

Implementasi CNN dengan Arsitektur VGG-16 dalam pengembangan
Spillshield untuk deteksi tumpahan minyak pada data citra

Mata Kuliah : Kecerdasan Buatan

Dosen Pengampu : Pa Ishak Ariawan, S.Pd., M.Kom.



Kelompok 7 A ASIK

Nama Anggota :

Nurul Aini Komarudin	(2101982)
Panka Octapiani	(2104870)
Yiyi Muhidin	(2109701)

Program Studi Sistem Informasi Kelautan
Universitas Pendidikan Indonesia
2023

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perairan Indonesia, yang melintang di antara dua benua dan dua samudera, memiliki peran krusial sebagai jalur pelayaran internasional yang menghubungkan berbagai wilayah. Selain berfungsi sebagai saluran komunikasi global, perairan ini juga menjadi penghubung strategis bagi beragam gugusan pulau, baik yang berskala besar maupun kecil, tersebar dari barat ke timur di kepulauan Indonesia (Husain, 2019).

Berdasarkan hasil sidang penuh Maritime Safety Committee - The International Maritime Organization (IMO) pada 19 Mei 1998, ditegaskan bahwa Indeks Pasang Surut dan Banjir (ITF) di perairan Indonesia terbagi menjadi beberapa sektor, yaitu ITF I, ITF II, ITF IIIA, ITF IIIB, ITF IIIC, dan ITF IIID (Sudini, 2002). Pemanfaatan ITF I difokuskan pada rute pelayaran yang melibatkan perjalanan dari Laut Cina Selatan, melintasi Laut Natuna, Selat Karimata, Laut Jawa, hingga Selat Sunda menuju Samudera Hindia, dan sebaliknya (Husain, 2019). Sebagai jalur pelayaran ekonomis dan aman, ITF I menjadi pilihan utama bagi kapal tanker yang berlayar dari utara ke selatan dalam konteks jalur internasional. Meski demikian, peningkatan frekuensi penggunaan jalur ini membawa sejumlah tantangan, termasuk masalah keamanan nasional, illegal fishing, dan isu lingkungan, khususnya terkait potensi tumpahan minyak. Di kawasan Selat Sunda, yang termasuk dalam ITF I, aktivitas kilang minyak dan pengeboran minyak lepas pantai memberikan kontribusi pada risiko tumpahan minyak, baik yang berasal dari kapal tanker (secara sengaja atau tidak disengaja) maupun dari kegiatan industri minyak di daratan dan perairan lepas pantai (Husain, 2019).

Dengan tingginya aktivitas lalu lintas kapal dan jumlah kilang minyak, potensi pencemaran minyak meningkat, dapat dipicu oleh berbagai kejadian seperti kecelakaan kapal tanker, kebocoran pipa, tumpahan minyak selama proses pengangkutan ke kapal, dan kebakaran kapal (Mushtasor, 2007; Siagian, 2016). Ancaman serius terhadap integritas sumber daya pesisir muncul melalui pembuangan limbah cair dari kegiatan pengeboran minyak lepas pantai, tumpahan minyak bumi, serta buangan air ballast dari kapal (Irawan dan Sari, 2013). Pemahaman ini memperkuat potensi dampak negatif terhadap lingkungan laut dan sumber daya pesisir sebagai hasil dari aktivitas industri maritim di kawasan tersebut (Priyatna et al., 2019). Beberapa perusahaan secara sengaja terlibat dalam praktik curang dengan cara membuang sisa minyak kapal ke laut, mengemasnya dalam karung, dan mengisinya dengan pasir sebelum dibuang ke perairan. Sifat dasar minyak yang tidak dapat bercampur dengan air mengakibatkan gumpalan minyak tersebut mengapung, mencemari sekitar perairan. Tindakan curang semacam ini sudah terjadi berulang kali dalam beberapa tahun terakhir, dan dampaknya tidak hanya terbatas pada pencemaran permukaan laut, melainkan juga menyebabkan kerusakan pada ekosistem di dasar laut di sekitar wilayah perairan yang bersangkutan (Rahmawati et al., 2023).

