagai bentuk hukuman terhadap tindak pidana yang telah dilakukan, tetapi juga sebagai bentuk program pembinaan untuk para narapidana. LAPAS dengan tingkat keamanan tinggi yang ada di Indonesia adalah LAPAS yang terletak di Pulau Nusakambangan.⁷

Pulau Nusakambangan dikenal sebagai Pulau Penjara, karena dahulu

Pulau ini hanya dihuni oleh narapidana dan Petugas LAPAS. Penetapan Pulau Nusakambangan sebagai Pulau Penjara didasari oleh Ordonansi Staatblad Pemerintah Hindia Belanda Nomor 25 Tahun 1912 yang menegaskan bahwa fungsi Pulau Nusakambangan adalah tempat pemenjaraan bagi orang-orang yang terkena hukuman.⁸ Penetapan ini juga dilatarbelakangi oleh adanya penggunaan narapidana dalam membangun benteng pertahanan di sebelah tenggara Pulau Nusakambangan, serta adanya pembukaan kawasan hutan untuk dijadikan perkebunan karet sebagai tempat pembinaan narapidana. Pulau Nusakambangan dianggap memenuhi syarat sebagai Pulau Penjara karena tingkat keamanannya tinggi, dimana kawasan Pulau Nusakambangan tertutup dari masyarakat luar sehingga akan menimbulkan efek jera bagi para narapidana.⁹

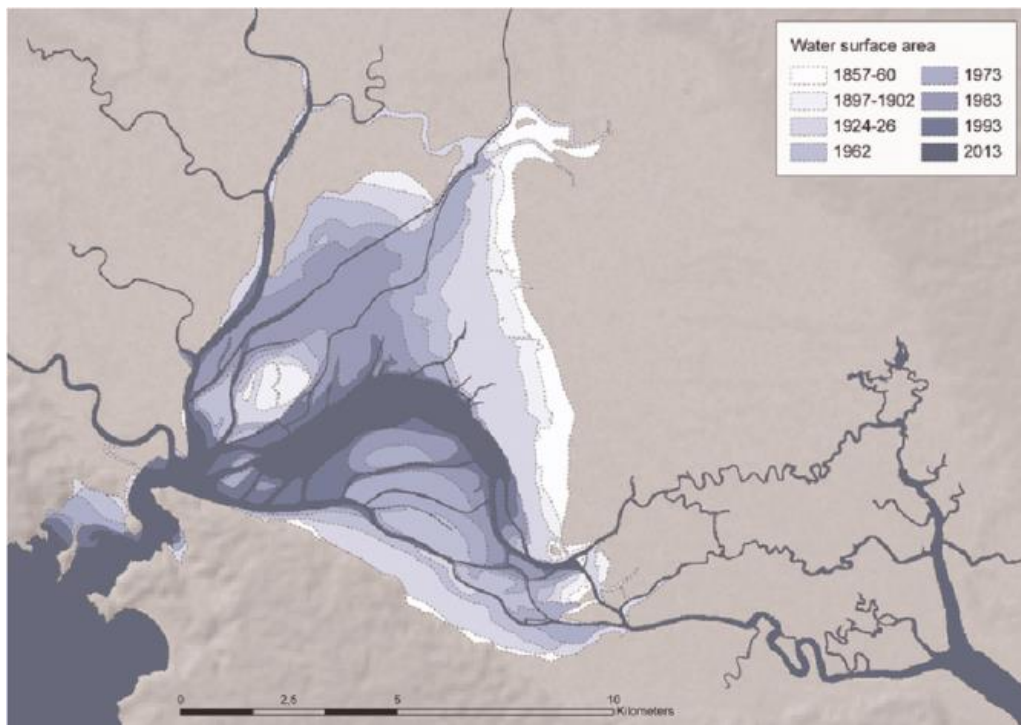
Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) RI Nomor 26 Tahun 2008 Pulau

⁶ Kementerian Pertahanan, *Buku Putih Pertahanan Indonesia*, (Jakarta: Kementrian Pertahanan, 2015), hlm. 43.

⁷ Insan Firdaus, "Penempatan Narapidana Teroris di Lembaga Pemasyarakatan", *Jurnal Penelitian Hukum*, Volume 17, Nomor 4, 2017, hlm. 430.

⁸ Staatsblad van Nederlandch Indie 1937 No.32 Tanggal 8 Juni 1937.

⁹ Muchamad Sulton, Ibnu Sodiq dan Andy Suryadi, "Perkembangan Lembaga Pemasyarakatan Pulau Nusakambangan Kabupaten Cilacap", *Jurnal of Indonesian History*, Volume 1, 2018, hlm. 48.



Gambar 1. Rekonstruksi Perubahan Garis Pantai Pulau Jawa dan Pulau Nusakambangan (Tahun 1857-2013)
 Sumber: Martin C. Lukas, “Cartographic Reconstruction of Historical Environmental Change”, *Cartographic Perspective*. 2014.

Nusakambangan ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN) yang letaknya berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Sebelah utara Pulau Nusakambangan berbatasan dengan daratan Pulau Jawa (Kabupaten Cilacap) yang terhubung dengan perairan luas yang disebut dengan Laguna Segara Anakan. Secara geografis, Pulau Nusakambangan terletak di Desa Tambakreja, Kecamatan Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Namun secara administratif, Pulau Nusakambangan berada dibawah kewenangan Direktorat Jenderal Pemasarakatan (DitjenPas),

Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.¹⁰

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah adanya isu yang menyebutkan bahwa Pulau Nusakambangan akan menyatu dengan Pulau Jawa dimasa yang akan datang. Dahulu, Segara Anakan merupakan perairan luas penghubung antara Pulau Nusakambangan dengan daratan Pulau Jawa. Namun kondisi kini telah berubah, Laguna Segara Anakan sebagian besar sudah berubah menjadi daratan dan sudah ada yang menempel dengan daratan asli Pulau Nusakambangan.

Penyebab terjadinya penambahan daratan di Laguna Segara Anakan adalah

¹⁰ Anonim, “Direktori Pulau-Pulau Kecil”, dalam <http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori->

pulau/index.php/public_c/pulau_info/297, diakses pada 23 September 2018.

adanya penumpukan sedimen secara drastis akibat pemanfaatan hutan di wilayah hulu yang tidak memperhatikan aspek konservasi. Aliran dari sungai Citanduy, Jawa Barat membawa sampah dan sedimen yang bermuara ke Laguna Segara Anakan.¹¹ Menurut Dede Sugandi dan Jupri (2005), sungai Citanduy mengirimkan 740.000m² lumpur/ tahun yang mengakibatkan bertambahnya luas daratan di Laguna Segara Anakan serta terjadinya pendangkalan Laguna pada saat kondisi surut.¹²

Apabila Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa bersatu maka akan berbahaya bagi keberadaan Lembaga Pemasyarakatan (LAPAS) di Pulau Nusakambangan yang dikenal dengan LAPAS yang memiliki tingkat keamanan tinggi. Dimana hal ini menjadi ancaman baru bagi Pemerintah khususnya Kementerian Hukum dan HAM RI terhadap aspek keamanan LAPAS, karena semakin membuka akses kepada pihak luar untuk menjangkau Pulau

Nusakambangan dengan lebih mudah melalui daratan yang timbul akibat sedimen tanpa harus melalui jalur resmi yang telah ditetapkan. Pada kenyataannya memang saat ini sudah ada Desa yang menempel dengan daratan Pulau Nusakambangan yaitu Desa Klaces dan sebagian Desa Ujunggalang, Kab. Cilacap.¹³ Tidak hanya pengaruh sedimentasi di Laguna Segara Anakan, diisukan ada intervensi politik yang menyebabkan adanya Desa yang menempel dengan Pulau Nusakambangan.¹⁴ Kondisi ini dikhawatirkan bisa membuka peluang ancaman yang dapat membahayakan keamanan LAPAS, serta membuka kesempatan para narapidana high risk untuk melarikan diri dari Pulau Nusakambangan melalui jalur darat atau jalur laut yang sudah mengalami pendangkalan.

