

## Analisa Tinggi Gelombang dan Periode Gelombang di Pelabuhan Laut Niaga Brondong Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan

Iwan Wahjudijanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia  
([iwanupn@yahoo.com](mailto:iwanupn@yahoo.com))

### ABSTRAK

Pelabuhan Brondong adalah pelabuhan kecil sebagai pelabuhan nelayan yang terletak di kecamatan Brondong kabupaten Lamongan. Tinggi gelombang pada kolam pelabuhan sangat mempengaruhi bongkar muat di pelabuhan tersebut. Pada penelitian ini diadakan kajian analisa prediksi tinggi gelombang di pelabuhan tersebut. Tinggi gelombang dapat diprediksi dari beberapa faktor antara lain : panjang Fetch, lama hembusan angin dan kecepatan angin. Gelombang tersebut adalah gelombang akibat adanya angin, disamping itu faktor lain yang mempengaruhi adalah lebar fetch, kedalaman air, kekasaran dasar dan stabilitas atmosfer.

**Kata Kunci :** tinggi gelombang, periode gelombang, Fetch

### ABSTRACT

Brondong Harbor is a small port as a fishermen port located in Brondong sub-district, Lamongan Regency. The wave height at the port pool greatly influences the loading and unloading at the port. In this study a wave height prediction analysis study was conducted at the port. The height of the waves can be predicted from several other factors: Fetch length, length of wind gust and wind speed. These waves are waves caused by wind. Besides that other factors that influence are fetch width, water depth, basic roughness and stability of the atmosphere.

**Keywords :** wave height, wave period, Fetch

### I. PENDAHULUAN

Kondisi muara sungai pelabuhan laut Niaga Brondong memiliki muara sungai yang cukup besar. Pada daerah lokasi studi di hilir sungai Brondong yaitu Pelabuhan Laut Niaga Brondong, kabupaten Lamongan. Pada pelabuhan ini memiliki gelombang yang tinggi. Pada bulan-bulan tertentu tinggi gelombang cukup besar dan mengganggu aktifitas mata pencaharian warga Brondong dan sekitarnya. Gelombang adalah penyebab utama transportasi sedimen di littoral zone [1]. Gelombang yang besar akan pecah lebih jauh dari pantai, hal ini berarti surf zone bertambah lebar dan mengakibatkan bertambahnya transportasi sedimen di pantai tersebut. Perubahan periode gelombang atau tinggi gelombang menyebabkan pergerakan pasir ke arah pantai atau ke arah laut. Sudut antara puncak gelombang yang sedang pecah (Braking Wave) dengan garis pantai menunjukkan arah daripada gerakan air di daerah surf zone dan biasanya juga menunjukkan arah longshore transport. Dengan

berdasarkan hal-hal tersebut pengetahuan tentang keadaan gelombang (periode, tinggi gelombang, arah gelombang dan pada setiap musim) adalah sangat diperlukan. Littoral transport dapat terjadi dua cara yaitu : bed load transport dan suspended load transport. Selain itu, daerah lokasi studi juga mengalami pendangkalan yang dapat mengganggu aktifitas dan pekerjaan para nelayan sekitar. Proses pendangkalan atau sedimentasi dapat disebabkan oleh tingginya kandungan sedimen yang dibawa oleh proses transformasi air dari hulu ke hilir yang disebabkan oleh proses erosi lahan [2].

Banyaknya kegiatan/aktifitas manusia disepanjang sungai Brondong di sepanjang sugai telah berdampak terhadap muara sungai yang tepatnya di daerah pelabuhan niaga Brondong. Kegiatan yang berdampak pada muara tersebut salah satunya adalah penebangan hutan di bagian atas atau hulu. Kegiatan ini mengakibatkan pengikisan permukaan tanah di sepanjang sungai Brondong. Jumlah sedimen yang berada disepanjang sungai (suspended

