

TANTANGAN DALAM AKUISISI DATA HIDROGRAFI DI ZONA INTERTIDAL UNTUK PEMETAAN LINGKUNGAN PANTAI INDONESIA SKALA 1:10.000

(Challenges in Hydrographic Data Acquisition in the Intertidal Zone for Indonesian Coastal Mapping Scale 1:10.000)

Abdul Basith

Teknik Geodesi Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika No. 2 Bulaksumur Yogyakarta
E-mail: abd_basith@ugm.ac.id

Diterima (received): 3 November 2014; Direvisi (revised): 20 November 2014; Disetujui dipublikasikan (accepted): 3 Desember 2014

ABSTRAK

Zona intertidal dan zona tetangganya tempat terjadinya gelombang pecah adalah zona yang menantang untuk melakukan akuisisi data hidrografi yang meliputi garis pantai, DEM pantai dan batimetri. Disebabkan dinamikanya, sering kali daerah ini terancam dari kekosongan data. Untuk penyediaan data sebagai masukan bagi pembuatan Peta Dasar Lingkungan Pantai Indonesia skala 1:10.000, ada beberapa metode yang dapat diusulkan. Untuk pemetaan garis pantai sesaat/garis air dan DEM pada zona intertidal dapat digunakan survei terestris baik menggunakan total station maupun RTK GPS, kamera monitor, LiDAR, *water line method*, inderaja sensor yang dikombinasikan dengan data pasang surut, DEM maupun pemodelan hidrodinamika. Sementara untuk pengadaaan DEM pada zona intertidal dan gelombang pecah dapat menggunakan Jetski Batimetri, USV Batimetri, dan LiDAR.

Kata kunci: zona intertidal, akuisisi data hidrografi, LiDAR/USV Batimetri

ABSTRACT

Intertidal and its neighbouring zones where the breaking waves took places are very challenging subjects for hydrography data acquisition such as shoreline mapping, coastal DEM and bathymetry mapping. These areas frequently suffered from null data due to their dynamics. To provide data input for the making of Indonesian Coastal Area Map, scale 1:10.000, we suggest some methods. For shoreline/waterline mapping, the proposed methods are terrestrial surveying (using either total station or RTK GPS), close range photogrammetry, LiDAR, waterline method, remote-sensing sensors combined with tide gauge data, DEM and hydrodynamics model. Furthermore, Jet Ski bathymetry, USV bathymetry, and LIDAR can be used to generate intertidal and break wave zones DEM.

Keywords: Intertidal zone, hydrography data acquisition, LiDAR/USV Bathymetry

PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan garis imajiner pada wilayah pesisir yang menandakan pertemuan antara darat dan air yang mempunyai sifat berbeda tetapi masih saling mempengaruhi. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki garis pantai yang panjang yaitu 99126 km. Hal ini berarti terdapat wilayah pesisir sepanjang ini yang memerlukan inventarisasi informasi geospasialnya untuk perencanaan yang terpadu dan lestari terhadap lingkungan dan ekosistemnya.

Undang-Undang (UU) No. 4 tahun 2011 mengamanatkan penyediaan Informasi Geospasial (IG) yang termasuk didalamnya adalah amanat penyediaan peta dasar kelautan yaitu peta Lingkungan Pantai (LPI). Hal ini dipertegas dalam Pasal 18 ayat 2 yang secara eksplisit menyatakan akan tugas penyelenggaraan peta LPI oleh BIG (Badan Informasi Geospasial) khususnya Pusat PKLP (Pemetaan Kelautan dan Lingkungan Pantai) dari skala 1:250.000, 1:50.000, 1:25.000 sampai dengan 1:10.000. Skala terakhir menyiratkan

diselenggarakannya informasi batimetri yang lebih detil dan rapat. Hal ini berarti memunculkan tuntutan untuk melakukan survei batimetri secara lebih detil mencakup pula pemetaan garis pantai terkait.

Wilayah pesisir dicirikan dengan adanya zona intertidal yaitu zona memanjang dipantai yang lebarnya dipengaruhi oleh pasang surut (pasut) dan zona gelombang pecah. Perubahan kedudukan garis pantai akibat pasut mengakibatkan adanya posisi garis pantai saat pasut maksimum maupun minimum. Selain dinamika pasut, fenomena gelombang pecah terjadi berdekatan dengan zona intertidal.

Zona ini umumnya ditandai dengan kedalaman perairan yang dangkal dan dinamika gelombang pecah yang dapat mempersulit akuisisi data batimetri menggunakan menggunakan cara konvensional yaitu wahana perahu/kapal dengan alat perum gema. Zona intertidal adalah area yang harus dipetakan yang merupakan bagian dari peta LPI. Untuk peta LPI skala 1:10.000, diperlukan kajian tersendiri terkait akuisisi data

hidrografi mencakup garis pantai dan batimetri mengingat faktor pasut, kemiringan pantai, dinamika laut, tuntutan skala peta, kecepatan akuisisi, dan faktor biaya.

