

# PENGEMBANGAN DATASET WILAYAH PESISIR BERBASIS CITRA FOTO UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) DI KECAMATAN BULELENG

I Wayan Treman<sup>a</sup>, I Gede Yudi Wisnawa<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Penginderaan Jauh  
Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial, Universitas Pendidikan Ganesha  
email: [wayan.treman@undiksha.ac.id](mailto:wayan.treman@undiksha.ac.id)

## ABSTRACT

*This research aims to identify and develop a coastal area dataset on UAV (Unmanned Aerial Vehicle) imagery. In accordance with Law No. 27 of 2007 concerning the management of coastal areas and small islands, coastal areas have been defined as transitional areas between land and sea ecosystems which are determined by 12 miles of territorial boundaries towards the water and district/city boundaries towards the interior. Buleleng Regency with its capital, Singaraja, which is in the Buleleng District area, is a city located in a coastal area, with a beach length of around 144 kilometers, so the city government is very serious about utilizing this coastal area to become an important area such as tourism, fisheries, cultivation and ports. Proper management of coastal areas is very important so that their use is sustainable. Accurate data and information is needed in making decisions or policies related to the management of coastal areas. However, data and information regarding the coast is still very lacking considering the large area and some locations are difficult to reach. The technology that can be used to record coastal data is a UAV which is capable of producing high resolution photo images, is flexible, easy to carry, and can be used at any time. This research was carried out to produce a UAV photo image object segmentation system for developing coastal area datasets with directions for its use. The method used in this research is the ADDIE method (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Based on the results of recordings from UAVs and trials on photo images that can be used in the object identification process, namely in the form of a Fishing Boat Dataset and a Coastline Dataset with a trial model using a Deep Learning Convolutional Neural Network. The fishing boat dataset is located in shallow coastal waters so that the surrounding environment can be identified such as coral reefs, water depth, water clarity, and also the basic substrate which can make it easier to provide directions for the use of these water areas. The Coastline Dataset which is located between coastal waters and coastal land areas, can be identified as beach sand, trees, buildings around coastal areas which can provide direction for the development of the surrounding area.*

**Keywords:** UAV, coast, dataset.

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengembangkan dataset wilayah pesisir pada citra UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Sesuai UU No.27 tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, wilayah pesisir telah didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara ekosistem daratan dan laut yang ditentukan oleh 12 mil batas wilayah ke arah perairan dan batas kabupaten/kota ke arah pedalaman. Kabupaten Buleleng dengan ibukotanya Singaraja yang berada pada wilayah Kecamatan Buleleng merupakan salah satu kota yang berada di daerah pesisir, dengan panjang pantai sekitar 144 kilometer, sehingga Pemerintah kota sangat serius memanfaatkan wilayah pesisir ini menjadi Kawasan penting seperti pariwisata, perikanan, budidaya dan Pelabuhan. Pengelolaan wilayah pesisir yang tepat menjadi sangat penting agar pemanfaatannya berkelanjutan. Data dan informasi yang akurat sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan terkait dengan pengelolaan wilayah pesisir tersebut. Meskipun demikian, data dan informasi mengenai pesisir masih sangat kurang mengingat wilayah yang luas dan beberapa lokasi sulit dijangkau. Teknologi yang bisa digunakan untuk perekaman data pesisir adalah UAV yang mampu menghasilkan citra foto dengan resolusi tinggi, fleksibel, perangkat mudah dibawa, dapat dilakukan setiap saat. Penelitian ini dilaksanakan menghasilkan sistem segmentasi objek citra foto UAV untuk pengembangan dataset wilayah pesisir dengan arahan pemanfaatannya. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Berdasarkan hasil perekaman dari UAV dan uji coba pada citra foto yang dapat digunakan dalam proses identifikasi objek yaitu dalam bentuk Dataset Perahu Nelayan dan Dataset Garis Pantai dengan model uji coba menggunakan Deep Learning Convolutional

Neutral Network. Dataset Perahu Nelayan berada pada daerah perairan pesisir yang dangkal sehingga dapat teridentifikasi lingkungan sekitarnya seperti terumbu karang, kedalaman air, kejernihan air, dan juga substrat dasar yang dapat memudahkan memudahkan untuk memberikan arahan pemanfaatan terhadap daerah perairan tersebut. Dataset Garis Pantai yang berada diantara daerah perairan pantai dan daerah daratan pesisir, dapat teridentifikasi seperti pasir pantai, pepohonan, bangunan sekitar wilayah pesisir yang dapat memberikan arah pengembangan daerah sekitarnya.

