

PEMETAAN SEDIMEN PERAIRAN DANGKAL MENGGUNAKAN DATA *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* (STUDI KASUS: PANTAI KARTINI, JEPARA)

Aulia Hafizh^{*}), Bandi Sasmito, Moehammad Awaluddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email: auliahafizh@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Sedimen merupakan hal penting untuk mengetahui dinamika yang terjadi di kawasan pesisir dimana morfologi pesisir dapat berubah akibat adanya persebaran sedimen. Aktifitas yang terjadi di pesisir pantai dapat mempengaruhi sebaran ukuran butir sedimen seperti pelayaran, pengerukan dan pembangunan terutama pada Kawasan Pantai Kartini, Jepara. Adanya pelabuhan penyebrangan serta objek destinasi wisata menjadi salah satu dasar tujuan penelitian untuk mengetahui bentuk topografi dan sebaran sedimen wilayah tersebut. Penggunaan alat *multibeam echosounder* untuk mengetahui kedalaman dan bentuk dasar perairan dan pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan *grab sampler* dan pengujian dilaboratorium agar menghasilkan klasifikasi sedimen berdasarkan Skala Wentworth. Survei batimetri pada wilayah penelitian yang memiliki luas 2500 meter x 600 meter memiliki nilai kedalaman 6.8 meter – 11.5 meter dengan interval kontur 0.5 meter sehingga dapat diketahui bentuk topografi wilayah tersebut cenderung landai dengan tidak adanya perbedaan kedalaman yang signifikan. Wilayah penelitian juga memiliki jenis sedimen yang berbeda-beda, terdapat tiga jenis sedimen pada wilayah tersebut yaitu pasir (*sand*), pasir lanauan (*silty sand*) dan lanau (*silt*). Jenis sedimen yang paling mendominasi yaitu jenis sedimen lanau dengan persentase 52.14 % yang tersebar pada perairan yang lebih dalam dibandingkan dengan dua jenis sedimen lainnya. Hasil peta sebaran sedimen menunjukkan bahwa semakin menjauhi pesisir Pantai Kartini maka ukuran butir sedimen akan semakin halus, hal ini juga dipengaruhi oleh faktor pasang surut yang bertipe condong harian ganda dengan nilai Formzhal 1.3202 dan nilai MSL 0.92 meter serta faktor pergerakan angin yang ada di Kawasan Pantai Kartini, pengolahan *Windrose* selama lima tahun (2016-2020) menunjukkan pergerakan angin berhembus didominasi oleh angin darat.

Kata Kunci: Batimetri, Multibeam Echosounder, Sedimen Dasar Laut, Windrose.

ABSTRACT

Sediment is important to know the dynamics that occur in coastal areas where coastal morphology can change due to the distribution of sediment. Activities that occur on the coast can affect the distribution of sediment grain sizes such as shipping, dredging and development, especially in the Kartini Beach Area, Jepara. The existence of a crossing port and tourist destination objects is one of the basic objectives of the research to determine the topography and sediment distribution of the area. The use of a multibeam echosounder tool to determine the depth and shape of the bottom of the waters and taking sediment samples using a grab sampler and laboratory testing in order to produce sediment classification based on the Wentworth scale. The bathymetric survey in the study area which has an area of 2500 meters x 600 meters has a depth value of 6.8 meters - 11.5 meters with a contour interval of 0.5 meters so that it can be seen that the topography of the area tends to be sloping with no significant difference in depth. The research area also has different types of sediments, there are three types of sediment in the area, namely sand, silty sand and silt. The type of sediment that dominates the most is the type of silt sediment with percentage value is 52.14 % which is scattered in deeper waters compared to the other two types of sediment. The results of the sediment distribution map show that the further away from the coast of Kartini Beach, the size of the sediment grains will be smoother, this is also influenced by tidal factors that are of the double daily tilt type with a Formzhal value of 1.3202 and an MSL value of 0.92 meters as well as wind movement factors in the area Kartini Beach, Windrose processing for five years (2016-2020) shows that the movement of the wind blows is dominated by land winds.

Keywords: Bathymetry, Multibeam Echosounder, Seabed Sediment, Windrose.

^{*}) Penulis Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Pantai Kartini merupakan daerah pesisir yang terletak di Desa Bulu, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara. Daerah ini menjadi salah satu destinasi wisata masyarakat karena terdapat objek wisata Pulau Panjang dan Pulau Karimun Jawa yang dapat dijangkau dari Pantai Kartini, banyaknya aktifitas yang terjadi di daerah tersebut menjadi faktor penyebab berubahnya bentuk morfologi perairan terutama diakibatkan oleh proses transportasi sedimen (Aziz, 2019). Perpindahan sedimen yang diakibatkan oleh erosi, pengendapan dan pengangkutan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dinamika yang terjadi di kawasan pesisir. Terdapat dua istilah pada perpindahan yang terjadi pada pengendapan yaitu *sand dunes* (pengendapan yang disebabkan oleh angin) dan *marine* (pengendapan yang disebabkan oleh air laut) (Poerbandono dan Djunarsah, 2005). Putra, P. S. dan Nugroho, S. H. (2017) berpendapat bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi persebaran sedimen diantaranya jenis, keberadaan dan proses material sedimen yang terbawa sehingga untuk menentukan karakteristik dari sedimen *gravel*, *sand*, *silt* dan *clay* dapat ditentukan melalui metode langsung dan optik (akustik). Metode langsung merupakan pengambilan sampel sedimen yang berada di dasar perairan (seabed) dengan alat *bottle sampler* atau *grab sampler*, dimana hasil survei langsung kemudian dilakukan uji laboratorium yang juga menggunakan berbagai macam metode dalam penentuannya sedangkan metode akustik (optik) yaitu menggunakan gelombang akustik yang dipancarkan oleh *echosounder*.

Echosounder merupakan instrumen yang memancarkan gelombang akustik atau gelombang bunyi yang ditangkap kembali dengan selang waktu tertentu untuk mengetahui objek-objek yang ada di dasar perairan. Salah satu jenis *echosounder* untuk survei batimetri adalah *Multibeam echosounder* (MBES). *Multibeam echosounder* dapat memancarkan lebih dari satu *beam* saat pancaran gelombang di lepaskan. *Beam* yang terpancarkan akan diterima kembali oleh instrumen *transduser*, hasil yang didapatkan dapat berupa data kedalaman dimana data kedalaman tersebut bila digabungkan secara keseluruhan akan membentuk profil permukaan dari dasar laut (Brammadi, 2017).

