

Analisis *Longshore Current* dan Pengaruhnya Terhadap Transpor Sedimen Dasar di Perairan Teluk Awur, Jawa Tengah

Ory Kristanto*, Aris Ismanto, Alfi Satriadi, Heryoso Setiyono dan Warsito Atmodjo

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Kota Semarang, Kode Pos 50275 Telp/fax (024) 7474698
*Email: orykrist00@gmail.com

Abstrak

Gelombang pecah di perairan dapat membangkitkan *longshore current* yang mengangkut partikel sedimen di pesisir pantai dan hal ini bisa menyebabkan terjadinya erosi di sekitaran pantai Perairan Teluk Awur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis arah dan kecepatan dari arus sejajar pantai dan pengaruhnya terhadap transport sedimen dasar di Perairan Teluk Awur. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dan untuk peramalan gelombang menggunakan metode SMB (*Sverdrup Munk Bretscneider*) dengan inputan data angin dari Desember 2010 – November 2020 memakai aplikasi *easywave* yang kemudian nilai transport sedimen dihitung dengan rumus empiris yang didapat dari pengaruh gelombang. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan tinggi gelombang pecah (H_b) berkisar antara 0,10 – 0,58 meter dengan kedalaman gelombang pecah (d_b) berkisar antara 0,09 – 0,52 meter. Kecepatan *longshore current* di Perairan Teluk Awur berkisar 0,54 – 1,31 m/s dengan arah arus dari utara menuju selatan menyusuri pantai. Dominasi jenis sedimennya adalah pasir, dengan potensi angkutan sedimen berkisar 1.307,19 – 48.936,73 m³/tahun atau 3,58 – 134,06 m³/ hari.

Kata kunci: Gelombang, Arus Sejajar Pantai, Transpor Sedimen, Teluk Awur

Abstract

Breaking waves in the waters will generate longshore currents which will transport sediment particles on the coast and this can cause erosion around the coast around the Teluk Awur waters. This study aims to analyze the direction and speed of longshore currents and their effect on bottom sediment transport in the waters of Teluk Awur. The method used in this study is a quantitative method and for wave forecasting using the SMB (Sverdrup Munk Bretscneider) method with wind data input from December 2010 - November 2020 using the easywave application, then the sediment transport value is calculated by the empirical formula of the influence of waves. Based on the results of the study, it was found that the breaking wave height (H_b) ranged from 0,10 to 0,58 meters with the breaking wave depth (d_b) ranging from 0,09 to 0,52 meters. The speed of the longshore current in the waters of Teluk Awur ranges from 0,54 to 1,31 m/s with the current direction from north to south along the coast. The dominant type of sediment is sand, with sediment transport potential ranging from 1.307,19 – 48.936,73 m³/year or 3,58 – 134,06 m³/day.

Keywords: Wave, Longshore Current, Sediment Transport, Teluk Awur

PENDAHULUAN

Kabupaten Jepara merupakan salah satu kabupaten di Indonesia yang berbatasan langsung dengan perairan. Kabupaten ini memiliki garis pantai yang cukup panjang dikarenakan terletak di kawasan utara Pulau Jawa dengan sisi bagian barat dan utaranya berbatasan langsung dengan perairan Laut Jawa. Hal ini membuat perairan di Jepara termasuk ke kategori perairan terbuka yang menyebabkan dinamika proses pantai di daerah ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor oseanografi dan salah satunya adalah gelombang (Safwan *et al.*, 2016).

Gelombang laut tercipta di perairan karena adanya hembusan angin. Saat merambat menuju pantai, gelombang ini semakin lama akan mengalami beberapa macam peristiwa seperti pembelokan maupun perubahan bentuk akibat adanya perubahan kedalaman laut. Hal ini akan menyebabkan gelombang yang datang dari laut pecah sehingga menciptakan *longshore current* atau arus sejajar pantai (Erlangga *et al.*, 2017). Arus sejajar pantai (*longshore current*) merupakan arus yang bergerak sejajar dengan garis pantai dan biasanya membawa material-material padatan sedimen dari satu titik ke titik lainnya (Triatmodjo, 1999). Proses transpor sedimen pantai yang terjadi secara berlebihan akan menjadi masalah seperti abrasi dan erosi (Triatmodjo, 2012).