**Kata kunci:** *UAV, pesisir, dataset.*

## **1. Pendahuluan**

Wilayah pesisir merupakan daerah pertemuan antara darat laut, kearah darat meliputi bagian daratan baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut meliputi bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia didarat seperti penggundulan hutan, dan pencemaran (Dahuri et al, 2001).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor : KEP.10/MEN/2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir terpadu, Wilayah Pesisir didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang saling berinteraksi, dimana kea rah laut 12 mil dari garis pantai untuk propinsi dan sepertiga dari wilayah laut itu (kewenangan propinsi) untuk kabupaten/kota dan ke arah darat batas administrasi kabupaten/kota.

Indonesia merupakan negara maritim dengan memiliki 327 Kabupaten/kota yang berada di wilayah pesisir sehingga sebagian besar konsentrasi penduduk berada di wilayah pesisir [Prayudha, B., 2018]. Kabupaten Buleleng dengan ibukotanya Singaraja yang berada pada wilayah Kecamatan Buleleng merupakan salah satu kota yang berada di daerah pesisir, dengan panjang pantai sekitar 144 kilometer, sehingga Pemerintah kota

sangat serius memanfaatkan wilayah pesisir ini menjadi Kawasan penting seperti pariwisata, perikanan, budidaya dan Pelabuhan.

Pengelolaan wilayah pesisir yang tepat menjadi sangat penting agar pemanfaatannya berkelanjutan. Data dan informasi yang akurat sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan terkait dengan pengelolaan wilayah pesisir tersebut. Meskipun demikian, data dan informasi mengenai pesisir masih sangat kurang mengingat wilayah yang luas dan beberapa lokasi sulit dijangkau. Wilayah pesisir tidak seluruhnya dapat terjangkau dengan mudah karena tidak semua memiliki akses masuk ke daerah tersebut. Selain kesulitan akses, permasalahan yang ada terkait lingkungan pada daerah pesisir juga menjadi perhatian yang penting. Salah satu permasalahannya adalah pemutihan terumbu karang. Pemutihan pada terumbu karang disebabkan peningkatan suhu air lantaran adanya dua arus air hangat. Kondisi itu diperparah oleh perubahan iklim akibat ulah manusia mengingat laut menyerap 93% peningkatan panas bumi. Pemutihan terjadi ketika terumbu stress dan kehilangan alga atau dikenal zooxanthellae. Pada wilayah sekitar pesisir pantai memiliki banyak objek baik itu yang terdapat pada daratan maupun berada pada daerah pantai/laut. Objek yang terdapat pada wilayah sekitar pesisir dapat di lihat lebih jelas dari atas. Gambar citra udara wilayah pesisir pantai ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 1 Citra Udara Wilayah Pesisir Pantai

Teknologi yang dapat digunakan dalam melakukan perekaman daerah pesisir dari atas adalah penginderaan jauh. Penginderaan jauh saat ini menggunakan wahana satelit, biaya yang relatif mahal dan tidak bisa dilakukan setiap saat. Teknologi lain yang bisa digunakan untuk perekaman adalah UAV (Unmanned Aerial Vehicle) yang mampu menghasilkan citra dengan resolusi tinggi, fleksibel, perangkat mudah dibawa, tidak terbatas cuaca dan awan yang tebal. UAV terdiri dari dari rotari wing dan fixed wing. Fixed wing memiliki kelebihan terbuat dari struktur yang lebih sederhana, sehingga perawatan dan perbaikannya tidak begitu sulit serta biaya yang dikeluarkan tidak terlalu besar. Wahana juga lebih aerodinamis sehingga memiliki flight time lebih lama dengan kecepatan tinggi sehingga dapat memetakan area survei yang lebih luas. Hasil dari UAV adalah citra udara yang dapat digunakan dalam proses identifikasi dan segmentasi objek.