Dalam salah satu surat kabar online, Kepala Dinas Kelautan Perikanan dan Pengelola Sumberdaya Kawasan Segara

¹¹ Kusumo Winarno dan Ahmad Dwi Setyawan, "Penyudetan Sungai Citanduy, Buah Simalakama Konservasi Ekosistem Mangrove Segara Anakan", Jurnal Biodiversitas, Volume 4, No. 1, 2003, hlm. 63-72.

¹² Dede Sugandi dan Jupri, "Pemanfaatan Citra Satelit Landsat Dalam Pengelolaan Tata Ruang dan Aspek Perbatasan Delta di Laguna Segara Anakan", dalam http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/196006151988031-

JUPRI/artikel_jurnal_gea.pdf, diakses pada 24 September 2018.

¹³ Anonim, "Pulau Nusakambangan dan Jawa akan bersatu dalam 10 tahun", dalam <https://www.liputan6.com/news/read/563887/wow-pulau-nusakambangan-dan-jawa-akan-bersatu-dalam-10-tahun>, diakses pada 24 September 2018

¹⁴ Martin C. Lukas, "Cartographic Reconstruction of Historical Environmental Change", *Cartographic Perspective*. 2014. Number 78.

Anakan (DKP2SKSA) menyebutkan bahwa mulai melakukan penyelamatan Laguna Segara Anakan di tahun 2017 lalu diawali dengan penggerukan volume lumpur sebesar 2.5 juta m³. DKP2SKA menginformasikan bahwa luasan Segara Anakan ditahun 2000-an mengalami penurunan drastis dibandingkan dengan data tahun 1984 saat luasannya masih 2.906 ha. Luas awal Laguna Segara Anakan di tahun 1903 silam masih sangat luas yaitu 6.450 ha.¹⁵ Perubahan drastis terjadi dalam periode 1970-an hingga tahun 1990-an.¹⁶ Jika upaya penyelamatan Laguna Segara Anakan tidak dilakukan dengan serius, maka isu lenyapnya Laguna Segara Anakan akan menjadi kenyataan sehingga tidak ada lagi perairan luas sebagai pemisah antara Pulau Nusakambangan dengan daratan Pulau Jawa dan akhirnya akan benar-benar bersatu.

Melihat kenyataan diatas, peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian terkait prediksi bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa (Kabupaten Cilacap dan Kabupaten

Pangandaran) serta menganalisis dampaknya dari sisi ancaman terhadap kerawanan dan keamanan LAPAS seperti pelarian narapidana high risk. Diperlukan suatu pendekatan yang efektif dan efisien untuk memperoleh data dengan tepat yang sesuai dengan karakteristik dari Pulau Nusakambangan. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan Teknologi Penginderaan khususnya Teknologi Penginderaan Jauh (remote sensing), yaitu dengan memanfaatkan data citra satelit. Penginderaan Jauh merupakan suatu teknologi untuk mengolah dan menafsirkan citra untuk memperoleh data dan informasi.¹⁷

Penelitian ini dilakukan untuk melihat perubahan garis pantai Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa dengan memanfaatkan data citra satelit resolusi menengah yaitu citra satelit Landsat. Dengan menggunakan data citra Landsat, objek yang diteliti yaitu Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa akan terekam dalam berbagai kisaran spektrum (multispektral), sehingga

¹⁵ L Darmawan, "Penyelamatan Segara Anakan Segera Dimulai", dalam <http://www.mongabay.co.id/2016/07/26/penyelamatan-segara-anakan-segera-dimulai/>, diakses pada 26 September 2018.

¹⁶ Wahyu Budi Setyawan, "Konservasi Bagi Estuari Segara Anakan". Seminar Nasional

(Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik), Prosiding Tahun 2010. hlm 4.

¹⁷ Putri Auliya, et al. , "Efektivitas Penentuan Garis Pantai Menggunakan Citra Resolusi Tinggi dan Resolusi Menengah". Jurnal Geodesi Undip, Volume 6, Nomor 1, 2017.

peneliti dapat menganalisis objek yang lebih spesifik sesuai spektrumnya. Selain itu, ketersediaan data citra Landsat sudah ada sejak tahun 1972, sehingga lebih memudahkan peneliti dalam mengidentifikasi dan menganalisis perubahan garis pantai Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa secara temporal dengan metode interpretasi visual.¹⁸

Data Penginderaan Jauh yang sudah diolah akan menjadi lebih bermanfaat ketika diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil yang diperoleh akan divisualisasikan secara spasial menggunakan software ArcGIS 10.4. Hasil identifikasi perubahan garis pantai Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa yang sudah diperoleh dijadikan dasar dalam membuat model prediksi perubahan luas perairan pesisir Pulau Nusakambangan dimasa yang akan datang. Kemudian peneliti akan menganalisis dampaknya terhadap keamanan LAPAS Nusakambangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan rekomendasi bagi instansi-instansi terkait, dalam hal penentuan kebijakan dan pemecahan masalah terhadap dampak dari

bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kombinasi (mix method). Peneliti memulai penelitian dengan menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan analisis perubahan garis pantai Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa menggunakan data citra satelit dengan memanfaatkan teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) dan Sistem Informasi Geografis, kemudian peneliti melakukan prediksi trend perubahan luas akibat perubahan garis pantai tersebut dengan menggunakan model persamaan regresi linear. Penelitian dilanjutkan dengan metode kualitatif dengan tujuan untuk memperluas temuan-temuan dalam penelitian dari hasil wawancara berbagai narasumber yang ada di lokasi penelitian. Hasil ini digunakan untuk memperkuat analisis peneliti dalam menganalisis dampak bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa terhadap keamanan LAPAS Nusakambangan.

¹⁸ Kuncoro Teguh Setiawan, Yenni Marini dan Ahmad Supriyono, "Bedah Tuntas Data Citra

Landsat 8 Untuk Wilayah Pesisir dan Laut", Jurnal Lapan, Volume 10, Nomor 2, 2015.

Sumber data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua data yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Sumber data kuantitatif diperoleh peneliti dari instansi terkait penyedia data citra seperti LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) dan penyedia peta Rupa Bumi Indonesia dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Sedangkan sumber data kualitatif diperoleh peneliti langsung dari hasil wawancara dengan para narasumber dari berbagai instansi terkait untuk mendukung hasil data kuantitatif yang telah diolah oleh peneliti sebelumnya.

Data kuantitatif yang digunakan dalam penelitian terdiri dari data citra satelit Landsat 5,7 dan 8 tahun 1991-2018; citra satelit resolusi tinggi (CSRT) Spot; Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:50.000; Peta Dasar Kabupaten Cilacap dan Peta RTRW Kabupaten Cilacap Tahun 2011-2031; Serta Peta Batimetri Kabupaten Cilacap. Sedangkan data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara instansi terkait dan survei langsung ke lokasi penelitian untuk memperoleh dokumentasi berupa foto dan rekaman wawancara.

Teknik pengolahan data kuantitatif menggunakan software ArcGIS 10.4 untuk menganalisis

perubahan garis pantai dan menghitung perubahan luas (daratan dan perairan) Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa dengan menggunakan analisis Union.

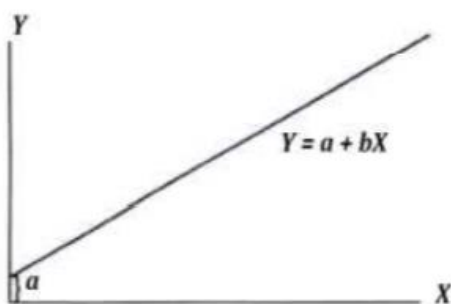
Teknik analisis data kuantitatif dilakukan dengan teknik interpretasi visual citra dengan melakukan *digitasi on screen* pada masing-masing citra yang digunakan. Elemen interpretasi visual yang digunakan oleh peneliti mengacu pada hierarki elemen interpretasi citra, dimana rona atau warna menjadi unsur utama dalam melakukan interpretasi visual. Kemudian peneliti melakukan proses digitasi garis batas antara air dan darat pada citra Landsat yang digunakan. Proses digitasi akan menghasilkan peta garis pantai dalam bentuk shapefile (.shp).