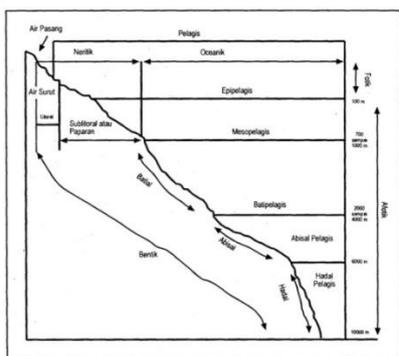
Tulisan ini menjelaskan teknik-teknik yang dapat ditawarkan untuk pengukuran garis pantai dan pengukuran hidrografi di zona intertidal untuk maksud pembuatan Peta Dasar LPI skala 1:10.000. Selain itu, tantangan akuisisi data (batimetri) di zona gelombang pecah juga diberikan pembahasan secara singkat.

Definisi dan Lingkup Zona Intertidal

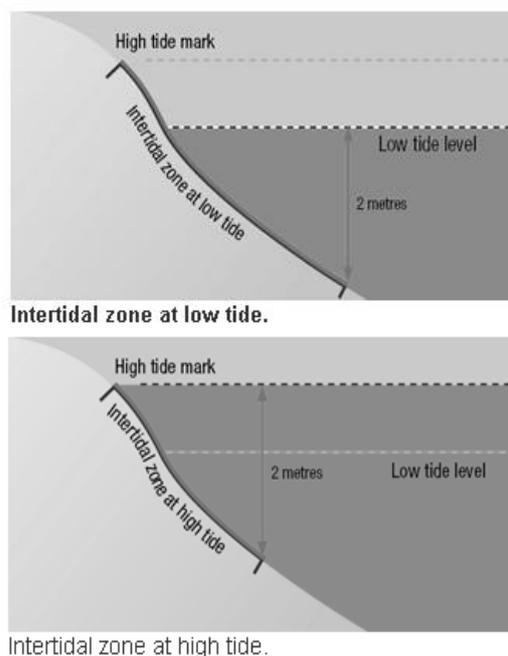
Zona intertidal sangat dipengaruhi oleh pasang surut. Secara teknis, zona intertidal didefinisikan sebagai zona sempit (Gambar 2) memanjang pada pantai yang lebarnya dibatasi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah (NOAA, 2000). Zona ini disebut juga sebagai zona litoral. Zona ini berada di atas permukaan air laut pada saat air rendah dan berada di bawah air laut saat air pasang. Ilustrasi cakupan zona intertidal dan posisinya terhadap pembagian zona-zona laut lainnya ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa zona intertidal/litoral merupakan zona paling awal dari sistem pembagian zona-zona laut. Menyusul zona intertidal adalah zona sublitoral, batial, abisal, dan hadal. Zona intertidal tergolong sebagai lapisan fotik yaitu zona yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari (Dahuri, dkk., 1996). Dari sisi biologi, zona intertidal merupakan tautan penting dalam ekosistem laut. Di wilayah ini terbentuk rantai makanan seluruh organisme baik dari kelompok tumbuhan maupun binatang. Dengan demikian, zona ini mempunyai arti strategis dalam hal ekonomi (DEPI, 2014).

Terkait potensi ekonomis zona intertidal, inventarisasi sumberdaya kawasan ini perlu dilakukan. Langkah awal inventarisasi adalah pengumpulan informasi geospasial wilayah ini dengan cara penyediaan peta dasar yang mencakup informasi batimetri, garis pantai, dan atribut-atribut yang diperlukan.



Gambar 1. Cakupan zona intertidal dan zona-zona laut (Dahuri, dkk., 1996)



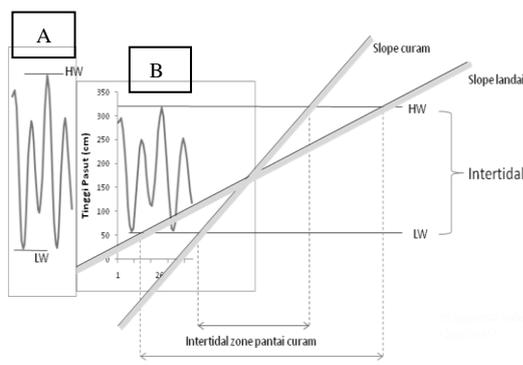
Gambar 2. Zona intertidal (DEPI, 2014)

Geometri Zona Intertidal dan Faktor Yang Berpengaruh

Geometri zona intertidal sangat dipengaruhi oleh karakteristik pasut lokal dan kemiringan pantai. Gaya pembangkit pasut menyebabkan massa air laut tertarik ke arah bulan dan matahari dan ke arah lawannya. Akibat gerakan bulan (sebagai pembangkit utama pasut) mengelilingi bumi, gerakan rotasi bumi, dan adanya benua, karakteristik pasut di berbagai tempat di belahan bumi dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) tipe yaitu: diurnal, semidiurnal, campuran cenderung diurnal dan campuran cenderung semidiurnal.

