

Aplikasi Support Vector Machine (SVM) untuk Pemetaan Garis Pantai Berbasis Sentinel-2A di Pantai Patimban, Subang

MUHAMAD MUKTI ISKANDAR, DEWI KANIA SARI

Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: muhamad.mukti@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Garis pantai merupakan batas yang dinamis karena dipengaruhi oleh faktor alami seperti abrasi, akresi, dan pasang surut, serta aktivitas manusia. Perubahan garis pantai dapat berdampak pada ekosistem pesisir, infrastruktur, dan kehidupan masyarakat, sehingga pemantauan yang akurat sangat diperlukan. Penelitian ini menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk klasifikasi citra satelit Sentinel-2A dalam memetakan garis pantai Pantai Patimban pada tahun 2024. SVM dipilih karena kemampuannya dalam mengklasifikasikan data multispektral secara akurat, bahkan pada area dengan karakteristik spektral kompleks. Proses klasifikasi menghasilkan delineasi garis pantai yang presisi dengan akurasi lebih dari 97%. Validasi dilakukan menggunakan citra resolusi tinggi dari Google Earth Pro, memastikan keandalan hasil klasifikasi. Panjang garis pantai hasil ekstraksi pada tahun 2024 tercatat sebesar 43,60 km. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa SVM merupakan metode yang efektif untuk mendukung analisis spasial dalam pemantauan lingkungan pesisir secara berkelanjutan.

Kata kunci: *Garis pantai, Support Vector Machine, Sentinel-2A, Patimban.*

1. PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan batas perairan laut yang menggenangi daratan pada saat pasang tertinggi (Tarigan, 2007) dan berfungsi sebagai penanda wilayah suatu negara atau daerah (Lubis, 2017). Posisi garis pantai bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti abrasi, akresi, serta pasang surut (Mujabar & Chandrasekar, 2013). Perubahan ini terjadi akibat pergerakan sedimen, arus laut, aliran sungai, serta aktivitas manusia dalam penggunaan lahan. Dinamika garis pantai dapat berdampak signifikan terhadap ekosistem pesisir, infrastruktur, serta kehidupan sosial ekonomi masyarakat.

Pantai Patimban di Kabupaten Subang merupakan kawasan pesisir strategis yang mendukung aktivitas ekonomi nasional, khususnya setelah dibangunnya Pelabuhan Patimban sebagai proyek strategis nasional. Pembangunan pelabuhan ini, di samping memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi, juga menimbulkan potensi perubahan garis pantai akibat aktivitas reklamasi, sedimentasi, maupun abrasi. Oleh karena itu, pemantauan garis pantai secara rutin dan akurat sangat diperlukan untuk mendukung perencanaan tata ruang pesisir, perlindungan ekosistem, serta keberlanjutan pembangunan.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh menjadi solusi efektif dalam pemantauan garis pantai. Citra satelit Sentinel-2A yang memiliki resolusi spasial menengah, resolusi temporal tinggi, dan cakupan multispektral yang luas, memungkinkan pemetaan pesisir dengan tingkat akurasi yang baik. Untuk mengoptimalkan klasifikasi citra, digunakan algoritma *machine learning* Support Vector Machine (SVM) yang dikenal unggul dalam menangani data multispektral dengan distribusi

kompleks. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa SVM mampu menghasilkan klasifikasi dengan akurasi tinggi meskipun terdapat tumpang tindih nilai spektral antar kelas tutupan lahan (Hidayah dkk., 2024). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan menerapkan algoritma SVM untuk pemetaan garis pantai di Pantai Patimban tahun 2024 serta mengevaluasi hasilnya melalui proses validasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Data penelitian

Penelitian dilakukan di Pantai Patimban, Kecamatan Pusakanagara, Kabupaten Subang, Jawa Barat, dengan koordinat sekitar 6°14'47"S dan 107°54'7"E. Lokasi ini berada di pesisir utara Jawa Barat dan berdekatan langsung dengan Pelabuhan Patimban. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

