

## Kondisi Hidro-Oseanografi di Wilayah Perairan Desa Peropa , Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara

### *Hydro-Oceanographic Condition in Peropa Village Waters Area, Wakatobi District, Southeast Sulawesi*

Al Firman<sup>1\*</sup>, La Ode Muh. Gunawan Giu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo; Kampus Hijau Bumi Tridharma; Kota Kendari

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo; Kampus Hijau Bumi Tridharma; Kota Kendari

#### Article history:

Received: 29 April 2024

Accepted: 2 August 2024

#### Keywords:

Hydro-Oceanographic;  
tide; bathymetry; current;  
wave.

#### Correspondent author:

[Firmantobua@gmail.com](mailto:Firmantobua@gmail.com)

**Abstrak.** Perairan Desa Peropa merupakan bagian wilayah perairan yang terdapat di Kecamatan Kaledupa Selatan, Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Penelitian ini diperlukan untuk mengetahui komponen-komponen hidro-oseanografi, yaitu pasang surut, batimetri, arus dan gelombang. Kondisi pasang surut diperoleh melalui analisis menggunakan Metode Admiralty dari data pasut selama 15 hari, didapatkan tipe *mixed tide prevalling semidiurnal* dengan pasang tertinggi 3,16 m dan surut terendah -0,29 m. Metode pengukuran batimetri menggunakan prinsip hidroakustik melalui instrumen *single beam echosounder*, diperoleh kedalaman 10 m terdekat dari garis pantai pada jarak 70 m di bagian barat laut area penelitian dan pada jarak 20 m di bagian tenggara area penelitian. Kondisi pergerakan arus dan gelombang laut diperoleh dengan menggunakan pendekatan model hidrodinamika. Berdasarkan hasil model arus laut, arah arus cenderung mengikuti garis pantai dengan arah aliran dominan bergerak ke timur dan utara ketika pasang dan ke selatan dan barat ketika surut, dengan kisaran kecepatan arus 0,075-0,13 m/s ketika pasang tertinggi dan 0,04-0,1 m/s ketika surut terendah. Ketinggian gelombang yang terjadi di area penelitian mempunyai interval antara kurang dari 0,75 m hingga 2,5 m.

**Abstract.** The waters of Peropa are part of the water area in South Kaledupa District, Wakatobi Regency, Southeast Sulawesi. This research is needed to determine the components of hydro-oceanography, namely tides, bathymetry, currents and waves. Tidal conditions were obtained through analysis using the Admiralty Method from tidal data for 15 days, resulting in a semidiurnal mixed tide prevalling type with the highest tide of 3.16 m and the lowest low tide of -0.29 m. The bathymetry measurement method uses hydroacoustic principles via a single beam echosounder instrument, obtaining a depth of 10 m closest to the coastline at a distance of 70 m in the northwest part of the research area and at a distance of 20 m in the southeastern part of the research area. Conditions for

*the movement of ocean currents and waves are carried out using a hydrodynamic model approach. Based on the results of the ocean current model, the direction of the current tends to follow the coastline with the dominant flow direction moving east and north at high tide and south and west at low tide, with a current speed range of 0.075-0.13 m/s at the highest tide and 0.04 -0.1 m/s at lowest ebb. The wave heights that occur in the research area range from less than 0.75 m to 2.5 m.*

© 2024 JRGI (Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia)

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Wakatobi terdiri dari empat (4) pulau utama sehingga memiliki banyak perairan, salah satunya adalah perairan Desa Peropa yang terdapat di Kecamatan Kaledupa Selatan. Oleh karena itu, ditinjau dari segi ekonomi sumberdaya pesisir dan laut, perairan Desa Peropa berpotensi untuk dikembangkan sebagai peningkatan kesejahteraan masyarakat seperti pembangunan pelabuhan untuk transportasi, pembangunan objek wisata pantai dan bawah laut, dan lain sebagainya. Pasang surut, batimetri, arus dan gelombang merupakan parameter penting dalam dinamika perairan yang memberikan pengaruh terhadap dinamika wilayah pesisir.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Hidro-oseanografi adalah suatu lingkup ilmiah laut yang secara khusus mempelajari tentang sifat-sifat dari pergerakan air laut yang meliputi pasang surut, arus laut dan gelombang laut. Karakteristik hidro-oseanografi mempelajari tentang kondisi khusus dari tiap elemen hidro-oseanografi (Lolong dan Masinambow, 2011).