Selain itu, pengaruh kedudukan bulan dan matahari relatif terhadap bumi, yakni keadaan konjugasi maupun kuartar, bentuk benua/morfologi pantai, serta pengaruh batimetri menyebabkan variasi tunggang pasut, yaitu selisih air tinggi tertinggi dan air surut terendah. Kombinasi variasi tunggang pasut dan variasi kemiringan pantai mempengaruhi lebar zona intertidal. Gambar 3 mengilustrasikan pengaruh tunggang pasut dan kemiringan terhadap lebar zona intertidal yang terbentuk.

Gambar 3 memberikan penjelasan sebagai berikut: dengan tunggang pasut yang ditunjukkan oleh data pasut A dan kondisi kemiringan pantai yang curam maka akan menghasilkan zona intertidal yang relatif sempit bila dibandingkan apabila kemiringan pantainya adalah landai. Dari sini dapat diketahui dua faktor yang menentukan lebar zona intertidal yaitu tunggang pasut dan kemiringan pantai.



Gambar 3. Pengaruh tunggang pasut dan kemiringan pantai terhadap zona intertidal

Kondisi Pasut dan Kemiringan Pantai Indonesia

Tunggang pasut memegang faktor penting dalam menentukan lebar zona intertidal. Gambaran tunggang pasut perairan Indonesia dari data pasut jaringan pasut IOC (*Intergovernmental Oceanographic Commission*) ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai tunggang pasut diperoleh dari sampel data 1 bulan. Sebagai stasiun pasut yang mempunyai tunggang pasut paling besar adalah stasiun pasut Waikelo di Pulau Sumba, Nusa Tenggara Barat, yaitu 3.857m. Sementara, stasiun pasut Merauke yang tidak termasuk ke dalam jaring stasiun pasut IOC mempunyai tunggang pasut paling besar untuk perairan Indonesia yaitu 5.27 m (Anonim, 2014).

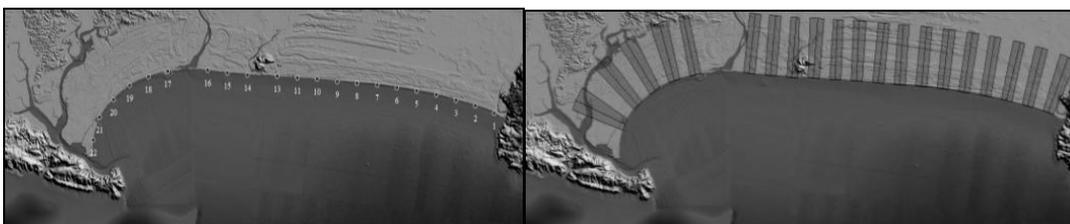
Untuk menghitung kemiringan pantai diperlukan DEM (*Digital Elevation Model*). Salah satu sumber DEM yang mudah diakses adalah DEM dari misi SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) yang tersedia dalam resolusi 30 meter dan 90 meter. Sumber lain untuk dapat menghitung kemiringan pantai adalah dari peta rupabumi skala 1:25.000. Pada skala ini, interval konturnya adalah 12.5 m.

Dengan kedua jenis data ini, penggambaran zona intertidal mengalami kendala dalam hal akurasi. Sebaliknya, diperlukan DEM dengan resolusi spasial tinggi agar garis pantai air tinggi tertinggi dan air rendah terendah dapat digambarkan secara akurat. Namun demikian, untuk menghitung kemiringan pantai secara kasar, kedua jenis DEM ini dapat digunakan. Dalam tulisan ini digunakan DEM dari SRTM untuk menghitung kemiringan. Sebagai pembanding, digunakan DSM (*Digital Surface Model*) dan hi-res (*high resolution*) DEM. Sebagai contoh kasus diambil kajian kemiringan pantai Cilacap dari berbagai permukaan digital (Ananda, dkk., 2013).

Wilayah pesisir Cilacap (Gambar 4) dibagi menjadi beberapa koridor. Dari koridor-koridor tersebut kemudian dihitung kemiringan rata-ratanya. Hasil hitungan kemiringan (dalam %) pantai ketiga DEM ditampilkan dalam Tabel 2. Hasil hitungan menunjukkan kemiringan pantai Cilacap umumnya landai, dibawah 1%. Kemiringan terbesar dicapai oleh data hi-res DTM yaitu sebesar 0.5% pada segmen 17.