Pada tahun 2016, Safwan *et al.* telah melaksanakan penelitian di Perairan Teluk Awur dan mendapatkan peristiwa pendangkalan akibat sedimentasi. Hal ini akan berakibat buruk kepada masyarakat yang bermata pencaharian sebagai nelayan di daerah pesisir Teluk Awur. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi informasi untuk pemerintah setempat untuk digunakan dalam perencanaan pembangunan di sekitaran perairan Teluk Awur. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kecepatan dan arah *longshore current* serta pengaruhnya terhadap transpor sedimen dasar di Perairan Teluk Awur.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

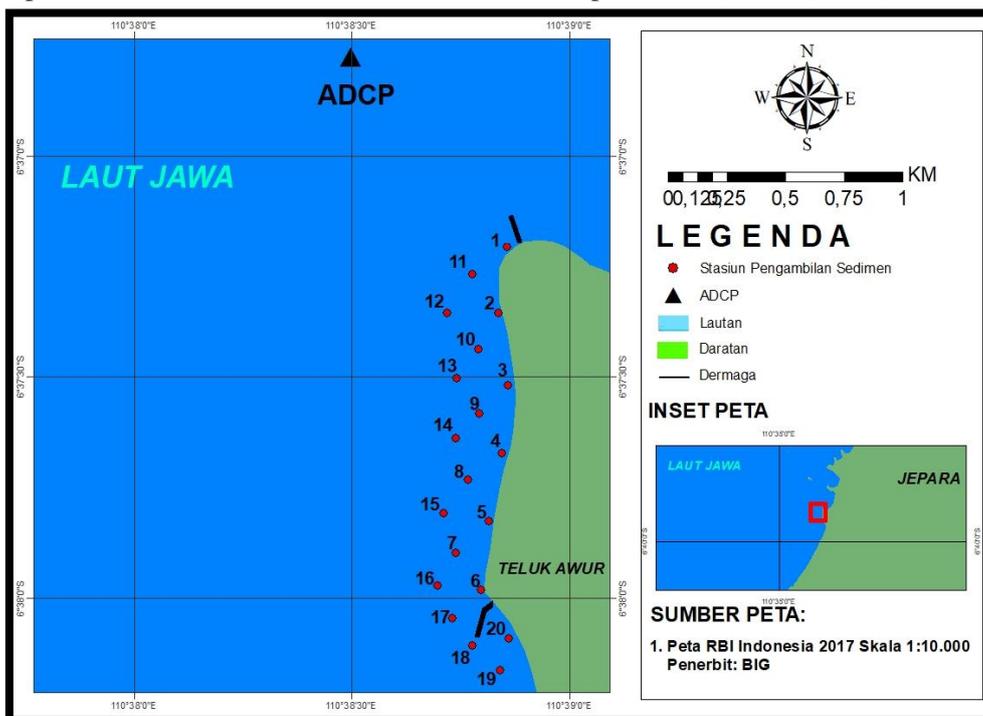
Materi yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang berasal dari lapangan sedangkan data sekunder adalah data pendukung yang diperlukan dalam penelitian ini. Data primer meliputi sampel sedimen dasar dan data gelombang perairan di Teluk Awur pada 13-14 Oktober dan 21-23 November 2021. Sedangkan pada pengambilan data sekunder, meliputi data angin ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) selama 10 tahun (Desember 2010-November 2020) dari www.copernicus.eu yang diakses pada 8 November 2021 dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2017 yang diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan skala 1:10.000.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan metode kuantitatif. Metode ini dipilih berdasarkan adanya angka dan analisa statistik dari penelitian ini.