Berbagai kejadian yang menyebabkan tumpahan minyak di perairan Indonesia mencakup insiden tabrakan antara tongkang PLTU1/PLN yang membawa 363 KL IDF dengan kapal kargo An Giang, yang mengakibatkan pencemaran sungai Musi di sekitar Palembang pada tahun 2003. Kejadian serupa melibatkan tumpahan minyak mentah dari Pertamina UP VII Balongan yang mencemari terumbu karang di sekitar Pantai Indramayu

pada tahun 2004, serta tumpahan minyak dari Total E&P Ind. di Balikpapan pada periode yang sama. Pada tahun 2005, dampak ledakan kapal nelayan MV Fu Yuan Fu F66 menyebabkan tumpahan minyak ke perairan Teluk Ambon. Peristiwa berlanjut hingga tahun 2018 dengan tumpahan bahan bakar minyak di perairan Teluk Balikpapan, berdekatan dengan Refinery Unit V milik Balikpapan yang dimiliki oleh PT Pertamina (Persero). Selain itu, peristiwa signifikan terkait tumpahan minyak tercatat pada tahun 2019 selama proses pemboran sumur YYA-1 di Blok ONWJ (Offshore North West Java) yang dikelola oleh Pertamina Hulu Energi ONWJ (PHE ONWJ) di Perairan Karawang (Husain, 2019).

Dampak dari tumpahan minyak bukan hanya terbatas pada pengaruh terhadap ekosistem pesisir seperti mangrove, tetapi juga menyebabkan kematian biota laut. Bahkan, peristiwa tumpahan minyak telah menimbulkan kerugian nyawa manusia (KLKH, 2018). Oleh karena itu, guna mengurangi dampak lingkungan yang semakin membesar, diperlukan penanganan yang cepat, dan salah satu metodenya adalah melalui pemantauan sebaran tumpahan menggunakan data penginderaan jauh, termasuk data Sentinel secara multi-temporal. Pemantauan terhadap sebaran tumpahan minyak bertujuan untuk mengevaluasi luas area yang terdampak serta memproyeksikan arah penyebaran tumpahan minyak, yang pada akhirnya dapat mendukung percepatan proses penanganan tumpahan minyak tersebut (Priyatna et al., 2019).

Menurut Akbar, Prosedur untuk menangani tumpahan minyak telah dijelaskan berdasarkan Ketetapan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 263 Tahun 2020. Ketetapan ini menetapkan bahwa kesiapan dalam tindakan pencegahan dilakukan melalui pengawasan rutin oleh pihak-pihak yang terlibat dalam unit kegiatan yang berpotensi menyebabkan pencemaran. Selain itu, Keputusan Menteri ini menegaskan bahwa unit-unit khusus dapat dibentuk untuk melakukan pengawasan langsung dan memberikan pelaporan, baik oleh pihak pengawas maupun oleh pihak lain yang mengetahui terjadinya pencemaran. Meskipun demikian, pendekatan ini memiliki keterbatasan, terutama dalam pelaksanaan pemantauan di wilayah perairan yang luas. Keterbatasan ini muncul karena memerlukan jumlah personel dan energi yang lebih besar. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih efisien dalam melaksanakan tindakan pemantauan sebagai bagian dari upaya pencegahan, mitigasi, dan pengendalian polutan yang dihasilkan dari tumpahan minyak (Fadilurrahman, et al., 2022).

Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah menerapkan metode remote sensing dengan memanfaatkan citra satelit. Pendekatan ini memiliki kelebihan dalam hal efisiensi yang tinggi dan kemampuan untuk melakukan pemantauan secara waktu nyata, memfasilitasi pemantauan pencemaran yang disebabkan oleh tumpahan minyak di wilayah perairan yang luas (Ning et al., 2018). Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya untuk melakukan pemantauan tanpa kehadiran fisik langsung dan tidak terikat oleh batasan lokasi pengawas. Dalam penelitian ini, kami akan memaparkan suatu metode pemantauan menggunakan teknologi remote sensing yang berfokus pada perubahan parameter citra satelit, yakni indeks spektral Normalized Difference Turbidity Index (NDTI). Metode ini diimplementasikan dengan memanfaatkan cloud computing dan memanfaatkan Google Earth Engine untuk menganalisis data yang diperoleh, serta dapat terhubung dengan dataset Sentinel 2A. Uji coba metode pemantauan ini dilaksanakan untuk menganalisis dampak pencemaran akibat tumpahan minyak yang terjadi dalam kejadian oil spill di perairan Teluk

Jakarta pada tahun 2022. (Fadilurrahman, A. Z., Attamami, A. A., & Akrimah, Y. A. U., 2022).