Fenomena pasang surut adalah naik turunnya muka laut secara berulang dengan periode tertentu akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya gravitasi bulan dua kali lebih besar dari gaya gravitasi matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan daripada jarak matahari ke bumi.

Pasang surut dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) macam dengan menggunakan angka pasang surut (*tide for number*):

$$F = \frac{AK1 + A01}{AM2 + AS2} \quad (1)$$

Keterangan:

$F$  : angka pasang surut

$AK1$ : amplitudo dari konstituen pasut  $K1$

$A01$ : amplitudo dari konstituen pasut  $O1$

$AM2$ : amplitudo dari konstituen pasut  $M2$

$AS2$  : amplitudo dari konstituen pasut  $S2$

yaitu sebagai berikut:

1) Pasang ganda jika  $F < 0,25$ ,

- 2) Pasang campuran (ganda dominan)  
jika  $0,25 < F < 1,50$ ,
- 3) Pasang campuran (tunggal dominan)  
jika  $1,50 < F < 3,00$ , dan
- 4) Pasang tunggal jika  $F > 3,00$  (Yuwono, 1991).

Survei batimetri adalah sebuah proses penggambaran garis-garis kontur kedalaman dasar laut, yang meliputi pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya (Poerbandono, Djunarsjah, E., 2005). Penelitian batimetri yang telah dilakukan oleh Danu Nur Sayid dan kawan-kawan pada Sungai Banyuasin menggunakan *Single Beam Echosounder* pada tahun 2020 bertujuan untuk mengukur kedalaman Sungai Banyuasin terutama di bagian dalam. Adapun hasil dari penelitian ini adalah Sungai Banyuasin memiliki kedalaman terendah yakni 0,17 m pada bagian barat sungai dan kedalaman tertinggi yakni 9,91 m pada muara sungai serta terdapat cekungan pada topografinya akibat proses sedimentasi.

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Gelombang laut merupakan pergerakan secara vertikal (naik dan turun) partikel pada permukaan air laut. Karakteristik gelombang suatu perairan dapat diketahui dengan menggunakan model numerik penjalaran gelombang atau menggunakan metode pengukuran *in situ* dengan menggunakan *wave recorder* maupun penginderaan jauh dengan citra dan altimetri (Holthuijsen, 2007).

Sufyan, dan kawan-kawan pada tahun 2017 telah melakukan pemodelan kondisi gelombang di daerah perairan Pulau Liwungan dengan tujuan studi kelayakan struktur dermaga apung menggunakan perangkat lunak DHI MIKE untuk 3 (tiga) arah. Berdasarkan hasil analisis, perairan di sekitar Pulau Liwungan merupakan perairan modert dengan tinggi gelombang berkisar 1,1-2 m dengan tinggi rata-rata gelombang 1,8 m.

Arus laut juga diartikan sebagai pergerakan mengalir suatu massa air dikarenakan tiupan angin, beda densitas atau pergerakan gelombang yang panjang. Arus laut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah arah angin, beda tekanan air, beda densitas air, arus permukaan, *upwelling* dan *downwelling*.

Irawan dan kawan-kawan (2018) melakukan penelitian terkait dengan informasi karakteristik hidro-oseanografi di perairan Nongsa Batam. Berdasarkan hasil kajian terhadap data, diperoleh tipe pasut pada daerah perairan Nongsa, Batam yaitu tipe semi diurnal dengan pasang tertinggi 2,6 m dan surut terendah 0,19 m. Kecepatan arus diperoleh berkisar antara 0,26 m/s - 0,02 m/s serta ketinggian gelombang berkisar antara 18 cm - 21 cm.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah perairan Desa Peropa, Kecamatan Kaledupa Selatan, Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara.