Peta garis pantai di tahun-tahun pengamatan tersebut dianalisis secara spasial dengan mengoverlay (tumpang susun) peta menggunakan analisis Union pada ArcGIS. Hasil analisis Union ini tidak hanya menghasilkan pola perubahan garis pantai secara temporal tetapi juga bisa menampilkan perhitungan luas daratan dan perairan dimasing-masing tahun pengamatan.

Peneliti juga melakukan digitasi peta hasil penelitian terdahulu untuk melihat historikal perubahan garis pantai

yang terjadi sebelum tahun 1991. Sehingga diperoleh rekonstruksi peta perubahan garis pantai tahun 1962, 1973, 1983, 1991, 1993, 1996, 2001, 2011, 2016 dan 2018.

Dengan asumsi tidak ada pengaruh pasang surut, dan energi gelombang serta tidak kegiatan konservasi lingkungan di sekitar lokasi penelitian, peneliti melakukan prediksi potensi bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa dari hasil perubahan garis pantai tersebut. Data yang dijadikan acuan adalah 10 data observasi dari tahun 1962 hingga 2018. Model persamaan regresi linear yang digunakan adalah



Gambar 2. Ilustrasi Persamaan Garis Regresi Linear

Sumber: I Made Yuliara, "Modul Regresi Linear Sederhana", 2016.

Diperoleh nilai intersep sebesar 152319 dan koefisien regresi sebesar -74.9642, sehingga diperoleh model persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = 152319 - 74.9642x$$

Peneliti juga melakukan uji signifikansi F dan uji determinasi R² untuk melihat kelayakan model persamaan regresi linear yang telah diperoleh sehingga dapat digunakan lebih lanjut untuk memprediksi luas perairan di masa yang akan datang.

Teknik analisis data kualitatif dilakukan peneliti setelah data hasil wawancara direduksi, dirangkum dan dideskripsikan secara naratif. Peneliti melakukan analisis data kualitatif sesuai fakta di lapangan dari hasil observasi serta wawancara dengan para narasumber. Hasil analisis data kualitatif digunakan untuk memperkuat analisa peneliti terkait dampak bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa terhadap keamanan LAPAS Nusakambangan.

Pembahasan

Perubahan Garis Pantai Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa (Kab. Cilacap dan Kab. Pangandaran)

Proses digitasi atau deliniasi batas darat dan laut dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS untuk semua citra Landsat yang digunakan oleh peneliti menggunakan metode interpretasi visual. Data citra Landsat yang peneliti gunakan adalah citra

Tabel 1. Unsur-Unsur Interpretasi Visual

Unsur	Garis Pantai	Keterangan
Rona	Gelap	Rona gelap menunjukkan perairan
Warna	Cokelat	Warna cokelat adalah warna yang dominan terlihat sebagai batas air dan daratan karena ada peristiwa sedimentasi
Tekstur	Halus	Permukaan air yang tenang teksturnya lebih halus
Aliran	Pola Aliran air yang konsekuen	Pola aliran sesuai dengan kemiringan daerah yang dilewati

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

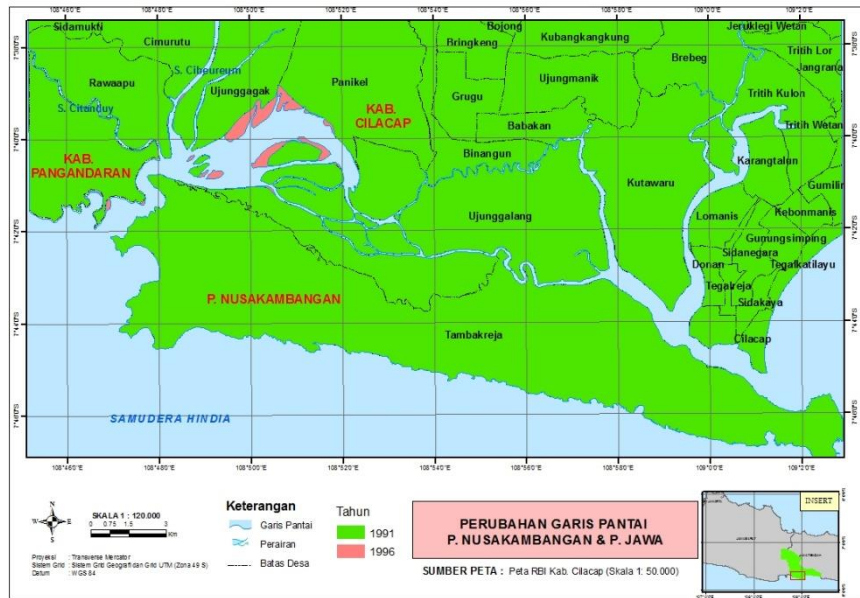
Landsat tahun 1991, tahun 1996, tahun 2001, tahun 2011, tahun 2016 dan tahun 2018. Proses digitasi batas darat dan laut dilakukan peneliti dengan menggunakan metode interpretasi visual yang berbasis pada hierarki interpretasi visual. Unsur-unsur yang digunakan peneliti dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah selesai melakukan proses digitasi data spasial dalam bentuk poligon, peneliti melakukan *overlay* (tumpang susun) hasil digitasi tersebut dengan menggunakan analisis Union. Analisis Union berfungsi untuk melihat perubahan garis pantai yang terjadi diantara dua atau lebih peta yang dioverlay (tumpang susun) dengan tetap menampilkan atribut lengkap dari kedua peta tersebut.

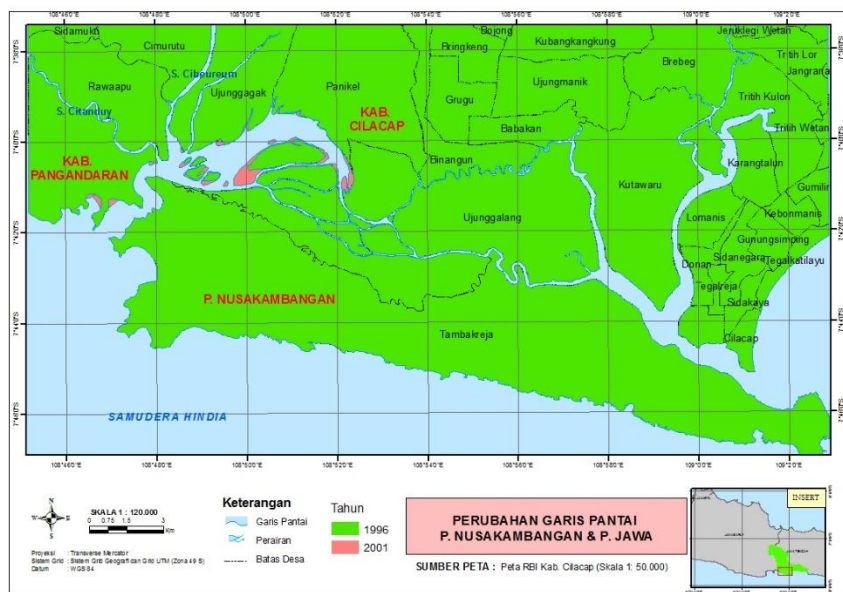
Dengan analisis Union peneliti juga mengetahui perubahan luas daratan ataupun luas perairannya dari kedua peta hasil *overlay*. Proses *overlay* (tumpang susun) yang dilakukan peneliti adalah mengoverlay dua data poligon hasil

digitasi citra yaitu tahun 1991 dengan 1996, tahun 1996 dengan 2001, tahun 2001 dengan 2011, tahun 2011 dengan 2016, dan 2016 dengan 2018.

Kelima gambar diatas adalah hasil digitasi citra Landsat periode 1991-1996, 1996-2001, 2001-2011, 2011-2016 dan 2016-2018. Warna merah yang terlihat pada masing-masing gambar menandakan adanya penambahan luas daratan yang terjadi dibandingkan dengan periode sebelumnya. Selama 27 tahun pengamatan terjadi perubahan garis pantai yang sangat dominan di Pulau Jawa (terutama di Kabupaten Cilacap), hal ini menyebabkan garis pantai Pulau Jawa semakin maju dan mendekat dengan Pulau Nusakambangan. Luas penambahan daratan yang terjadi pada masing-masing wilayah tersebut dapat dilihat pada tabel 2. Penambahan luas daratan tersebar di beberapa wilayah, dengan penambahan terbesar terjadi di Pulau Jawa pada periode 1991 hingga 1996.



