
PERUBAHAN KENAMPAKAN PANTAI AKIBAT PASANG SURUT MENGGUNAKAN UAV (Unmanned Aerial Vehicle) DI PERAIRAN PANTAI KAMAL KABUPATEN BANGKALAN

CHANGES IN THE COASTAGE OF THE BEACH DUE TO A SURFACE USING UAV (Unmanned Aerial Vehicle) IN KAMAL BEACH WATER BANGKALAN REGENCY

Syaman Hudi* dan Agus Romadhon

Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Kelautan dan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

*Corresponden author email: syaman.hudi98@gmail.com

Submitted: 15 September 2020 / Revised: 12 October 2020 / Accepted: 13 October 2020

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8554>

ABSTRAK

Perairan Kamal memiliki kondisi pantai cukup landai, apabila ketika air surut cukup panjang sehingga pasang surut air laut menggenangi wilayah pantai. Pasang surut air laut merupakan fluktuasi muka air yang dipengaruhi oleh benda astronomi terutama oleh bulan. Pemetaan pasang surut dapat dilakukan dengan memperhatikan rerata muka air laut. Perkembangan teknologi bidang geospasial dan penginderaan jauh memudahkan pekerjaan geospasial seperti pemetaan pasang surut menggunakan Metode Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Proses Pemetaan menggunakan Metode UAV dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kedalaman tergenang pasang surut, area pasang surut, dan uji planimetrik berdasarkan PERMEN Agraria/BPN No. 3 Tahun 1997. Hasil penelitian ini menunjukkan tahapan pengolahan data menghasilkan batimetri perairan Pantai Kamal pada kedalaman 0 sampai -8 meter. Area pasang surut air laut sebesar 9,0874 ha, lebar pantai ketika pasang 1,0465 ha, dan lebar pantai ketika surut 10,0896 ha. Uji ketelitian planimetrik jarak dengan 15 pengukuran objek memperoleh nilai sebesar 0,0803 cm dinyatakan memenuhi toleran dan uji ketelitian planimetrik luas dengan 10 pengukuran objek dinyatakan memenuhi toleran.

Kata Kunci : Pemetaan, Pasang Surut, UAV, Pantai Kamal

ABSTRACT

Kamal waters have a fairly gentle beach condition, if when the tide is long enough so that the tides of the sea inundate the coastal area. Tides are sea level fluctuations that are influenced by astronomical objects, especially by the moon. Tidal mapping can be done by taking into account the mean sea level. The development of geospatial technology and remote sensing facilitates geospatial work such as tidal mapping using the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Method. The mapping process using the UAV Method can be done quickly and accurately. This research was conducted to determine the depth of tidal inundation, tidal area, and planimetric test based on PERMEN Agraria / BPN No. 3 of 1997. The results of this study indicate the data processing stages produce bathymetry in the Kamal Coast waters at a depth of 0 to -8 meters. Tidal area of sea water is 9,0874 ha, beach width is at 1,0465 ha, and beach width is at 10,0896 ha. Distance planimetric accuracy test with 15 measurements of objects obtained a value of 0.0803 cm declared to meet the tolerant and extensive planimetric accuracy test with 10 measurements of objects declared to meet the tolerant.

Keywords: Mapping, Tides, UAV, Kamal Beach

PENDAHULUAN

Perairan Kamal merupakan perairan yang berada di dalam kawasan Selat Madura. Perairan Kamal merupakan perairan yang berada di Desa Kamal, Kecamatan Kamal,

Kabupaten Bangkalan. Perairan Kamal dimanfaatkan sebagai fasilitas transportasi yaitu terdapat pelabuhan penyebrangan. Adanya pelabuhan penyebrangan yaitu Pelabuhan Kamal menghubungkan antar

Kabupaten Bangkalan dengan Kota Surabaya (Akbarwati & Ariastita, 2013).

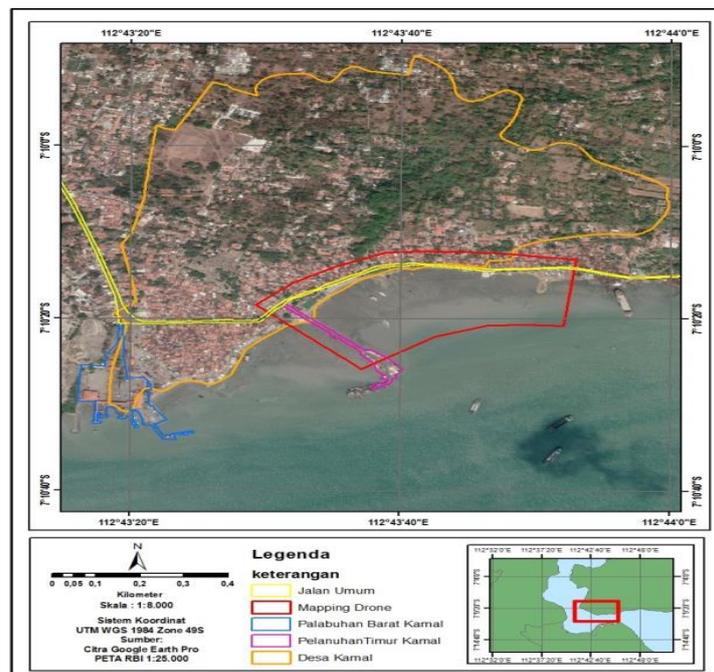
Perairan Kamal memiliki kondisi pantai cukup landai, apabila ketika surut cukup panjang dan ketika pasang cukup tinggi. Pemetaan pasang surut air laut dapat dilakukan dengan memperhatikan rerata muka air laut. Naik turunnya air laut terjadi perubahan setiap jam dan disebabkan oleh gaya tarik benda luar angkasa. Perkembangan teknologi bidang geospasial dan penginderaan jauh memudahkan pekerjaan geospasial seperti pemetaan pasang surut menggunakan Metode Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau pesawat tanpa awak. Proses pemetaan pasang surut air laut menggunakan Metode UAV dapat dilakukan dengan cepat dan hasil yang akurat. Kelebihan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yaitu dapat digunakan saat situasi resiko tinggi