Metode Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi pengukuran gelombang ditentukan dengan metode *area sampling* dikarenakan lokasi pengambilan data yang cukup luas (Sugiyono, 2009). Pengukuran data gelombang dilakukan di satu titik dengan koordinat 6°36'47.57" LS dan 110°38'29.69" BT pada kedalaman 7 meter. Teknik pengambilan sampel sedimen dasar menggunakan metode *purposive sampling* dimana dilakukan pengambilan beberapa titik guna diharapkan dapat mewakili kondisi dari seluruh daerah lokasi penelitian (Usman, 2014).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian pengambilan data

Metode Pengukuran Dan Pengambilan Data

1. Sedimen dasar

Pengambilan sampel sedimen dasar di lapangan dilakukan dengan menggunakan sedimen *grab* dan sedimen *core*. Pengambilan sampel sedimen dengan sedimen *grab* dilakukan dengan menurunkan sedimen *grab* hingga ke dasar sebelum akhirnya diangkat, sedangkan untuk sedimen *core* dilakukan pada titik lokasi yang berada di pinggir pantai dengan memasukan alat ke dalam permukaan dan menariknya saat sudah terisi oleh sedimen

2. Data gelombang

Pengambilan data gelombang di lapangan dilakukan pada tanggal 21-23 November 2021 dengan jarak interval tiap 10 menit menggunakan ADCP. Data yang diperoleh dari pengambilan ini adalah tinggi (H) dan periode (T) dari gelombang. Data nilai tinggi dan periode dari gelombang ini kemudian diolah untuk mencari nilai tinggi dan periode gelombang signifikan (H_s & T_s) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$n = 33,3\% \times \text{jumlah data}$$

$$H_s = \frac{(H_1 + H_2 + \dots H_n)}{n}$$

$$T_s = \frac{(T_1 + T_2 + \dots T_n)}{n}$$

Metode Pengolahan Dan Analisis Data

1. Peramalan gelombang

Peramalan gelombang dilakukan dengan menggunakan data angin dari ECMWF dari www.copernicus.eu. Peramalan gelombang dilakukan dengan menggunakan metode SMB di aplikasi *easywave* guna mencari nilai tinggi dan periode gelombang signifikan (H_s dan T_s). Aplikasi ini merupakan suatu algoritma dalam bahasa python dengan menjadikan suatu obyek menjadi fokusnya. Aplikasi digunakan karena dapat mempercepat perhitungan-perhitungan yang ada di metode SMB sehingga peramalan data gelombang menjadi lebih efisien (Siregar *et al.*, 2020).

Menurut Ismanto *et al.*, (2019), data hasil peramalan dapat divalidasi dengan menggunakan metode RMS (*Root Mean Square*) dengan persamaan berikut:

$$RMS = \sqrt{\frac{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \dots + \Delta x_n^2}{n}}$$

$$\Delta x_n = b_n - a_n$$

Keterangan :

a_n : Data Lapangan

b_n : Data Hasil Peramalan

n : Jumlah Data

2. Pengolahan data gelombang

Data gelombang hasil pengukuran lapangan yang berupa tinggi (H) dan periode (T) gelombang serta data hasil peramalan gelombang diolah untuk mencari nilai tinggi dan periode gelombang signifikan (H_s & T_s). Data hasil peramalan juga dapat diolah menjadi *Wind Rose* atau mawar angin guna mengetahui arah dominan dari angin di lokasi penelitian.

Menurut Triatmodjo (2012) dalam Putri *et al.* (2014), persamaan untuk mencari nilai sudut gelombang pecah (α_b) adalah sebagai berikut :

1. Menghitung L_0

$$L_0 = 1,56 T^2$$

2. Menghitung C_0

$$C_0 = L_0/T$$

3. Menghitung d/L_0

$$d/L_0$$

4. Mencari nilai d/L melalui interpolasi nilai d/L_0 menggunakan tabel C-1 pada SPM 1984

5. Mencari nilai panjang gelombang (L)

$$L = d: d/L$$

6. Mencari nilai cepat rambat gelombang (C)

$$C = L/T$$

7. Menghitung koefisien pendangkalan (K_s) melalui interpolasi nilai d/L_0 menggunakan tabel C-1 pada SPM 1984

8. Menghitung H'_0

$$H'_0 = H_s/K_s$$

9. Menghitung $\frac{H'_0}{gT^2}$

10. Menghitung $\frac{H_b}{H'_0}$ menggunakan grafik hubungan antara $\frac{H_b}{H'_0}$ dan $\frac{H'_0}{gT^2}$ pada Triatmodjo, 1999 hal.233