Tabel 1. Tunggang pasut stasiun pasut IOC

No.	Stasiun Pasut	Pasang Tertinggi (m)	Pasang Terendah (m)	Tunggang Pasut (m)
1	Enggano	2.457	0.968	1.489
2	Sabang	3.385	1.376	2.009
3	Waikelo	3.857	0.454	3.403
4	Semarang	1.449	0.224	1.225
5	Kolinamil	1.687	0.458	1.229
6	Tanahbala	5.25	3.769	1.481
7	Pangandaran	4.08	1.518	2.562
9	Surabaya	2.75	0.119	2.631
10	Prigi	4.406	1.88	2.526
11	Cilacap	3.619	1.497	2.122
12	Sadeng	2.734	0.226	2.508
13	Saumlaki	4.871	2.332	2.539
14	Sibolga	2.843	1.506	1.337
15	Padang	4.2	2.611	1.589
16	Ambon	4.802	2.569	2.233



Gambar 4. DEM Pesisir Cilacap (kiri) dan pembagian segmen-segmen kemiringan (kanan)

Tabel 2. Kemiringan pantai Cilacap dari berbagai DEM

No. Segmen	α% (Rerata Slope)			No. Segmen	α% (Rerata Slope)		
	DSM	DTM	SRTM		DSM	DTM	SRTM
Segmen 1	0.0396	-0.0375	-0.008	Segmen 11	0.0239	0.0039	0.0113
Segmen 2	0.0400	0.0097	0.0525	Segmen 12	0.0684	-0.0018	4.01E-05
Segmen 3	0.0343	0.0488	0.1049	Segmen 13	0.0477	0.0462	0.0467
Segmen 4	-0.0481	0.0217	0.0632	Segmen 14	0.0535	0.0593	0.0754
Segmen 5	0.1703	0.0653	0.1936	Segmen 15	0.0757	0.0812	0.0841
Segmen 6	0.1706	0.1491	0.214 0	Segmen 16	0.5341	0.4368	0.5558
Segmen 7	0.2141	0.0918	0.1391	Segmen 17	0.5567	0.5080	0.5611
Segmen 8	0.1343	0.1459	0.1163	Segmen 18	0.0238	0.0073	0.0314
Segmen 9	0.1354	0.1382	0.1670	Segmen 19	-0.0461	0.0259	0.0799
Segmen 10	0.0283	-0.007	0.0808	Segmen 20	-0.0151	-0.0142	0.545

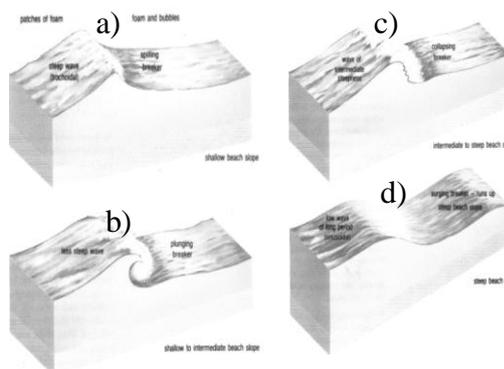
Urgensi Zona Intertidal Pada Peta LPI Skala 1:10.000

Terkait dengan kepentingan penyediaan Peta Dasar LP1 sampai dengan skala 1:10.000, dibuat simulasi penentuan lebar zona intertidal dari kombinasi 3 (tiga) tunggang pasut dan 6 (enam) kemiringan yang berbeda. Dengan mengasumsikan kelima kemiringan ini mewakili Indonesia demikian pula tiga tunggang pasutnya maka diperoleh nilai lebar zona intertidal (Tabel 3). Nilai lebar zona intertidal yang dihasilkan nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan pemilihan resolusi citra indraja yang akan digunakan.

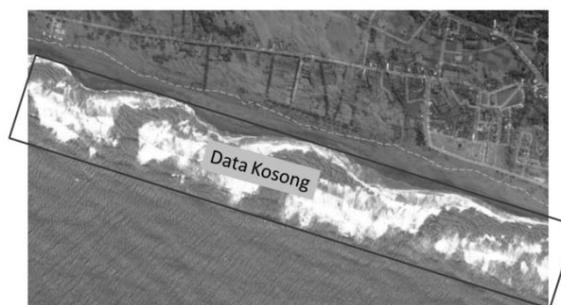
Beberapa citra satelit dapat diproses untuk menghasilkan DEM. Lebar zona intertidal yang diarsir pada Tabel 3 menunjukkan peluang menggunakan DEM dari SRTM pada kasus lebar zona intertidal melebihi resolusi spasial SRTM. Adapun untuk zona intertidal sempit, penggunaan citra satelit resolusi sedang sampai tinggi dapat dipertimbangkan.

