



MODEL DETEKSI DAN PENGINTAIAN KAPAL PERANG PADA CITRA SATELIT BERBASIS YOLOv11

Hanif Noer Rofiq^{1*}

¹Direktorat Jenderal Kekayaan Negara, Kementerian Keuangan
hanif.noer94@gmail.com^{1*}

Aditya Dimas Cahyaputra²

²Denkesyah Cirebon, Kesehatan Dearah Militer (Kesdam) III/Siliwangi
adit_lee@yahoo.com²

ABSTRAK

Sebagai negara kepulauan dengan wilayah maritim yang luas, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menjaga kedaulatan wilayahnya dari ancaman keamanan, seperti aktivitas militer asing dan pelanggaran teritorial. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi kapal perang berbasis kecerdasan buatan menggunakan citra satelit, yang dapat memperkuat kemampuan pengawasan teritorial laut Indonesia. Algoritma YOLOv11 dilatih menggunakan dataset ShipRSImageNet dengan empat optimiser yang berbeda dan dievaluasi menggunakan metrik mAP50-95, serta diuji pada citra satelit Sentinel-2 dan Google Maps. Hasil menunjukkan bahwa optimiser Stochastic Gradient Descent (SGD) memberikan kinerja terbaik dengan nilai mAP50-95 sebesar 0.649 pada data validasi dan 0.610 pada data tes. Pengujian manual pada citra satelit Sentinel-2 dan Google Maps menunjukkan pengaruh dari kualitas citra satelit yang digunakan dimana citra satelit dari google maps yang memiliki resolusi spatial lebih tinggi dapat meningkatkan kinerja model untuk mendeteksi kapal perang.

Kata-kunci: Citra Satelit; Keamanan Wilayah Laut; Kecerdasan Buatan.

A YOLOv11 BASED MODEL FOR WARSHIP DETECTION AND RECONNAISSANCE IN SATELLITE IMAGERY

ABSTRACT

As an archipelagic nation with extensive maritime territory, Indonesia faces significant challenges in maintaining sovereignty against security threats such as foreign military activities and territorial breaches. This study aims to develop an artificial intelligence-based model for warship detection using satellite imagery to enhance national maritime surveillance capabilities. The model employs the YOLOv11 algorithm, trained on the ShipRSImageNet dataset using four different optimisers and evaluated using the mAP50-95 metric. Then manual testing was conducted on Sentinel-2 and Google Maps satellite images. Results show that YOLOv11 trained with the Stochastic Gradient Descent (SGD) optimiser achieves the best performance, with a mAP50-95 score of 0.649 on validation data and 0.610 on test data. Manual testing on Sentinel-2 and Google Maps satellite imagery demonstrates the impact of satellite image quality, with the higher spatial resolution of Google Maps imagery improving the model's performance in detecting warships.

Keywords: Artificial Intelligence; Maritime Security; Satellite Imagery.

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan dengan wilayah maritim yang strategis, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menjaga kedaulatan dan keamanan nasional, karena wilayah yang harus diawasi sangat luas. Mengingat dua pertiga dari wilayah Indonesia adalah lautan, potensi ancaman terbesar terhadap keamanan nasional datang dari wilayah maritim. Posisi geografis Indonesia yang strategis, menjadi salah satu jalur perdagangan internasional dan wilayah perairan penting yang kaya akan sumber daya alam, membuat Indonesia rentan terhadap berbagai ancaman, termasuk aktivitas militer asing, penyelundupan, dan pelanggaran batas teritorial. Oleh karena itu, memperkuat pertahanan maritim menjadi prioritas utama untuk menjaga kedaulatan dan stabilitas keamanan nasional.

Luasnya wilayah laut Indonesia membuat pengawasan konvensional menjadi tidak efektif jika dilakukan secara menyeluruh. Dalam hal ini, pengamatan dari udara melalui pesawat pengintai, drone, dan satelit menjadi pendekatan yang paling efisien. Teknologi ini memungkinkan pemantauan dalam skala luas dengan waktu yang lebih singkat, serta memberikan kemampuan untuk mendeteksi ancaman dengan lebih cepat dan akurat, terutama dalam mengidentifikasi pergerakan kapal yang mencurigakan di wilayah yang sulit dijangkau kapal patroli.