Penggunaan instrumen tersebut menghasilkan peta batimetri yang kemudian dihubungkan dengan uji laboratorium sedimen yang mengacu pada ukuran butir Skala Wentworth, hasil persentase sedimen pada masing-masing stasiun dapat divisualisasikan dengan membuat peta sebaran sedimen berdasarkan Diagram Shepard. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya sebaran sedimen yang berada di Kawasan Pantai Kartini Jepara, selain analisis bentuk topografi peneliti juga melakukan analisa terhadap parameter oseanografi seperti pasang surut air laut dan pergerakan angin.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian kali ini mengangkat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil pengukuran batimetri dengan menggunakan *multibeam echosounder* Wassp S3i di Kawasan Pantai Kartini Jepara?
2. Bagaimana persebaran sedimen di Kawasan Pantai Kartini berdasarkan uji laboratorium dan Diagram Shepard?
3. Bagaimana pengaruh pergerakan angin dan pasang surut air laut dalam mempengaruhi persebaran jenis sedimen?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan akhir sebagai berikut:

1. Mengetahui bentuk topografi dasar laut di kawasan Pantai Kartini yang dihasilkan dari *multibeam echosounder*.
2. Mengetahui jenis sebaran sedimen di Kawasan Pantai Kartini Jepara.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh pasang surut air laut dan pergerakan angin dalam persebaran sedimen dasar laut.

I.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan yang diharapkan tidak terlalu luas dan fokus pada tujuan tertentu. Batasan penelitian ini adalah:

1. Wilayah penelitian yang dikaji peneliti dalam Tugas Akhir ialah Pantai Kartini, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah dengan luas area penelitian 2500 m x 600 m.
2. *Echosounder* yang digunakan dalam pemetaan batimetri adalah *multibeam echosounder* Wassp S3i.
3. Perangkat lunak yang digunakan dalam akuisisi serta pengolahan data batimetri yaitu Eiva NaviSuite dan ArcGIS 10.3 sedangkan pengolahan data angin menggunakan *Ocean Data View* (ODV) dan WRPlot.
4. Data hasil pengukuran batimetri menggunakan raw data *multibeam echosounder* Wassp S3i yang telah terhubung dengan Eiva.
5. Data sampel sedimen sebanyak 8 sampel titik hasil survei langsung dengan alat *grab sampler*.
6. Citra satelit yang bersumber dari Google yang digunakan sebagai *basemap*.
7. Data pasang surut BIG pada tanggal 31 Juni-28 Agustus 2020 dan data Angin yang diunggah dari ECMWF selama 5 tahun (2016-2020).
8. Penentuan jenis sedimen pada penelitian ini menggunakan pengujian laboratorium berdasarkan ukuran butir sedimen dari Skala Wentworth.
9. Penentuan sebaran sedimen menggunakan interpolasi IDW yang mengacu pada Diagram Shepard.
10. Hasil dari penelitian berupa peta batimetri 2D dan peta persebaran sedimen.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Survei Batimetri dengan *Multibeam Echosounder*

Manurut Brammadi (2017) *multibeam echosounder* merupakan instrumen yang digunakan untuk pemetaan dasar perairan dengan akurasi yang tinggi. Instrumen ini memiliki daerah sapuan yang lebih luas sehingga menghasilkan area suatu daerah yang disurvei sedangkan dari prinsip kerja sama dengan alat *singlebeam* yang memiliki *transduser* dan GPS. Pancaran *beam* yang dihasilkan akan mendeteksi objek-objek yang berada di kedalaman tertentu dalam perairan, untuk melakukan survei batimetri dengan MBES perlu persiapan yang lebih banyak karena banyaknya alat dan bahan yang digunakan dalam *multibeam echosounder*.

Sapuan yang luas menjadikan *multibeam echosounder* sangat cocok untuk memetakan objek yang ada di dasar perairan yang memiliki kedalaman yang signifikan, area sapuan akan mengikuti lajur perum yang telah direncanakan sebelumnya. Pancaran sinyal *multibeam echosounder* akan tegak lurus dengan arah gerak kapal dan sapuan sinyal terdiri dari titik-titik kedalaman sehingga apabila titik-titik kedalaman tersebut dihubungkan maka akan membentuk suatu profil dasar laut. Menurut Brammadi (2017) *transduser* pada *multibeam echosounder* terdiri dari beberapa *stave* yang berfungsi sebagai saluran yang memancarkan dan menerima sinyal akustik, apabila sinyal yang dipancarkan dekat dengan objek dasar laut maka intensitas sinyal tersebut akan semakin kuat dan ketika sinyal akustik kembali ke *transduser* maka sinyal pantulan akan di rekam dari berbagai sudut pantulan yang dipancarkan.

Survei batimetri *multibeam echosounder* tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan pengukuran, ini disebabkan karena pergerakan kapal survei dan pengaruh laut yang dinamis. Untuk mengetahui besaran kesalahan yang terjadi pada saat melakukan survei dengan *multibeam echosounder* dapat dilakukan kalibrasi terhadap instrumen tersebut. Beberapa kalibrasi tersebut Kalibrasi *offset static*, Kalibrasi *patch test* dan Kalibrasi kecepatan rambat akustik.

II.2 Pemeruman

Pemeruman adalah kegiatan dan proses visualisasi dari bentuk topografi dasar perairan, untuk mendapatkan hasil visualisasi dimulai dari pengukuran, pengolahan hingga penggambaran objek yang ada di permukaan dasar perairan. Titik-titik kedalaman tersebut didapatkan sesuai dengan lajur kapal yang telah direncanakan sebelumnya dan lajur kapal itu disebut dalam istilah (*sounding line*). Pembuatan lajur sangat diperlukan karena data hasil kedalaman dapat tersebar secara merata dan jarak masing- masing titik dapat diatur dengan melakukan pengaturan interval pengambilan data akustik yang dipancarkan. Hasil pengukuran kemudian dilakukan untuk mendapatkan kontur topografi dasar perairan sehingga model permukaan dasar perairan dapat terpetakan (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

II.3 Klasifikasi dan Ketelitian Survei

Survei yang dilakukan untuk mendapatkan peta batimetri harus mengikuti acuan yang telah ditetapkan secara internasional. Negara Indonesia melalui Badan Informasi Geospasial telah menetapkan standarisasi pengukuran daerah survei batimetri yaitu berdasarakan IHO *Special Publication Number 44* dengan orde seperti pada **Tabel 1** (BSN, 2010).