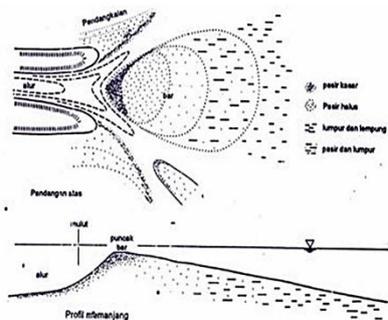
Load) akan meningkat sehingga menyebabkan pendangkalan pada muara sungai. Faktor yang berpengaruh pada sedimentasi disekitar muara adalah gelombang dan arus, sebagai contoh pengaruh pasang surut pada daerah pantai atau sekitar muara, akan menyebabkan terbentuknya suatu endapan sedimen (pulau-pulau kecil) yang terjadi pada arah yang dominan pergerakan sedimennya [3][4][5]. Demikian juga pembangunan bangunan pantai seperti: Jetty, pemecah gelombang, akan mempengaruhi pergerakan sedimen pada salah satu posisi dan akan terjadi erosi pada sisi yang lain. Oleh sebab itu memprediksi transportasi sedimen di sepanjang pantai sangat penting untuk mengadakan perhitungan jumlah angkutan sedimen dan meneliti pengaruh-pengaruh yang cenderung ditimbulkan [6].

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus sedimen dalam arah tegak lurus pantai [7][8]. Serta menyebabkan gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Gelombang merupakan faktor utama dalam menentukan letak pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai, dan sebagainya [9][10]. Oleh karena itu para ahli teknik pantai harus memahami karakteristik gelombang dan pengaruh terhadap suatu bangunan pantai.

Ada beberapa tipe muara yaitu [11]:

### 1. Muara Didominasi Aliran Sungai

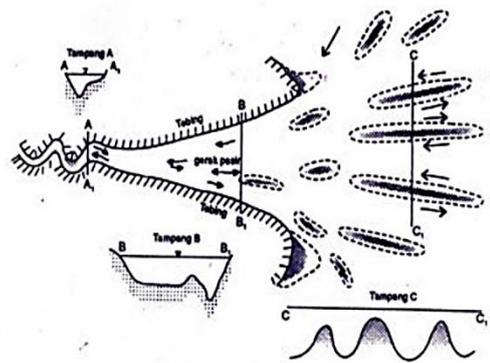
Tipe muara ini ditandai dengan debit sungai yang menyusur setiap tahun, sehingga debit merupakan parameter utama pembentukan muara sungai di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai tersebut membawa angkutan sedimen cukup besar. Pada waktu air surut sedimen akan terdorong ke muara dan menyebar di laut. Saat air mulai pasang, kecepatan aliran bertambah besar dan sebagian suspensi dari laut masuk kembali ke sungai bertemu dengan sedimen yang berasal dari hulu.



Gambar 1. Muara Didominasi Aliran Sungai

### 2. Muara Didominasi Pasang Surut

Tipe muara ini memiliki bentuk corong atau lonceng dan ditandai dengan fluktuasi pasang surut cukup besar. Apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar mengalir keluar dalam periode waktu tertentu, tergantung pada tipe pasang surut. Maka kecepatan arus selama air surut cukup besar dan berpotensi untuk membentuk muara sungai.



Gambar 2. Muara Didominasi Pasang Surut

Kecamatan Brondong yang sebagian besar wilayahnya merupakan pesisir pantai, mata pencaharian warga sekitar adalah nelayan tradisional. Pada muara tersebut akan dibangun suatu Jetty. Adanya pembangunan tersebut diperlukan suatu analisa tinggi gelombang dan periode gelombang yang dibangkitkan oleh angin.

## II. METODE

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengumpulan data meliputi peta topografi, arah dan kecepatan angin.
2. Perhitungan Fetch
3. Pengolahan data dan peramalan tinggi gelombang.
4. Pengolahan data dan analisis angkutan sedimen.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Distribusi Arah Angin dan Pembangkit Gelombang

Data kecepatan angin maksimum dalam satuan knots dikonversikan dalam m/s. Perhitungan koreksi kecepatan angin:

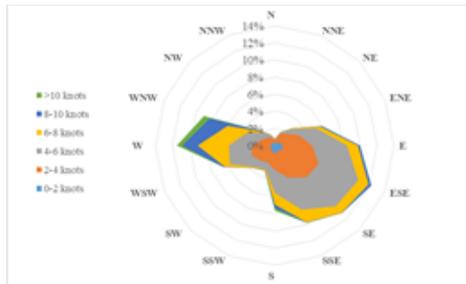
- Kecepatan Angin = 10 knots
- Arah Angin = West (Barat) - 247,5°

Data kecepatan angin dalam satuan knots dikonversikan kedalam satuan m/s, maka:

$$UL = 10 \times 0,514 = 5,14 \text{ m/detik.}$$

Dengan pengamatan yang dilakukan didarat, maka dilakukan koreksi nilai RL, sehingga kecepatan angin disesuaikan menjadi kecepatan angin diatas laut.