Dengan cakupan wilayah perairan yang begitu luas, TNI Angkatan Udara menghadapi tantangan signifikan dalam hal pengawasan udara (air surveillance) yang meliputi seluruh wilayah Indonesia (HAERULLOH & MARTANI, 2023). Selain itu, radar pantai yang ada saat ini belum

cukup optimal dalam memberikan deteksi menyeluruh (Pramahendarta, 2023). Lebih jauh lagi, pengawasan terhadap kapal perang asing yang beroperasi di sekitar wilayah Indonesia menjadi sangat penting dalam menjaga kesiapsiagaan menghadapi potensi ancaman keamanan nasional. Untuk menjembatani keterbatasan ini, penggunaan citra satelit muncul sebagai alternatif solusi potensial, di mana teknologi satelit dapat berperan penting dalam meningkatkan efektivitas pengawasan teritorial Indonesia di udara, laut, dan darat. Teknologi satelit dapat menjadi salah satu elemen kunci pengamatan dan pengintaian karena kemampuannya dalam mencakup area yang sangat luas.

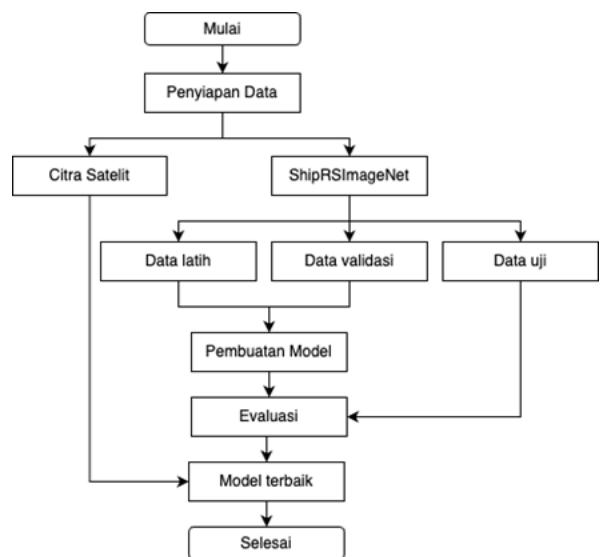
Seiring kemajuan teknologi seperti kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), deteksi otomatis terhadap objek militer maupun non-militer melalui citra satelit kini semakin mudah untuk dilakukan. Kecerdasan buatan adalah studi yang berfokus pada pengembangan sistem cerdas yang dapat menjalankan tugas yang memerlukan kecerdasan manusia (C. Zhang & Lu, 2021). Kecerdasan buatan diperkirakan akan memberikan dampak signifikan terhadap manusia seperti penemuan mesin uap, listrik dan internet (Howard, 2019). Pemanfaatan kecerdasan buatan untuk tujuan militer bukanlah hal baru, telah terdapat banyak upaya untuk memanfaatkan kecerdasan buatan dalam pengawasan, pengintaian, evaluasi ancaman, peperangan ranjau bawah laut, keamanan siber, analisis intelijen, komando dan kontrol, serta pendidikan dan pelatihan (Svenmarck et al., 2018). Negara-negara seperti Tiongkok dan Rusia, bersama dengan aktor negara dan non-negara lainnya, secara agresif meningkatkan kapabilitas militer mereka pada kecerdasan buatan

(Morgan et al., 2020) terutama untuk tujuan meningkatkan kemampuan intelijen militer (King, 2024).