11. Menghitung H_b

$$H_b = \frac{H_b}{H'_0} \times H'_0$$

12. Menghitung $\frac{H_b}{gT^2}$

13. Menghitung $\frac{d_b}{H_b}$ menggunakan grafik hubungan antara α dan β dengan $\frac{H_b}{gT^2}$ pada Triatmodjo, 1999 hal.232

14. Menghitung d_b

$$d_b = \frac{d_b}{H_b} \times H_b$$

15. Menghitung panjang gelombang pecah (L_b)

$$L_b = T_s \sqrt{gd_b}$$

16. Menghitung sudut gelombang pecah α_b

$$\frac{\sin \alpha_b}{L_b} = \frac{\sin \alpha_0}{L}$$

3. Pengolahan *longshore current*

Menurut Triatmodjo (1999), nilai kecepatan *longshore current* dapat dicari dengan menggunakan rumus empiris dari hasil pengolahan nilai tinggi gelombang pecah (H_b) dan sudut gelombang pecah (α_b) seperti berikut:

$$V = 1,17(g \times H_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Keterangan:

- V : Kecepatan *longshore current*
 g : Percepatan gravitasi
 H_b : Tinggi gelombang pecah
 α_b : Sudut gelombang pecah

4. Pengolahan data sedimen

Sampel sedimen diolah dengan menggunakan analisa granulometri untuk mencari ukuran butirnya. Pengolahan ini terdiri atas proses penyaringan dan pipetasi sebelum akhirnya dimasukkan kedalam segitiga shepard untuk dilakukan penamaan.

Menurut Oktaviana (2016), analisa dari percontoh sedimen dasar dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa langkah seperti dibawah ini:

- a. Sampel sedimen dasar dikeringkan terlebih dahulu kemudian diambil sebanyak 200 gram kemudian dimasukkan kedalam alat *shieve shaker* dengan diameter saringan (*mesh*) yang berbeda yaitu dari paling besar 2 mm, 0.5 mm, 0.3 mm, 0.125 mm, dan 0.063 mm sebagai ukuran terkecil. Proses ini dilakukan selama 10 menit guna memisahkan sedimen menurut ukuran-ukuran dari saringan tersebut.
- b. Sampel hasil proses penyaringan kemudian dipisahkan menurut masing-masing diameter saringan lalu ditimbang.
- c. Jika terdapat lebih dari 6 gram sampel sedimen yang lebih kecil dari saringan berukuran 0,063 mm maka akan lakukan proses pipetasi dimana sampel sedimen tersebut akan dipindah ke gelas ukur volume 1 liter yang diisi aquades dan kemudian diaduk hingga homogen.
- d. Proses pipetasi dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel air dengan waktu 58 detik (kedalaman 20 cm), 1 menit 56 detik (kedalaman 10 cm), 7 menit 44 detik (kedalaman 10 cm), 31 menit (kedalaman 10 cm), dan 2 jam 30 menit (kedalaman 10 cm). Sampel air akan diambil sebanyak 10 ml dan dituang ke wadah ukuran 20 ml kemudian dimasukkan kedalam *vacuum pump*.

Sampel sedimen hasil *vacuum pump* kemudian ditimbang menurut ukuran butirnya kembali dengan menggunakan rumus perbandingan dari massa larutan sedimen dengan massa air guna mencari berat tiap ukuran butirnya.

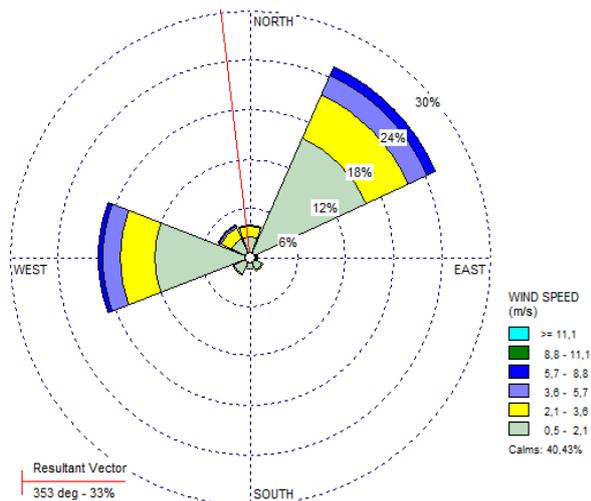
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelombang Pengukuran