Selain mempengaruhi pola pergerakan arus, angin juga mempengaruhi pembangkitan gelombang, dan pergerakan transport sedimen. Data angin yang digunakan dalam kurun waktu 3 tahun (2016-2018). Data angin tersebut diperoleh dari BMKG Perak I Surabaya. Selanjutnya akan diperoleh hasil dari diagram wind rose dan persentase kecepatan angin.



Gambar 3. Diagram Wind Rose  
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan diagram diatas dapat disimpulkan bahwa angin dengan kecepatan >10 knots berasal dari Timur Tenggara dengan persentase 12% dan Barat 12%, kemudian arah Tenggara dengan persentase 11%. Berdasarkan analisis distribusi frekuensi kecepatan angin yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa kecepatan angin terbesar dari arah West (Timur Tenggara) sebesar  $112,5^\circ$  dan West (Barat) sebesar  $247,5^\circ$  dengan prosentase 12% dominan terjadi antara >10 knots. Arah angin yang digunakan arah arah dari West (Barat) sebesar  $247,5^\circ$ .

### 3.2 Perhitungan Fetch

Fetch adalah jarak titik pengukuran angin hingga Fetch akhir pada daerah yang akan diperkirakan kecepatan anginnya. Jarak ini diukur menggunakan bantuan Autocad 2013. Fetch diambil 7 titik untuk mengetahui titik yang lebih mewakili dari kondisi gelombang tersebut.



Gambar 4. Lokasi penelitian yg ditinjau



Gambar 5. Fetch pada Titik 1

Tabel 1. Perhitungan Fetch Titik 1

Arah Tinjau	$\alpha$	$\text{Cos } \alpha$	$X_i \text{ (km)}$	$X_i \cdot \text{Cos } \alpha$
Arah kiri	36	0,81	856	693,4
	30	0,87	550,7	479,2
	24	0,91	574,5	522,8
	18	0,95	614,3	583,7
	12	0,98	736,8	722,
	6	0,99	23,9	23,7
Arah kanan	0	1	20,3	20,3
	6	0,99	17,8	17,6
	12	0,98	14,8	14,5
$\Sigma$		8,48		3209,6

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{3209,59}{8,62} = 372,342 \text{ km}$$

Tabel 2. Perhitungan Fetch Titik 2

Arah Tinjau	$\alpha$	$\text{Cos } \alpha$	$X_i \text{ (km)}$	$X_i \cdot \text{Cos } \alpha$
Arah kiri	36	0,81	1.237,66	1.076,76
	30	0,87	576,08	524,233
	24	0,91	613,358	582,69
	18	0,95	730,673	716,059
	12	0,98	227,043	224,772
	6	0,99	26,3425	26,3425
Arah kanan	0	1	23,0075	22,7774
	6	0,99	20,195	19,7911
	12	0,98	17,01	14,5
Arah Tinjau	$\alpha$	$\text{Cos } \alpha$	$X_i \text{ (km)}$	$X_i \cdot \text{Cos } \alpha$
Arah kiri	36	0,81	856	693,4
	30	0,87	550,7	479,2
	24	0,91	574,5	522,8
	18	0,95	614,3	583,7
	12	0,98	736,8	722,
	6	0,99	23,9	23,7
Arah kanan	0	1	20,3	20,3
	6	0,99	17,8	17,6
	12	0,98	14,8	14,5
$\Sigma$		8,6		3.209,6

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{3209,59}{8,62} = 372,342 \text{ km}$$

Tabel 3. Perhitungan Fetch Titik 3

Arah Tinjau	$\alpha$	Cos $\alpha$	Xi (km)	Xi . Cos $\alpha$
Arah kiri	36	0,81	856	693,4
	30	0,87	550,7	479,2
	24	0,91	574,5	522,8
	18	0,95	614,3	583,7
	12	0,98	736,8	722,
	6	0,99	23,9	23,7
Arah kanan	0	1	20,3	20,3
	6	0,99	17,8	17,6
	12	0,98	14,8	14,5
$\Sigma$		10,34		3.909,97

$$F_{eff} = \frac{\Sigma X_i \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha} = \frac{3909.97}{10.34} = 378,140 \text{ km}$$