Pengamatan citra satelit secara manual akan memakan banyak waktu dan sangat tidak efisien, sehingga penerapan kecerdasan buatan untuk membantu dalam pengamatan dan pengintaian dapat mempercepat analisis serta pengambilan keputusan, yang pada akhirnya memperkuat stabilitas keamanan nasional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model deteksi kapal perang berbasis kecerdasan buatan menggunakan citra satelit, serta mengidentifikasi potensi penerapannya dalam mendukung pengembangan sistem pengawasan wilayah Indonesia yang lebih canggih guna memperkuat operasi intelijen, mendukung perencanaan strategis dalam menjaga stabilitas dan keamanan nasional.

METODE PENELITIAN

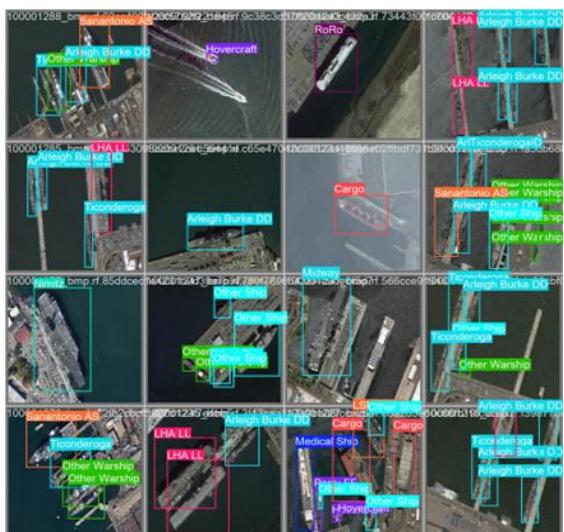
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang dapat mendeteksi kapal perang dengan menggunakan YOLO11, You Only Look Once (YOLO) adalah salah satu algoritma yang populer digunakan untuk mendeteksi objek (Jiang et al., 2022) yang mana hal ini sangat relevan dalam penelitian ini, yaitu untuk mendeteksi kapal perang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini tergambar pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1 Penyiapan Data

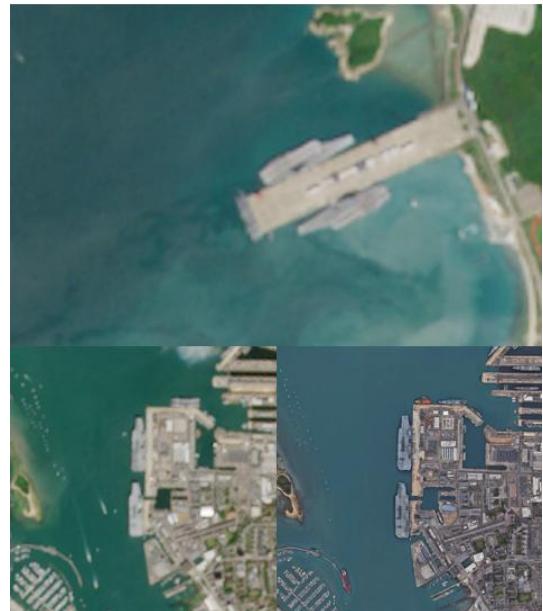
Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari ShipRSImageNet (Z. Zhang et al., 2021), dalam dataset terdapat berbagai kategori kapal sipil seperti yacht, kargo hingga kapal perang seperti kapal perusak (destroyer class) hingga kapal induk yang dapat dideteksi, selain itu dataset ini juga terdapat empat level hirarki dari 0 sampai 3 dimana dalam penelitian ini menggunakan level 3 yang terdapat 50 tipe kapal. Karena dataset hanya tersedia dalam format COCO dan VOC, maka perlu dilakukan penyesuaian kedalam format YOLO serta dilakukan penyesuaian terhadap ukuran gambar yang ada dari dataset menjadi 640 pixel. Kemudian dataset dibagi menjadi 70% untuk data latih, 15% untuk data validasi dan 15% untuk data uji. Sehingga jumlah dataset yang semula sebanyak 2746 menjadi terbagi sejumlah 1922 data latih, 412 data validasi dan 412 data uji.