Zona gelombang pecah dapat mencapai lebar dari puluhan meter hingga ratusan meter tergantung topografi dasar laut dan kecuramannya. Dinamika gelombang pecah akan menyebabkan kesulitan untuk kapal/perahu mengikuti desain lajur-lajur pemeruman yang dibuat baik lajur utama maupun silang. Seringnya, daerah ini terancam dengan kekosongan data disebabkan ancaman keselamatan terhadap wahana dan tim survei. Gambar 6 menunjukkan

area gelombang pecah di Pantai Samas, Bantul, Yogyakarta, yang mencapai sekitar 300 meter dari pantai. Melihat situasi seperti ini, zona intertidal pun tidak dapat sepenuhnya diukur, misal secara terestris, mengingat kuatnya energi gelombang yang sampai ke pantai.



Gambar 5. Empat tipe gelombang a) *spilling*, b) *plunging*, c) *collapsing*, d) *surging*



Gambar 6. Zona gelombang pecah dan ancaman data kosong

METODE

Metode Akuisi Data Hidrografi Pada Zona Intertidal

Zona intertidal yang bertetangga dengan zona gelombang pecah memberikan tantangan dalam hal akuisisi data hidrografi meliputi garis pantai, topografi maupun batimetri untuk kepentingan penyediaan Peta Dasar LPI skala 1:10.000. Berikut ini disampaikan beberapa metode akuisisi data yang dapat diterapkan untuk zona tersebut disertai dengan tinjauan kekurangan dan kelebihanannya.

Survei Terestris

Survei terestris untuk mendapatkan data hidrografi pada zona intertidal dan tetangganya dapat dilakukan baik menggunakan tongkat (*pole*) prisma untuk survei dengan *total station* maupun menggunakan survei GPS metode RTK (*Real Time Kinematic*) menggunakan tongkat GPS.

Survei menggunakan tongkat prisma dan *total station* secara prinsip sama dengan survei topografi hanya saja medan yang diukur digenangi air. Metode ini dapat diterapkan secara aman untuk perairan/zona intertidal yang tenang dan tetap memperhatikan kedalaman aman. Bila dituntut kecepatan akuisisi data, maka metode ini memakan waktu lama dalam hal pergerakan kru pembawa tongkat prisma.

Survei menggunakan tongkat GPS metode RTK menawarkan kelebihan dalam hal kuantitas dan kecepatan dalam akuisisi data. Tongkat GPS dapat dipegang dengan tangan maupun dalam wahana dengan dilengkapi dengan roda (Gambar 7). Metode ini pun hanya aman dilakukan di perairan termasuk zona intertidal yang tenang dengan tetap memperhatikan kedalaman yang aman bagi pengamat.



Gambar 7. Survei zona intertidal dengan RTK GPS

Jet ski Batimetri

Kekurangan metode terestris dengan GPS RTK dapat ditutupi dengan menggunakan wahana jet ski atau yang dikenal sebagai jet ski batimetri (Gambar 8). Perbedaan sistem Jet ski Batimetri dengan sistem GPS RTK menggunakan tongkat adalah pengukuran kedalaman menggunakan alat perum gema (*echosounder*) sedangkan receiver

GPS digunakan untuk menentukan posisi horisontal jet ski secara RTK.



Gambar 8. Sistem Jet ski Batimetri

Sistem ini menawarkan kecepatan dan kuantitas akuisisi data hidrografi dan dapat bergerak pada perairan sangat dangkal (<0.5m) dengan tetap dapat melakukan pengukuran kedalaman dan posisi horisontal. Untuk zona gelombang pecah, sistem ini dapat bekerja dengan baik asalkan ditopang oleh operator jet ski yang handal. Sistem ini sangat mendukung untuk akuisisi data hidrografi baik di zona intertidal maupun zona gelombang pecah.

USV Batimetri

Bila keselamatan operator menjadi perhatian utama, maka wahana air tanpa awak atau USV (*Unmanned Surface Vessel*) menjadi solusi untuk akuisisi data hidrografi di zona intertidal dan gelombang pecah. Sistem ini berupa kapal model dengan panjang dari 0.7 m (Gambar 9c) sampai sekitar 3 meter (Gambar 9b), atau kapal besar tanpa awak (Gambar 9a).

Sistem lengkap USV ditunjukkan oleh Gambar 9c. Sistem ini terdiri atas wahana yang berupa kapal model yang dilengkapi dengan sensor kedalaman, GPS, radio transmisi data, penyimpan data, catu daya. Untuk survei di zona perairan dinamik, diperlukan desain wahana yang lebih kompak (Gambar 9a) dengan peralatan elektronik berada dalam tubuh kapal yang kedap air. sementara, kedua sistem USV lainnya mendukung untuk pengambilan data di perairan yang tenang. Seluruh sistem USV batimetri ini dapat mencapai perairan dengan kedalaman < 0.5 m.