Tabel 4. Perhitungan Fetch Titik 4

Arah Tinjau	$\alpha$	Cos $\alpha$	Xi (km)	Xi . Cos $\alpha$
Arah kiri	30	0,87	856	693,4
	24	0,91	550,7	479,2
	18	0,95	574,5	522,8
	12	0,98	614,3	583,7
	6	0,99	736,8	722,
	0	1	23,9	23,7
Arah kanan	6	0,99	20,3	20,3
	12	0,98	17,8	17,6
	18	0,95	14,8	14,5
$\Sigma$		8,62		3.916,8

$$F_{eff} = \frac{\Sigma X_i \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha} = \frac{3916.8}{8.62} = 454,385 \text{ km}$$

Tabel 5. Perhitungan Fetch Titik 5

Arah Tinjau	$\alpha$	Cos $\alpha$	Xi (km)	Xi . Cos $\alpha$
Arah kiri	36	0,81	856	693,4
	30	0,87	550,7	479,2
	24	0,91	574,5	522,8
	18	0,95	614,3	583,7
	12	0,98	736,8	722,
	6	0,99	23,9	23,7
Arah kanan	0	1	20,3	20,3
	6	0,99	17,8	17,6

$$F_{eff} = \frac{\Sigma X_i \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha} = \frac{3809.93}{8.48} = 449,284 \text{ km}$$

Tabel 6. Perhitungan Fetch Titik 6

Arah Tinjau	$\alpha$	Cos $\alpha$	Xi (km)	Xi . Cos $\alpha$
Arah kiri	36	0,81	856	693,4
	30	0,87	550,7	479,2
	24	0,91	574,5	522,8
	18	0,95	614,3	583,7
	12	0,98	736,8	722,
	6	0,99	23,9	23,7
Arah kanan	0	1	20,3	20,3
	6	0,99	17,8	17,6
	12	0,98	14,8	14,5
	18	0,95	31,0975	29,5426
				4.634,38

$$F_{eff} = \frac{\Sigma X_i \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha} = \frac{4634.38}{9.43} = 491,451 \text{ km}$$

Tabel 7. Perhitungan Fetch Titik 7

Arah Tinjau	$\alpha$	Cos $\alpha$	Xi (km)	Xi . Cos $\alpha$
Arah kiri	36	0,81	856	693,4
	30	0,87	550,7	479,2
	24	0,91	574,5	522,8
	18	0,95	614,3	583,7
	12	0,98	736,8	722,
	6	0,99	23,9	23,7
Arah kanan	0	1	20,3	20,3
	6	0,99	17,8	17,6
	12	0,98	14,8	14,5
		8,48		5.221,39

$$F_{eff} = \frac{\Sigma X_i \cos \alpha}{\Sigma \cos \alpha} = \frac{5221.39}{8.48} = 615,73 \text{ km}$$

### 3.3 Peramalan Gelombang

Peramalan gelombang dihitung untuk mengetahui tinggi dan periode gelombang laut. Digunakan arah West (Barat) sebesar  $247,5^\circ$  dikarenakan arah angin terbesar dari arah West (Barat) sebesar  $247,5^\circ$  sesuai dengan hasil pengolahan data dari BMKG Perak 1 Surabaya.

Kecepatan angin di darat:

$$U_L = 10 \times 0,514 = 5,14 \text{ m/detik}$$

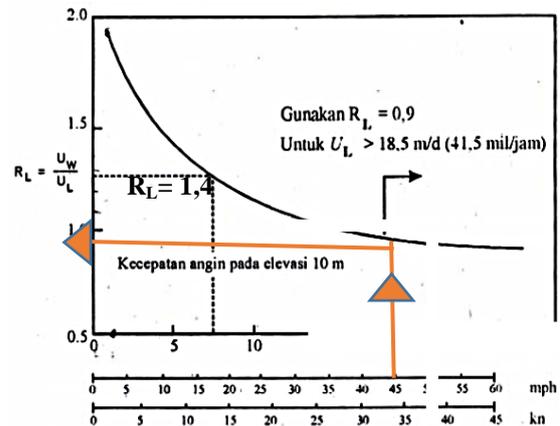
Faktor tegangan angin:

$$U_A = 0,71 \times U_W^{1.23} \\ = 0,71 \times 7,2^{1.23} \\ = 8,04 \text{ m/detik}$$