Gambar 2. Contoh dataset yang digunakan

Selain itu, citra satelit juga disiapkan untuk menguji model yang telah dibuat untuk menilai kinerja model. Adapun citra satelit yang disiapkan adalah citra satelit tanggal 8 oktober 2024 dari Sentinel-2 di lokasi Sanya Naval Base dengan latitude 18.18613 dan longitude 109.55841. Pada koordinat ini terdapat dua kapal induk milik Tiongkok yaitu CNS Liaoning dan CNS Shandong (Chan, 2024). Selain itu, disiapkan juga citra satelit tanggal 13 Agustus 2024 dari Sentinel-2 di lokasi Portsmouth Naval Base dengan latitude 50.80357 dan longitude -1.10967. Pada koordinat ini terdapat HMS Prince of Wales (Webb, 2024) dan HMS Queen Elizabeth (Williams, 2024). Pada lokasi Portsmouth Naval Base juga ditambah citra satelit yang diambil dari google maps pada tanggal 22 Oktober 2024 karena citra satelit pada google maps lebih tajam dibanding Sentinel-2, hal ini juga dilakukan untuk menguji kinerja model pada objek yang sama namun dengan kualitas citra satelit yang berbeda. Namun, citra satelit dari google maps tidak dapat dikonfirmasi tanggal berapa citra satelit tersebut diambil, namun objek pengamatan utama berupa

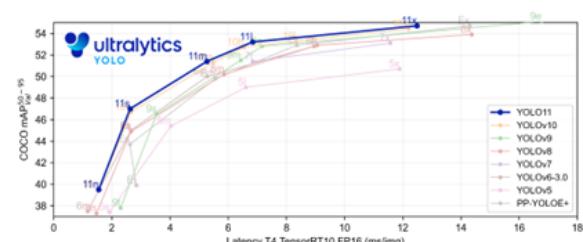
HMS Prince of Wales dan HMS Queen Elizabeth masih terlihat dari citra satelit yang diambil dari google maps sebagaimana gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Citra satelit Sentinel-2 dan Google Maps

2.2 Pembuatan Model

Untuk membuat model kecerdasan buatan yang dapat mendeteksi kapal perang, digunakan algoritma YOLO, lebih spesifik algoritma yang digunakan adalah YOLOv1. YOLO pertama kali dikenalkan pada tahun 2015 (Redmon et al., 2016) dan hingga saat ini masih terus berkembang dengan versi terakhir adalah YOLOv11 yang memiliki performa jauh lebih baik dari versi pendahulunya (Jocher et al., 2024).



Gambar 4. Perbandingan Kinerja YOLO

(Sumber: Joucher, et al., 2024)

Dalam membuat model kecerdasan buatan yang dapat mendeteksi kapal perang, penulis melatih YOLO11 small (YOLO11s) dengan beberapa optimizer berupa Adaptive Moment Estimation (Adam) (Kingma & Ba, 2014), Adam with decoupled weight decay (AdamW) (Loshchilov & Hutter, 2017), Stochastic Gradient Descent (SGD) (Robbins & Monro, 1951) dan RMSProp (Tieleman & Hinton, 2012) karena masing-masing optimizer memiliki karakteristik yang berbeda dalam proses pelatihan model dan akan mempengaruhi kinerja dan hasil dari model deteksi kapal yang dihasilkan. Adapun YOLO11s (small) dipilih karena mempertimbangkan waktu pelatihan model dan *computational power* yang dimiliki oleh penulis.

2.3 Evaluasi

Model kecerdasan buatan yang telah dibuat diukur dengan menggunakan mAP50-95 untuk membandingkan kinerja antar model yang telah dibuat, dan model terbaik dipilih berdasarkan nilai mAP50-95 tertinggi dari masing masing model. mAP50-95 atau Mean Average Precision at IoU thresholds from 50% to 95% adalah salah satu metrik evaluasi yang sering digunakan untuk mengukur kinerja model deteksi objek. Metrik ini menghitung rata-rata presisi (Average Precision - AP) pada berbagai nilai IoU (Intersection over Union) yang berbeda, mulai dari 50% hingga 95% dengan kenaikan sebesar 5%. Dimana IoU merupakan perbandingan antara area yang diidentifikasi oleh model sebagai objek dengan area sebenarnya dari objek tersebut.