Untuk lebih mendalami pemahaman masyarakat terkait tumpahan minyak di laut, perlu diperkenalkan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Algoritma ini merupakan suatu metode kecerdasan buatan yang dapat memproses dan menginterpretasi gambar secara otomatis. CNN memiliki kemampuan untuk mengenali pola-pola kompleks pada gambar, termasuk gambar tumpahan minyak di laut. Dengan implementasi CNN, kita dapat secara efisien mengklasifikasikan gambar-gambar tersebut dan menentukan tingkat keparahan tumpahan minyak.

Algoritma CNN dapat membantu masyarakat untuk memahami secara lebih mendalam tentang visualisasi tumpahan minyak di laut. Penggunaan algoritma ini akan mempercepat proses identifikasi tumpahan, sehingga pemantauan dan tindakan respons terhadap tumpahan minyak dapat dilakukan lebih cepat dan lebih tepat. Dengan menggabungkan teknologi remote sensing dan Algoritma CNN, upaya pemantauan dan mitigasi terhadap pencemaran akibat tumpahan minyak dapat dioptimalkan, memberikan kontribusi positif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil terbaik dari arsitektur VGG16 dengan algoritma CNN untuk mendeteksi tumpahan minyak dari dataset yang sudah dikumpulkan.

BAB II METODE

2.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan mengakses dataset train, test, dan validation yang tersedia di platform Kaggle. Kaggle menyediakan berbagai dataset terkait tumpahan minyak yang dapat digunakan untuk pelatihan, pengujian, dan validasi model algoritma CNN (Convolutional Neural Network). Dataset ini mencakup berbagai gambar yang merepresentasikan tumpahan minyak di berbagai kondisi dan skenario. Berikut pembagian Dataset yang kami lakukan :

- 1. Pengumpulan Dataset Train**

Dataset train digunakan untuk melatih model CNN. Kaggle menyediakan dataset train yang mencakup gambar-gambar tumpahan minyak dengan label yang sesuai. Dataset ini akan membantu model untuk memahami pola-pola yang muncul pada kondisi tumpahan minyak.

- 2. Pengumpulan Dataset Test**

Dataset test digunakan untuk menguji performa model yang telah dilatih pada dataset train. Dataset ini juga diperoleh dari Kaggle dan berisi gambar-gambar tumpahan minyak yang belum pernah dilihat oleh model sebelumnya.

- 3. Pengumpulan Dataset Validation**

Dataset validation digunakan untuk mengevaluasi performa model selama proses pelatihan. Dataset ini terpisah dari dataset train dan test, dan berfungsi untuk membantu mencegah overfitting. Dataset validation juga diunduh dari Kaggle.

2.2 Pra-pemrosesan Data

Sebelum melakukan algoritma CNN, ada beberapa hal yang dilakukan oleh peneliti dalam hal ini. Ini yang disebut dengan Pra-pemrosesan Data. Berikut kegiatannya :