Kecepatan angin diatas laut:

$$U_W = R_L \times U_L \\ = 1,4 \times 5,14 \\ = 7,196 \approx 7,2 \text{ m/detik}$$

$R_L$  dicari dengan melihat gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Antara Kecepatan Angin Dilaut dan Didarat

Berdasarkan grafik diatas setelah mengetahui hasil nilai  $U_L = 5,14 \text{ m/s}$  dapat ditarik garis sampai pada garis lengkung, lalu dari garis lengkung tersebut ditarik garis menuju nilai  $R_L$ . Untuk mendapatkan hasil nilai dari  $R_L$

menggunakan bantuan Autocad 2013. Dengan menggunakan Autocad 2013 maka digambarkan garis bantuan sesuai dengan garis yang tertera pada grafik, agar mendapatkan nilai yang efektif dan didapatkan nilai  $R_L = 1,4$ .

Tinggi gelombang laut dalam:

$$H_0 = 5,112 \times 10^{-4} \times U_A \times F^{0,5}$$

$$= 5,112 \times 10^{-4} \times 5,14 \times 362,874^{0,5}$$

$$= 2,48 \text{ m}$$

Periode gelombang laut dalam:

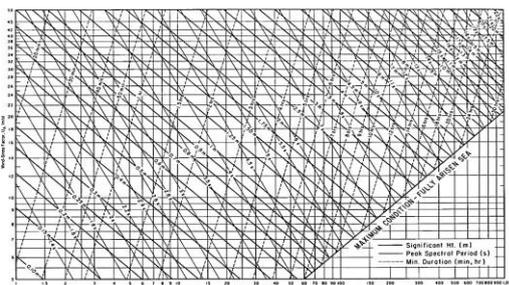
$$T_0 = 6,238 \times 10^{-2} \times (U_A \times F^{1/3})$$

$$= 6,238 \times 10^{-2} \times (5,14 \times 362,874^{1/3})$$

$$= 35,79 \text{ m/detik}$$

Maka didapatkan nilai H dan T.

$$H = 2,48 \text{ m}$$



Gambar 6. Grafik peramalan gelombang

Berdasarkan grafik diatas pada gambar 6 setelah mengetahui hasil nilai  $U_A = 8,04 \text{ m/s}$  dapat ditarik garis sampai pada garis *maximum condition – fully arisen area*, lalu dari garis *maximum condition – fully arisen area* ditarik garis lagi pada garis yang sama untuk mendapatkan nilai H (tinggi gelombang), T (periode gelombang), dan durasi (jam).

- Untuk mendapatkan nilai H, maka dari garis *maximum condition – fully arisen area* ditarik garis lagi pada garis yang sama sehingga di dapat garis dengan nilai antara 1,50 – 1,75 m.
- Untuk mendapatkan nilai T, maka dari garis *maximum condition – fully arisen area* ditarik garis lagi pada garis yang sama sehingga di dapat garis dengan nilai antara 6 – 7 m.
- Untuk mendapatkan durasi, maka dari garis *maximum condition – fully arisen area* ditarik garis lagi pada garis yang sama sehingga di dapat garis dengan nilai antara 12 – 14 m. Durasi 12,46 jam, dengan:

$$H = 1,537 \text{ m}$$

$$T = 6,137 \text{ detik}$$

Sedangkan hasil dari perhitungan alur Fetch didapatkan tinggi dan periode gelombang per titik yang telah ditinjau. Berikut hasil perbandingan tinggi dan periode gelombang dari titik 1 sampai titik 7 dengan hasil perhitungan tinggi dan periode gelombang berdasarkan grafik.

Tabel 8. Perbandingan Tinggi dan Periode Gelombang Manual dengan Hasil Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Berdasarkan Grafik.