Tabel 1 Klasifikasi daerah survei hidrografi (BSN, 2010)

| No. | Kelas | Contoh daerah survei |
|-----|-------------|--|
| 1. | Orde khusus | Pelabuhan tempat sandar dan alur kritis (yang berhubungan dengannya) dimana kedalaman air dibawah luas minimum. |
| 2. | Orde 1a | Pelabuhan, alur pendekat pelabuhan, lintasan yang disarankan, wilayah pantai yang memiliki kedalaman sampai 100 m. |
| 3. | Orde 1b | Area yang tidak disebutkan dalam kelas orde khusus dan 1 kemudian area yang memiliki kedalaman sampai 200 m. |
| 4. | Orde 2 | Area yang tidak dicakup dalam orde khusus, 1a dan 1b. |

II.4 Penentuan Posisi dengan GPS

Global Positioning System (GPS) merupakan satelit yang berasal dari Amerika Serikat, satelit ini berfungsi dalam penentuan posisi suatu objek di permukaan bumi tanpa kontak langsung dengan objeknya. Bukan hanya untuk keperluan militer tetapi satelit ini juga dimanfaatkan untuk orang awam dengan tahan disegala cuaca dan dapat digunakan disetiap waktu sehingga dapat melakukan pengamatan kapanpun. GPS berasal dari kata *Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System* (NAVSTAR GPS) dan seiring dengan perkembangan waktu GPS dikenal dengan sebutan GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Sistem GPS memiliki 3 segmen antara lain satelit, pengontrol dan pengguna, satelit GPS yang berada di luar angkasa memiliki jumlah sebanyak 24 buah dimana 21 buah beroperasi penuh sedangkan 3 buah lainnya digunakan sebagai cadangan. Satelit memiliki lintasan orbit yang telah pasti, sehingga satelit tersebut memiliki lintasan yang tidak akan berbenturan satu dengan lainnya (Abidin, 2001).

Pengukuran GPS sangat diperlukan dalam pemetaan batimetri. Setiap kedalaman titik perum harus diketahui koordinatnya, pengukuran *sounding* yang menggunakan wahana kapal akan terus bergerak mengikuti alur perum yang dibuat sehingga metode yang tepat untuk pengukuran GPS di kapal yaitu metode DGPS (*Differential Global Positioning System*) (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

II.5 Pasang Surut Air Laut

Pasang surut air laut (Pasut) adalah suatu peristiwa alam dimana permukaan air laut yang naik dan turun dalam rentang waktu tertentu yang diakibatkan oleh adanya gravitasi matahari dan bulan. Rentang waktu proses terjadinya peristiwa tersebut yaitu berkisar 12,4 jam atau 24,8 jam. Antara gravitasi matahari dan bulan yang memiliki pengaruh yang sangat besar dalam peristiwa pasang surut air laut yaitu gravitasi bulan, sesuai dengan Hukum Newton tentang gravitasi dimana massa benda yang memiliki jarak yang paling dekat akan menghasilkan gaya yang besar sehingga walaupun ukuran matahari lebih besar dari bulan tetapi jarak bulan dan matahari lebih dekat dengan bumi. (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

II.6 Angin

Menurut Weaver (1990) angin merupakan udara yang bergerak karena adanya perbedaan suhu udara pada suatu wilayah, ini dikarenakan adanya energi panas yang dipancarkan oleh matahari. Pada suatu wilayah yang memiliki intensitas penyinaran matahari yang besar maka wilayah tersebut akan mengalami peningkatan suhu dan memiliki tekanan udara yang relatif rendah, sehingga udara bergerak dari wilayah yang memiliki suhu yang lebih rendah menuju suhu yang lebih tinggi. Apabila terjadi perbedaan tekanan udara yang signifikan maka kecepatan angin bertiup akan semakin besar.

II.7 Sedimen

Sedimen merupakan batuan yang mengalami pemecahan akibat pelapukan yang terjadi secara fisik, kimia maupun biologi. Sedimen tersebut berperan besar terhadap perubahan morfologi yang ada di kawasan pesisir pantai dan kondisi topografi yang ada didasar perairan. Perpindahan sedimen hingga sampai ke kawasan pesisir akibat adanya proses erosi, transportasi dan pengendapan. Menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005) dalam Buku Survei Hidrografi menuliskan bahwa perpindahan sedimen tersebut sebagian besar adalah sedimen yang berada di permukaan dasar perairan, medium yang menyebabkan perpindahan sedimen yaitu adanya arus laut. Kandungan sedimen yang berada di dasar perairan sebagian besar di muka bumi ini adalah mineral kuarsa yang memiliki massa jenis rerata yaitu $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ dimana nilai tersebut umum digunakan dalam menganalisis sedimen.

II.8 Skala Wentworth

Seorang peneliti bernama Charles K. Wentworth yang berasal dari Universitas Negeri Iowa, Chicago melakukan klasifikasi partikel sedimen dengan diameter partikel dari masing-masing jenis sedimen tersebut. Dalam jurnalnya yang berjudul Skala dari Tingkat dan Kelas untuk Sedimen Klastik mengklasifikasikan jenis batuan sedimen dengan ukuran partikelnya. Skala Wentworth dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Skala Wentworth (Wentworth, 1922)

| Nama Partikel | | Diameter Partikel (mm) | Skala phi (Φ) |
|---------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| Kerikil (<i>gravel</i>) | Bongkah | >256 | -8 |
| | Berangkal | 64-256 | -6 |
| | Kerakal | 4-64 | -2 |
| | Butir | 2-4 | -1 |
| Pasir (<i>sand</i>) | Pasir sangat keras | 1-2 | 2 |
| | Pasir kasar | 0.5-1 | |
| | Pasir sedang | 0.25-0.5 | |
| | Pasir halus | 0.125-0.25 | |
| | Pasir sangat halus | 0.00625-0.125 | |
| Lanau (<i>silt</i>) | 0.004-0.0625 | 5 | |
| Lempung (<i>clay</i>) | <0.004 | 8 | |

II.9 Diagram Shepard

Skala wentworth menjadi acuan dalam penentuan ukuran butir sedimen sedangkan dalam penentuan jenis sedimen dilakukan dengan menggunakan Diagram Segitiga Shepard. Seorang peneliti dari Universitas California mengklasifikasikan sampel sedimen berdasarkan rasio dari pasir, lanau dan lempung.