#### 3.1. Pengambilan Data Primer Batimetri

Pemetaan kedalaman perairan pada studi dilakukan dengan menggunakan *single beam echosounder* yang ditempatkan pada sebuah kapal (Saputra dkk., 2016). Pada saat bersamaan dilakukan pencatatan tinggi muka air dengan rambu ukur pasang surut yang diikat pada *benchmark* lokal. Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran profil garis pantai dan kondisi topografi dasar laut (Purbandono dan Djunarsjah, 2005). Lajur perum yang dipilih adalah berbentuk paralel yang tegak lurus terhadap garis pantai. Pengukuran batimetri dilakukan dengan menggunakan prinsip dari metode *hidro-akustik*.

Pada data kedalaman dilakukan koreksi pasang surut dengan nilai *Mean Sea Level* (MSL). Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai kedalaman yang sebenarnya (kedalaman terkoreksi). Nilai MSL dihitung dengan menggunakan persamaan dari Anzari et.al. 2017.

$$X = \frac{\sum H_t}{n} \tag{2}$$

Keterangan:

$X$  : MSL atau muka laut rata-rata

$H_t$  : Kedalaman pasang surut pada saat  $t$  (m)

$n$  : Banyaknya pengukuran kedalaman pasang surut (unit)

Nilai terkoreksi kedalaman dihitung dengan persamaan:

$$H = ((H_x + H_d) - (H_t - X)) \tag{3}$$

Keterangan:

$H$  : Kedalaman terkoreksi (m)

$H_x$  : Kedalaman terukur selama pemeruman

$H_d$  : Kedalaman transducer (m)

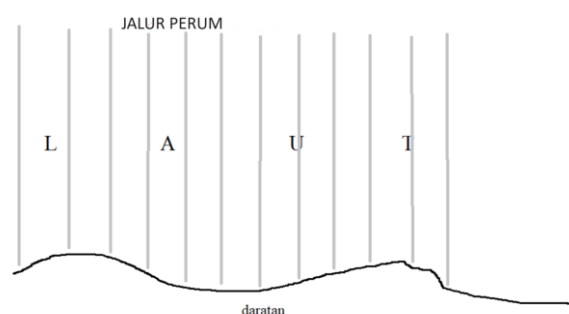
$H_t$  : Kedalaman pasang surut pada saat  $t$  (m)

$X$  : MSL atau muka laut rata-rata (m)

Selanjutnya dibuat peta kontur batimetri dengan menggunakan metode interpolasi *IDW*



**Gambar 1.** (Kiri) Pemasangan instrumen batimetri pada kapal, (Kanan) Pengukuran tinggi muka air laut



**Gambar 2.** Jalur perum pengambilan data batimetri

### 3.2. Pengambilan Data Primer Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dengan melakukan pengukuran selama 15 (lima belas) hari. Tiang ukur pasang surut ditempatkan pada titik yang tetap tergenang air laut, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1** (kanan), agar tinggi muka air laut tetap dapat tercatat. Pencatatan tinggi muka

air laut dilakukan secara periodik setiap satu jam.

Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil pengukuran selama 15 hari dianalisis dengan menggunakan metode *Admiralty*.

### 3.3. Pemodelan Arus Laut dan Gelombang

Pemodelan arus dan gelombang laut dilakukan dengan menggunakan pendekatan model hidro dinamika dengan melalui perangkat lunak model hidro dinamika *MIKE 21*.