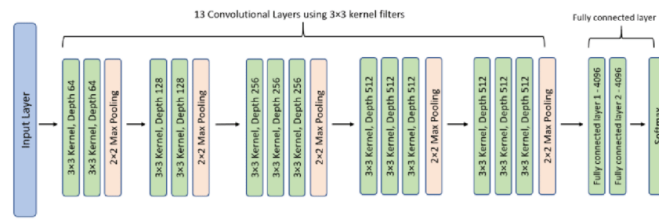
Gambar 1. Pra-pemrosesan Data

Dalam penelitian ini, sejumlah tahap pra-pemrosesan data dilakukan untuk mempersiapkan dataset sebelum diterapkan pada metode algoritma Convolutional Neural Network (CNN) untuk deteksi tumpahan minyak. Adapun tahapan-tahapan pra pemrosesan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. **Pengumpulan Dataset**
Dataset gambar tumpahan minyak diperoleh dari sumber Kaggle, dan dipilih dengan memperhatikan kualitas dan keberagaman gambar untuk memastikan representasi yang baik dari berbagai kondisi tumpahan minyak.
2. **Normalisasi Gambar**
Normalisasi gambar dilakukan untuk memastikan semua piksel memiliki rentang nilai yang seragam, biasanya dalam rentang 0 hingga 1. Hal ini membantu model CNN untuk konvergensi yang lebih cepat selama proses pelatihan.
3. **Augmentasi Data**
Augmentasi data diterapkan untuk meningkatkan jumlah variasi data pelatihan dan mencegah overfitting. Teknik augmentasi seperti rotasi, pergeseran, pembalikan horizontal, dan zoom digunakan untuk menciptakan variasi pada dataset.
4. **Reduksi Noise**
Untuk mengurangi noise pada gambar, dapat diterapkan teknik-teknik seperti penghalusan (smoothing) atau penerapan filter untuk mempertahankan informasi yang relevan dan menghilangkan noise yang tidak diinginkan.
5. **Resizing Gambar**
Gambar pada dataset dapat diubah ukurannya agar memiliki dimensi yang seragam. Ini diperlukan karena model CNN memerlukan input dengan dimensi yang konsisten.
6. **Labeling Data**
Setiap gambar pada dataset dianotasi dengan label yang sesuai, yaitu apakah terdapat tumpahan minyak atau tidak. Label ini menjadi dasar untuk proses pelatihan dan evaluasi model.

2.3 Rancangan Model CNN

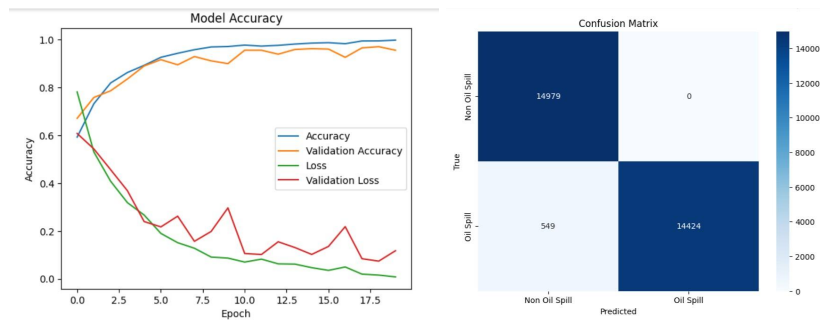
Dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan arsitektur VGG16 dalam pemodelan CNN. Berikut alur dari arsitektur VGG16.



Gambar 2. Arsitektur VGG16

Berdasarkan gambar di atas, dapat diidentifikasi bahwa arsitektur yang digunakan dalam kasus deteksi tumpahan minyak ini adalah VGG16. Keputusan penggunaan arsitektur ini didasarkan pada karakteristiknya yang telah terbukti memberikan hasil yang superior dalam tugas pengenalan pola visual seperti deteksi tumpahan minyak pada citra. Arsitektur VGG16 mempertahankan keunggulan dengan tingkat akurasi yang tinggi dan keakuratan dalam proses klasifikasi data citra tumpahan minyak. Kombinasi kemampuan mendalamnya dan efektivitas dalam mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra menghasilkan model yang sangat berguna untuk mengklasifikasikan dan menginterpretasikan data citra tumpahan minyak secara lebih tepat dan responsif.

2.4 Pelatihan Model



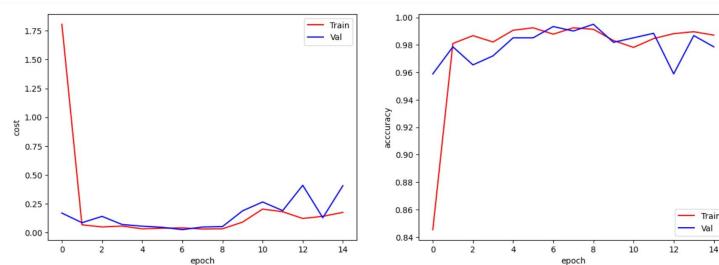
Gambar 3. Pelatihan Model CNN pada tumpahan minyak