II.10 Uji Laboratorium Sedimen

Pengujian terhadap sampel sedimen di laboratorium dapat digunakan beberapa metode pengujian, ada 2 metode yaitu Metode *sieving* yaitu pengujian sedimen dengan menggunakan ayakan yang memiliki ukuran tertentu pada masing-masing saringan. Metode *pipetting* yaitu pengujian sedimen dengan menggunakan pipet untuk mengambil butiran sedimen yang kecil atau yang berukuran lebih kecil dari 0.063 mm.

II.11 EIVA

EIVA merupakan perangkat lunak berlisensi asal Denmark yang berfungsi sebagai perangkat lunak pengolah data dibidang survei minyak dan gas serta untuk keperluan konstruksi laut serta keperluan kabel bawah laut. Perangkat lunak ini terdiri dari beberapa paket pengolahan diantaranya adalah NaviPac, NaviScan, NaviEdit, NaviModel dan NaviPlot, kesemua paket pengolahan tersebut terdapat dalam produk yang bernama EIVA NaviSuite. EIVA juga mendirikan perusahaan yang bukan hanya penyedia perangkat lunak melainkan juga menyediakan instrumen-instrumen untuk mendukung peralatan survei di bidang hidrografi (EIVA, 2006).

II.12 WRPlot

WRPlot (*Windrose Plot*) merupakan suatu perangkat lunak yang menghasilkan statistik dan gambaran mengenai mawar angin dengan format data yang telah tersedia pada perangkat lunak tersebut. Kenaikan angin menggambarkan frekuensi terjadinya angin di setiap sektor arah angin tertentu dan kelas kecepatan angin untuk lokasi dan periode waktu tertentu (Jesse, 2020).

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan untuk membuat peta batimetri dan persebaran sedimen seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.2 Alat-Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Laptop Nitro AN515-52, intel Core i5-8300H, RAM 16384MB.
2. Kamera *smartphone*.
3. GPS Handheld.
4. Perangkat lunak Eiva Navisuite
5. Perangkat lunak WRPlot 8.0.2.
6. Perangkat lunak ArcMap 10.3.
7. Perangkat lunak Microsoft Office Word dan Excel 2019.

Berikut merupakan Data yang digunakan dalam penelitian:

1. Raw data multibeam echosounder Wasp S3i.
2. Sampel sedimen di wilayah penelitian.
3. Data Pasang Surut Jepara (BIG).
4. Data Angin.

III.3 Tahapan Akuisisi Data

Akuisisi data lapangan bertujuan untuk mendapatkan raw data hasil pengukuran multibeam echosounder. Peneliti melakukan instalasi peralatan multibeam dari pemasangan hingga melakukan pengukuran batimetri. Pemasangan alat multibeam echosounder harus memperhatikan acuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Seperti pemasangan transduser, GPS dan sensor box Wasp, kemudian melakukan akuisisi dengan menggunakan perangkat lunak pada sistem Wasp dan Eiva.

III.4 Tahap Pengolahan Data

Proses dalam pengolahan data penelitian dimulai dari pengolahan data batimetri agar mendapatkan peta kedalaman, melakukan uji laboratorium serta pengolahan data pasang surut dan pergerakan angin.

III.4.1 Pengolahan Data Multibeam Echosounder

Data batimetri yang dihasilkan dari pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan multibeam echosounder Wasp S3i, kemudian dilakukan pengolahan pada perangkat lunak Eiva Navisuite, dalam perangkat lunak Eiva terdiri lima paket aplikasi online dan offline. Aplikasi offline merupakan paket aplikasi pengolahan data yang terdiri dari NaviEdit, NaviModel dan NaviPlot. Langkah awal yang perlu dilakukan yaitu membuat database di NaviEdit.

Pembuatan database bertujuan untuk menggabungkan data hasil pengukuran batimetri dengan data pasang surut air laut. NaviEdit digunakan untuk mengatur data serta parameter-parameter yang dihasilkan dari instrumen multibeam echosounder. Fungsi dari NaviEdit yaitu menselaraskan pengaturan awal yang telah di setting dan melakukan persiapan terhadap motion sensor agar pengolahan pada tools selanjutnya yaitu pada NaviModel.

NaviModel merupakan tools yang berfungsi untuk melakukan pengolahan hasil model permukaan digital menjadi model TIN (Triangular Irregular Network) juga memodelkan hasil pengukuran batimetri yang telah selesai dilakukan, pada tools ini memiliki fungsi kalibrasi dari patch test, melakukan interpolasi titik batimetri serta pembersihan spike pada data outlier.

Data batimetri yang telah di olah pada NaviModel selanjutnya dapat divisualisasikan dengan aplikasi NaviPlot, aplikasi ini merupakan tools yang berfungsi untuk menyajikan tampilan hasil survei batimetri.

III.4.2 Uji Laboratorium Jenis Sedimen

Pengolahan data sampel sedimen yang berjumlah delapan titik sampel. Untuk mengetahui lokasi titik sedimen maka dilakukan pengambilan koordinat (X,Y) dengan GPS Handheld. Titik koordinat dan waktu pengambilan sedimen tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Koordinat dan waktu pengambilan sampel sedimen

| Stasiun | Waktu (WIB) | Tanggal | Koordinat X (m) | Koordinat Y (m) |
|---------|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| St.01 | 16:13:52 | 8/19/2020 | 459601.012 | 9272309.618 |
| St.02 | 16:25:09 | 8/19/2020 | 459221.497 | 9272670.547 |
| St.03 | 15:45:22 | 8/20/2020 | 458113.363 | 9272268.643 |
| St.04 | 15:53:05 | 8/20/2020 | 457239.322 | 9272183.294 |
| St.05 | 16:13:42 | 8/20/2020 | 459251.733 | 9272197.197 |
| St.06 | 16:24:16 | 8/20/2020 | 459535.638 | 9272625.996 |
| St.07 | 16:35:07 | 8/20/2020 | 458570.761 | 9272632.577 |
| St.08 | 16:39:56 | 8/20/2020 | 458156.107 | 9272465.118 |

Pada pengujian di laboratorium, peneliti menggunakan dua metode penelitian yaitu metode *sieving* dan metode *pipetting*. Metode *sieving* merupakan metode pengujian sedimen dengan menggunakan ayakan yang memiliki ukuran tertentu pada masing-masing saringan. Ada beberapa jenis ukuran pada alat pengayak (*sieve sheaker*) yaitu 2 mm, 0.5 mm, 0.3 mm, 0.125 mm dan 0.0625 mm. metode ini menyeleksi butir sedimen hingga 0.063 mm.