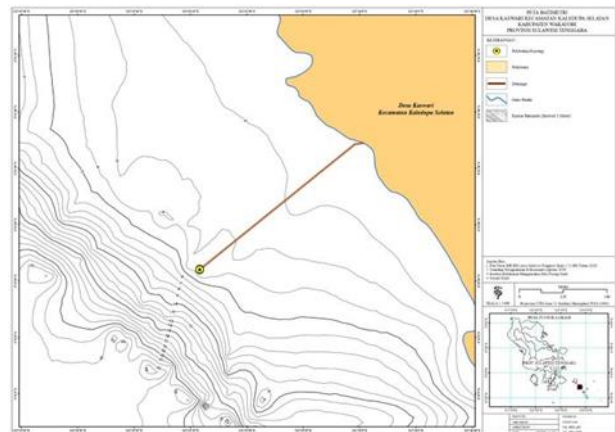
Data yang digunakan untuk simulasi model arus 2D berupa data kedalaman (batimetri), pasang surut, dan angin dari *ECMWF (The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)*. Desain simulasi model numerik ini dilakukan selama 15 (lima belas) hari dengan langkah waktu (*time step*) selama 3.600 detik. Hasil simulasi pola arus terdiri dari analisa kecepatan dan arah arus pada kondisi pasang tertinggi dan surut terendah.

Skenario pemodelan gelombang dilakukan simulasi penjalaran gelombang sampai ke daerah pantai dengan menggunakan *Model MIKE SW*. Simulasi ini dilakukan untuk membandingkan arah dan tinggi gelombang. Simulasi penjaaran gelombang dilakukan berdasarkan arah gelombang datang dominan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

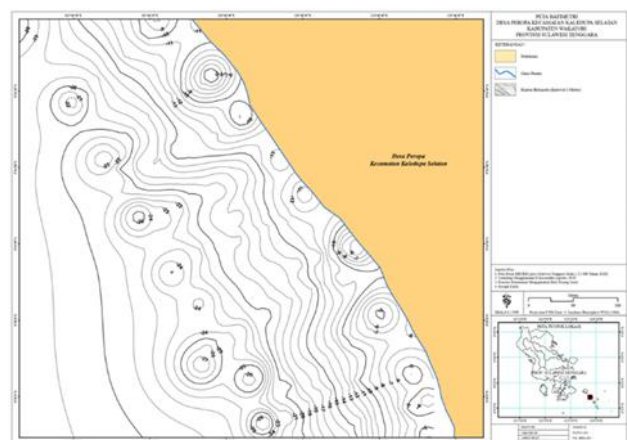
Hasil pengukuran kedalaman yang dikoreksi terhadap data pasang surut dengan mengacu pada MSL sebagai dasar dalam pembuatan peta kontur kedalaman. Peta kontur kedalaman pada **Gambar 3** memperlihatkan kondisi kedalaman perairan

di bagian barat laut area penelitian dengan kedalaman 10 m terdekat dari garis pantai pada jarak 70 m. Sementara peta kontur kedalaman pada **Gambar 3** memperlihatkan kondisi kedalaman perairan di bagian tenggara area penelitian dengan kedalaman 10 m terdekat dari garis pantai pada jarak 20 m.



**Gambar 3.** Peta kontur batimetri di bagian barat laut area penelitian

Dari hasil analisis data pasut dengan metode *Admiralty* diperoleh 9 (sembilan) konstanta harmonik utama untuk amplitudo (A) dan beda fase ( $g^0$ ) pada perairan Desa Peropa sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 1**.



**Gambar 4** Peta kontur batimetri di bagian tenggara area penelitian

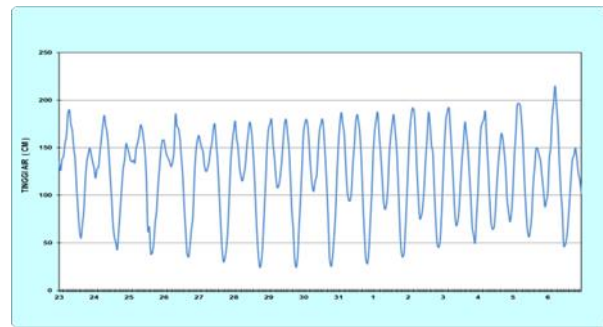
**Tabel 1.** Hasil analisis harmonik pasang surut perairan Desa Peropa