seperti area yang tidak diakses manusia tanpa membahayakan manusia. Pesawat tanpa awak terbang pada ketinggian dibawah awan sehingga menghasilkan foto bebas awan (Subakti, 2017).

Oleh karena itu, perlu dilakukan pemetaan pasang surut air laut menggunakan metode UAV atau pesawat tanpa awak pada Pantai Kamal. Pantai Kamal memiliki nilai fungsi tinggi seperti pelabuhan. Pantai Kamal memiliki pasang surut cukup berpengaruh pada luas lebarnya pantai dan batimetri perairan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini berlokasi di Pantai Kamal Desa Kamal, Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2019-Februari 2020.



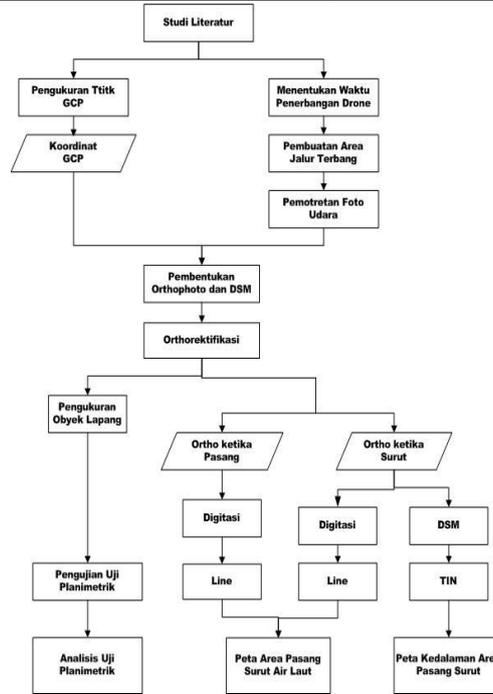
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Perairan Pantai Kamal, Bangkalan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Metode Observasi. Observasi merupakan aktivitas pengamatan dengan bantuan instrumen untuk merekam guna tujuan ilmiah atau lainnya (Morris, 1973 dalam Syamsudin, S 2014). Data primer adalah sumber data yang diperoleh secara langsung dari lapang. Hal tersebut dilakukan dengan Metode pesawat tanpa awak atau dikenal *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan pengukuran titik *Ground Control Point* (GCP). Metode UAV tersebut menghasilkan data berbentuk citra foto udara. Metode yang

dilakukan pengukuran titik *Ground Control Point* (GCP) yaitu Metode Statik dimana penentuan posisi dari titik-titik yang statik (diam). Bentuk implementasi metode statik adalah survei GNSS (*Global Navigation Satelit System*) untuk penentuan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan (Abidin, 2007 dalam Yuwono 2018).

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian dapat ditampilkan pada **gambar 2**.



Gambar 2. Prosedur Penelitian

Pengolahan Data Pengolahan Tipe Pasang Surut

Pengolahan data untuk mengetahui tipe pasang surut air laut menggunakan software Microsoft Excel dimana menggunakan Metode Admiralty. Pengolahan Metode Admiralty dengan memasukkan data pasang surut selama 15 hari sehingga menghasilkan nilai Bilangan Formzahl. Menurut Pariwono (1989) dalam Rampengan (2013) dalam rumus mencari bilangan Formzahl adalah:

$$F = (K1 + O1) / (M2 + S2)$$

Keterangan :

- F : Bilangan formzahl
- O1, K1 : Amplitudo pasang surut tunggal utama
- M2, S2 : Amplitudo pasang surut ganda utama

Dengan demikian, jika nilai F:

- $F \leq 0,25$: Pasang harian ganda
- $F \geq 3,00$: Pasang harian tunggal
- $0,25 < F < 1,50$: Pasang campuran condong kehariian ganda
- $1,50 < F < 3,00$: Pasang campuran condong harian tunggal

Pengolahan Titik Ground Control Point (GCP)

Titik GCP berfungsi sebagai titik acuan koreksi geometrik dimana citra foto udara menjadi lebih akurat. Data GCP diperoleh dari pengukuran secara langsung dilapang

sebanyak 6 titik pengukuran. Data yang sudah diperoleh masih berupa data mentah atau tidak bisa diolah. Kemudian data tersebut diolah di software *Trimble Business Centre* (TBC) 5.2. Software tersebut berfungsi sebagai menampilkan titik koordinat yang berisi data (X, Y, dan Z) dimana X dan Y ialah data secara Horizontal dan Z ialah data horizontal atau disebut elevasi.