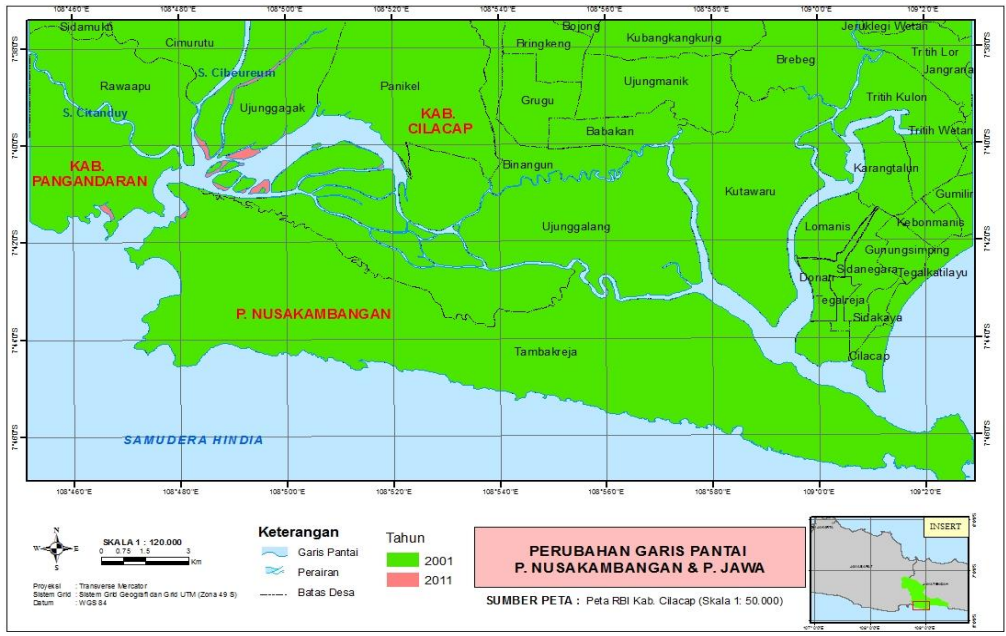
Gambar 3. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 1991 dan 1996
 Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.



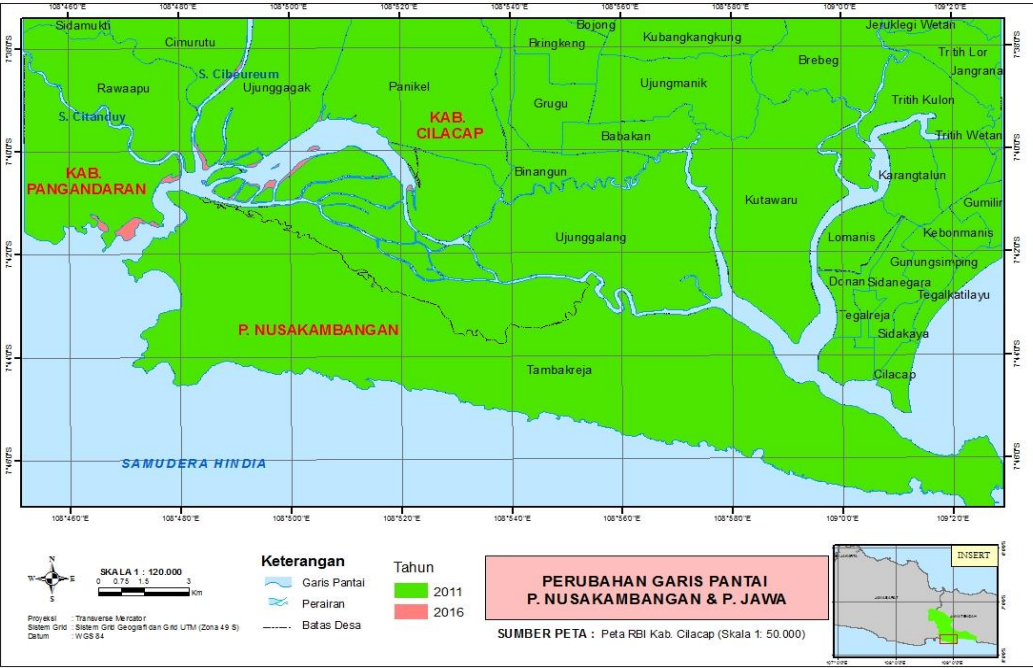
Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 1996 dan 2001
 Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

Peristiwa ini terjadi akibat muatan sedimen dalam jumlah besar yang mengalir dari hulu sungai Citanduy yang bermuara ke Laguna Segara Anakan, yaitu daerah lahan basah yang terletak di sebelah utara Pulau Nusakambangan. Sumber sedimen tidak hanya berasal dari sungai Citanduy, tetapi juga di suplai dari sungai lain yaitu Sungai Cibeureum dan

Cikonde. Penambahan luas daratan didominasi oleh sedimen berupa lumpur lanauan, yang merupakan hasil dari proses pasang surut. Lumpur lanauan ini lebih dikenal dengan tanah timbul. Kondisi tanah timbul ini menyebabkan Pulau Nusakambangan tidak lagi dibatasi oleh perairan dengan Pulau Jawa.



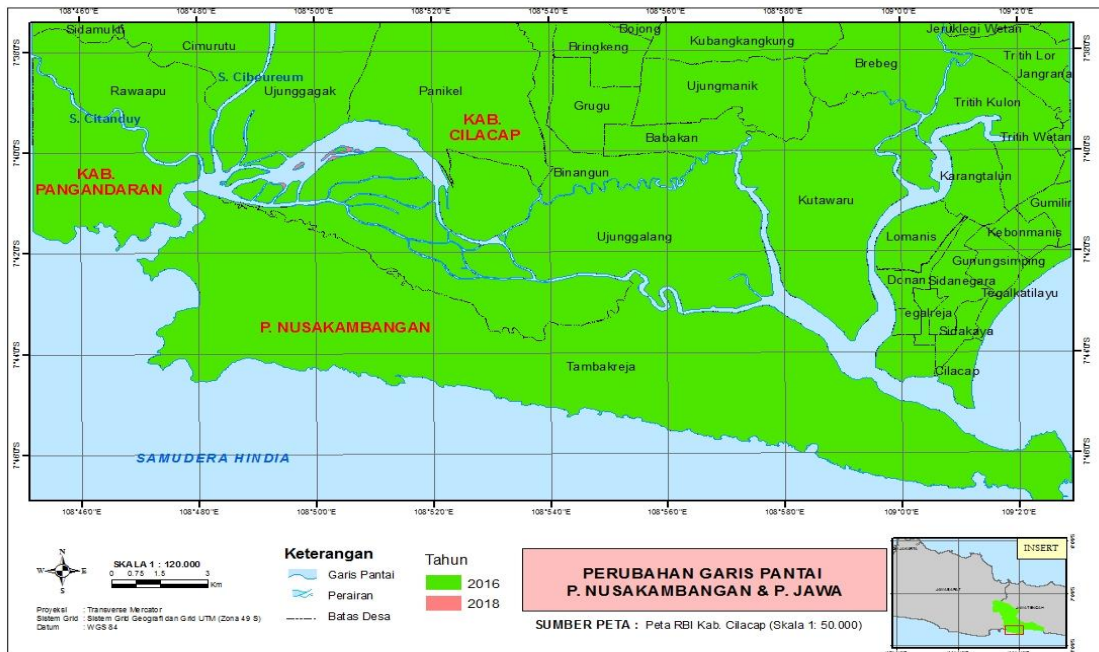
Gambar 5. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2001 dan 2011
 Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.