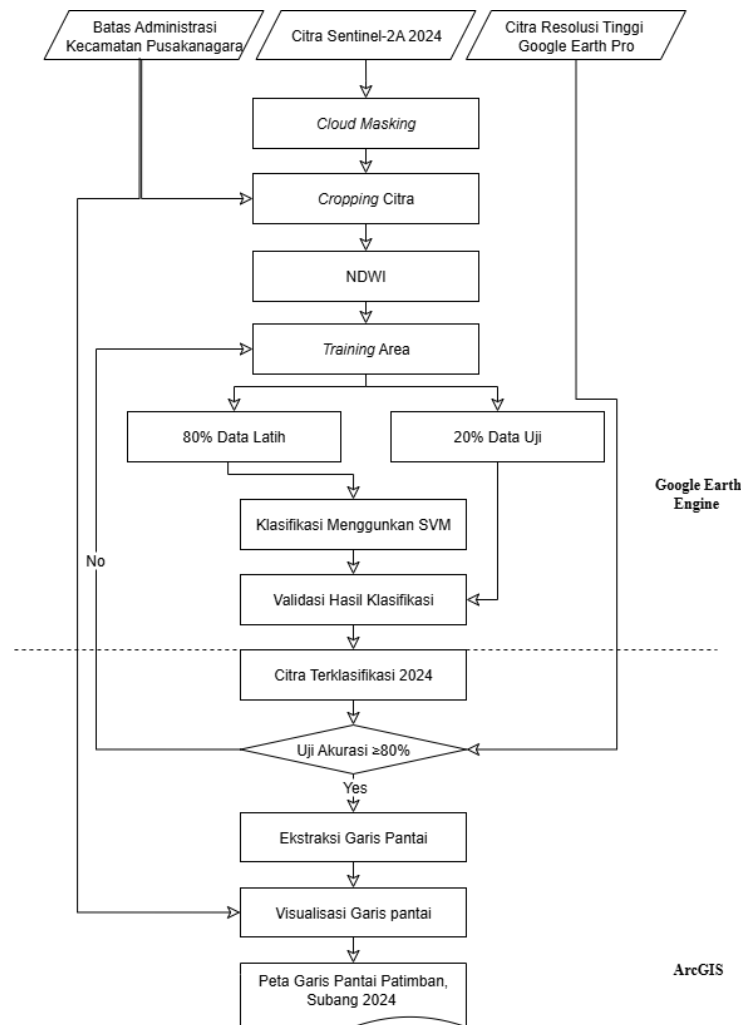
Data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data yang Digunakan

No	Data	Sumber
1	Peta Batas Administrasi Daerah Kecamatan Pusakanagara Skala 1:25.000	Badan Informasi Geospasial
2	Peta Citra Sentinel-2A Tahun 2024	Google Earth engine

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian secara umum ditunjukkan pada Gambar 2. Penelitian dilakukan melalui lima langkah utama, yaitu: (1) pengumpulan data, (2) prapemrosesan citra, (3) klasifikasi citra menggunakan algoritma SVM, (4) ekstraksi garis pantai, (5) visualisasi peta garis pantai, dan (6) validasi akurasi hasil klasifikasi.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

2.3 Prapemrosesan Data Citra

Citra Sentinel-2A tahun 2024 yang digunakan merupakan data Level-2A dalam bentuk reflektansi permukaan (*Surface Reflectance*). Prapemrosesan yang dilakukan meliputi:

- Koreksi atmosferik: menggunakan data Level-2A yang sudah terkoreksi atmosfer.
- Masking awan dan bayangan: dilakukan dengan memanfaatkan *band* kualitas citra (QA60/SCL).
- Pemotongan citra (*cropping*): menyesuaikan citra dengan batas wilayah administrasi penelitian.
- Pembuatan citra *Normalize Difference Water Index* (NDWI) yang akan digunakan sebagai prediktor pada algoritma SVM.

2.4 Klasifikasi Menggunakan SVM

Proses klasifikasi dilakukan dengan algoritma SVM menggunakan kernel *Radial Basis Function* (RBF). Proses ini dilakukan menggunakan platform Google Earth Engine (GEE). Parameter yang digunakan adalah nilai $C = 10$ dan $\gamma = 0,5$. Kelas yang diklasifikasikan terdiri atas dua kategori, yaitu:

- Air: meliputi laut, sungai, dan muara.
- Darat: meliputi vegetasi, lahan terbuka, dan kawasan terbangun.

Data sampel dibagi menjadi 80% untuk *training* dan 20% untuk *testing*. Hasil klasifikasi berupa citra biner (0 = darat, 1 = air) yang kemudian digunakan untuk delineasi garis pantai.

2.5 Ekstraksi Garis Pantai

Ekstraksi garis pantai dilakukan dengan mengidentifikasi batas antara kelas darat dan air hasil klasifikasi. Proses ini dilakukan melalui:

- 1) Konversi raster hasil klasifikasi ke format vektor.
- 2) Penentuan batas terluar antara daratan dan perairan sebagai garis pantai.
- 3) Penyederhanaan garis (simplifikasi) untuk mengurangi kesalahan geometris akibat pikselisasi.