Pengolahan Peta Kedalaman Tergenang Pasang Surut

Pengolahan peta kedalaman dilakukan di software Arcgis dengan melaout *Digital Elevasi Model* (DEM). Buka software ArcGis 10.4 kemudian masukkan data Peta DEM tersebut dan analisis "Kontur" dengan interval 1 meter. Analisis tersebut menghasilkan garis kontur kedalaman perairan kemudian melakukan proses analisis "Creat TIN". Kemudian hasil tersebut berupa bentuk 3 dimensi. *Triangulated Irregular Network* (TIN) hampir mirip dengan grid yang merupakan data digital memberikan informasi permukaan sebagai kesatuan yang berlanjut tanpa ada segitiga yang menampal (USGS 2010 dalam Arfaini, 2016).

Pengolahan Pemetaan Pasang Surut Air Laut

Pengolahan untuk mengetahui lebar pantai dilakukan di software Argis 10.4. Pengolahan diawali dengan memasukkan peta orthophoto waktu pasang dan waktu surut dilanjutkan

dengan membuat Shapefile dengan tipe polyline dengan koordinat WGS 1984 UTM Zone 49 S. Pengukuran dilakukan dengan cara digitasi pada wilayah batas air dan batas vegetasi di wilayah pantai.

Uji Ketelitian Planimetrik
Uji Ketelitian Planimetrik Jarak

Pengujian planimetrik jarak berpedoman pada Peraturan Menteri Agraria / Kepala Badan Pertahanan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Pengujian dengan tahap pertama menghitung nilai RMS jarak menggunakan rumus (Menteri Negara Agraria, 1997):

$$RMS_{\text{jarak}} = \sqrt{\frac{\sum(\Delta D - \Delta D \text{ rata - rata})^2}{n}}$$

Keterangan :

- ΔD = selisih jarak di foto dengan lapangan
- N = jumlah sampel jarak

Jarak yang digunakan pada perhitungan RMSjarak yaitu 11 sampel obyek pengukuran yang telah ditentukan. Selanjutnya melakukan perhitungan toleransi kesalahan planimetrik jarak pada rumus :

$$RMS_{\text{jarak}} \leq 0,3 \text{ mm} \times \text{skala peta}$$

Uji Ketelitian Planimetrik Luas

Standar uji ketelitian planimetrik luas berpedoman berdasarkan petunjuk teknis Peraturan Mmenteri Negara Agraria atau Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Uji

ketelitian luas dimulai dari menghitung luas objek pata peta dengan luas sebenarnya di lapang. Menghitung luas di lapang sebagai validasi data. Luas dihitung sebanyak 10 objek bidang yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan menghitung luas selisih di peta dengan luas di lapang. Selisih luas tersebut diuji menggunakan rumus toleransi kesalahan yaitu pada rumus:

$$T = \pm 0,5 \sqrt{L}$$

Keterangan :

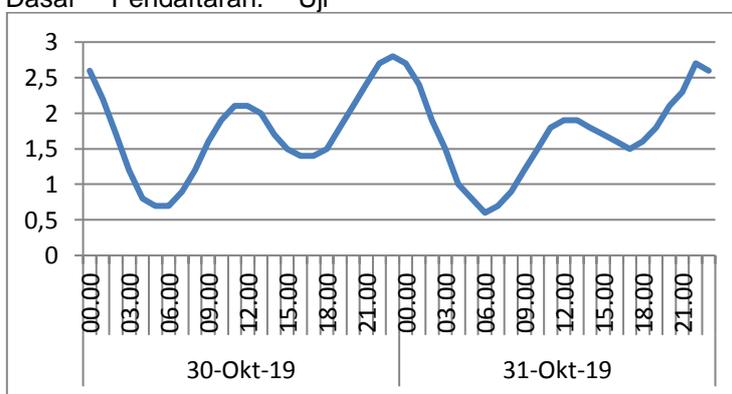
- T= Toleransi luas bidang tanah
- L= Rata-rata luas bidang tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekosistem pesisir dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pasang surut merupakan naik turunnya permukaan laut secara periodik pada interval waktu tertentu. Berdasarkan konstanta harmonik pasang surut dapat dianalisa menggunakan rumus Formzal sebagai berikut :

$$F = \frac{O1 + K1}{M2 + S2} + \frac{0,180 + 0,083}{0,240 + 0,410} = 0.405$$

Hasil perhitungan tersebut menggunakan rumus Formzahl diperoleh nilai 0,405 pada Bulan Oktober 2019. (Siswanto et al., 2010), tipe pasang surut di Pelabuhan Kamal sampai kaki Jembatan Suramadu, Kabupaten Bangkalan berdasarkan Metode Admiralty yaitu tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Hasil grafik tersebut dalam 15 hari dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik pasang surut di Pantai Kamal

Analisis Pembentukan Peta Pasang Surut

Mapping drone dilakukan dua kali pada waktu air surut dan air pasang, sertiap satu kali mapping membutuhkan waktu selama 14,3 menit dengan luas area 294.690 m². Pemotretan foto udara menghasilkan foto sebanyak 302 buah. Pengolahan dilakukan

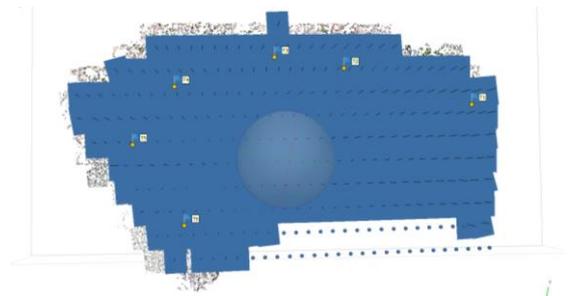
menggunakan bantuan software Argisof dengan menggabungkan data hasil pemotretan foto udara dengan data *Ground Control Point* (GCP) untuk memberikan hasil keakuratan dan elevasi perairan Pantai Kamal. Titik pengukuran *Ground Control Point* (GCP) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1.Titik Pengukuran Ground Control Point (GCP)