Gambar 6. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2011 dan 2016
 Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

Peneliti juga melakukan digitasi peta hasil penelitian terdahulu untuk tahun 1962, 1973, 1983 dan 1993. Setelah itu, hasil digitasi tersebut digabungkan dengan peta perubahan garis pantai olahan peneliti, sehingga diperoleh

rekonstruksi perubahan garis pantai dari tahun 1962 hingga tahun 2018 (Gambar 7). Dari Gambar terlihat bahwa peristiwa sedimentasi terjadi sangat cepat di tahun 1962 hingga tahun 1990-an. Kemudian mengalami penurunan dari tahun 1990-an hingga tahun 2000-an,



Gambar 7. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2016 dan 2018
 Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

Tabel 2. Penambahan Luas Daratan Pulau Nusakambangan Pulau Jawa (dalam ha)

Pulau	Kabupaten	Desa	Tahun 91-96	Tahun 96-01	Tahun 01-11	Tahun 11-16	Tahun 16-18
Pulau Nusakambangan	Cilacap	Tambakreja	1.19	0.01	5.96	2.95	0.66
Total Penambahan Luas P. Nusakambangan			1.19	0.01	5.96	2.95	0.66
Pulau Jawa	Cilacap	Panikel	65.57	14.03	0.25	1.81	2.99
		Ujunggagak	136.76	25.17	113.98	33.87	4.65
		Ujunggalang	128.59	187.43	54.35	82.65	50.58
	Pangandaran		13.83	24.85	11.97	74.10	4.60
Total Penambahan Luas P. Jawa			344.75	251.48	180.55	192.43	62.82

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

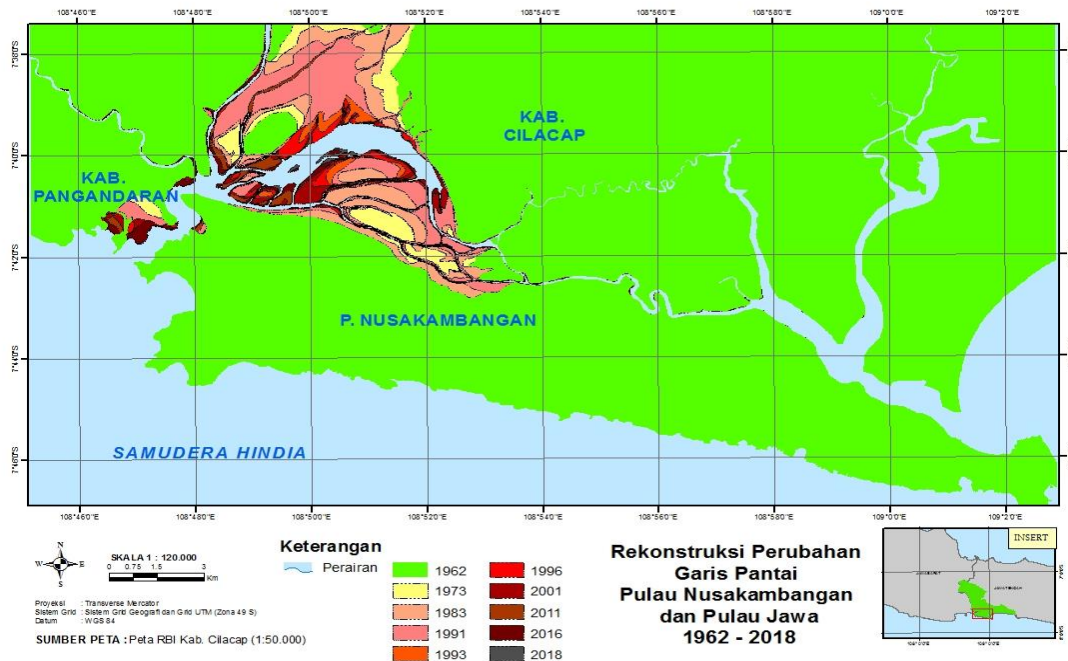
penurunan terjadi karena diawal tahun 1996 dilakukan proses pengerukan Laguna Segara Anakan yang dibiayai oleh Asian Development Bank (ADB).

Perubahan Luas Perairan Pesisir Pulau Nusakambangan

Berdasarkan hasil digitasi citra Landsat dari tahun 1991 hingga 2018, terjadi perubahan garis pantai yang menyebabkan penurunan luas perairan di sebelah utara Pulau Nusakambangan.

Peneliti memperoleh nilai perubahan luas permukaan perairan pesisir Pulau Nusakambangan dari tahun 1991 hingga 2018.

Penelitian seperti ini pernah dilakukan sebelumnya oleh Lukas (2014), dimana Lukas memperoleh data perubahan garis pantai sebelum tahun 1991. Kemudian peneliti menghitung data luasan perairan dari peta Lukas tersebut untuk tahun 1962, 1973, 1983, dan 1983. Sehingga diperoleh penurunan luas



Gambar 8. Rekonstruksi Perubahan Garis Pantai Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa Tahun 1962 -2018

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

Tabel 3. Luas Perairan Pesisir Pulau Nusakambangan

Tahun	Luas Perairan (ha)	Keterangan
1962	5534.04	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1973	4906.11	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1983	3860.09	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1991	2493.51	Hasil Digitasi Citra Landsat
1993	2365.32	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1996	2157.50	Hasil Digitasi Citra Landsat
2001	1923.93	Hasil Digitasi Citra Landsat
2011	1759.80	Hasil Digitasi Citra Landsat
2016	1583.24	Hasil Digitasi Citra Landsat
2018	1521.37	Hasil Digitasi Citra Landsat

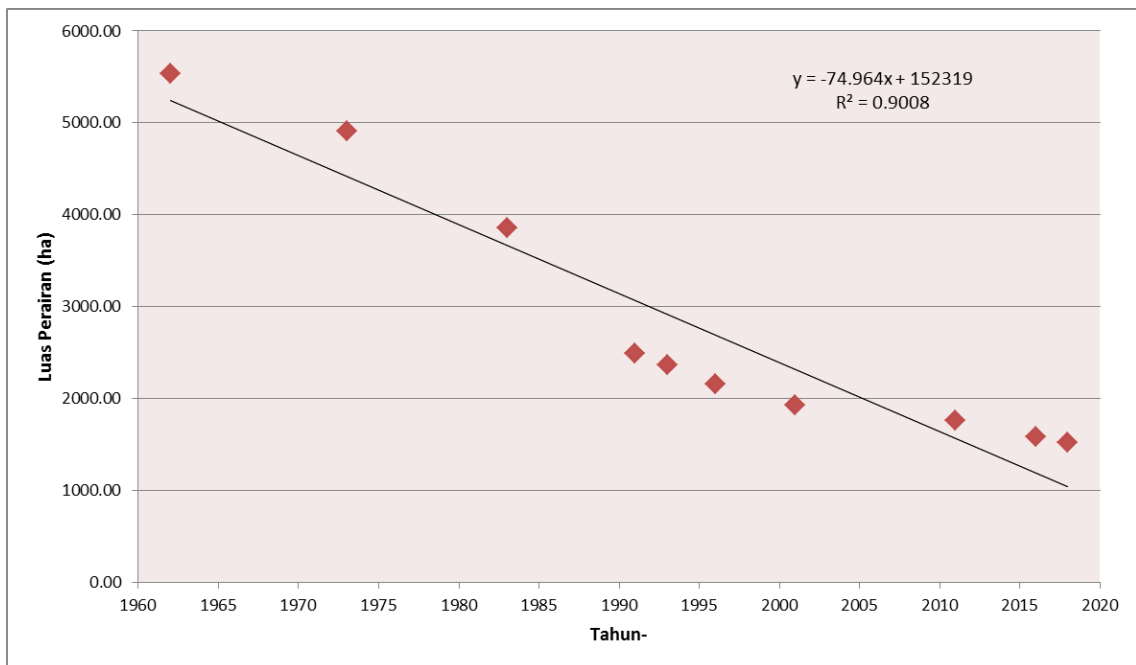
Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

perairan pesisir Pulau Nusakambangan dari tahun 1962 hingga 2018 seperti pada Tabel 3.

Dari tabel diatas terlihat bahwa proses sedimentasi paling intensif terjadi pada periode tahun 1983 hingga 1991, dimana terjadi penurunan luas permukaan perairan hingga 1366.58 ha. Selama 56 tahun pengamatan, yaitu mulai

tahun 1962 hingga 2018 terjadi peristiwa sedimentasi hingga mengalami penurunan luas permukaan perairan mencapai 4012.66 ha.