LiDAR Batimetri

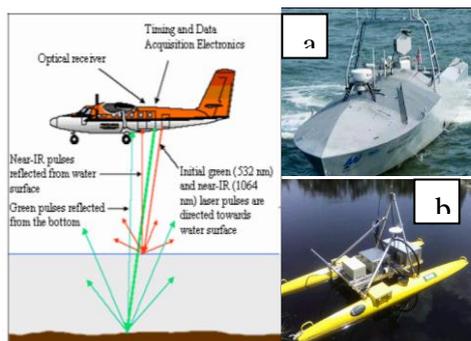
LiDAR (*Light Detecting and Ranging*) Batimetri merupakan teknik akuisisi data kedalaman menggunakan sensor aktif yaitu RADAR (*Radio Detecting and Ranging*) yang dipasang pada pesawat. Sistem ini aktif memancarkan pulsa hijau (532 nm) dan *Near Infra Red/NIR* (1064 nm) ke arah laut. Pulsa hijau dipantulkan oleh dasar perairan sementara pulsa NIR dipantulkan

oleh permukaan keduanya (Gambar 10). Hasil pengukuran menggunakan dua jenis pulsa dengan panjang gelombang berbeda dapat dihasilkan data kedalaman (LaRocque dan West, 1990). Sistem ini mensyaratkan perairan yang jernih. Sistem ini sangat fleksibel karena pengukuran daratan maupun lautan dapat dilakukan secara integral.

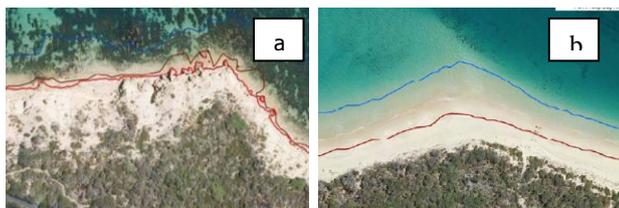
Sistem ini dapat mendeteksi dengan baik topografi maupun batimetri di sekitar zona intertidal (Gambar 11a). Garis pantai saat air tinggi yang dihasilkan baik menggunakan LiDAR topografi maupun LiDAR batimetri menghasilkan pola yang konsisten. Sementara, zona litoral/intertidal dapat dengan baik didelineasi menggunakan teknik LiDAR (Gambar 10b).

Water Line Method

Metode *Water Line* atau garis air ditujukan untuk meningkatkan akurasi DEM di zona intertidal dengan cara memperbaiki model hidrodinamika dengan memperkecil resolusi model, menggunakan 13 citra ERS-1 SAR (*Earth Resources Satellite-1 Synthetic Aperture Radar*) untuk deteksi kedudukan-kedudukan garis pantai, mengasimilasikan data pasang dalam model hidrodinamika, dan pada tahap akhir memperbaiki data batimetri menggunakan DEM awal. Lebih jauh mengenai teknik ini dapat dipelajari dalam (Mason, dkk., 1997).



Gambar 9. Sistem USV untuk survei batimetri



Gambar 10. Sistem LiDAR, a) konsistensi antara garis pantai air tinggi hasil LiDAR batimetri dan topografi, b) zona intertidal hasil LiDAR

Penggunaan Camera Monitoring System

Ciri khas zona intertidal adalah daerah ini

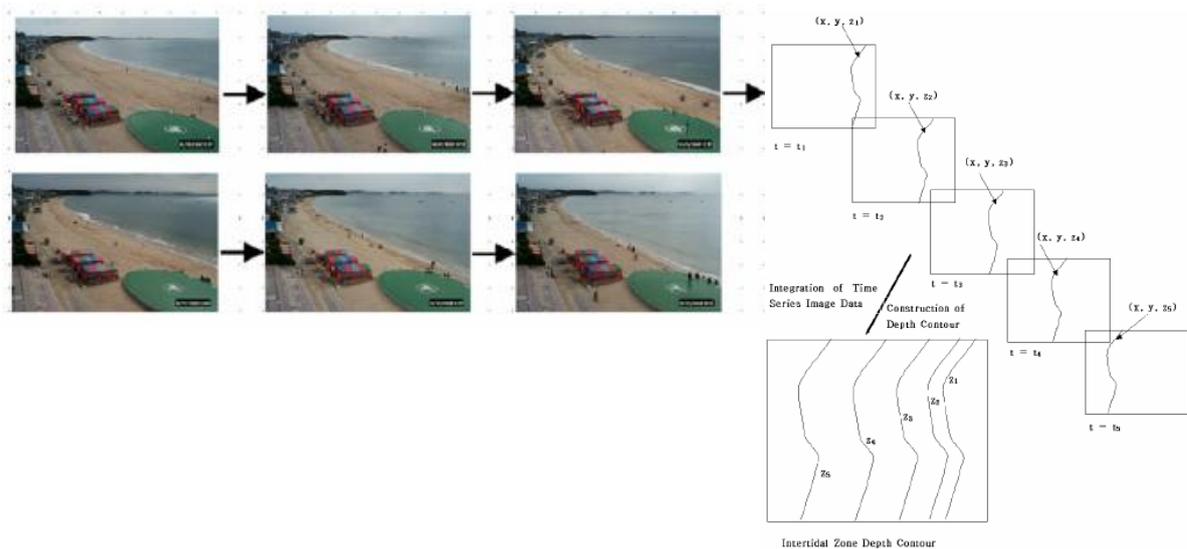
secara periodik terkena/terendam air laut dengan kedudukan yang berubah-ubah akibat pasang tertinggi dan surut terendah. Bila rangkaian garis air (*water line*) selama siklus pasang dapat diketahui maka data ini dapat digunakan untuk mengukur topografi dasar laut di zona intertidal. Salah satu cara untuk mendapatkan rangkaian garis air adalah menggunakan sistem monitor menggunakan kamera.