Titik	X	Y	Z
T1	691.169.169	9.207.032.479	3,345
T2	690.927.422	9.207.050.633	5,597
T3	690.806.172	9.207.048.150	4,856
T4	690.647.422	9.206.963.871	-0.099
T5	690.594.643	9.206.850.328	0,082
T6	690.706.678	9.206.728.443	4.154

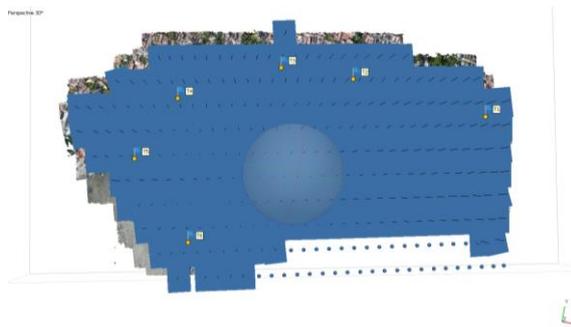
Pengolahan pertama dengan melakukan proses *Alignment* dimana untuk mengidentifikasi titik-titik yang berada disetiap masing-masing foto dan melakukan penyesuaian titik yang sama pada beberapa foto. Proses *Alignment* menghasilkan gambar membentuk *points cloud* pada foto-foto yang berkaitan dengan *overlap* dan *sidelap*. Hasil proses *Alignment* dapat dilihat pada **Gambar 4.**

Proses selanjutnya yaitu koreksi geometrik disebut *Tie Point*. *Tie Point* dilakukan dengan data GCP yang sebelumnya telah dilakukan pengukuran, selanjutnya melakukan identifikasi posisi GCP yang terlihat pada premark. Setelah melakukan *Tie Point* yang dilakukan berhasil maka selanjutnya adalah *Build Dense*.



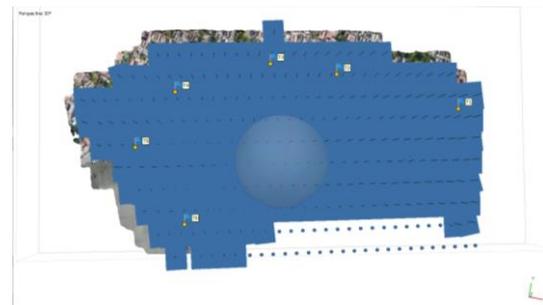
Gambar 4. Proses Alignment

Proses *Build Dense Cloud* merupakan proses rekonstruksi model tiga dimensi dari hasil pemotretan foto udara yang bertampalan. Proses ini nantinya dapat diolah secara lebih lanjut untuk menghasilkan data *Digital Elevasi Model (DEM)*. Hasil *Build Dense Cloud* pada **Gambar 5**. Proses selanjutnya memberikan *Build Texture*.



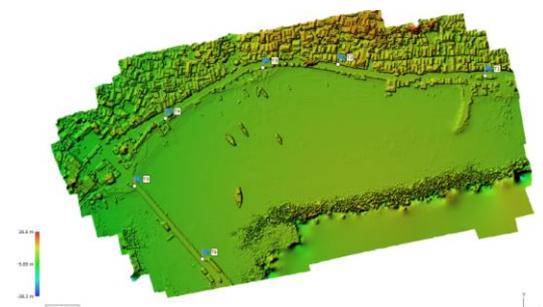
Gambar 5. Hasil Build Dense Cloud

Proses *Build Texture* dilakukan sebagai menghasilkan keseimbangan antara warna data foto udara dan tingkat kedetailan pada area pemotretan. Proses ini dilakukan agar kenampakan yang terlihat sebelum dilakukan penyatuan foto udara dapat dilihat lebih jelas. Hasilnya informasi dapat dimanfaatkan untuk membuat model 3 dimensi. Hasil proses *Build Texture* dapat dilihat pada **Gambar 6.**



Gambar 6. Hasil Build Texture

Pembentukan *Build DEM* untuk menggambarkan geometri permukaan bumi dari hasil penggabungan hasil pemotretan. Hasil proses *Build DEM* yaitu Peta DEM dapat memberikan informasi meliputi ketinggian pada setiap titik. Ketinggian tersebut ditampilkan dalam bentuk perbedaan warna. Hasil *Build DEM* dapat dilihat pada **Gambar 7.**



Gambar 7. Digital Elevasi Model (DEM)

Proses *Orthophoto* dilakukan setelah proses *Build DEM*. Proses *orthophoto* menghasilkan citra foto udara yang telah dikoreksi kesalahan geometrik menggunakan data GCP. Hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai analisa pemetaan dengan tingkat kedetailan cukup tinggi. Hasil proses *orthophoto* dapat dilihat pada **Gambar 8.**