2.6 Visualisasi Peta Garis Pantai

Hasil ekstraksi garis pantai selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk peta. Tahap ini meliputi *overlay* garis pantai hasil klasifikasi di atas citra dasar dan peta administrasi, pemberian simbolisasi berbeda untuk kelas darat dan air, serta penggambaran panjang garis pantai dalam satuan kilometer. Visualisasi peta ini bertujuan untuk memberikan gambaran spasial yang lebih informatif dan memudahkan interpretasi hasil.

2.7 Validasi Akurasi

Validasi dilakukan dengan dua pendekatan:

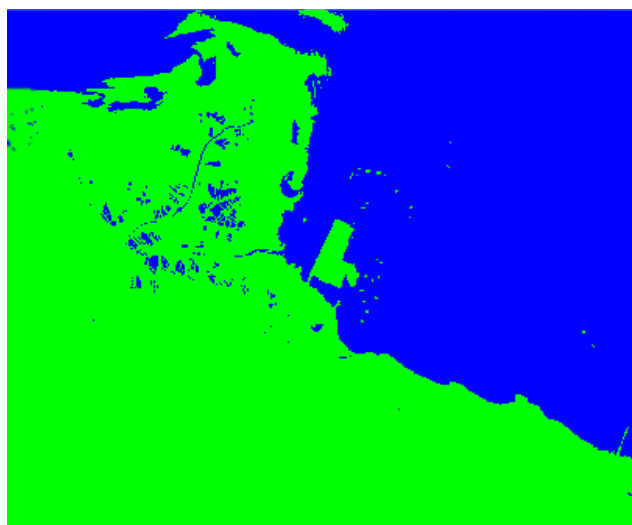
- 1) *Cross validation: testing point* (20%) digunakan untuk menghitung *Overall Accuracy (OA)*, koefisien kappa, *Producer's Accuracy (PA)*, *User's Accuracy (UA)*, dan F1-score.
- 2) *Validation*: membandingkan hasil klasifikasi dengan citra resolusi tinggi dari Google Earth Pro pada tahun yang sama.

Hasil validasi dari kedua pendekatan ini menjadi dasar dalam menilai reliabilitas algoritma SVM dalam pemetaan garis pantai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Klasifikasi SVM

Hasil klasifikasi SVM menunjukkan pemisahan spasial yang jelas antara kelas daratan dan perairan di kawasan pesisir Patimban (Gambar 3). Area perairan ditampilkan dalam warna biru, sedangkan daratan ditunjukkan dengan warna hijau yang mencakup vegetasi maupun lahan terbuka.



Gambar 3. Hasil Klasifikasi SVM Tahun 2024

Proses klasifikasi menghasilkan delineasi garis pantai yang tegas, menunjukkan kemampuan SVM dalam membedakan kedua kelas meskipun terdapat tumpang tindih nilai spektral. Hal ini memperlihatkan bahwa SVM mampu bekerja dengan baik pada kondisi pesisir dengan kompleksitas tinggi.

3.2 Evaluasi Akurasi

Hasil evaluasi model klasifikasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Model Klasifikasi

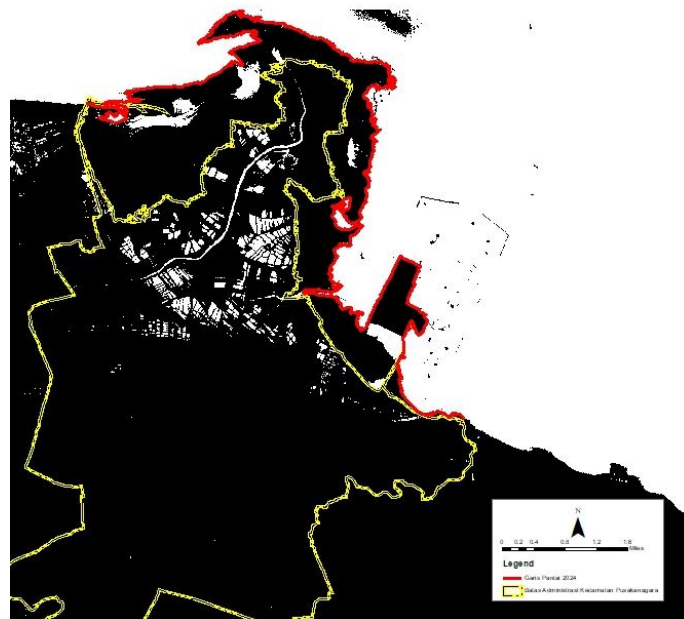
Metode	Tahun	Overall Accuracy (%)	Kappa	PA (Air) (%)	UA (Air) (%)	PA (Darat) (%)	UA (Darat) (%)	F1-Score (Air) (%)	F1-Score (Darat) (%)
Testing Point 20%	2024	97,3	0,94	94,1	100	100	95,6	97,6	97,0
Google Earth Pro	2024	99,0	0,98	98	100	100	98,0	99,0	99,0