Komponen Pasut	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	122,7	52,4	16,1	10,8	4,4	43,3	21,5	14,3	0,7	1,0
g°		162,7	52,7	28,6	52,7	308,9	54,2	308,9	85,3	21,6
F/Tipe		Mixed Tide Prevalling Semidiurnal/pasang surut campuran condong ke harian ganda								

Berdasarkan **Tabel 1**, amplitudo komponen pasang surut ganda campuran atau komponen *semidiurnal tides* akibat pengaruh bulan (M2 dan S2) lebih besar dibandingkan dengan komponen pasang surut harian tunggal atau komponen *diurnal tides* akibat pengaruh matahari (K1 dan O1) yakni 52,4 cm dan 16,1 cm berbanding dengan 43,3 cm dan 21,5 cm. Komponen inilah yang mempengaruhi tipe pasang surut di perairan Desa Peropa.

Tipe pasang surut ditentukan oleh Bilangan Formhzal (F) yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan formula pada **Tabel 1**. Bilangan Formhzal yang diperoleh adalah 0,94, artinya berdasarkan kriteria *courtier range* nilai tersebut berada pada range 0,25-1,50 termasuk dalam tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevalling semidiurnal*). Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut, di mana dalam satu hari pengamatan terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

Tunggang air pasang surut juga dapat ditentukan dengan perhitungan formula yang terdapat pada **Tabel 1**. Tunggang air pasang surut pada pengambilan data ini menggunakan datum referensi terhadap MSL artinya kedalaman MSL adalah 0 (nol).



**Gambar 5.** Grafik pasang surut di perairan Desa Peropa dalam kurun waktu 15 hari pengamatan

**Tabel 2** Tunggang air pasang surut untuk tipe pasang surut *mixed tide prevalling semidiurnal* pada referensi MSL palem pasut (tiang skala)

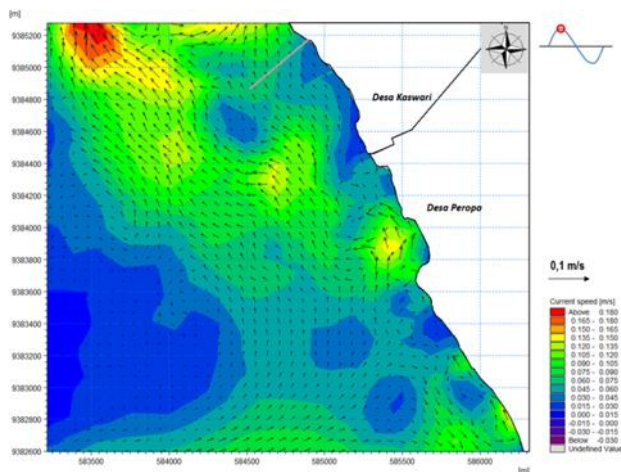
Karakteristik Pasang Surut	Formula (Iwagaki dan Sawaragi 1979; Beer 1997)	Referensi			
		Palem Pasut (cm)	MSL (cm)	HHWL (cm)	MLWL (cm)
HHWL	$=Z_o+(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	316,2	193	0,00	310,3
MHWL	$=Z_o+(M_2+K_1+O_1)$	240,1	117,1	-76,1	234,2
MSL	$=Z_o$	123	0,00	-193,2	117,1
MLWL	$=Z_o-(M_2+K_1+O_1)$	5,9	-117,1	-310,3	0,00
CDL	$=Z_o-(M_2+S_2+K_1+O_1)$	-10,2	-133,2	-326,4	-16,1
LLWL	$=Z_o-(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	-28,9	-151,9	-345,1	-34,8
LAT	$=Z_o-(M_2+S_2+N_2+K_2+K_1+O_1+P_1+M_4+MS_4)$	-41,3	-164,3	-357,5	-47,2

Nilai tunggang air pasang surut pasang purnama (*spring tide*), pada air tinggi rata-rata pasang (HHWL) sebesar 316,2 cm (3,16 m) atau 193 cm (1,93 m) di atas MSL dan air rendah pada rata-rata surut (LLWL) adalah -28,9 cm (-0,29 m) atau -151,9 cm (-1,52 m) di bawah MSL. Untuk nilai tunggang air pasang surut pada saat pasang perbani (*neap tide*), rata-rata pasang (MHWL) sebesar 240,1 cm (2,4 m) atau 117,1 cm (1,17 m) di atas MSL sedangkan untuk air rendah pada rata-rata surut (MLWL) sebesar 5,9 cm (0,06 m) atau -117,1 cm (-1,17 m) di bawah MSL.