Segmentasi objek secara otomatis (Automatic Object Segmentation) merupakan proses segmentasi objek yang terdapat pada citra foto UAV, dalam hal ini dapat berupa terumbu karang, garis pantai, perahu, manusia, ikan ukuran besar, bangunan sekitar wilayah pesisir. Pada penelitian ini diajukan penerapan UAV

dalam melakukan segmentasi objek secara otomatis objek yang berada pada wilayah pesisir. Hasil segmentasi objek secara otomatis sehingga bisa dimanfaatkan dalam monitoring dan pengontrolan objek yang berada pada wilayah pesisir. Perkembangan UAV banyak digunakan pada implementasi pemetaan wilayah kota dan wilayah pesisir (Hodgson A, Kelly N, Peel D, 2013) (Fiori, L, 2017) (Ventura, D.; Bonifazi, A.; Gravina, M.F.; Belluscio, A.; Ardizzone, G, 2018). Dalam melakukan segmentasi objek, salah satu metode segmentasi objek pada citra digital dapat menggunakan metode Deep Learning. Metode Deep Learning yang banyak digunakan dalam segmentasi objek adalah Convolution Neural Network (CNN) (Pangestu, 2020).

Berdasarkan permasalahan yang diangkat, maka tujuan penelitian ini adalah Merancang prosedur Identifikasi Dataset wilayah pesisir melalui citra foto Unmanned Aerial Vehicle (UAV) di Kecamatan Buleleng dan Pemetaan arahan pengembangan dataset wilayah pesisir pada citra foto Unmanned Aerial Vehicle (UAV) di Kecamatan Buleleng.

## **2. Metode**

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini adalah UAV dengan model

Multirotor yang sudah dilengkapi dengan perangkat pengambilan Video, Photo dan sistem First Person View (FPV). Perangkat pengolahan dan analisis data menggunakan PC dengan Spesifikasi Core i7 dan VGA Nvidia RTX.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Training Dataset dan Testing Dataset. Data penelitian ini merupakan citra foto UAV pada wilayah pesisir. Berdasarkan Citra Foto akan diidentifikasi dataset wilayah pesisir dengan melakukan klasifikasi terhadap objek spasial pada wilayah pesisir tersebut. Setelah diidentifikasi langkah berikutnya penyusunan peta arahan terhadap objek spasial wilayah pesisir sebagai hasil dari proses interpretasi dari citra foto UAV. Resolusi citra yang digunakan adalah 1920x1080 piksel. Pembuatan dataset merupakan bagian dari penelitian ini. Perbandingan jumlah dataset Training dan Testing adalah 75% : 25%.

Penelitian segmentasi objek pada citra foto Unmanned Aerial Vehicle (UAV) wilayah pesisir berbasis deep learning merupakan penelitian dasar yang akan dilaksanakan selama 1 tahun. Kajian yang diharapkan dihasilkan adalah hasil pengujian metode dan prosedur segmentasi citra UAV wilayah pesisir berbasis deep learning. Dalam melakukan penelitian diperlukan mengembangkan perangkat dan sistem yang akan dikembangkan dengan metode pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Penelitian menghasilkan sistem segmentasi objek citra foto UAV. Pada tahapan analisis, dilakukan analisis terhadap kebutuhan sistem berupa kebutuhan software dan hardware. Pada tahap design akan dilakukan perancangan sistem dan pemilihan algoritma yang akan digunakan dalam melakukan segmentasi

objek. Pada tahap development akan dilakukan implementasi algoritma dan coding. Pada tahap implementation akan dilakukan penerapan sistem segmentasi objek dengan menggunakan data uji coba. Pada tahapan ini terdiri dari tahapan training dan tahapan testing. Tahapan training dataset merupakan tahapan melakukan training/pelatihan pada dataset Training. Training akan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Deep Learning. Arsitektur CNN yang digunakan adalah arsitektur untuk melakukan semantic segmentation sehingga segmentasi dilakukan pada level piksel. Arsitektur CNN Unet dan Mask RCNN akan digunakan dalam melakukan Training dataset. Hasil dari tahapan ini adalah model dari jaringan Unet dan Mask RCNN yang sudah mengandung bobot terlatih. Model ini akan digunakan dalam melakukan uji coba/testing pada Testing dataset.