Garis pantai yang diekstrak dari rangkaian citra hasil rekaman kamera dapat diganti menjadi data kedalaman. Jarak antar kontur diperoleh dengan cara merektifikasi citra melalui pemrosesan citra digital (Kim, 2004). Gambar 11 menunjukkan ilustrasi rangkain citra foto miring yang diproses secara digital menjadi kontur kedalaman zona intertidal.

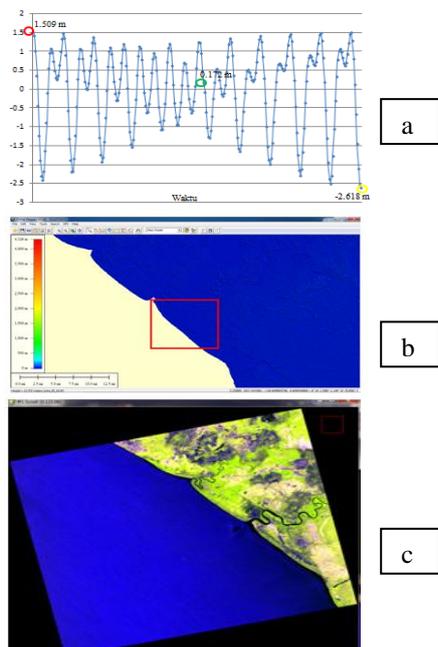
Penginderaan Jauh (Inderaja)

Penginderaan jauh baik sistem sensor aktif maupun pasif/optik memberikan akuisisi data garis air yang mewakili garis pantai sesaat. Analogi teknik pada bagian 7.7, bila dapat diperoleh rangkaian garis air mengacu siklus pasang maka kontur kedalaman akan dapat diturunkan. Misi-misi satelit berbasis sistem optik seperti Landsat 7, SPOT 7, IKONOS, Quickbird, GeoEye dan lain sebagainya dapat mengekstrak garis air sesaat. Disamping itu, inderaja sensor aktif baik dengan wahana satelit seperti ERS-1 SAR, ALOS PALSAR maupun dengan wahana pesawat dapat memberikan akuisisi data siang malam dan dalam segala cuaca sehingga dapat memberikan rangkaian garis air. Dengan polarimetric SAR dapat didelineasi batas-batas garis air (Hugenholtz dan van der Sanden, 2001). Selain itu, teknologi SAR dengan teknik interferometri dapat digunakan untuk menghasilkan DEM (Geymen, 2014). Hal ini dapat diterapkan pada zona intertidal.

Berikut ini ditunjukkan contoh praktis aplikasi citra ALOS PALSAR (Gambar 12 c) dikombinasikan dengan data pasang surut (Gambar 12 a) dan DEM dari SRTM (Gambar 12 b) untuk menentukan garis pantai air tinggi dan air rendah yang mendefinisikan zona intertidal (Wijaya dan Basith, 2014). Garis pantai sesaat/garis air yang diperoleh dari hasil ekstraksi citra ALOS PALSAR wilayah Merauke direduksikan menjadi garis pantai air tinggi dan air rendah mengacu pada data pasang surut setempat dan DEM. Pada garis air ditentukan serangkain titik-titik yang padanya diekstrak kemiringan pantai. Dengan tanggung pasang yang didapat, ditentukanlah titik potong garis pantai pada kedudukan air tinggi dan air rendah. Dari ketiga data tersebut dapat ditentukan lebar zona intertidal (Gambar 13).