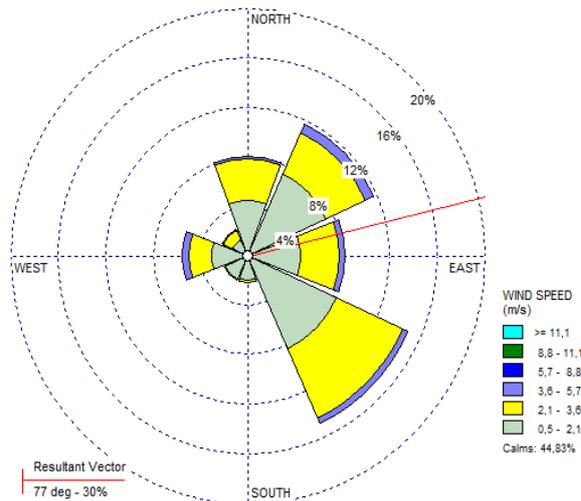
Pengukuran gelombang di lapangan dilakukan pada tanggal 21-23 November 2021 dengan lokasi berada di Pantai Teluk Awur, Jepara. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) sebesar 0,25 m dan periode gelombang signifikan (T_s) sebesar 1,79 s. Berdasarkan nilai periode yang didapat menunjukkan bahwa gelombang di lokasi penelitian dibangkitkan oleh angin. Hal ini dikarenakan gelombang yang diciptakan oleh angin memiliki kisaran periode dari 0-15 detik (Triatmodjo, 1999).

Wind Rose

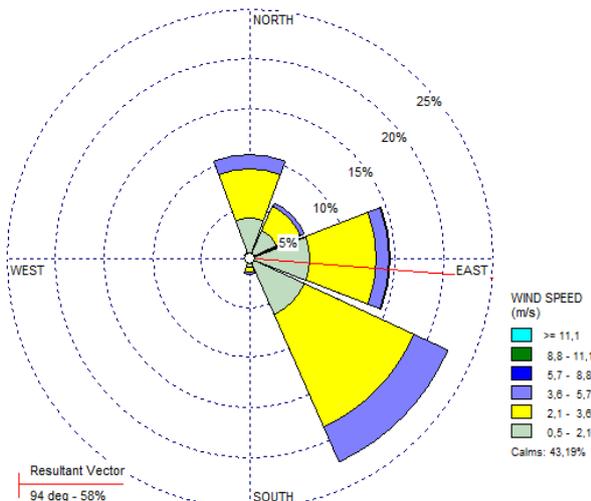
Data yang didapat dari ECMWF selama 10 tahun diolah hingga menjadi *wind rose* dan dibagi menjadi 4 musim yaitu musim barat, musim peralihan 1, musim timur, dan musim peralihan 2. Hasil *wind rose* menunjukkan bahwa pada musim barat angin dominan dari arah utara, sedangkan pada musim peralihan 1, musim timur, dan musim peralihan 2 angin dominan dari arah tenggara.



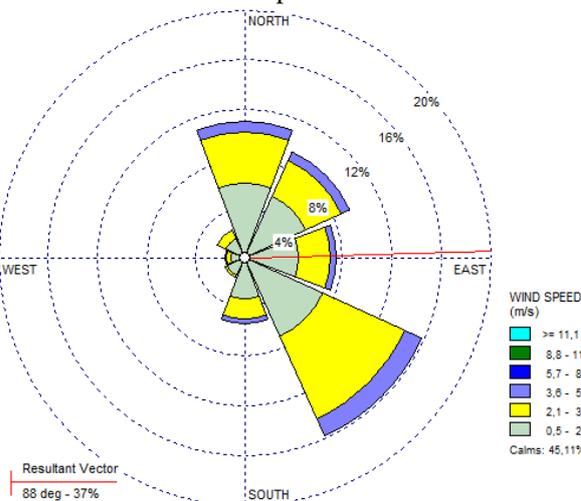
Gambar 2. Musim barat 2010-2020



Gambar 3. Musim peralihan 1 2011-2020



Gambar 4. Musim timur 2010-2020



Gambar 5. Musim peralihan 2 2011-2020

Peramalan Gelombang

Data angin ECMWF yang diolah menggunakan metode SMB dengan aplikasi *easywave* menghasilkan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan (H_s dan T_s). Data angin juga dikelompokkan ke empat musim seperti yang bisa dilihat di tabel berikut.