Gambar 8. Hasil Orthophoto pada software Argisoft

Proses mozaik ini dalam pengolahan akan mempertimbangkan detail setiap foto sehingga menghasilkan orthophoto yang seimbang dari warna dan kedetailan. Hasil akuisisi mapping foto udara menggunakan UAV berupa foto udara dengan ukuran 400x300 cm dan memiliki resolusi 10 cm. Data tersebut memiliki nilai koordinat dan ketinggian disetiap foto. Hasil Nilai RMSE analisis citra drone tanpa menggunakan GCP dapat dilihat pada **Tabel 2.** dan hasil nilai RMSE analisis citra drone dengan menggunakan GCP dapat dilihat pada **Tabel 3.**

Tabel 2. Nilai RMSE analisis citra drone tanpa menggunakan GCP

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
2,69565	1,57736	8,02557	3,1234	8,61188

Hasil report software Argisoft citra foto udara sebelum terkoreksi pada Tabel 4.2 menunjukkan nilai RMSE sumbu X dan Y yaitu pada citra orthophoto atau citra yang horizontal memiliki nilai 3,1234 meter. Sumbu

Z pada hasil peta Digital Elevasi Model (DEM) atau peta yang vertikal memiliki nilai RMSE 8,02557 meter. Total eror yang diperoleh yaitu sebesar 8,6118 meter.

Tabel 3. Nilai RMSE analisis citra drone dengan menggunakan GCP

Jumlah titik	X error(m)	Y error(m)	Z error(m)	XY error(m)	Total error(m)
6	1,02322	1,40681	0,542157	1,73957	1,8221

Hasil report software argisoft citra foto udara setelah dikoreksi dengan koreksi titik ikat pengukuran titik ground control point (gcp) sebanyak 6 titik. Nilai RMSE sumbu X dan Y pada citra orthophoto atau citra yang horizontal bernilai 1,73957 meter. Nilai RMSE sumbu Z pada hasil peta *Digital Elevasi Model* (DEM) atau peta yang vertikal bernilai 0,542157 meter. Total eror yang diperoleh yaitu sebesar 1,802557 meter. Menurut Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Pembuatan Peta

Dasar Skala Besar. Lampiran I. Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Pembuatan Peta Dasar Kkala Besar dengan survei pemotretan udara menggunakan kamera metric 0,5 x nilai ketelitian peta. Nilai ketelitian peta dan metode perhitungan ketelitian produk mengacu pada SNI 8202, ketelitian peta dasar. Hasil citra terkoreksi dapat dikatakan lebih baik dari pada sebelum terkoreksi karena memiliki nilai eror atau RMSE lebih kecil. Hasil report eror atau RMSE setiap titik ikat pada pengolahan di software Argisof dapat dilihat pada **Tabel 4**

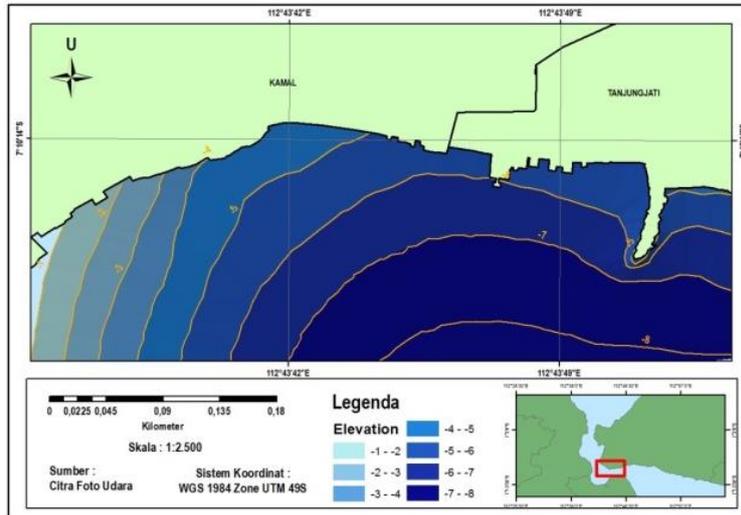
Tabel 4. RMSE Titik Kontrol

Label	X eror (m)	Y eror (m)	Z eror (m)	Total	Image (pix)
T1	0.785642	0.383457	0.18408	0.893397	1.756 (5)
T2	1.51655	0.554209	0.0865624	1.61696	2.168 (8)
T3	-0.997396	-2.22894	-0.579448	2.50973	1.980 (11)
T4	-1.43224	-1.30302	0.978561	2.16951	1.330 (12)
T5	0.455551	0.393369	-0.637732	0.876908	1.024 (12)
T6	-0.333258	2.1447	0.148944	2.17556	1.792 (13)
Total	1.02322	1.40681	0.542157	1.8221	1.678

Analisis Peta Kedalaman Tergenang Pasang Surut

Batimetri atau kedalaman laut adalah ukuran kedalaman perairan yang diukur dari

permukaan ke dasar perairan. Informasi batimetri tentang dasar laut ditampilkan di peta batimetri (Febrianto et al., 2015). Peta batimetri tergenang pasang surut di perairan Pantai Kamal dapat dilihat pada **Gambar 4.9**