Selain itu dilakukan uji manual model yang telah dibuat pada citra satelit Sentinel-2 dan Google Maps yang

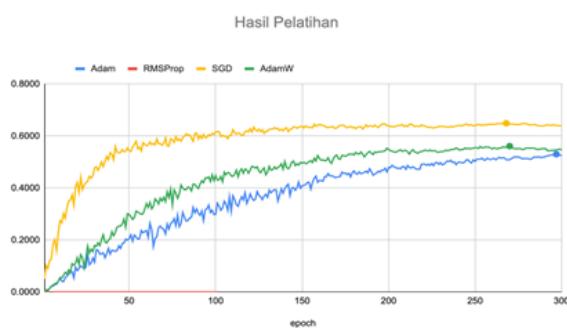
memuat objek pengamatan utama berupa kapal induk pada dua lokasi yang berbeda. Lokasi pertama adalah Sanya Naval Base dengan objek pengamatan utama berupa CNS Liaoning dan CNS Shandong dan lokasi kedua pada Portsmouth Naval Base dengan objek pengamatan utama berupa HMS Prince of Wales dan HMS Queen Elizabeth. Empat kapal induk diatas tidak terdaftar pada dataset yang digunakan untuk melatih model, sehingga dapat dijadikan penilaian mengenai kemampuan model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis kapal perang yang belum diketahui datanya.

2.4 Environment dan Parameter Pelatihan

Dalam melatih model yang digunakan dalam penelitian ini, digunakan komputer dengan spesifikasi Intel Core i7-12700, 32GB ram dan RTX 3070 8GB dengan python versi 3.9.20, pytorch versi 2.4.1 dan CUDA versi 11.8. Setiap percobaan menggunakan batch size 16 dan dijalankan maksimal 300 epochs dan akan berhenti jika dalam 100 epoch tidak ada peningkatan performa saat pelatihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pelatihan yang dilakukan dengan membandingkan empat optimisasi berbeda (Adam, AdamW, RMSProp, dan SGD) untuk melatih model deteksi kapal terangkum pada Gambar 5.

**Gambar 5.** Grafik Hasil Pelatihan

Berdasarkan grafik hasil pelatihan (Gambar 4), terlihat perbedaan yang signifikan antara empat algoritma optimizer yang digunakan, yakni Adam, AdamW, RMSProp, dan SGD. Pelatihan model yang menggunakan optimizer SGD menunjukkan performa terbaik dibanding semua optimiser yang diuji dengan peningkatan yang signifikan pada awal pelatihan hingga mencapai stabilitas setelah sekitar 150 epoch. Kurva ini menunjukkan tren peningkatan yang lebih cepat dan lebih stabil dibandingkan optimizer lainnya, dengan capaian mAP50-95 yang paling tinggi sebesar 0.649 pada epoch ke 268, mencerminkan akurasi deteksi yang baik. AdamW juga memperlihatkan kinerja yang cukup baik, dengan peningkatan performa yang lebih cepat daripada Adam di awal pelatihan. Meskipun demikian, setelah 200 epoch, grafik AdamW mendatar, mengindikasikan bahwa optimiser ini tidak dapat mengalahkan performa SGD dan mAP50-95 tertinggi yang dihasilkan adalah 0.561 pada epoch ke 270. Sementara itu Adam menunjukkan tren peningkatan yang lebih lambat dengan fluktuasi performa yang lebih besar. Namun, untuk kinerja Adam hingga akhir batas pelatihan pada epoch ke 300, Adam tetap menunjukkan peningkatan dengan nilai mAP50-95 tertinggi tercapai pada epoch 297 sebesar 0.530 yang mana nilai ini lebih rendah jika

dibandingkan dengan AdamW dan SGD. Sebaliknya, RMSProp gagal menunjukkan peningkatan performa sama sekali. Kurva RMSProp datar sepanjang pelatihan, mengindikasikan bahwa model tidak mampu belajar dari data dan gagal dalam meningkatkan kemampuan deteksi objek yang diinginkan sehingga pelatihan berhenti di epoch ke 100.