Tabel 1. Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Hasil Peramalan

No.	Musim	H_s (m)	T_s (detik)
1.	Musim Barat	0,44	3,33
2.	Musim Peralihan 1	0,08	0,85
3.	Musim Timur	0,09	0,91
4.	Musim Peralihan 2	0,21	1,69

Verifikasi Data Gelombang

Hasil peramalan gelombang akan diverifikasi dengan data lapangan dengan menggunakan metode RMS (*Root Mean Square*). Dari hasil perhitungan didapatkan nilai RMS sebesar 0,081. Menurut Evans (1993) nilai tersebut masih termasuk kedalam nilai yang yang dapat diteri a untuk elevasi air laut.

Gelombang Pecah

Hasil perhitungan gelombang signifikan dapat diolah menjadi nilai-nilai gelombang pecah seperti yang ada pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai gelombang pecah

No.	Musim	$\alpha_0(^{\circ})$	$H_b(m)$	$d_b(m)$	$\alpha_b(^{\circ})$
1.	Musim Barat	353	0,58	0,52	5,39
2.	Musim Peralihan 1	77	0,10	0,09	47,19
3.	Musim Timur	94	0,11	0,10	47,75
4.	Musim Peralihan 2	88	0,27	0,25	42,70

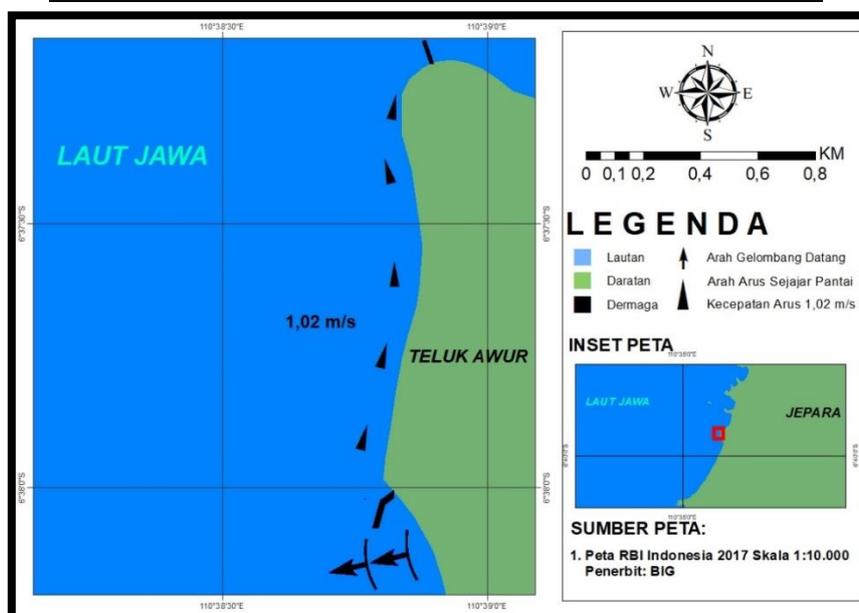
Hasil menunjukkan bahwa pada musim barat, gelombang datang dari sudut 353 dan pecah di kedalaman 0,52 m dengan tinggi gelombang 0,58 m lalu menyebabkan sudut gelombang pecah di arah 5,39°. Untuk musim peralihan 1 gelombang datang di sudut 77° dan kemudian pecah di kedalaman 0,09 m dengan tinggi gelombang 0,10 m yang sudut gelombang pecahnya ada di arah 47,19°. Pada musim timur gelombang datang di sudut 94° dan pecah di kedalaman 0,10 m dengan tinggi gelombang 0,11 m lalu menghasilkan sudut gelombang pecah di arah 47,75°. Untuk musim peralihan 2 gelombang datang di sudut 88° lalu pecah di kedalaman 0,25 m dengan ketinggian gelombang 0,27 m yang menghasilkan sudut gelombang pecah pada arah 42,70°.