Titik 1	Fetch	H (m)	T (detik)	Gel yang digunakan	
				H	T
	Grafik	0,53	7,67	0,53	7,67
Titik 2	Fetch	1,537	6,137		
	Grafik	0,54	7,73	0,54	7,73
Titik 3	Fetch	1,537	6,137		
	Grafik	0,54	7,77	0,54	7,77
Titik 4	Fetch	1,537	6,137		
Titik 5	Grafik	0,59	8,23	0,59	8,26
	Fetch	1,537	6,137		
Titik 6	Grafik	0,62	8,48	0,59	8,23
	Fetch	1,537	6,137		
Titik 7	Grafik	0,69	9,14	0,62	8,48
	Fetch	1,537	6,137		

#### IV. KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pembangkit gelombang dapat diketahui bahwa pada muara sungai Pelabuhan Laut Niaga Brondong Kabupaten Lamongan, gelombang dominan berasal dari arah Barat dengan kecepatan 10 knots = 5,14 m/detik dengan presentase 12% yang membentuk sudut  $247,5^\circ$ . Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan Fetch dengan menggunakan perbandingan 7 titik dan didapat hasil  $H = 0,59 \text{ m}$ ,  $T = 8,26 \text{ detik}$  yang terdapat pada titik 4. Dan tergolong sebagai gelombang transisi, karena  $\frac{1}{20} < d/L < \frac{1}{2}$  dengan nilai  $0,05 < 0,05912 < 0,5$ .

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak Program Studi khususnya Laboratorium Hidro yang banyak membantu atas selesainya penelitian ini. Terima kasih juga yang tak terhingga kepada keluarga yang telah mendukung penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Limun, "INOVASI MENGATASI PENDANGKALAN PADA PELABUHAN TAPAK Jurnal Inersia Volume 8 No . 1 April 2016 Email : inersia@unib.ac.id Jurnal Inersia Volume 8 No . 1 April 2016 Email : inersia@unib.ac.id," vol. 8, no. 1, pp. 39–48, 2016.
- [2] T. Anasiru, "Angkutan sedimen pada muara sungai palu," *J. Smartek*, vol. 4, no. 1, pp. 25–33, 2006.
- [3] F. Vironita, Rispiningtati, and S. Marsudi,

- “Analisis Stabilitas Penyumbatan Muara Sungai Sungai Dan Pola Pergerakan Sedimen Pada Muara,” *Grvitasi*, p. 2, 2012.
- [4] A. W. Dwinanto, N. P. Purba, S. A. Harahap, and M. L. Syamsuddin, “Pola Arus Dan Transpor Sedimen Pada Kasus Pembentukan Tanah Timbul Pulau Puteri Kabupaten Karawang,” *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 8, no. 2, pp. 152–160, 2017.
- [5] P. R. A. Faturachman, “Estimasi Kecepatan Sedimentasi Di Perairan Astanajapura , ( Dalam Kaitanya Dengan Rencana Pengembangan Pelabuhan ) Latar Belakang dan Permasalahan HIDRO-OSEANOGRAFI Maksud dan Tujuan.”
- [6] I. Sa’ud, “Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya,” *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 20, 2008, doi: 10.12962/j12345678.v4i1.2765.
- [7] N. Hidayat, “Kajian Hidro-Oseanografi untuk Deteksi Proses-Proses Fisik di Pantai,” *J. SMARTek*, vol. 3, no. 2, pp. 73–85, 2005.
- [8] S. K. Dauhan, H. Tawas, H. Tangkudung, and J. D. Mamoto, “Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap,” *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 12, 2013.
- [9] A. M. Angkotasana, I. W. Nurjaya, and N. M. N. Natih, “Analisis Perubahan Garis Pantai Di Pantai Barat Daya Pulau Ternate , Provinsi Maluku Utara ( Shoreline Change Analysis of the South West Coast At Ternate Island , North Molucas Province ),” vol. 3, no. 1, pp. 11–22, 2012.
- [10] A. C. Pesik *et al.*, “Studi angkutan sedimen di pantai sindulang kota manado,” vol. 7, no. 5, pp. 547–554, 2019.
- [11] J. P. H. Soedarto, T. Semarang, T. Fax, G. Peta, and L. Penelitian, “Online di : <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose> ANALISIS LAJU SEDIMENTASI DI PERAIRAN MUARA SUNGAI WARIDIN KABUPATEN KENDAL Satrio Srijati , Baskoro Rochaddi , Sugeng Widada Program Studi Oseanografi , Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan , Univ,” vol. 6, no. May 2016, pp. 246–253, 2017.