Tabel 1. Hasil Pelatihan

Optimiser	Lama Waktu (jam)	mAP50-95	mAP50-95 validasi
Adam	1.99	0.530	0.465
AdamW	21.91	0.561	0.520
RMSProp	1.24	0.000	0.000
SGD	2.07	0.649	0.610

Melihat hasil Tabel 1 diatas, tabel mAP50-95 memperkuat hasil tersebut dengan menunjukkan angka spesifik dari performa terbaik tiap optimizer. SGD, dengan waktu pelatihan 2.07 jam, menghasilkan mAP50-95 validasi sebesar 0.649 dan pada data tes sebesar 0.610, menandakan akurasi deteksi terbaik di antara semua algoritma. AdamW, meskipun memerlukan waktu pelatihan yang jauh lebih lama yaitu 21.91 jam, berhasil mencapai mAP50-95 validasi 0.561 dan mAP50-95 tes 0.520, yang masih lebih tinggi dibandingkan Adam.

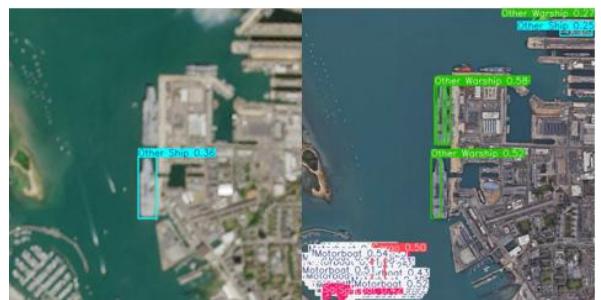
Adam, dengan waktu pelatihan yang paling cepat yaitu 1.99 jam untuk 300 epochs, mencapai mAP50-95 validasi 0.530 dan mAP50-95 tes 0.465, yang menunjukkan performa moderat. Sementara itu, RMSProp, meskipun membutuhkan waktu pelatihan selama 1.24 jam untuk 100 epochs tanpa adanya nilai mAP50-95 yang berarti,

mengindikasikan bahwa optimizer ini tidak efektif untuk digunakan pada dataset ini.



Gambar 6. Hasil deteksi objek pada Sanya Naval Base

Lebih lanjut, model terbaik yaitu YOLO11s yang dilatih dengan menggunakan optimizer SGD diuji pada citra satelit Sentinel-2 pada Sanya Naval Base dengan objek pengamatan utama berupa kapal induk . Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 6, dimana model yang telah dibuat mengklasifikasikan objek yang tidak dikenali berupa Other Warship, di mana klasifikasi ini kurang tepat karena seharusnya model mengklasifikasikan objek tersebut sebagai Other Aircraft Carrier. Namun, kesalahan ini masih dapat ditoleransi mengingat model yang digunakan adalah YOLO11 versi kecil (small), yang tetap mampu mengklasifikasikan objek sebagai kapal perang, bukan sebagai kapal sipil. Kemampuan untuk membedakan antara kapal sipil dan militer sangat penting dalam konteks ini.