Longshore Current

Hasil perhitungan gelombang pecah mendapatkan nilai kecepatan *longshore current* yang berkisar antara 0,54 – 1,31 m/s. Nilai terkecil terjadi saat musim peralihan 1 dengan kecepatan 0,54 m/s sedangkan untuk nilai terbesar ada pada musim barat dengan kecepatan sebesar 1,31 m/s seperti tabel 3. Arah dari arus sendiri juga menuju ke arah selatan dan tenggara menyusuri garis pantai.

Tabel 3. Kecepatan *longshore current*

No.	Musim	V (m/s)
1.	Musim Barat	1,31
2.	Musim Peralihan 1	0,54
3.	Musim Timur	0,57
4.	Musim Peralihan 2	0,93



Gambar 6. Peta Arah Arus Sejajar Pantai Pada Pengukuran Lapangan

Sedimen

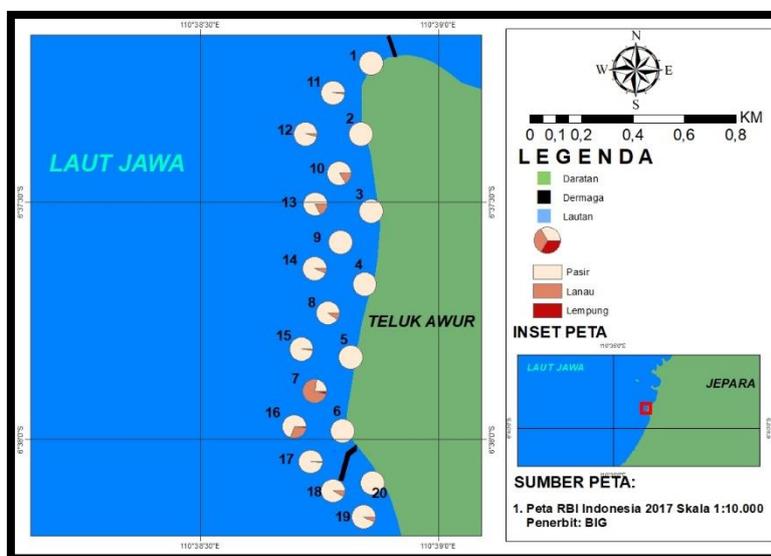
Hasil ukuran butir sedimen

Hasil analisa ukuran butir sedimen menunjukkan transport sedimen sepanjang garis pantai terjadi dari garis pantai hingga ke daerah gelombang pecah sehingga dapat menjadi acuan proses transpor dari sedimen tersebut. Hasil analisa granulometri sedimen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Ukuran butir sedimen

Stasiun	Lintang	Bujur	Jenis Sedimen
1	6°37'3.41"S	110°38'20.36"E	Pasir
2	6°37'12.41"S	110°38'17.26"E	Pasir
3	6°37'22.17"S	110°38'18.41"E	Pasir
4	6°37'31.39"S	110°38'17.58"E	Pasir
5	6°37'40.67"S	110°38'15.82"E	Pasir
6	6°37'49.99"S	110°38'14.96"E	Pasir
7	6°37'44.94"S	110°38'12.02"E	Lanau Pasiran
8	6°37'35.05"S	110°38'13.67"E	Pasir
9	6°37'26.11"S	110°38'15.27"E	Pasir
10	6°37'17.34"S	110°38'15.09"E	Pasir
11	6°37'7.17"S	110°38'14.29"E	Pasir
12	6°37'12.38"S	110°38'10.83"E	Pasir
13	6°37'21.26"S	110°38'12.08"E	Pasir
14	6°37'29.44"S	110°38'11.98"E	Pasir
15	6°37'39.60"S	110°38'10.35"E	Pasir
16	6°37'49.42"S	110°38'9.45"E	Pasir Lanauan
17	6°37'53.88"S	110°38'11.50"E	Pasir
18	6°37'57.58"S	110°38'14.32"E	Pasir
19	6°38'0.88"S	110°38'18.15"E	Pasir
20	6°37'56.59"S	110°38'20.35"E	Pasir

Dari hasil analisa diatas menunjukkan adanya beberapa jenis sedimen seperti pasir, lanau pasiran dan pasir lanauan dengan dominasinya adalah jenis pasir. Hasil analisa juga menunjukkan sangat jarang adanya lanau dan lempung, sehingga hal ini cocok dengan kondisi sedimen yang ada di lapangan dimana mayoritas sedimen yang ada cenderung kasar (pasir).