Tabel 4 Metode Sieving

| Ukuran (mm) | Berat Fraksi (gram) | Berat Kumulatif (gram) | Frekuensi (%) | Frekuensi Kumulatif (%) | Jenis | Frekuensi Jenis (%) |
|-------------|---------------------|------------------------|---------------|-------------------------|-------|---------------------|
| 2 | 35.8818 | 35.8818 | 57.9212% | 57.9212% | Sand | 100 % |
| 0.5 | 14.4586 | 50.3404 | 23.3394% | 81.2606% | | |
| 0.3 | 10.8177 | 61.1581 | 17.4622% | 98.7228% | | |
| 0.15 | 0.4738 | 61.6319 | 0.7648% | 99.4876% | | |
| 0.063 | 0.3174 | 61.9493 | 0.5124% | 100.0000% | | |
| 0.0625 | - | - | - | - | Silt | - |
| 0.0312 | - | - | - | - | | |
| 0.0156 | - | - | - | - | | |
| 0.0078 | - | - | - | - | | |
| 0.0039 | - | - | - | - | | |
| Jumlah | 61.9493 | | | | Clay | 100 % |

Metode *pipetting* merupakan metode pengujian sedimen dengan menggunakan pipet untuk mengambil butiran sedimen yang kecil atau yang berukuran lebih kecil dari 0.063 mm. metode ini menggunakan tabung yang berisi air yang kemudian memperhitungkan durasi pengendapan sedimen yang diletakkan pada tabung tersebut.

Tabel 5 Metode Pipetting

| Ukuran (mm) | Jarak Tenggelam (cm) | Waktu | Berat Fraksi (gram) | Berat Kumulatif (gram) | Frekuensi (%) | Frekuensi Kumulatif (%) | Jenis | Frekuensi Jenis (%) |
|-------------|----------------------|-------|---------------------|------------------------|---------------|-------------------------|-------|---------------------|
| 2 | - | - | - | - | - | - | Sand | 0.09% |
| 0.5 | - | - | - | - | - | - | | |
| 0.3 | - | - | - | - | - | - | | |
| 0.15 | - | - | - | - | - | - | | |
| 0.063 | - | - | - | - | - | - | | |
| 0.0625 | 20 | 58" | 0.79 | 0.79 | 33.9% | 33.9% | Silt | 99.33% |
| 0.0312 | 10 | 3'56" | 0.55 | 1.34 | 23.7% | 57.6% | | |
| 0.0156 | 10 | 7'44" | 0.51 | 1.85 | 21.8% | 79.4% | | |
| 0.0078 | 10 | 31' | 0.46 | 2.31 | 19.9% | 99.3% | | |
| 0.0039 | 10 | 23' | 0.02 | 2.33 | 0.7% | 100.0% | | |
| Jumlah | | | 2.3261 | | | | Clay | 0.67% |
| | | | | | | | | 100 % |

III.4.3 Pengolahan Data Pasut dan Angin

Pengolahan parameter oseanografi bertujuan untuk menganalisa faktor sebaran jenis sedimen, beberapa parameter oseanografi yang diolah oleh peneliti yaitu parameter pasang surut dan angin. Pengolah Pasut dilakukan dengan menggunakan Metode Admiralty yang dihitung dengan menggunakan Microsoft Excel agar menghasilkan tipe Pasut dan nilai *chart datum* di Kawasan Pantai Kartini. Pengamatan Pasang Surut tidak dilakukan secara mandiri. Data pasang surut laut diperoleh pada stasiun pasang surut BIG Jepara, data pasang surut tersebut memiliki interval 1 menit selama 29 hari (31 Juli - 28 Agustus 2020).

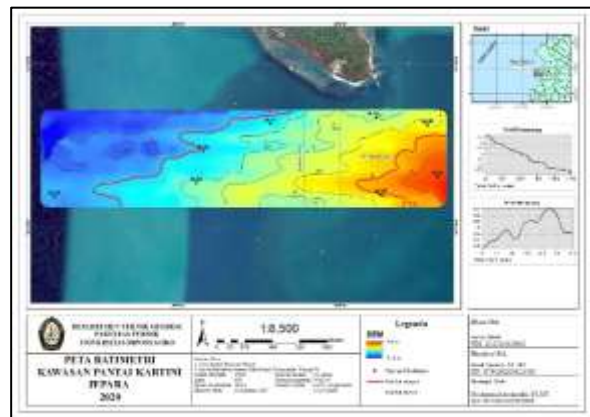
Pengolahan data angin dilakukan dalam kurun waktu lima tahun (2016 sampai 2020), data angin diperoleh dari hasil pemodelan dari ECMWF. Dengan memilih variabel komponen U dan V angin, data

pemodelan dapat mengetahui arah dan kecepatan angin pada lokasi tertentu dengan cakupan area 0.25° x 0.25° (28 km x 28 km). Pengolahan data tersebut memerlukan perangkat lunak ODV, Microsoft Excel dan WRPlot.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Analisis Hasil Pengukuran Batimetri di Kawasan Pantai Kartini

Berdasarkan hasil pengolahan batimetri dengan menggunakan perangkat lunak EIVA NaviSuite, maka peta batimetri di Kawasan Pantai Kartini dapat divisualisasikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Peta Batimetri Kawasan Pantai Kartini

Peta batimetri tersebut merupakan hasil survei dengan menggunakan *multibeam echosounder* Wassp S3i dengan referensi tinggi *Lowest Low Water Level* (LLWL) dan berada pada garis pantai sejauh 1 km dari Pantai Kartini. Bentuk topografi dari Pantai Kartini yaitu relatif datar dan tidak mempunyai perubahan kedalaman yang signifikan, rentang nilai kedalaman pada kawasan tersebut yaitu berkisar 6.8 meter hingga 11.5 meter dengan interval kontur 0.5 meter. Ketelitian yang dihasilkan dari lajur perum yang saling bertampalan dengan sampel titik kedalaman sebanyak 50 titik dapat dijelaskan pada Tabel 6.