Gambar 7. Hasil deteksi objek pada Portsmouth Naval Base

Selanjutnya, model juga diuji pada lokasi Portsmouth Naval Base dengan objek pengamatan utama berupa HMS Prince of Wales dan HMS Queen Elizabeth dengan menggunakan dua jenis citra satelit yang berbeda. Hasil pengujian pada citra satelit di Portsmouth Naval Base dapat dilihat pada Gambar 7 dimana gambar sebelah kiri adalah hasil deteksi objek pada citra satelit Sentinel-2 dan gambar sebelah kanan adalah hasil deteksi objek pada citra satelit Google Maps. Hasil pengujian menggunakan citra satelit Sentinel-2 menunjukkan bahwa kinerja model masih kurang memuaskan, karena model hanya mampu mendeteksi satu objek dari dua objek utama yang diamati. Selain itu, model melakukan kesalahan klasifikasi dengan mengidentifikasi kapal induk sebagai kapal lain (other ship) dan gagal mendeteksi kapal induk kedua. Sebaliknya, ketika model diuji menggunakan citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi, seperti pada citra satelit dari Google Maps, hasil pengujian menunjukkan peningkatan performa. Model mampu mendeteksi dua kapal induk sebagai kapal perang lainnya (other warship) dengan lebih akurat. Selain itu, citra Google Maps ini juga memuat objek lain yang signifikan, yaitu sebuah kapal kargo di bagian kiri bawah gambar, yang berhasil dideteksi

dan diklasifikasikan dengan benar oleh model sebagai kapal kargo. Model juga mampu mendeteksi kapal-kapal kecil lainnya sebagai motorboat. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas citra satelit yang digunakan memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja model yang dikembangkan. Selain kualitas gambar, aspek lain yang dapat ditingkatkan adalah kualitas data pelatihan, mengingat dataset yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup sebagian kecil kapal perang.

SIMPULAN

Kemampuan model kecerdasan buatan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis kapal dengan cepat dan akurat, serta membedakan kapal militer dari kapal sipil, sangat penting bagi intelijen militer. Penggunaan model ini dapat mempercepat deteksi ancaman dan memungkinkan tindakan preventif yang lebih cepat dan efektif di wilayah perairan Indonesia yang luas. Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa optimizer SGD memberikan performa terbaik, dengan capaian mAP50-95 sebesar 0.649 pada data validasi dan 0.610 pada data tes. Hasil ini menandakan bahwa pemilihan optimasi yang tepat dapat memberikan peningkatan signifikan dalam akurasi deteksi objek serta efisiensi waktu pelatihan model.

Dari pengujian menggunakan citra satelit Sentinel-2 dan Google Maps, ditemukan bahwa kualitas citra satelit sangat mempengaruhi kinerja model. Pada citra satelit dengan resolusi lebih rendah (Sentinel-2), model mengalami kesulitan dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek secara akurat. Sebaliknya, ketika citra satelit resolusi

tinggi (Google Maps) digunakan, model menunjukkan peningkatan akurasi deteksi, termasuk dalam mengidentifikasi dua kapal induk dan objek lain seperti kapal kargo dan motorboat. Hal ini mengindikasikan bahwa model deteksi berbasis kecerdasan buatan membutuhkan citra satelit berkualitas tinggi untuk mencapai hasil optimal.