Sebelum tahun 1901 peristiwa sedimentasi terjadi begitu intens di perairan penghubung Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa, sehingga kecepatan sedimen secara



Gambar 9. Penurunan Luas Perairan Penghubung Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa Tahun 1962-2018
 Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

lateral lebih tinggi dibanding kecepatan sedimen lateral setelah tahun 1990-an. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, kecepatan rata-rata sedimentasi bisa mencapai 64.73 ha/ tahun.¹⁹ Berdasarkan hasil perhitungan peneliti, kecepatan rata-rata sedimentasi secara lateral sebelum tahun 1991 mencapai 100.85 ha/ tahun. Namun setelah tahun 1991, kecepatan rata-rata sedimentasi menurun hingga 33.76 ha/ tahun atau sekitar 0.3376 km²/ tahun.

Kecepatan sedimentasi yang tinggi dipengaruhi oleh arus sungai yang terjal dan miring seperti arus sungai Citanduy Jawa Barat yang menjadi sumber tertinggi pembawa sedimen di Laguna Segara Anakan. Selain itu, pola aliran

sungai Citanduy yang menyerupai dahan pohon kayu juga menyebabkan alirannya mengalir cepat sampai kedataran rendah Laguna Segara Anakan, sehingga mampu mengangkut banyak muatan sedimen.

Dengan asumsi tidak ada pengaruh fenomena alami seperti energi pasang surut, dan gelombang, ataupun fenomena buatan seperti kegiatan konservasi lingkungan yang bisa menyebabkan perubahan tutupan lahan di sekitar pesisir Pulau Nusakambangan. Peneliti melakukan prediksi perubahan luas permukaan perairan di pesisir Pulau Nusakambangan berdasarkan data luas permukaan perairan yang sudah diperoleh ditahun 1962, 1973, 1983, 1991,

¹⁹ E. Usman, et al, "Rekonstruksi Proses Sedimentasi Perairan "Lagoon Sagara

Anakan", *Jurnal Geologi Kelautan*, Volume 3, no. 3, 2015, hlm. 21-22.

Tabel 4. Prediksi Penurunan luas perairan pesisir Pulau Nusakambangan

Tahun	Luas Perairan (ha)	Presentase Penurunan (%)	Keterangan
1962	5534.04	100.00	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1973	4906.11	88.65	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1983	3860.09	69.75	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1991	2493.51	45.06	Hasil Digitasi Citra Landsat
1993	2365.32	42.74	Hasil Digitasi Penelitian Terdahulu
1996	2157.50	38.99	Hasil Digitasi Citra Landsat
2001	1923.93	34.77	Hasil Digitasi Citra Landsat
2011	1759.80	31.80	Hasil Digitasi Citra Landsat
2016	1583.24	28.61	Hasil Digitasi Citra Landsat
2018	1521.37	27.49	Hasil Digitasi Citra Landsat
2020	891.41	16.11	Hasil Prediksi
2022	741.48	13.40	Hasil Prediksi
2024	591.55	10.69	Hasil Prediksi
2026	441.62	7.98	Hasil Prediksi
2028	291.69	5.27	Hasil Prediksi
2030	141.77	2.56	Hasil Prediksi

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2019.

1993, 1996, 2001, 2011, 2016 dan 2018 (Tabel 3).

Luas permukaan perairan mengalami penurunan akibat banyaknya sedimentasi yang dibawa dari hulu sungai dan bermuara ke Laguna Segara Anakan. Model persamaan regresi linear yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut.

$$y = a + b x$$

Peneliti memperoleh nilai intersep (a) dan koefisien regresi (b) dari hasil perhitungan manual yang divalidasi dengan data analisis pada excel (Lampiran 7). Kemudian diperoleh nilai intersep sebesar 152319 dan koefisien regresi sebesar -74.9642, sehingga diperoleh

model persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = 152319 - 74.9642x$$

Kemudian peneliti memasukkan tahun-tahun yang akan diprediksi sebagai nilai x, yaitu tahun 2020, 2022, 2024, 2026, 2028 dan 2030 ke dalam persamaan regresi. Kemudian diperoleh nilai y sebagai hasil prediksi luas permukaan perairan di tahun-tahun tersebut. Luas permukaan perairan ditahun 2018 adalah 1521.37 ha, kemudian ditahun 2020 diprediksi turun menjadi 891.41 ha, tahun 2022 diprediksi turun menjadi 741.48 ha. Pada tahun 2030 luas permukaan perairan pesisir Pulau Nusakambangan

diperkirakan tinggal 2.56% saja, yaitu seluas 141.77 ha.

Penurunan luas permukaan perairan pesisir Pulau Nusakambangan akan terus terjadi, jika tidak ada upaya konservasi lingkungan dan tindak lanjut dari Pemerintah Pusat ataupun Daerah dalam menjaga keberadaan Laguna Segara Anakan sebagai ekosistem unik

sekaligus perairan penghubung Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa.

Dimana kawasan ini juga termasuk kedalam Kawasan Strategis Nasional (KSN) sesuai dengan PP Nomor 26 Tahun 2008. Dengan demikian, isu bahwa Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa bersatu di masa yang akan datang akan benar-benar terjadi.

Dampak Bersatunya Pulau Nusakambangan Dengan Pulau Jawa Terhadap Keamanan LAPAS Nusakambangan

Ancaman merupakan salah satu bagian yang tidak bisa terpisahkan dengan Keamanan Nasional. Keamanan Nasional sendiri meliputi keamanan insani, keamanan publik, keamanan ke dalam dan keamanan keluar. Dalam hal ini yang akan dibahas adalah keamanan LAPAS Nusakambangan yang merupakan

salah satu objek vital Negara Indonesia yang ada dibawah pengelolaan Kemenkumham RI. Sehingga, adanya potensi ancaman pada LAPAS Nusakambangan akan berdampak pada tingkat keamanan LAPAS Nusakambangan yang bisa mengancam keselamatan negara, publik dan juga individu. Ancaman dapat dilihat dari berbagai aspek mulai dari Ideologi, Politik, Ekonomi, Sosial Budaya, Pertahanan dan Keamanan (IPOLEKSOSBUDHANKAM).

Dampak ancaman dibedakan menjadi ancaman internal dan ancaman eksternal, karena ancaman bisa datang dari dalam LAPAS dan juga dari luar LAPAS Nusakambangan. Dampak ancaman yang akan dibahas pada penelitian ini adalah dampak ancaman yang akan terjadi dari aspek politik, ideologi, serta keamanan LAPAS Nusakambangan. Potensi ancaman terjadi akibat terbukanya akses Pulau Nusakambangan dengan penduduk luar akibat terjadinya penyatuan dengan daratan Pulau Jawa.

Dari aspek politik, ancaman yang akan dibahas adalah ancaman eksternal yang terjadi akibat timbulnya daratan baru akibat peristiwa sedimentasi di pesisir utara Pulau Nusakambangan.

Konflik politik saat ini sudah terjadi dimana terjadi perbedaan batas wilayah yang ditetapkan oleh Pemerintah Daerah (PEMDA) Cilacap dengan Kemenkumham sebagai pengelola Pulau Nusakambangan. Adanya perbedaan batas wilayah tersebut akan berdampak pada perebutan potensi sumberdaya yang ada di Pulau Nusakambangan. Seperti diketahui tanah timbul seharusnya menjadi tanah milik Negara yang tidak bisa diklaim langsung kepemilikannya. Namun pada kenyataannya, tanah timbul yang muncul akibat sedimentasi diklaim sebagai kawasan Cilacap, sehingga PEMDA berhak mengelola tanah tersebut salah satunya dengan membangun Desa baru. Dengan adanya Desa akan menjadi sumber pendapatan daerah bagi PEMDA. Namun sebaliknya, akan berdampak negatif bagi keberadaan LAPAS Nusakambangan. Sehingga, hal ini bisa menyebabkan benturan kepentingan politik yang berpotensi menjadi sumber ancaman.