Keterangan: PA = *Producer Accuracy*; UA = *User Accuracy*

Berdasarkan evaluasi, terlihat bahwa algoritma SVM menghasilkan akurasi klasifikasi yang tinggi dan konsisten. Validasi menggunakan titik uji menunjukkan akurasi keseluruhan 97,3% dengan koefisien Kappa 0,94, sedangkan validasi visual menggunakan Google Earth Pro menghasilkan akurasi 99% dengan koefisien kappa 0,98. Hal ini menunjukkan reliabilitas metode SVM untuk pemetaan garis pantai.

3.3 Ekstraksi Garis Pantai

Hasil ekstraksi garis pantai dari citra Sentinel-2A yang telah diklasifikasikan ditampilkan pada Gambar 4. Panjang garis pantai yang diperoleh di wilayah Pantai Patimban tahun 2024 adalah 43,60 km.



Gambar 4. Hasil Ekstraksi Garis Pantai Tahun 2024

Panjang garis pantai yang dihasilkan menunjukkan konsistensi dengan kondisi aktual wilayah penelitian. Perbedaan kecil yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh faktor pasang surut, resolusi citra, serta keterbatasan dalam deliniasi otomatis. Namun, secara umum hasil ini dapat digunakan untuk analisis spasial lebih lanjut terkait dinamika garis pantai Patimban.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma Support Vector Machine (SVM) efektif dalam mengklasifikasikan citra satelit Sentinel-2A untuk pemetaan garis pantai di Pantai Patimban, Subang. Dengan akurasi klasifikasi yang mencapai 97,3% berdasarkan *testing point* dan 99% melalui validasi menggunakan citra resolusi tinggi Google Earth Pro, metode ini mampu menghasilkan deliniasi garis pantai yang presisi dan konsisten. Panjang garis pantai hasil ekstraksi tahun 2024 adalah 43,60 km, yang dapat dijadikan dasar pemantauan perubahan garis pantai di masa mendatang. Hasil penelitian ini memperkuat potensi penggunaan algoritma machine learning dalam pemantauan lingkungan pesisir secara berkelanjutan, khususnya pada kawasan strategis yang mengalami pembangunan berskala besar seperti Pantai Patimban.

DAFTAR RUJUKAN

- Al Ghiffary, M. I. (2006). Evaluasi Perubahan Garis Pantai Kabupaten Indramayu Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hidayah, Z., Rachmad, A., Amzeri, A., Fatimah, S., & Wahyuningrum, R. T. (2024). Pemikiran Akademisi Tentang Pengembangan Teknologi Informasi dan Pembangunan Kepulauan Madura: Kumpulan Naskah Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Trunojoyo Madura. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Lubis, D. P. (2017). Analisis perubahan garis pantai dengan menggunakan citra penginderaan jauh (studi kasus di kecamatan talawi kabupaten batubara). *Jurnal Geografi*, 9(1), 21-31.
- Nurhadi, F., Hermanto, D., & Ramadhan, F. (2022). Drivers of land use conflicts in infrastructural mega projects in coastal areas. *Land*, 10(6), 615. <https://doi.org/10.3390/land10060615>
- Putra, R. D., & Wibowo, A. (2020). Model transformasi gelombang di Pelabuhan Patimban. *Jurnal Riset Kelautan*, 14(2), 123–134. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/download/29106/24772>
- Rizal, A., Kinseng, R., & Febryano, I. G. (2021). Development of a new city Patimban and sustainability of the mangrove. *Community Based Management Journal*, 7(2), 141–152. Dari <https://journal.ipb.ac.id/index.php/coj/article/download/52311/28711/>
- Rasyid, R., Fathoni, A., & Fauzi, R. (2023). The use of UAV for shoreline changes monitoring during Patimban Port construction. In *Proceedings of the International Conference on Environmental Technology and Management* (pp. 811–823). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7409-2_100
- Tarigan, M. S. (2010). Perubahan garis pantai di wilayah pesisir perairan Cisadane, Provinsi Banten. *Makara Journal of Science*, 11(1).