Selain itu, keterbatasan dataset yang digunakan dalam penelitian ini juga mempengaruhi kinerja model. Dataset yang hanya mencakup sebagian kecil kapal perang membuat model kurang mampu mendeteksi variasi objek yang lebih luas. Oleh karena itu, Penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan data latih yang mencakup berbagai jenis kapal perang serta menggunakan model YOLO11 yang lebih baik, seperti YOLO11x untuk meningkatkan akurasi model dalam mendeteksi kapal perang di berbagai kondisi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi antara penggunaan algoritma optimasi yang tepat dan citra satelit beresolusi tinggi dapat secara signifikan meningkatkan akurasi deteksi kapal perang. Penelitian ini juga membuktikan bahwa pengamatan dan pengintaian kapal perang melalui citra satelit adalah mungkin untuk dilakukan. Temuan ini memiliki implikasi penting bagi pengembangan sistem pengawasan maritim yang lebih canggih, yang berpotensi mendukung operasi intelijen dan keamanan maritim di Indonesia secara lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Chan, R. (2024, October 9). Rare Satellite Photo Captures Two Chinese Aircraft Carriers in Same Frame. *Newsweek*.
<https://www.newsweek.com/china-news-rare-satellite-photo-captures-two-aircraft-carriers-same-frame-1966140>
- HAERULLOH, A. A. L. I., & MARTANI, R. F. (2023). ANALISIS GEOPOLITIK ABAD 21 DI INDO-PASIFIK DAN PERSIAPAN INDONESIA DALAM MENYIKAPI KONFLIK DI LAUT CINA SELATAN. *Jurnal Lemhannas RI*, 11(3).
<https://doi.org/10.55960/jlri.v11i3.479>
- Howard, J. (2019). Artificial intelligence: Implications for the future of work. *American Journal of Industrial Medicine*, 62(11), 917–926.
<https://doi.org/10.1002/ajim.23037>
- Jiang, P., Ergu, D., Liu, F., Cai, Y., & Ma, B. (2022). A Review of Yolo Algorithm Developments. *Procedia Computer Science*, 199, 1066–1073.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.135>
- Jocher, G., Qiu, J., & Chaurasia, A. (2024). Ultralytics YOLO (11.0.0).
<https://ultralytics.com>
- King, A. (2024). Digital Targeting: Artificial Intelligence, Data, and Military Intelligence. *Journal of Global Security Studies*, 9(2).
<https://doi.org/10.1093/jogss/oga009>
- Kingma, D., & Ba, J. (2014). Adam: A Method for Stochastic Optimization. *International Conference on Learning Representations*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1412.6980>
- Loshchilov, I., & Hutter, F. (2017). Decoupled Weight Decay Regularization. *International Conference on Learning Representations (ICLR 2019)*.
- Morgan, F. E., Boudreaux, B., Lohn, A. J., Ashby, M., Curriden, C., Klma, K., & Grossman, D. (2020). Military Applications of Artificial Intelligence: Ethical Concerns in an Uncertain World. *RAND Corporation*.
<https://doi.org/10.7249/RR3139-1>
- Pramahendarta, H. (2023). ANALISIS INTEROPERABILITY AIR & MARITIME SURVEILLANCE SYSTEM DALAM OPERASI KEAMANAN LAUT GABUNGAN TNI AL-TNI AU DI PERAIRAN INDONESIA. *UJoST- Universal Journal of Science and Technology*, 2(2), 45–57.
<https://doi.org/10.11111/uost.v2i2.125>
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779–788.
<https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- Robbins, H., & Monro, S. (1951). A Stochastic Approximation Method. *The Annals of Mathematical Statistics*, 22(3), 400–407.
<http://www.jstor.org/stable/2236626>
- Svenmarck, P., Luotsinen, L. J., Nilsson, M., & Schubert, J. (2018). Possibilities and Challenges for Artificial Intelligence in Military Applications.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:161054489>
- Tieleman, T., & Hinton, G. (2012). Lecture 6.5-rmsprop: Divide the gradient by a running average of its recent magnitude. *COURSERA: Neural Networks for Machine Learning*, 4(2), 26.
- Webb, F. (2024, September 20). Watch: Royal Navy carrier HMS Prince of Wales returns to Portsmouth as loved ones gather to see her. *National World Publishing*.
<https://www.portsmouth.co.uk/ne>

[ws/defence/royal-navy-hms-prince-of-wales-returns-home-portsmouth-4790398](https://www.portsmouth.co.uk/news/defence/royal-navy-hms-prince-of-wales-returns-home-portsmouth-4790398)

Williams, J. (2024, October 20). HMS Queen Elizabeth to depart Portsmouth - find out when. National World Publishing. <https://www.portsmouth.co.uk/news/defence/hms-queen-elizabeth-to-depart-portsmouth-find-out-when-4831616>

Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>

Zhang, Z., Zhang, L., Wang, Y., Feng, P., & He, R. (2021). ShipRSImageNet: A Large-Scale Fine-Grained Dataset for Ship Detection in High-Resolution Optical Remote Sensing Images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 8458–8472. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3104230>