Gambar 7. Peta sebaran sedimen

Potensi angkutan sedimen

Persamaan empiris yang dipengaruhi oleh kondisi gelombang dari daerah penelitian dapat dijadikan untuk mencari nilai kecepatan arus sejajar pantai yang berbanding lurus dengan potensi angkutan sedimen.

Tabel 5. Nilai angkutan sedimen pantai

No.	Musim	Q_s (m ³ /tahun)	Q_s (m ³ /hari)
1.	Musim Barat	48.936,73	134,06
2.	Musim Peralihan 1	1.307,19	3,58
3.	Musim Timur	1.644,30	4,51
5.	Musim Peralihan 2	11.093,15	30,39

Untuk potensi angkutan sedimen per tahun berkisar antara 1.307,19 m³/tahun hingga 48.936,73 m³/tahun sedangkan untuk angkutan sedimen harian ada di kisaran 3,58 m³/hari hingga 134,06 m³/hari. Dari data tersebut dapat terlihat bahwa angkutan sedimen paling besar terjadi saat musim barat sesuai dengan nilai dari kecepatan *longshore current* (arus sejajar pantai) dimana tertinggi ada pada musim barat. Untuk nilai terkecil juga ada pada musim peralihan 1 yang juga memiliki nilai kecepatan *longshore current* terkecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai dari kecepatan arus sejajar pantai (*longshore current*) pada musim barat dengan besar 1,31 m/s, pada musim peralihan 1 sebesar 0,54 m/s, pada musim timur sebesar 0,57 m/s, pada musim peralihan 2 sebesar 0,93 m/s dengan dengan arah arus menuju arah selatan dari arah utara menyusuri pantai. *Longshore current* ini menyebabkan terjadinya transpor sedimen sebesar 134,06 m³/hari pada musim barat, pada musim peralihan 1 sebesar 3,58 m³/hari, pada musim timur sebesar 4,51 m³/hari serta pada musim peralihan 2 sebesar 22,05 m³/hari

DAFTAR PUSTAKA

- Erlangga, L, Purwanti, D. N. Sugianto. 2017. Kajian Karakteristik Longshore Current Pada Perairan Sekitar Bangunan Jetty di Pantai Kejawanen Cirebon. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 144-150.
- Evans, G. P. 1993. A Framework for Marine and Estuarine Model Specification in The UK. Foundation for Water Research.
- Ismanto, A., D. H. Ismunarti, D. N. Sugianto, S. Maisyarah, P. Subardjo, A. A. D. Suryoputro, H. Siagian. 2019. The Potential of Ocean Current as Electrical Power Sources Alternatives in Karimunjawa Islands Indonesia. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 4(6): 126-133.
- Oktaviana, C., A. Rifai, Hariyadi. 2016. Pemetaan Sebaran Sedimen Dasar Berdasarkan Analisa Ukuran Butir di Pelabuhan Tasikagung Rembang. *Jurnal Oseanografi*, 5(2).
- Putri, R. W. B., W. Atmodjo dan D. N. Sugianto. 2014. Longshore Current dan Pengaruhnya Terhadap Transport Sedimen Di Perairan Pantai Sendang Sikucing, Kendal. *Jurnal Oseanografi*, 3(4).
- Safwan, M. Arif, Sugeng W., Petrus S. 2016. Pengaruh Arus Sepanjang Pantai (Longshore Current) Terhadap Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Oseanografi*, 5(4): 415-424.
- Siregar, Ghifari R. S., Sekar A., Yoas H. 2020. Easywave Untuk Peramalan Data Gelombang Laut Berbasis Pemograman Python Dengan Metode Sverdrup Munk and Bretschneider. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 7(1): 20-29.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, dan R&D). Alfabeta, Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- _____. 2012. Perencanaan Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta.

Usman, K. O. 2014. Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol 2(2).