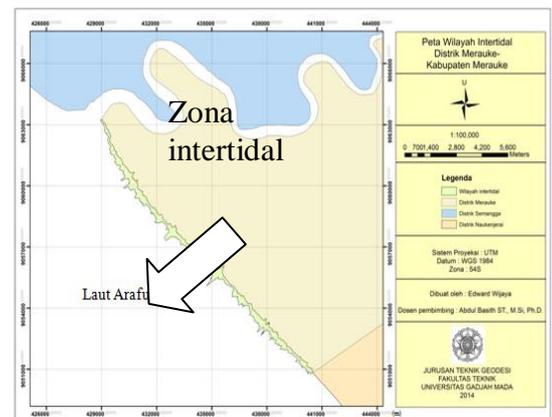


Gambar 11. Rangkaian citra foto yang diproses menjadi kontur kedalaman



Gambar 12. a) Data pasut, b) SRTM, dan c) Citra ALOS PALSAR Merauke

2. Jetski Batimetri dan USV Batimetri dapat digunakan untuk mendapatkan data DEM maupun batimetri di zona intertidal dan gelombang pecah. LiDAR batimetri pun dapat melakukan hal yang sama namun terkendala dengan syarat kejernihan perairan.



Gambar 13. Zona intertidal Merauke.

KESIMPULAN

Sebagai penutup dapat disimpulkan adanya beberapa teknik akuisisi data untuk zona intertidal dan gelombang pecah sebagai berikut:

1. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan garis pantai sesaat/garis air adalah survei terestris menggunakan *total station* disertai tongkat prisma, RTK GPS dengan tongkat maupun wahana beroda, inderaja sensor aktif maupun pasif, kamera monitor, LiDAR batimetri dan topografi, *water line method* yang mengkombinasikan citra SAR, data pasut dan pemodelan hidrografi ataupun DEM.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kepala Jurusan Teknik Geodesi UGM yang telah mengizinkan penulis untuk terus mengembangkan pengetahuan khususnya dibidang Hidrografi. Selanjutnya untuk Tim Reviewer dan Tim Redaksi yang telah mengizinkan tulisan ini dimuat kedalam Jurnal Geomatika BIG.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R., Basith, A. dan Kongko, W. (2013). Penentuan Landaan Tsunami Menggunakan Model Numerik Dengan Parameter Tinggi Gelombang, Kemiringan Pantai Dan Koefisien

- Kekasaran Dasar (studi area : Kota Cilacap). Teknik Geodesi Fakultas Teknik. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- Anonim (2014). "Tide Times for Merauke, Irian Jaya." Retrieved 9 September, 2014, from <http://www.tide-forecast.com/>.
- Brown, J., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D. dan Wright, J. (2008). *Waves, Tides and Shallow-Water Processes*. Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P. dan Sitepu, M. J. (1996). *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*, PT. Pradnya Paramita.
- DEPI (2014). "Restricted Areas - Intertidal Zone." 16 Juli 2014, from <http://www.depi.vic.gov.au/fishing-and-hunting/recreational-fishing/restricted-fishing-locations/restricted-areas-intertidal-zone>.
- Geymen, A. (2014). "Digital elevation model (DEM) generation using the SAR interferometry technique." *Arabian Journal of Geosciences* **7**(2): 827-837.
- Hadi, S. (1998). *Catatan Kuliah Oseanografi Fisis*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hughenoltz, C. dan van der Sanden, J. (2001). "Polarimetric SAR for Geomorphic Mapping in the Intertidal Zone, Minas Basin, Bay of Fundy, Nova Scotia." Canada Centre for Remote Sensing Internal Rept, Ottawa, Canada.
- Kim, T. (2004). *Bottom Topography Observation in the Intertidal Zone Using the Camera Monitoring System*. Tthe XXth ISPRS Congress "Geo-Imagery Bridging Continents", Istanbul, Turkey.
- LaRocque, P. E. dan West, G. R. (1990). *Airborne Laser Hydrography: An Introduction*. ROPME/PERSGA/IHB Workshop on Hydrographic Activities in the ROPME Sea Area and Red Sea, Kuwait City.
- Mason, D., Hill, D., Davenport, I., Flather, R. dan Robinson, G. (1997). "Improving inter-tidal digital elevation models constructed by the waterline technique." EUROPEAN SPACE AGENCY-PUBLICATIONS-ESA SP 414: 1079-1082.
- NOAA (2000). "Tide and Current Glossary."
- Wijaya, E. dan Basith, A. (2014). Identifikasi dan Estimasi Wilayah Intertidal Menggunakan Citra ALOS PALSAR, Data Pasang Surut dan Data DEM (Studi Kasus : Distrik Merauke, Kabupaten Merauke). Yogyakarta, Jurusan Teknik Geodesi Universitas Gadjah Mada.