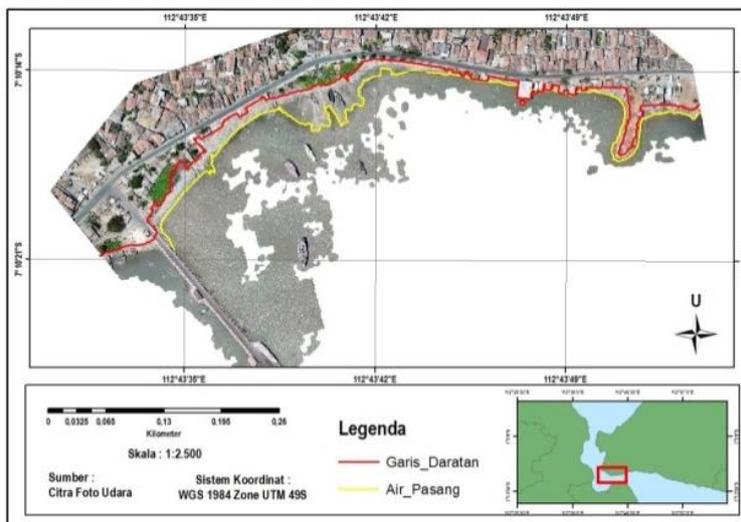
Gambar 9. Peta Kedalaman Area Tergenang Pasang Surut

Berdasarkan hasil analisa data, Peta Kedalaman area tergenang pasang surut di Perairan Pantai Kamal memiliki kedalaman berkisar 0 meter sampai -8 meter dengan interfal 1 meter. Interval menunjukkan selisih antara nilai kedalaman pada garis batimetri. Menurut (Wijayanto et al., 2017), pemetaan batimetri perencanaan pengerukan Pelabuhan Bena, Bali menggunakan alat *multibeam echosounder* dan pengolahan dengan metode TIN dimana sebagai penentuan volume pengerukan. Menurut (Arfaini & Handayani, 2016), dalam analisa data foto udara untuk

DEM paling baik ialah menggunakan metode TIN karena memiliki nilai RMSe yang kecil dari pada nilai RMSe pada metode IDW dan kriging.

Analisis Pemetaan Pasang Surut Air Laut Lebar Pantai Ketika Pasang dan Surut

Kenaikan air laut ketika pasang cukup tinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB dan kenaikan air laut ketika surut pada pukul 07.00 WIB. Hasil analisis berbentuk peta dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



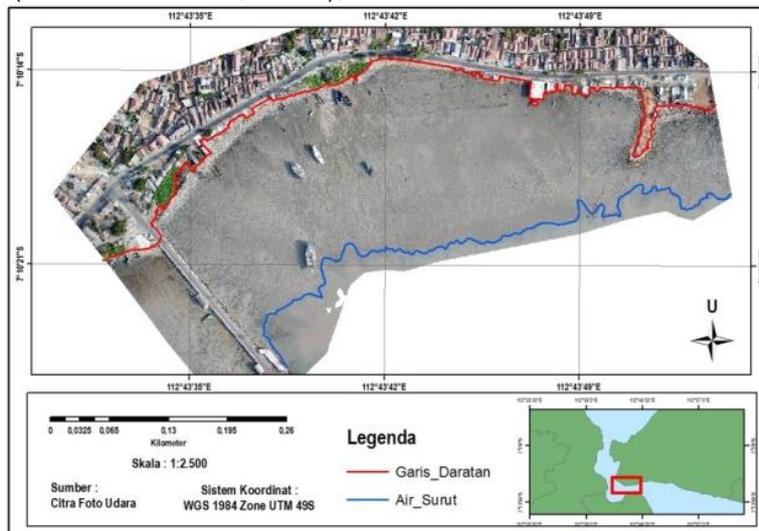
Gambar 10. Peta Kenaikan Air Pasang

Digitasi dilakukan sesuai bentuk lekukan air yang menyesuaikan topografi pantai. Menurut (Mahardika et al., 2015), proses digitasi pada analisis guna lahan bertujuan mengetahui luas, ketersediaan, dan sebaran ruang terbuka hijau dengan melihat kenampakan dari citra resolusi tinggi kemudian dilakukanya validasi lapang untuk memastikan kebenarannya. Dapat dilihat pada Gambar 10 peta kenaikan air laut

pasang, dimana kenaikan air laut pasang pada pukul 13.00 WIB dengan lebar pantai berkisar 25 meter dengan luas pantai ketika air pasang 1,0465 hektar. Pada Gambar 11 peta kenaikan air surut, dimana kenaikan air laut surut pada pukul 07.00 WIB dengan lebar pantai sekitar 170 meter dengan luas pantai 10,0896 hektar. Waktu yang dibutuhkan mulai dari air surut hingga pasang yaitu 6 jam.

Selisih luas pantai ketika air pasang dan air surut sebesar 9.0431 hektar. Kenaikan air setiap jam dengan rata-rata luas 1,5071 hektar. Menurut (Chasanah et al., 2017),

pengukuran lebar pantai yaitu diukur jarak antara vegetasi terakhir dari darat dengan batas air laut.