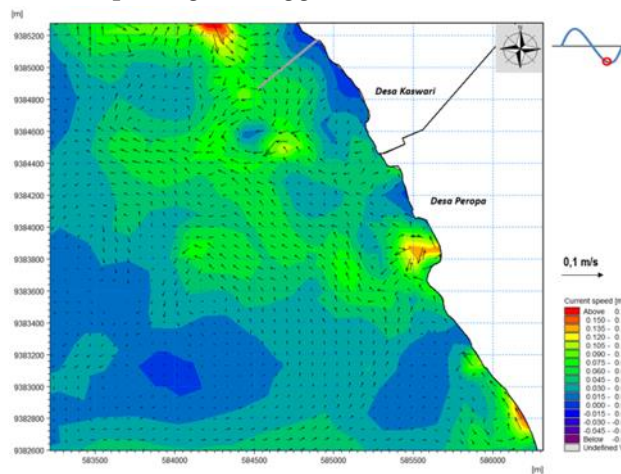
Berdasarkan hasil model arus laut menunjukkan arah arus cenderung mengikuti garis pantai dengan arah aliran dominan bergerak ke timur dan utara ketika pasang dan ke selatan dan barat ketika surut. Pada

kondisi arus ketika pasang tertinggi, aliran arus terlihat jelas dominan bergerak ke timur menyusuri tepi pantai (**Gambar 6**). Besaran arus pada kondisi pasang tertinggi memiliki kisaran 0,075-0,13 m/s.

Pada kondisi surut terendah, arus berbalik arah menjauh dari pantai dan menuju ke tengah laut. Besaran arus ketika surut memiliki kisaran antara 0,04 - 0,1 m/s (**Gambar 7**). Besaran kecepatan arus pada kondisi pasang lebih besar dibanding ketika arus pada kondisi surut terendah.



**Gambar 6** Hasil simulasi arus laut pada kondisi pasang tertinggi

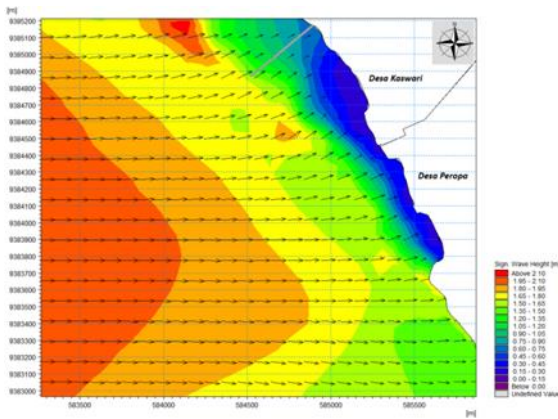


**Gambar 7** Hasil simulasi arus laut pada kondisi surut terendah

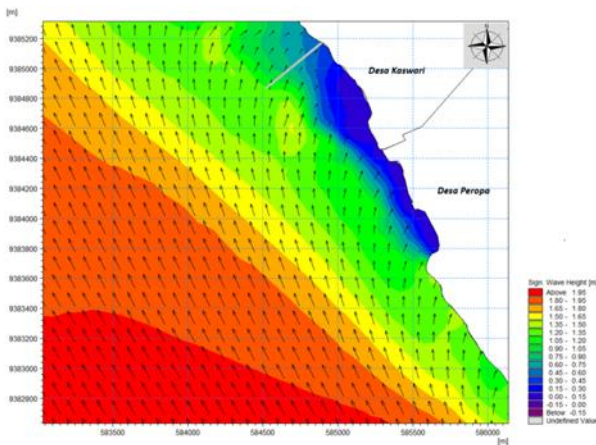
Besaran kecepatan arus pada kondisi pasang tertinggi dan surut terendah di sekitar barat laut area penelitian kurang dari 0,1 m/s. Hal ini mngindikasikan bahwa kecepatan arus yang relatif kecil. Sementara besaran arus lebih kuat di pesisir wilayah perairan bagian tenggara area penelitian.