Tabel 6 Ketelitian Lajur Perum

| No | Lajur | Debal Sampel | σ^2 | $1.96 \times \sigma^2$ | Toleransi | Keterangan |
|----|------------|--------------|------------|------------------------|-----------|------------|
| 1 | 1 dengan 2 | 9.28 m | 0.0451 | 0.0884 | 0.2595 | Diterima |
| 2 | 3 dengan x | 8.59 m | 0.1099 | 0.2154 | 0.2582 | Diterima |
| 3 | 5 dengan x | 8.41 m | 0.0701 | 0.1374 | 0.2578 | Diterima |
| 4 | 7 dengan x | 8.33 m | 0.0619 | 0.1213 | 0.2577 | Diterima |

Analisis ketelitian pemeruman yaitu mengacu pada standar IHO SP-44 tahun 2008 orde khusus, untuk mendapatkan nilai ketelitian terlebih dahulu mencari sampel area yang bertampalan dan memiliki koordinat yang sama, kemudian menganalisa data kedalaman yang dihasilkan. Penggunaan perangkat lunak ArcGIS dengan *overlay spatial join* dapat mengidentifikasi titik-titik yang bertampalan, uji ketelitian menghasilkan data dengan tingkat kepercayaan 95% sehingga kesalahan data diasumsikan terdistribusi normal sebesar 1,96 x

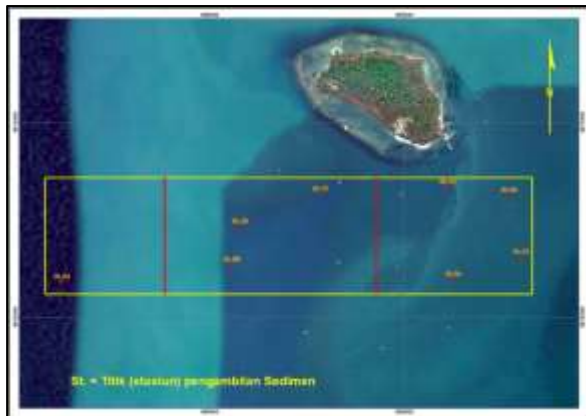
standar deviasi. Nilai perbedaan kedalaman akan diterima jika $-\sqrt{a^2 + (b + d)^2} < 1,96 \times \text{standar deviasi} < +\sqrt{a^2 + (b + d)^2}$. Maka kesalahan data pemeruman harus berada pada rentang nilai toleransi kesalahan agar dapat menentukan orde pengukuran.

IV.2 Analisis Persebaran Jenis Sedimen

Klasifikasi sedimen dapat ditentukan berdasarkan hasil uji laboratorium yang kemudian dihubungkan dengan Diagram Shepard dan dilakukan interpolasi sedimen sehingga didapatkan peta sebaran sedimen.

IV.2.1 Uji Laboratorium

Pengujian sampel sedimen yang diambil langsung dari dasar perairan berjumlah delapan sampel, pengujian dilakukan di Laboratorium Geologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Undip. Persebaran sedimen pada daerah penelitian menggunakan metode *purposive sampling* dimana peneliti mempertimbangkan jarak antar sampel, bentuk topografi serta cakupan area survei batimetri, berikut gambaran lokasi sampel sedimen.



Gambar 3 Lokasi Sebaran Sampel Sedimen

Hasil dari delapan sampel sedimen setelah dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan metode *sieving* dan metode *pipetting* dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Hasil Uji Laboratorium

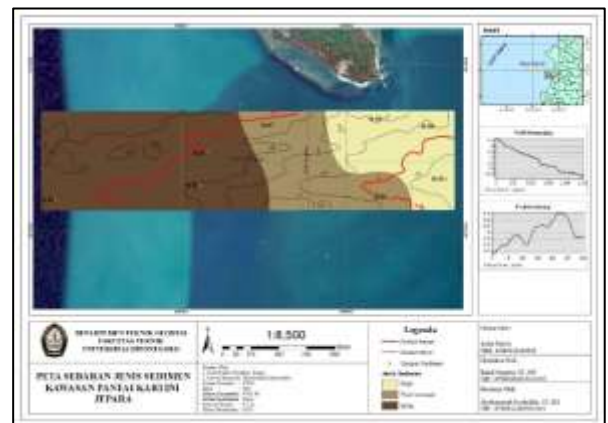
| Titik Sampel | Kandungan Sedimen (%) | | |
|--------------|-----------------------|-----------|----------|
| | Sand | Silt | clay |
| St. 01 | 97.6543 % | 2.3252 % | 0.0205 % |
| St. 02 | 100 % | 0 % | 0 % |
| St. 03 | 0 % | 99.1816 % | 0.8184 % |
| St. 04 | 0 % | 99.3336 % | 0.6664 % |
| St. 05 | 59.2231 % | 40.4620 % | 0.3148 % |
| St. 06 | 96.0321 % | 3.9376 % | 0.0302 % |
| St. 07 | 51.1572 % | 48.5247 % | 0.3181 % |
| St. 08 | 0 % | 99.3407 % | 0.6593 % |

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa pada Kawasan Pantai Kartini memiliki tiga jenis sedimen yaitu *sand* (pasir), *silt* (lanau) dan *clay* (lempung). Adapun ukuran partikel dalam penentuan

sedimen mengacu pada Skala Wentworth seperti pasir memiliki ukuran butir 2 – 0.063 mm, lanau memiliki ukuran butir 0.0625 – 0.0078 mm dan lempung memiliki ukuran butir 0.0039 mm. Pada stasiun sampel 02 hasil pengujian laboratorium menunjukkan terdapat 100 % pasir karena stasiun tersebut berdekatan dengan Pulau Panjang sehingga menjadi salah satu faktor penyebab jenis sedimen tersebut. Penggunaan metode *sieving* dilakukan pada sampel 01, 02, 05, 06 dan 07. Untuk penggunaan metode *pipetting* yang merupakan metode untuk pengklasifikasian ukuran sedimen yang halus dilakukan pada seluruh sampel kecuali pada stasiun 02.

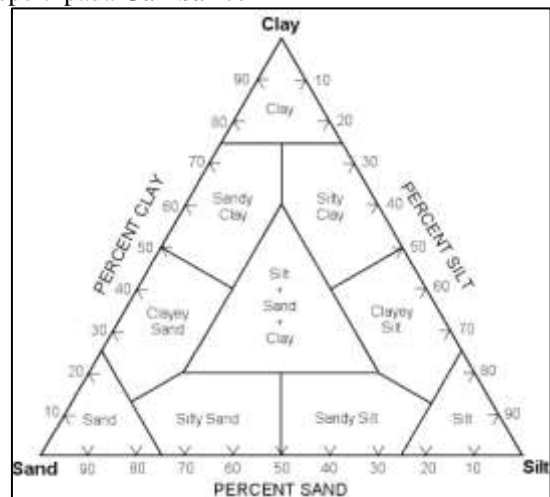
IV.2.2 Peta Sebaran Sedimen

Hasil *layouting* peta jenis sedimen dapat dilihat pada **Gambar IV-3**, luas area penelitian yaitu 2500 m x 600 m dengan pengambilan titik sedimen sebanyak delapan titik yang menggunakan alat *grab sampler*.