Pelatihan model ini menjadi langkah krusial dalam menguji performa dan ketangguhan arsitektur VGG16 dalam konteks deteksi tumpahan minyak. Evaluasi akhir menunjukkan hasil yang sangat memuaskan, dengan akurasi mencapai 0.98. Angka ini memberikan gambaran bahwa model telah melewati tahap pelatihan dengan baik, menunjukkan kemampuannya dalam mengklasifikasikan citra tumpahan minyak dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Selain itu, ketajaman model dapat dilihat dari confusion matrix yang menunjukkan bahwa dari total 14473 prediksi, 549 di antaranya adalah non oil spill, sementara 14424 prediksi adalah oil spill. Hasil ini memperkuat keyakinan bahwa model mampu memberikan prediksi yang seimbang dan responsif terhadap variasi tumpahan minyak pada citra satelit, mengesampingkan risiko klasifikasi yang tidak tepat.

BAB III

HASIL DAN DISKUSI

Dalam pengujian dataset tumpahan minyak menggunakan arsitektur VGG-16 pada algoritma Convolutional Neural Network (CNN), pendekatan yang digunakan melibatkan pembagian dataset menjadi dua kelompok utama, yaitu kelompok oil spill dan kelompok non-oil spill. Proses ini dilakukan dengan membagi dataset menjadi tiga bagian, yakni data train, data test, dan data validation. Bagian data train terdiri dari total 2800 citra, yang mencakup keduanya yaitu data oil spill dan non-oil spill. Sementara itu, data test dan data validation masing-masing terdiri dari 600 citra. Pembagian ini bertujuan untuk memberikan keragaman dan representasi yang seimbang dari kedua kategori, sehingga model dapat mempelajari pola dan fitur yang terkait dengan tumpahan minyak secara efektif. Selanjutnya, proses pelatihan model menggunakan dataset train dilakukan dengan cermat untuk memastikan akurasi dan keandalan model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan tumpahan minyak pada citra satelit.



Gambar 4. Hasil Akurasi terhadap data validation

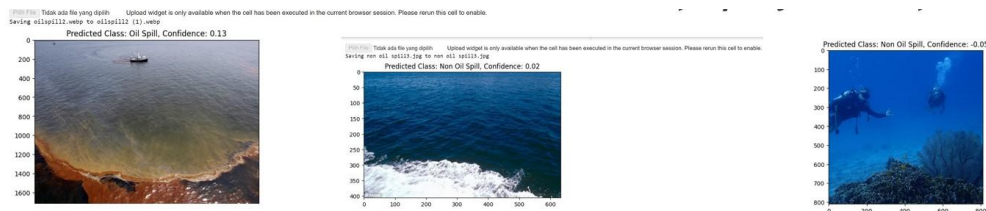
Melalui penerapan arsitektur VGG-16 pada penelitian ini, akurasi akhir model mencapai tingkat yang memuaskan, yakni sebesar 0.97, dalam tugas mendeteksi tumpahan minyak. Untuk mencapai tingkat akurasi tersebut, peneliti menjalankan proses pelatihan model sebanyak 15 epoch, menunjukkan kehandalan arsitektur ini dalam mengekstraksi dan memahami fitur-fitur yang krusial untuk identifikasi tumpahan minyak pada citra. Dengan demikian, hasil ini menggambarkan potensi besar arsitektur VGG-16 dalam meningkatkan ketepatan dan ketangguhan sistem deteksi tumpahan minyak, menjadikannya alat yang berdaya guna dalam pemantauan dan penanggulangan dampak lingkungan laut.



Gambar 5. pelatihan gambar untuk prediksi CNN

Melalui analisis gambar di atas, terlihat bahwa pelatihan model CNN dengan menggunakan data train memberikan hasil yang signifikan dalam mencapai tingkat akurasi yang memuaskan. Proses pelatihan ini bertujuan untuk memberdayakan model agar dapat