Tahapan Testing dataset merupakan tahapan pengujian terhadap model yang dihasilkan pada tahap Training dataset dengan menggunakan Testing dataset. Pada tahapan ini akan diuji hasil segmentasi pada model yang digunakan. Untuk mengevaluasi kinerja suatu sistem klasifikasi dapat dihitung menggunakan confusion matrix (F-measure). Matriks ini menyajikan hasil prediksi dari sistem dan kondisi aktualnya. Untuk mewakili hasil proses klasifikasi oleh suatu sistem, menggunakan empat parameter, di antaranya yaitu True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN). TP adalah data positif dan terprediksi benar oleh sistem. Sementara FN, data asli berupa positif dan terprediksi sebagai data negatif. F-measure atau yang sering dikenal juga sebagai F1 akan mengukur pada bagian akurasi (accuracy), precision, recall, dan specificity.

Akurasi merupakan tingkat kedekatan antara nilai prediksi terhadap nilai kenyataan. Sedangkan precision merupakan tingkat ketepatan antara informasi yang diminta dengan jawaban yang diberikan oleh sistem sebagaimana ditulis oleh Hasugian (2006), Powers (2007). Recall merupakan tingkat kemampuan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi yang relevan. F-measure merupakan perhitungan evaluasi dalam dalam informasi retrieval (temu kembali) yang mengkombinasikan recall dan precision. Adapun nilai precision, recall, specificity, accuracy dan Fmeasure dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{TP}{TP+FP}$$
$$R = \frac{TP}{TP+FN}$$
$$S = \frac{TN}{TN+FP}$$
$$A = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$
$$F1 = \frac{2 \cdot P \cdot R}{P+R}$$

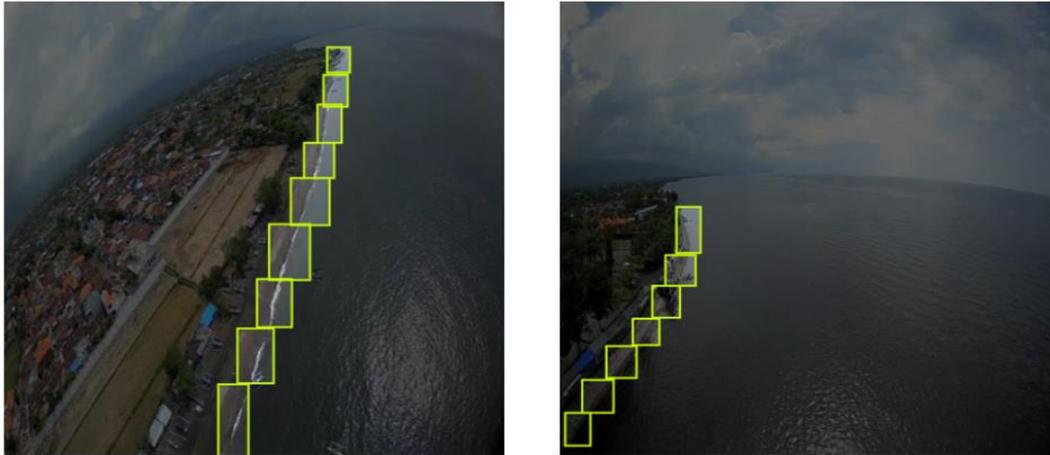
Di mana : P adalah precision, R adalah recall, S adalah specificity, A adalah akurasi, dan F1 adalah F-measure.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Sampai saat ini hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah dua buah dataset dan uji coba pada dataset tersebut. Dataset yang sudah terbentuk adalah dataset Perahu Nelayan dan dataset Garis Pantai. Pada dataset tersebut telah dilakukan uji coba deteksi objek dengan menggunakan Deep Learning Convolutional Neural Network dengan arsitektur YoloV5. Contoh citra dan bounding box yang digunakan dalam dataset Perahu Nelayan dapat dilihat pada Gamba Dataset perahu dan dataset Garis Pantai.



Gambar 2 Dataset Perahu Nelayan



Gambar 3 Dataset Garis Pantai

Dataset perahu nelayan terdiri dari 100 citra yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu citra training sebanyak 80 citra, validasi sebanyak 10 citra dan testing sebanyak 10 citra. Citra yang diperoleh dari proses akuisisi data adalah 1920 x 1080 piksel. Citra tersebut dirubah ukurannya menjadi 416x416 piksel untuk mengurangi proses komputasi. Citra yang dihasilkan adalah

citra yang mengandung perahu nelayan. Label yang dinakan pada proses labeling adalah perahu Nelayan. Setiap citra yang diperoleh akan memiliki pasangan file teks yang berisi informasi dari bounding box yang diperoleh dari proses pelabelan. Contoh citra dan koordinat hasil pelabelan ditunjukkan pada Gambar berikut.



```
File Edit Format View Help
|16 0.241587 0.688702 0.170673 0.127404
```