Gambar 4 Peta Sebaran Jenis Sedimen

Pembuatan peta sebaran jenis sedimen dilakukan dengan mengacu pada Diagram Shepard, pada **Tabel 7** merupakan tabel persentase kandungan di setiap jenis sedimen. Nilai persentase tersebut dihubungkan dengan klasifikasi Diagram Shepard seperti pada **Gambar 5**.



Gambar 5 Diagram Shepard (Gemilang, 2018)

Dengan demikian maka dapat diklasifikasikan jenis sedimen berdasarkan persentase kandungan dalam melakukan persebaran sedimen digunakan metode interpolasi IDW. Menurut Pramono (2008) metode IDW merupakan metode yang lebih akurat karena metode ini menghasilkan nilai yang mendekati nilai maksimum dan minimum dari suatu sampel.

Proses interpolasi menggunakan nilai kelas yang telah ditentukan, dikarenakan hasil penelitian terdapat 3 jenis kandungan maka peneliti membuat rentang 3 kelas yang sesuai dengan Diagram Shepard. dimana jenis sedimen pasir terdapat dalam rentang >0 - 1, sedimen lanau >1 - 2 dan sedimen lempung >2 - 3. Hasil sebaran sedimen di Kawasan Pantai Kartini Menunjukkan bahwa jenis sedimen lanau sangat mendominasi area penelitian dan berbanding lurus dengan nilai kedalaman dari hasil batimetri.

IV.3 Analisis Faktor Sebaran Sedimen

Sebaran sedimen yang terdapat di Kawasan Pantai Kartini dipengaruhi beberapa faktor, dimana semakin menjauhi daratan maka sedimen akan memiliki ukuran butir yang sangat halus. Beberapa faktor yang di analisis oleh peneliti yaitu pasang surut dan arah serta kecepatan angin.

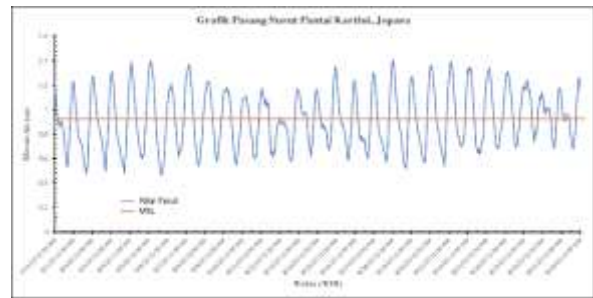
IV.3.1 Faktor Pasang Surut

Pengamatan pasang surut air laut dilakukan selama 29 hari (29 piantan) didapat hasil seperti pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Komponen Pasang Surut

| | | HASIL TERAKHIR | | | | | | | | | |
|----------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | S ₁ | M ₁ | S ₂ | N ₁ | K ₁ | O ₁ | M ₂ | M ₃ | K ₂ | P ₁ |
| A. Ca | | 92 | 6 | 3 | 10 | 10 | 3 | 5 | -1 | 1 | 3 |
| g ¹ | | 57 | 322 | 177 | 209 | 159 | 99 | 126 | 154 | 127 | |

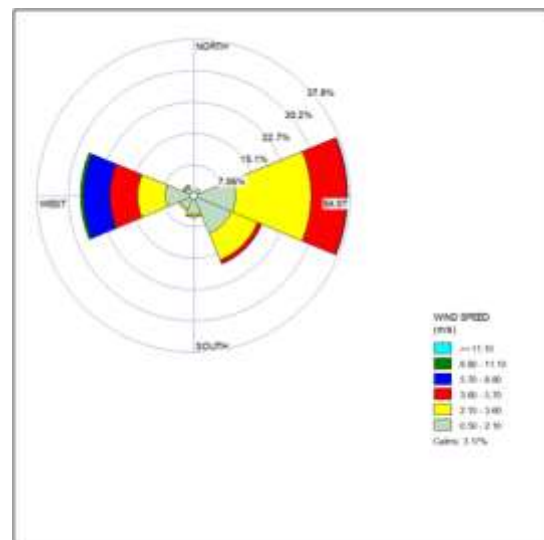
Perhitungan pada tabel diatas menggunakan Metode Admiralty dengan 10 komponen pasang surut, hasil perhitungan pasang surut air laut di Kawasan Pantai Kartini Jepara menghasilkan bilangan Formzhal sebesar 1.3203, nilai tersebut dapat mendefinisikan tipe pasang surut yang ada pada Kawasan tersebut. Dimana nilai Formzhal (F) berada pada rentang 0.25 < F < 1.5 maka tipe Pasut dapat dikategorikan sebagai tipe Pasut condong campuran ganda, hasil tersebut juga memiliki nilai yang sama pada penelitian yang dilakukan oleh Aziz (2019) dan Rahmawati (2015) menggunakan metode Admiralty dan menghasilkan nilai Formzhal masing-masing 1.10 dan 1.36 sehingga tipe Pasut yang dilakukan oleh peneliti sama seperti yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Menurut Triatmodjo (1999) tipe Pasut condong campuran ganda akan mengalami proses transportasi sedimen yang sangat dinamis, hal itu disebabkan terjadinya gelombang pasang yang lebih sering terjadi sehingga menyebabkan terjadinya proses erosi dan sedimentasi di daerah pantai. Nilai MSL yang dihasilkan yaitu 92.221 cm atau 0.92 m yang diukur dari Stasiun Pasut BIG di Pantai Kartini Jepara. Berikut grafik pasang surut di Pantai Kartini:



Gambar 6 Grafik pasang surut Pantai Kartini

IV.3.2 Faktor Arah dan Kecepatan Angin

Hasil pengolahan data angin kemudian diinterpretasikan dalam bentuk diagram Windrose atau dikenal dengan istilah mawar angin. Pengolahan data angin dilakukan selama 5 tahun dari 2016 hingga 2020, dalam kurun waktu tersebut arah dan kecepatan angin dapat ditentukan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Windrose 5 tahun (2016-2020)