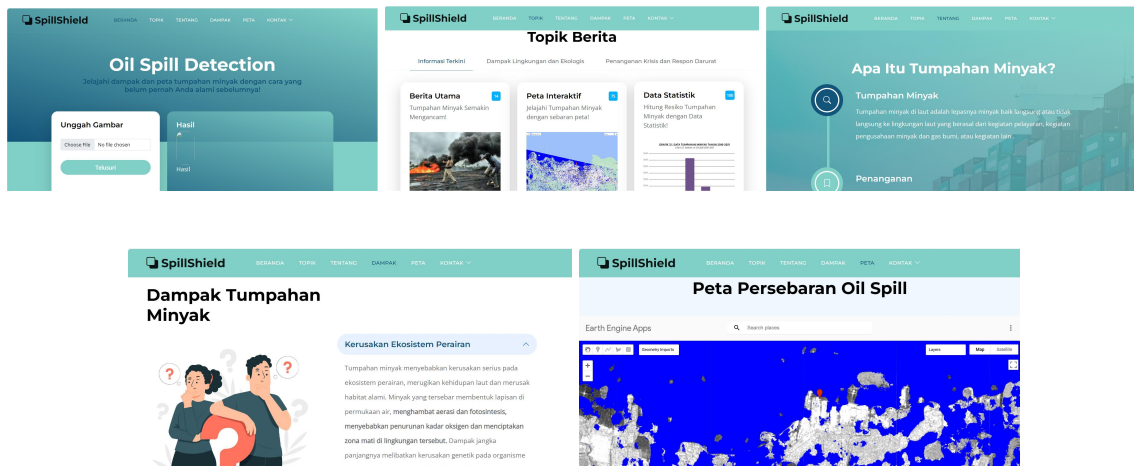
mengenali dan memahami pola serta fitur yang terkait dengan citra tumpahan minyak (oil spill) dan citra tanpa tumpahan minyak (non-oil spill). Dengan demikian, model CNN dapat memprediksi dengan tepat klasifikasi gambar ke dalam salah satu kelompok tersebut, menghasilkan respons yang akurat dan handal dalam mendeteksi tumpahan minyak pada citra satelit. Keberhasilan ini menegaskan efektivitas model CNN, khususnya dengan arsitektur VGG16, sebagai alat yang andal untuk tugas deteksi dan klasifikasi tumpahan minyak dalam lingkungan maritim.



Gambar 6. Test model prediksi dengan upload gambar di arsitektur

Dengan hasil yang memuaskan dari pengujian gambar pada model CNN dengan arsitektur VGG16, dapat disimpulkan bahwa model mampu dengan akurat mendeteksi apakah suatu gambar termasuk dalam kategori oil spill atau non-oil spill. Pengguna dapat berpartisipasi secara interaktif dalam proses ini dengan memasukkan gambar baru, dan model akan memberikan prediksi sejalan dengan klasifikasi yang telah dipelajari dari data train yang telah dilatih sebelumnya. Prosedur ini memungkinkan pengguna untuk secara real-time mengevaluasi dampak tumpahan minyak pada citra yang dimiliki, mendukung kebutuhan pemantauan lingkungan secara efektif. Dengan demikian, implementasi model CNN pada arsitektur VGG16 tidak hanya menawarkan hasil yang memuaskan secara keseluruhan, tetapi juga memberikan antarmuka yang intuitif bagi pengguna untuk memprediksi dan mengklasifikasikan gambar dengan mudah dan efisien.

Langkah-langkah yang telah dijelaskan sebelumnya memberikan landasan penting bagi upaya penelitian ini. Dengan memahami arsitektur CNN VGG16 dan hasil uji coba model dalam mendeteksi tumpahan minyak, peneliti melangkah lebih jauh untuk menjembatani kesenjangan pengetahuan dan memberikan kontribusi positif bagi masyarakat. Dalam konteks ini, sumber masalah utama yang diangkat adalah tumpahan minyak, yang telah lama menjadi ancaman serius terhadap ekosistem laut. Untuk memitigasi dampaknya, peneliti bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada masyarakat luas mengenai bentuk tumpahan minyak di laut dan sebarannya secara real-time. Dengan memanfaatkan teknologi Google Earth Engine, peneliti mengembangkan website bernama SpillShield yang tidak hanya memberikan informasi terkait tumpahan minyak namun juga memungkinkan akses langsung untuk melihat sebaran tumpahan minyak secara real-time. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap dampak tumpahan minyak dan mempercepat respons dalam penanganannya.