Gambar 4 Contoh Citra dan Koordinat Hasil Pelabelan

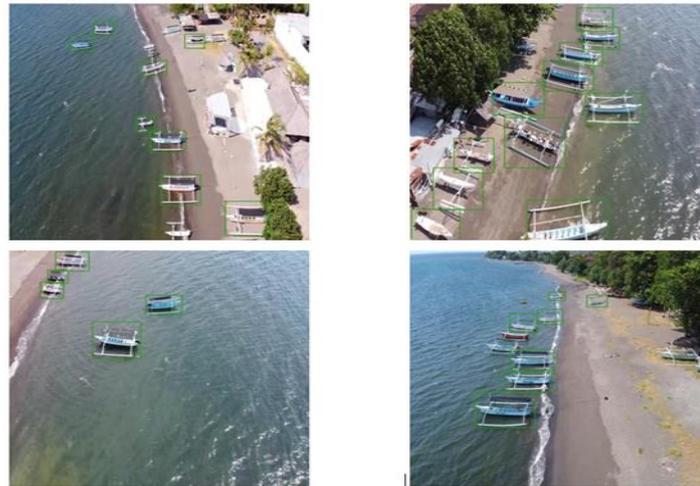
Setelah dilakukan proses pelabelan kemudian dilakukan proses training. Training dilakukan dengan menggunakan

500 epoch. Hasil proses training Perahu Nelayan.

0/499	1.82G	0.1156	0.05314	0	0.1687	137	416	0.005102	0.2632	0.003219	0.0006739	0.103	0.04276	0
1/499	1.8G	0.1133	0.05208	0	0.1654	132	416	0.009692	0.3333	0.005353	0.0009348	0.0998	0.04483	0
2/499	1.8G	0.111	0.05178	0	0.1628	142	416	0.01275	0.4386	0.007127	0.001103	0.09678	0.04686	0
3/499	1.8G	0.1096	0.0639	0	0.1735	173	416	0.01071	0.3684	0.004891	0.0009014	0.09422	0.04857	0
4/499	1.8G	0.1061	0.05554	0	0.1616	131	416	0.01071	0.3684	0.004615	0.0008673	0.09227	0.04986	0
5/499	1.8G	0.1056	0.06761	0	0.1732	176	416	0.01122	0.386	0.009233	0.001826	0.09023	0.05114	0
-----														
496/499	1.8G	0.02948	0.0283	0	0.05778	121	416	0.9167	0.9648	0.9835	0.6688	0.02679	0.02393	0
497/499	1.8G	0.02831	0.02917	0	0.05748	156	416	0.9815	0.9288	0.9839	0.6622	0.02687	0.02353	0
498/499	1.8G	0.02825	0.03045	0	0.0587	147	416	0.9473	0.9468	0.9837	0.6381	0.02863	0.025	0
499/499	1.8G	0.03037	0.02741	0	0.05778	143	416	0.9308	0.9474	0.9838	0.6307	0.02921	0.02526	0

Gambar 5 Hasil Proses Training Perahu Nelayan

Hasil deteksi bounding box pada citra testing ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 6 Hasil Deteksi Bounding Box Pada Dataset Testing

Dataset Garis Pantai terdiri dari 236 citra yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu citra training sebanyak 196 citra, validasi sebanyak 20 citra dan testing sebanyak 10 citra. Citra yang diperoleh dari proses akuisisi data adalah 1920 x 1080 piksel. Citra tersebut dirubah ukurannya menjadi 416 x 416 piksel untuk mengurangi proses komputasi. Citra yang dihasilkan adalah

citra yang mengandung Garis Pantai. Label yang dinakan pada proses labeling adalah Pesisir. Setiap citra yang diperoleh akan memiliki pasangan file teks yang berisi informasi dari bounding box yang diperoleh dari proses pelabelan. Contoh citra dan koordinat hasil pelabelan ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 7 Hasil identifikasi objek

Berdasarkan metode identifikasi objek di atas terdapat dua dataset pokok yang sudah dihasilkan yaitu dataset perahu nelayan dan dataset garis pantai. Kedua dataset tersebut dilakukan dengan uji coba

deteksi objek menggunakan Deep Learning Convolutional Neural Network. Akan terlihat jelas pada gambar 19 citra hasil perekaman UAV menampilkan kedua dataset dengan jelas.