Dari aspek ideologi, ancaman eksternal yang akan terjadi adalah terjadinya penyebaran paham terorisme melalui penduduk sekitar LAPAS Nusakambangan yang dilakukan oleh narapidana yang berhasil melakukan

pelarian atau ex-narapidana yang masih menganut paham radikalisme serta sudah mengetahui lingkungan sekitar LAPAS Nusakambangan. Komunikasi antara narapidana dengan penduduk luar LAPAS bisa terjadi ketika para narapidana melakukan pembinaan di luar LAPAS atau ketika adanya kunjungan dari luar LAPAS. Ancaman lainnya adalah terjadinya penyerangan dari para terorisme terhadap LAPAS Nusakambangan. Penyerangan dapat terjadi melalui jalur tidak resmi yang didukung oleh penduduk sekitar LAPAS Nusakambangan.

Dari aspek keamanan, ancaman eksternal yang mungkin muncul adalah adanya upaya penyelundupan barang-barang terlarang (narkotika) di Pulau Nusakambangan yang dilakukan oleh oknum-oknum dari luar LAPAS Nusakambangan melalui jalur-jalur tidak resmi, dimana jalur-jalur tidak resmi sudah bisa diakses oleh penduduk umum dan tidak terpantau oleh petugas LAPAS Nusakambangan. Ancaman eksternal lain yang juga sangat berdampak pada keamanan adalah peristiwa perambahan hutan Nusakambangan yang masih terjadi hingga saat ini. Kawasan hutan Nusakambangan merupakan kawasan hutan milik Negara, sehingga penebangan hutan secara ilegal

merupakan salah satu potensi ancaman berkaitan dengan pencurian kekayaan alam. Hutan Nusakambangan seharusnya dijadikan kawasan hutan yang diperuntukan untuk pembinaan narapidana, tetapi kenyataannya kawasan hutan Nusakambangan sudah dirambah oleh penduduk. Bahkan sebagian hutan dibagian barat Nusakambangan sudah ditebang dan diganti menjadi kawasan perkebunan yang ditanami albasiah. Kawasan hutan Nusakambangan adalah kawasan hutan hujan tropis yang ada di Jawa Tengah. Apabila terus terjadi perambahan hasil hutan akan berdampak pada ekosistem kawasan hutan Nusakambangan dan perubahan fungsi hutan Nusakambangan. Dimana hutan Nusakambangan juga menjadi wilayah penyangga antara Samudera Hindia dengan Pulau Jawa.

Selain ancaman eksternal, potensi ancaman bisa datang dari internal LAPAS Nusakambangan. Ancaman internal yang akan dibahas adalah ancaman yang terjadi dari aspek keamanan. Adanya pemukiman dikawasan Pulau Nusakambangan akan membuka akses pelarian narapidana dari dalam LAPAS menuju luar LAPAS, jalur pelarian dapat ditempuh melalui daratan yang

terhubung dengan pemukiman penduduk sekitar LAPAS Nusakambangan. Narapidana *high risk* (terorisme atau bandar narkoba) serta narapidana lain yang sedang melakukan proses pembinaan di luar LAPAS dapat memanfaatkan kesempatan untuk melarikan diri kearah hutan atau kearah pemukiman.

Saat ini, Pulau Nusakambangan sudah dapat diakses oleh penduduk luar, maka adanya potensi untuk berkomunikasi dengan pihak luar sangatlah mungkin terjadi. Bahkan dari informasi yang peneliti peroleh dari narasumber, penduduk pernah melindungi narapidana yang kabur dari LAPAS Nusakambangan. LAPAS Kembang Kuning adalah salah satu LAPAS yang lokasinya sangat dekat dengan pemukiman penduduk. Sedangkan LAPAS Batu adalah LAPAS lokasinya dekat dengan Kabupaten Cilacap yang dibatasi oleh sungai kurang lebih berjarak 100 hingga 200 meter.

Berdasarkan data yang peneliti peroleh, kasus pelarian narapidana pernah terjadi di LAPAS Batu pada tahun 2017. Dua orang narapidana bandar narkoba berhasil kabur keluar LAPAS dan berlari ke arah hutan Nusakambangan. Selama hampir dua

minggu narapidana tersebut kabur, namun pada akhirnya tertangkap kembali oleh Petugas LAPAS. Kasus lain yang pernah terjadi di sekitar tahun 2005, adalah kasus pelarian narapidana dari LAPAS Batu. Jalur pelarian narapidana melalui pinggir sungai di belakang LAPAS Batu. Narapidana tersebut berhasil kabur, karena pada saat kejadian petugas tidak berhasil melepaskan tembakan ke narapidana tersebut.

Kemungkinan jalur pelarian narapidana juga bisa melalui perairan sekitar Pulau Nusakambangan. Perairan pesisir utara Pulau Nusakambangan saat ini sudah semakin dangkal. Kedalaman perairan mulai dari dermaga Wijayapura (Kab. Cilacap) menuju ke dermaga sodong (Pulau Nusakambangan) berkisar 4 hingga 5 meter. Kedalaman ini semakin dangkal jika bergerak ke arah perairan Laguna Segara Anakan bahkan kedalaman hanya berkisar 1 hingga 2 meter saja, dan kurang dari 1 meter jika dalam kondisi surut.

Dengan kondisi kedalaman perairan yang sudah semakin dangkal, sangat memungkinkan narapidana untuk melakukan pelarian menuju perairan yang ada di sebelah utara Pulau Nusakambangan dengan cara berenang. Sebaliknya, di sebelah barat Pulau

Nusakambangan yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Pangandaran, kedalaman lautnya masih cukup tinggi yaitu lebih dari 6 meter. Jalur tersebut masih bisa dilalui kapal ferry, sehingga untuk melakukan pelarian dengan berenang ke arah barat dirasa tidak memungkinkan.

Dari aspek pertahanan, Pulau Nusakambangan termasuk kedalam Kawasan Strategis Nasional (KSN) yang tertuang pada PP Nomor 26 Tahun 2008. Dimana Pulau Nusakambangan juga merupakan objek vital Negara dibawah kelola Kemenkumham. Berdasarkan informasi dari narasumber, pernah terjadi pengintaian melalui *drone* ke dalam wilayah Pulau Nusakambangan yang dideteksi bukan milik TNI ataupun intel Indonesia. Dengan demikian, potensi ancaman dari luar terhadap pertahanan Negara sudah terjadi didepan mata. Melihat kenyataan yang ada, sudah menjadi keharusan Pemerintah Pusat untuk melakukan rencana dalam menyelamatkan fungsi Pulau Nusakambangan sebagai Pulau Penjara agar dapat kembali seperti fungsinya terdahulu yaitu Pulau yang steril dan aman dari berbagai ancaman dan gangguan dari berbagai pihak. Dimana sebagai kawasan KSN, Pulau

Nusakambangan juga berperan penting dari sudut kepentingan pertahanan dan keamanan Negara.

Kesimpulan

Dari hasil analisis data citra Landsat serta penelitian terdahulu, terjadi perubahan garis pantai di Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa sejak tahun 1962 hingga tahun 2018. Perubahan garis pantai yang terjadi disebabkan oleh peristiwa sedimentasi di Segara Anakan yang bersumber dari endapan-endapan sedimen yang dikirim dari hulu sungai Citanduy, Cibeureum dan Cikonde. Peristiwa sedimentasi ini menyebabkan pergeseran garis pantai serta penambahan luas daratan yang sangat signifikan di Pulau Jawa sehingga menimbulkan adanya daratan baru yang menempel dengan Pulau Nusakambangan.

Dari hasil perubahan garis pantai yang terjadi dari tahun 1962 hingga 2018 diperoleh model persamaan regresi senilai $y = 152319 - 74.9642x$. Dengan asumsi tidak ada fenomena alami seperti pasang surut dan gelombang, diperkirakan pada tahun 2030 luas permukaan perairan di pesisir Pulau Nusakambangan hanya tinggal seluas 141.77 ha atau 2.56%. Dengan kecepatan rata-rata sedimen sebesar 33.76 ha/ tahun

maka diperkirakan Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa akan bersatu dimasa yang akan datang.