Hasil pengolahan data angin dengan perangkat lunak ODV dan WRPlot menunjukkan bahwa pergerakan angin di Kawasan Pantai Kartini Jepara berasal dari segala arah mata angin tetapi angin bergerak didominasi dari arah timur atau istilah ini disebut dengan angin timur. Angin timur di kawasan Pantai Kartini Jepara, merupakan angin yang berhembus dari daratan (kawasan pantai) dimana pengaruh angin terhadap angkutan sedimentasi menurut Hawati (2017) akan menyebabkan terbentuknya gelombang air laut yang menggerus daerah pantai, sehingga sebaran sedimen akan semakin halus jika sedimen menjauh dari daratan dan arah pergerakan angin yang membangkitkan gelombang dapat dilihat dari arah angin yang dominan atau dapat direpresentasikan dengan menggunakan windrose. Frekuensi kecepatan angin juga dapat diketahui dalam kurun waktu lima tahun, dimana kecepatan angin yang mendominasi di Kawasan Pantai Kartini yaitu 0.5 – 2.1 m/s dengan frekuensi 39.7% dan tidak adanya kecepatan angin yang lebih besar dari 11.10 m/s.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan simpulan yaitu:

1. Pengukuran batimetri dengan menggunakan *multibeam echosounder* WASSP S3i yang memiliki jangkauan kedalaman sekitar 250 meter menghasilkan titik-titik perum yang sangat rapat, hasil titik perum kemudian diolah pada perangkat lunak EIVA agar mendapatkan koreksi pasang surut dan *vessel attitude*. Hasil pengolahan batimetri di Kawasan Pantai Kartini Jepara, menunjukkan bahwa area penelitian memiliki kedalaman dengan rentang 6.8 meter hingga 11.5 meter dengan interval kontur 0.5 meter. Bentuk topografi pada Kawasan tersebut lebih cenderung landai dan tidak ditemukannya perbedaan kedalaman yang signifikan.
2. Sampel sedimen yang telah diuji pada Laboratorium Geologi memiliki jenis sedimen yang berbeda-beda, uji laboratorium sedimen menggunakan dua metode pengolahan yaitu metode *sieving* dan metode *pipetting*. Ada 8 sampel pengambilan sedimen dasar laut setelah dilakukan pengujian dengan berat 100 gram, didapatkan persentase pasir terbesar pada stasiun 02 yaitu 100 %, persentase lanau terbesar terdapat pada stasiun 08 yaitu 99.3407% dan persentase lempung terbesar terdapat pada stasiun 04 yaitu 0.6664%, masing-masing sampel sedimen diuji berdasarkan acuan klasifikasi ukuran butir dari Skala Wentworth. Sedangkan Diagram Shepard digunakan untuk mengetahui jenis sedimen dari hasil persentase pengujian, jenis sedimen yang telah diketahui lalu divisualisasikan dengan perangkat lunak ArcGIS dengan memberikan rentang nilai 1 – 3 kemudian dilakukan interpolasi nilai kelas tersebut dengan metode IDW. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa area penelitian dengan luas 2500 meter x 600 meter didominasi oleh jenis sedimen lanau dimana persebaran sedimen pada wilayah penelitian menghasilkan tiga jenis sedimen yaitu sedimen berjenis pasir dengan persentase 25.01 %, pasir lanauan sebesar 22.85 % dan lanau sebesar 52.14 %.
3. Pasang surut air laut di Kawasan Pantai Kartini Jepara yang diolah dari data stasiun Pasut BIG Jepara dengan menggunakan Metode Admiralty selama 29 hari (29 pintaan), menunjukkan nilai MSL 0.92 meter dengan nilai Formzhah sebesar 1.3202 dengan nilai tersebut dapat diklasifikasikan bahwa di Kawasan Pantai Kartini Jepara memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Dimana wilayah yang memiliki tipe Pasut campuran condong harian ganda sangat mempengaruhi proses sebaran sedimen di dasar laut. Selain pengaruh Pasut, faktor arah dan kecepatan angin juga ikut serta dalam proses sebaran sedimen di Kawasan Pantai Kartini Jepara.

Arah pergerakan angin selama lima tahun di Kawasan Pantai Kartini Jepara didominasi oleh pergerakan angin darat dengan nilai persentase sebesar 37.07 %, besarnya kecepatan angin yang berhembus didominasi oleh kecepatan dengan nilai 0.5 – 2.1 m/s dengan persentase 39.7 %. Sehingga dengan arah pergerakan angin dari timur dan barat mempengaruhi sebaran sedimen, pergerakan angin tersebut sesuai dengan sebaran jenis sedimen dimana jenis sedimen berbeda seiring meningkatnya kedalaman dan menjauhi kawasan pantai.

V.2 Saran

Hasil penelitian yang didapatkan melalui proses persiapan hingga pengolahan masih memiliki perbaikan-perbaikan, sehingga penulis memberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengukuran *multibeam echosounder* sebagai berikut:

1. Sebaiknya survei batimetri dilakukan dengan waktu yang lebih lama agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Data yang dihasilkan oleh *multibeam echosounder* harus dalam format yang didukung oleh perangkat lunak pengolahan.
3. Perlunya pengetahuan tentang kondisi perairan seperti daerah yang memiliki karang, waktu terjadinya pasang dan surut serta waktu terjadinya gelombang yang cukup besar.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H., Z. 2001 Geodesi Satelit. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Arhat, P., Widada, S. dan Saputro, S. 2014. Studi Sebaran Sedimen Dasar dan Kondisi Arus di Perairan Keling, Kabupaten Jepara. *Jurnal Oseanografi*. Vol. 3, No. 4, hal. 684-689.

Aziz, S., M., Rochaddi, B., Handoyo, G., Muslim, Ismanto, A. dan Setyono, H. 2019. Pola Arus dan Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Jepara. *Jurnal, Semarang: Universitas Diponegoro*. Vol. 01, No. 01.

Brammadi, S., Nugraha, A.L., Sudarsono, B. dan Mudita, I. 2017. Analisis Pengolahan Data *Multibeam echosounder* Menggunakan Perangkat Lunak MB-System dan Caris HIPS and SIPS Berdasarkan Standar S-44 IHO 2008. Skripsi, Semarang: Universitas Diponegoro.

BSN. 2010. Survei Hidrografi Menggunakan *Singlebeam Echosounder*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. SNI 7646:2010.

Gemilang, W., A, Wisna, U., J, Rahmawan, G. dan Dhiauddin, R. 2018. Karakteristik Sebaran Sedimen Pantai Utara Jawa Studi Kasus: Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal, Padang: Kementrian Kelautan dan Perikanan*.