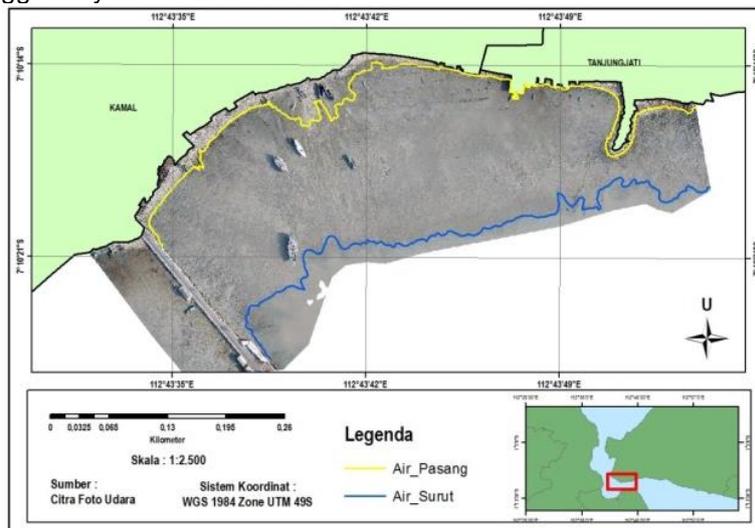


Gambar 11. Peta Kenaikan Air Surut

Area Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan fluktuasi muka air laut dipengaruhi oleh gaya tarik benda luar angkasa seperti matahari, bulan, dan planet. Pada **Gambar 12** wilayah pemetaan genangan pasang surut air laut. Wilayah yang tergenang oleh pasang surut memiliki luas sebesar 9,0874 hektare atau 90874 meter dengan waktu yang dibutuhkan untuk menggenangi wilayah tersebut selama

6 jam. Menurut (Irawan, 2016), pemetaan pasang surut air laut di Pulau Batam dengan membuat peta sebaran pasang surut di setiap titik lokasi penelitian dimana peta tersebut menampilkan grafik pasang surut disetiap lokasi pengamatan dan grafik pasang surut yang dihasilkan memiliki bentuk yang sama yaitu dua kali pasang tertinggi dan dua kali surut terendah berarti pasang surut di Pulau Batam bertipe pasang surut harian ganda.



Gambar 12. Area Pasang Surut

Uji Ketelitian Planimetrik Uji Ketelitian Jarak

Uji ketelitian jarak dilakukan pengukuran jarak pada objek di peta dengan pengukuran objek hasil validasi di lapang. Uji ketelitian luas

dilakukan menghitung luas pada objek dipeta dengan menghitung luas objek dilapang. Berikut beberapa hasil pemotretan dan validasi lapang untuk uji ketelitian jarak pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Validasi Lapang Uji Ketelitian Jarak

No	Nama Objek	Hasil Peta (cm)	Hasil Validasi (cm)	Selisih (cm)
1.	Lebar Jalan Dermaga	691,06	690	1,06
2.	Panjang Kotakan	120,25	120	0,21
3.	Lebar Kotakan	114,02	114	0,02
4.	Lebar Batas Jalan	42,33	42	0,33
5.	Panjang Beton Pembatas	100,09	100	0,09
6.	Panjang Beton	194,78	195	0,78
7.	Lebar Beton	100,41	100	0,41
8.	Lebar Trotoar	200,71	200	0,71
9.	Jarak antar pembatas	90,82	90	0,82
10.	Panjang taman	250,14	250	0,14
11.	Lebar taman	89,62	90	-0,38
12.	Lebar bak	100,7	101	-0,3
13.	Panjang bak	11,37	111	0,37
14.	Panjang bangunan	320,12	320	0,12
15.	Lebar bangunan	266,29	266	0,29
Rata-Rata Selisih				0,311

Hasil validasi lapang, diketahui bahwa masing-masing foto memiliki rata-rata selisih sebesar 0,311 cm. Dari hasil selisih sampel jarak tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Diketahui} \quad : \frac{\sum \Delta D}{n} = 0,311 \text{ cm}$$

Ditanya : RMS jarak?

Dijawab:

$$\begin{aligned} \text{RMSjarak} &= \sqrt{\frac{\sum (\Delta D - \Delta D \text{ rata-rata})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{0,933^2}{15}} \\ &= 0,0803 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan memperoleh nilai RMSE jarak 0,0803 cm, kemudian diuji dengan standar uji planimetrik jarak yang mengacu pada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertahanan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran dimana kesalahan planimetrik untuk peta skala 1:1000, 1:2.500 dan 1:10.000 dengan RMS jarak $\leq 0,3 \text{ mm} \times \text{skala peta}$. Penelitian ini pengujian dilakukan pada peta dengan skala 1:2.500. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dapat diterima dan memenuhi toleran ketelitian planimetrik jarak sesuai Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertahanan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian dengan hasil RMS jarak 0,0803 cm. Peta Dasar

Pendaftaran. Menurut (Akbar et al., 2014), selisih pemotretan disebabkan adanya beberapa faktor lain kondisi pesawat ketika berbelok sehingga terjadi kemiringan, besarnya pertampalan foto antara foto pertama dan foto kedua sebesar $\pm 80\%$.

Uji Ketelitian Luas

Uji ketelitian luas dilakukan menghitung luas pada objek dipeta dengan menghitung luas objek dilapang. Pengujian dilakukan dengan menghitung selisih dari sampel di peta dengan di lapang. Kemudian selisih luas tersebut diuji dengan nilai toleransi luas berdasarkan petunjuk teknis Peraturan Menteri Negara Agraria atau Kepala Badan Pertanahan Nasional No 3 Tahun 1997 pada rumus sebagai berikut:

$$T = \pm 0,5 \sqrt{L}$$

Keterangan :

T= Toleransi luas bidang tanah

L= Rata-rata luas bidang tanah

Berdasarkan rumus diatas, perhitungan dibuat dalam bentuk tabel berisikan perhitungan selisih luas antara pengukuran validasi lapang dan digitasi pada peta. Selisih tersebut kemudian dihitung apakah melebihi toleransi yang ditentukan. Berikut beberapa hasil hitungan dan validasi lapang uji ketelitian luas pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Hasil Validasi Lapang Uji Ketelitian Luas