Gambar 7. Website SpillShield

Website SpillShield menjadi inovasi yang sigap dalam memberikan informasi aktual kepada masyarakat, menggabungkan kecanggihan teknologi dan kepedulian terhadap lingkungan. Melalui platform ini, diharapkan masyarakat dapat memahami secara lebih mendalam tentang dampak tumpahan minyak dan berkontribusi dalam upaya perlindungan terhadap ekosistem laut. Selain itu, keberadaan SpillShield juga memberikan solusi praktis dalam mendukung upaya pemantauan secara real-time, sehingga potensi kerusakan akibat tumpahan minyak dapat diidentifikasi lebih cepat dan tindakan respons dapat diambil dengan lebih efisien. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya menjadi kontribusi ilmiah, tetapi juga upaya nyata dalam mendukung edukasi dan mitigasi dampak tumpahan minyak pada lingkungan laut.

Antarmuka yang ramah pengguna bukan hanya sekadar aspek estetika, tetapi juga memiliki peran krusial dalam memudahkan pengguna memahami dan menerima informasi terkait tumpahan minyak. Kehadiran fitur-fitur antarmuka yang intuitif dan responsif pada platform SpillShield memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan data secara efisien, menjadikan proses penyampaian informasi lebih dapat dipahami oleh berbagai lapisan masyarakat. Dengan tampilan yang bersahabat, pengguna dapat dengan mudah menjelajahi sebaran tumpahan minyak secara real-time, memperoleh pemahaman mendalam tentang jenis dan skala tumpahan, serta mendapatkan informasi terkait dampak lingkungan dan upaya penanggulangan yang telah dilakukan.

BAB IV KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian ini telah membawa kontribusi yang berharga dalam pemahaman, deteksi, dan respons terhadap tumpahan minyak di lingkungan laut. Penggunaan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), khususnya dengan model VGG16, telah terbukti efektif dalam memproses citra satelit dan mengenali tumpahan minyak dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Proses pelatihan model dengan dataset yang cermat dan representatif menciptakan landasan yang kuat untuk prediksi real-time terkait tumpahan minyak.

Selain itu, inovasi SpillShield sebagai platform informasi tumpahan minyak memberikan dimensi baru dalam upaya edukasi dan pemantauan. Antarmuka yang ramah pengguna pada website tersebut menjembatani kesenjangan antara kompleksitas data dan pemahaman masyarakat, memfasilitasi akses yang mudah dan menyajikan informasi secara menarik. Langkah ini bukan hanya menciptakan keberlanjutan dalam pemantauan tumpahan minyak, tetapi juga mengajak partisipasi aktif masyarakat dalam upaya konservasi lingkungan.

oleh karena itu, perlunya pengintegrasian teknologi canggih dengan pendekatan edukatif untuk mengatasi tantangan lingkungan seperti tumpahan minyak. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang tumpahan minyak dan respons yang lebih cepat melalui inovasi seperti SpillShield, diharapkan kita dapat membangun masa depan yang lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan laut kita.

BAB V

REFERENSI

Rahmawati, S., Agustini, R. K., & Efritadewi, A. (2023). Analisis Dampak Serta Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan Bintan. *Aufklarung: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, 3(4), 1-8.

Priyatna, M., Sutanto, A., Hidayat, T., Al Khudri, A., Effendy, I., Komaruddin, R., & Wijaya, S. K. (2019, July). Pengembangan Sistem Diseminasi Informasi Tumpahan Minyak Berbasis Layanan Web Geospasial. In *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2019* (pp. 366-372). Pusfatja LAPAN.

HUSAIN, B. H. APLIKASI MONITORING PEMBUANGAN MINYAK (OIL BILGE) ILEGAL MENGGUNAKAN SATELIT SYNTHETIC APERTURE RADAR SENTINEL 1A SIARAN DATA DAN SISTEM IDENTIFIKASI OTOMATIS (AIS) KAPAL LAUT DI SELAT SUNDA, PROVINSI BANTEN, INDONESIA Oleh.

Fadilurrahman, A. Z., Attamami, A. A., & Akrimah, Y. A. U. (2022). Pemantauan Kebocoran Minyak (Oil Spill) dengan Metode Remote Sensing Berbasis Google Earth Engine Di Laut Lhokseumawe. *KIST UIN SUKA*, 1(1), 27-33.