Gambar 8 Citra Foto UAV dataset pesisir dan sekitarnya

Dataset perahu nelayan yang berada pada daerah perairan pantai yang dangkal dapat mengidentifikasi komponen perairan dangkal seperti terumbu karang, kedalaman air, kejernihan air dan substrat dasar. Komponen-komponen tersebut dapat digunakan sebagai indikator dalam arahan pemanfaatan daerah perairan untuk peruntukan tertentu yang dapat meningkatkan kesejahteraan penduduk sekitar pesisir. Arahan tersebut diantaranya seperti untuk keramba ikan kerapu, budidaya rumput laut, wisata bahari, dan yang lainnya.

Dataset garis pantai yang berada diantara perairan pantai dan daratan pesisir dapat mengidentifikasi pasir pantai, pepohonan, bangunan di sekitar wilayah pesisir. Komponen-komponen ini dapat dimanfaatkan sebagai parameter dalam arahan pengembangan wilayah di sekitar pesisir untuk peningkatan manfaat wilayah bagi masyarakat sekitar pesisir. Arahan pengembangan wilayah ini seperti membangun dermaga, pengalengan ikan, pasar ikan dan sebagainya.

#### **4. Simpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bagian sebelumnya dengan menggunakan metode deteksi objek Bounding Box, dapat

disimpulkan bahwa telah dihasilkan dua buah dataset yaitu dataset Perahu Nelayan dan dataset Garis Pantai. Dataset Perahu Nelayan dapat mengidentifikasi komponen pada daerah perairan dangkal seperti terumbu karang, kedalaman air, kejernihan air, dan substrat dasar sebagai indikator dalam memberikan arahan pemanfaatan daerah perairan tersebut. Dataset Gari Pantai mengidentifikasi daerah perbatasan perairan pantai dengan daratan pesisir yang meliputi komponen pasir pantai, pepohonan dan bangunan sekitar wilayah pesisir dapat memberikan arahan pengembangan pemanfaatan daerah pesisir. Metode yang diusulkan mampu melakukan deteksi objek berupa bounding box pada dataset Perahu Nelayan dan dataset Garis pantai.

Pada tahap berikutnya akan dilakukan tahap segmentasi pada dataset perahu nelayan dan dataset garis pantai dengan pemetaan arahannya. Hal ini dimaksudkan dapat memberikan arti penting terhadap dataset yang sudah disegmentasi sehingga memiliki daya guna bagi masyarakat sekitar. Metode yang bisa digunakan adalah metode deep learning dengan arsitektur Unet, Mask RCNN.

**Daftar Rujukan**

- Danoedoro, Projo, 2012, Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Andi Yogyakarta. ISBN: 978-979-29-
- Dapper e Silva, T.; Cabreira, V.; De Freitas, E.P. Development and Testing of a Low-Cost Instrumentation Platform for Fixed-Wing UAV Performance Analysis. *Drones* 2018, 2, 19
- Darmawiguna, Santyadiputra, Sunarya, 2017, perancangan prototipe perangkat c-uav (courier unmanned aerial vehicle) berbasis GPS, Seminar Nasional Riset Inovatif 2017, ISBN: 978-602-6428-11-0
- Ekosafitri, K, H., 2017, Pengembangan Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah Berdasarkan Infrastruktur Daerah: Studi Kasus Kabupaten Jepara, *Journal of Regional and Rural Development Planning*, ISSN 2549-3922 EISSN 2549-3930
- Fiori, L, 2017, The Use of Unmanned Aerial Systems in Marine Mammal Research, *Remote sens*, 9, 543; doi:10.3390/rs9060543
- Prayudha, B., 2018, Potensi Pemanfaatan Drone Untuk Penyediaan Data Wilayah Pesisir, *Oseana*, Vol XLIII, No 1.
- Purwadhi, F. Sri Hardiyanti, Interpretasi Citra Digital, PT. Gramedia Widisarana Indonesia, Jakarta. 2001.
- Saroinsong, 2018, Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* vol. 7 no. 1
- Treman, I Wayan, Analisa Digital dan Sistem Informasi Geografis dalam Penentuan Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Rumput Laut pada Pantai Buleleng Bagian Barat, 2011. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 27 TAHUN 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, 2007