No	Nama Objek	Luas di Peta (cm ²)	Luas Validasi (cm ²)	Luas Rata-rata (cm ²)	Selisih (cm ²)	Toleransi T=1/2√L	Keterangan
1.	Pembatas	4.635,17	4.700	4.667,58	-64,83	34,15	Diterima
2.	Bak	11.214,96	11.211	11.212,98	3,96	52,94	Diterima
3.	Bangunan 1	245.947,56	245.847	245.897,28	100,56	247,940	Diterima
4.	Bangunan 2	85.244,74	85.120	85.182,37	124,74	145,93	Diterima
5.	Beton 1	19.557,85	19.500	19.528,92	57,85	69,87	Diterima
6.	Beton 2	16.255,36	16.425	16.340,18	-169,64	63,91	Diterima
7.	Pot	13.710,9	13.680	13.695,45	30,9	58,51	Diterima
8.	Taman	22.417,55	22.500	22.458,77	-82,45	74,93	Diterima
9.	Plakat	17.382,91	17.374	17.378,45	8,91	65,91	Diterima
10.	Kursi	45.916,6	45.844	45.880,3	72,6	107,09	Diterima

Selisih diperoleh dari pengukuran luas 10 objek pada peta dengan pengukuran luas objek pada di lapang kemudian dihitung selisih tersebut Selisih pengukuran uji ketelitian luas diatas masing-masing memiliki selisih 0,01 sampai 0,1 meter, ketelitian luas dinyatakan tidak melebihi toleransi berdasarkan Peraturan Menteri Negara Agraria atau Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Sehingga semua hasil sampel objek tersebut memenuhi syarat toleransi. Menurut (Adi et al., 2017), Uji ketelitian planimetrik luas pada pemetaan bidang tanah pemukiman skala besar di dalam wilayah kampus UNDIP Tembalang dilakukan dengan mengitung selisih luas sampel bidang antara di peta dengan di lapang berdasarkan rumus perhitungan pada Peraturan Menteri Negara Agraria atau Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil peta kedalaman tergenag pasang surut di perairan Pantai Kamal berkisar dari 0 sampai -8 meter. Pemetaan pasang surut air laut memperoleh hasil luas area pasang surut sebesar 9,0874 hektar. Lebar pantai ketika air pasang 25 meter dengan luas 1,0465 hektar sedangkan lebar pantai ketika air pasang 170 meter dengan luas 10,0896 hektar. Hasil uji ketelitian planimetrik jarak dengan hasil RMS jarak 0,0803 cm dinyatakan toleran kesalahan RMS jarak dan dan uji planimetrik luas dinyatakan tidak melebihi toleransi.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, A. P., Prasetyo, Y., & Yuwono, B. D. (2017). Pengujian Akurasi Dan

Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 208–217.

Akbar, H., Sasmito, B., & Wijaya, A. P. (2014). Pembuatan Peta Foto Dengan Foto Udara Format Kecil Di Kompleks Candi Prambanan Dengan Wahana Pesawat Quadcopter. *Jurnal Geodesi Undip*, 3(5), 37–49.

Akbarwati, E., & Ariastita, P. G. (2013). Revitalisasi Kawasan Pelabuhan Kamal Di Madura. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(2), 104–108.

Arfaini, J., & Handayani, H. H. (2016). Analisa Data Foto Udara untuk DEM dengan Metode TIN, IDW, dan Kriging. *Jurnal Teknik ITS*, 30(30), 1–6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17382>

Chasanah, I., Purnomo, P. W., & Haeruddin, H. (2017). Analisis Kesesuaian Wisata Pantai Jodo Desa Sidorejo Kecamatan Gringsing Kabupaten Batang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(3), 235–243. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.235-243>

Febrianto, T., Hestirianoto, T., & Agus, S. B. (2015). Pemetaan Batimetri di Perairan Dangkal Pulau Tunda, Serang, Banten Menggunakan Singlebeam Echosounder. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 6(2), 139–147.

Irawan, S. (2016). Pemetaan Pasang Surut dan Arus Laut Pulau Batam dan Pengaruhnya Terhadap Jalur Transportasi Antar Pulau. *Jurnal Kelautan*, 9(1), 32–42. <https://doi.org/10.21107/jk.v9i1.1150>

- Mahardika, S. Y., Nugraha, A. L., & Awaluddin, M. (2015). Evaluasi Ruang Terbuka Hijau Terhadap Pertumbuhan Penduduk Berbasis Spasial Di Kabupaten Kudus. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(3), 35–45.
- Menteri Negara Agraria. (1997). Peraturan Menteri Negara Agraria/ Kepala Badan Pertahanan Nasional Nomor 3.
- Siswanto, A. D., Pratikto, W. A., & Suntoyo. (2010). Analisa Stabilitas Garis Pantai di Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 15(4), 221–230. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.15.4.221-230>
- Subakti, B. (2017). Pemanfaatan Foto Udara Uav Untuk Pemodelan Bangunan 3D dengan Metode Otomatis. *Jurnal Spectra*, XV(30), 15–30.
- Wijayanto, A. W., Saputro, S., & Muslim. (2017). Pemetaan Batimetri untuk Perencanaan Pengerukan Kolam Pelabuhan Benoa Bali. *Jurnal Oseana*, 6(1), 9313–9321. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2017.04.009>