Bersatunya Pulau Nusakambangan dan Pulau Jawa akan menyebabkan potensi ancaman pada LAPAS Nusakambangan yang berdampak pada tingkat keamanan LAPAS. Penambahan daratan dan pendangkalan kedalaman di sekitar Pulau Nusakambangan bisa membuka akses pelarian narapidana melalui jalur darat atau jalur laut. Adanya pemukiman penduduk bisa menjadi potensi penyerangan terorisme dengan memanfaatkan penduduk sekitar, serta potensi penyelundupan barang-barang terlarangpun melalui jalur tidak resmi yang ada di Pulau Nusakambangan.

Rekomendasi

Rekomendasi Teoritis

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti berikutnya dengan membuat model prediksi bersatunya Pulau Nusakambangan dengan Pulau Jawa menambahkan variabel bebas lain berkaitan dengan fenomena alami seperti pasang surut, dan gelombang ataupun fenomena buatan kegiatan konservasi alam. Sehingga dapat

diperoleh model prediksi yang lebih komprehensif karena menggunakan lebih banyak menggunakan variabel bebas.

2. Model prediksi yang telah dibuat peneliti adalah model prediksi numerik dengan menggunakan persamaan regresi linear. Maka peneliti merekomendasikan peneliti selanjutnya untuk membuat model prediksi menggunakan pemodelan spasial berbasis ArcGIS atau software spasial lain.
3. Peneliti juga merekomendasikan peneliti selanjutnya untuk mencari alternative Pulau lain sebagai pengganti Pulau Nusakambangan yang merupakan Pulau khusus untuk LAPAS dengan tingkat keamanan tinggi di Indonesia. Penentuan Pulau dapat diteliti dan dianalisis dari perspektif geospasial dengan memanfaatkan Teknologi Penginderaan dan Sistem Informasi Geografis.

Rekomendari Praktis

1. Berdasarkan PP Nomor 26 Tahun 2008, Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Nasional Kawasan Pangandaran, Kali

Pucang, Segara Anakan dan Nusakambangan (Pacangsanak) ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN). Sehingga, perlu adanya sinergitas dalam hal penyelamatan Segara Anakan dari sedimen yang berdampak pada kondisi lingkungan Pulau Nusakambangan serta keamanan dan kerawanan LAPAS Nusakambangan. Perlu melibatkan para *stakeholders* dalam menganalisis masalah ini, agar tidak terjadi konflik dan tumpang tindih kepentingan.

2. Menjadikan Pulau Nusakambangan sebagai Lembaga Pemasyarakatan (LAPAS) dengan tingkat keamanan tinggi sesuai dengan Kebijakan Pemerintah Pusat. Dimana LAPAS Nusakambangan yang dikhususkan bagi pada narapidana yang terseleksi dan terisolasi, sehingga perlu dilakukan sterilisasi dan pengamanan kawasan Pulau Nusakambangan dari berbagai pihak termasuk penduduk umum. Proses sterilisasi bisa dilakukan dengan melakukan relokasi pemukiman penduduk atau

membuat batas agar penduduk tidak bisa memasuki kawasan Pulau Nusakambangan tanpa melalui jalur resmi. Diperlukan peran Pemerintah Pusat untuk membuat kebijakan mengenai permasalahan ini.

3. Perubahan kondisi geografis akibat peristiwa sedimentasi menyebabkan perubahan batas wilayah yang dikhawatirkan akan menyebabkan potensi konflik di kemudian hari. Oleh karena itu, perlu dilakukan penentuan batas wilayah antara Pulau Nusakambangan dengan Pulau Cilacap dengan melibatkan para *stakeholders* seperti:

- Kementerian Dalam Negeri,
- Kementerian Koordinator Bidang Politik Hukum dan Keamanan
- Kementerian Hukum dan HAM,
- Kementrian Agraria dan tata Ruang (ATR),
- Badan Pertanahan Nasional,
- Kementrian Kehutanan,
- PEMDA Cilacap dan
- Kementerian Pertahanan

4. Melakukan patroli rutin terhadap jalur-jalur tidak resmi

menuju Pulau Nusakambangan serta menambahkan pemanfaatan teknologi *drone* atau UAV untuk memantau Pulau Nusakambangan secara berkala.

5. Pihak Kemenkumham bekerjasama dengan Pihak Kehutanan (Balai Konservasi Sumber Daya Alam) Jawa tengah untuk melakukan pengawasan dan tindakan tegas terhadap penduduk liar yang melakukan penebangan hutan dikawasan Nusakambangan.
6. Membuat peta zonasi wilayah Pulau Nusakambangan dengan melibatkan pihak-pihak terkait seperti Kementerian Pertahanan, Kemenkumham, Kementerian Kehutanan, Dinas Planologi/ Perencanaan Wilayah Kota, PEMDA Cilacap, serta instansi terkait lainnya agar dapat tetap memaksimalkan fungsi Pulau Nusakambangan sebagai objek vital Negara.

Daftar Pustaka

Buku

Kementerian Pertahanan. 2015. Buku Putih Pertahanan Indonesia. Jakarta: Kementrian Pertahanan.

Jurnal

- Auliya, Putri, et al. 2017. "Efektivitas Penentuan Garis Pantai Menggunakan Citra Resolusi Tinggi dan Resolusi Menengah". *Jurnal Geodesi Undip*. Volume 6, Nomor 1.
- Firdaus, Insan. 2016. "Penempatan Teroris di Lembaga Pemasyarakatan", *Jurnal Penelitian Hukum De Jure*. Volume 17, Nomor 4.
- Lukas, Martin C. 2014. "Cartographic Reconstruction of Historical Environmental Change". *Cartographic Perspectives*, Number 78.
- Setiawan, Kuncoro Teguh, Yenni Marini dan Ahmad Supriyono. 2015. "Bedah Tuntas Data Citra Landsat 8 Untuk Wilayah Pesisir dan Laut". *Jurnal Lapan*. Volume 10, Nomor 2.
- Setyawan, Wahyu Budi. 2010. "Konservasi Bagi Estuari Segara Anakan", *Seminar Nasional (Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik)*.
- Sulton, Muchamad, Ibnu Sodik dan Andy Suryadi. 2018. "Perkembangan Lembaga Pemasyarakatan Pulau Nusakambangan Kabupaten Cilacap" *Journal of Indonesian History* 7 (1).
- Usman E, Sarmili L, Sampurno. 2005. "Rekonstruksi Proses Sedimentasi Perairan Lagoon Sagara Anakan" , *Jurnal Geologi Kelautan*. Volume 3, Nomor 3.
- Winarno, Kusumo dan Ahmad Dwi Setyawan. 2003. "Penyudetan Sungai Citanduy, Buah Simalakama Konservasi Ekosistem Mangrove Segara Anakan". *Jurnal Biodiversitas*. Volume 4 , Nomor 1.

Jurnal Online

- Yuliara, I Made. 2016. "Modul Regresi Linear Sederhana". dalam https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/321812643899ofa0771ddb555f70be42.pdf, diakses pada 27 Februari 2019.

Perundang – Undangan

- Rancangan Undang-Undang Keamanan Nasional (RUU Kamnas) 16 Oktober 2012.
- Staatsblad van Nederlandch Indie 1937 No.32 Tanggal 8 Juni 1937.

Website

- Anonim. "Direktori Pulau-Pulau Kecil", dalam http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/297, diakses pada 23 September 2018.
- Anonim. "Pulau Nusakambangan dan Jawa akan bersatu dalam 10 tahun", dalam <https://www.liputan6.com/news/read/563887/wow-pulau-nusakambangan-dan-jawa-akan-bersatu-dalam-10-tahun> , diakses pada 24 September 2018.
- Darmawan, L. "Penyelamatan Segara Anakan Segera Dimulai", dalam <http://www.mongabay.co.id/2016/07/26/penyelamatan-segara-anakan-segera-dimulai/>, diakses pada 26 September 2018.
- Sugandi, Dede dan Jupri. "Pemanfaatan Citra Satelit Landsat Dalam Pengelolaan Tata Ruang dan Aspek Perbatasan Delta di Laguna Segara Anakan", dalam http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/196006151988031-JUPRI/artikel_jurnal_gea.pdf ,diakses pada 24 September 2018.