Hasil simulasi penjalaran gelombang disajikan pada **Gambar 8**, **Gambar 9**, dan **Gambar 10**. Tinggi gelombang terbesar dari arah barat, tenggara dan utara dengan ketinggian gelombang ( $H_0$ ) 2,5 m dan 2 m. Gelombang arah barat dan selatan bergerak dari laut lepas menuju tepi pantai namun akibat topografi perairan yang dangkal menyebabkan gelombang mengalami refraksi menuju tepi pantai dengan ketinggian kurang dari 0,75 m. Pada arah ini gelombang pecah dengan ketinggian 1,5 m dan menjalar ke arah pesisir. Pola gelombang dari arah barat dan tenggara yang mencapai area pesisir terlihat lebih besar energinya di sisi selatan dibanding sisi utara dari bagian barat laut ke tenggara area penelitian. Faktor ini disebabkan oleh letak topografi perairan yang dangkal, sehingga gelombang yang datang mengalami refraksi dan energinya menjadi berkurang.

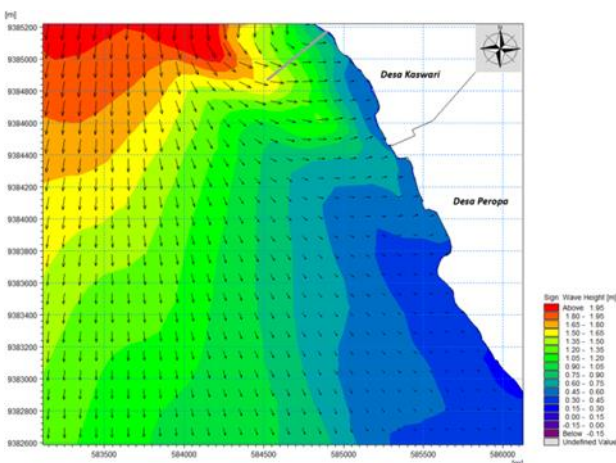
Selanjutnya gelombang dari arah utara dengan ketinggian ( $H_0$ ) 2,0 m. Energi gelombang terbesar terjadi di laut dalam, sementara di area pesisir energinya menjadi rendah. Hal ini disebabkan oleh gelombang dari arah utara mengalami refraksi akibat topografi perairan yang dangkal.



**Gambar 8** Model penjarangan gelombang berdasarkan arah angin dominan barat



**Gambar 9** Model penjarangan gelombang berdasarkan arah angin dominan selatan



**Gambar 10** Model penjarangan gelombang berdasarkan arah angin dominan utara

Berdasarkan pola penjarangan gelombang yang mencapai area pesisir terlihat bahwa

arah datang gelombang dari arah selatan dan barat relatif lebih rendah di pesisir wilayah perairan bagian barat laut. Sementara gelombang dari arah utara di mana di pesisir wilayah perairan bagian barat laut energi gelombangnya cukup besar di banding pesisir wilayah perairan bagian tenggara.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei di daerah penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Topografi perairan pesisir Desa Peropa lebih dangkal pada bagian barat laut dibanding pada bagian tenggara, dengan kedalaman 10 m pada jarak terdekat 70 m dari garis pantai pada bagian barat laut, sementara pada bagian tenggara dengan kedalaman 10 m pada jarak terdekat 20 m dari garis pantai
2. Tipe pasang surut pada wilayah perairan Desa Peropa adalah *mixed tide prevalling semidiurnal* (pasang surut campuran condong ke harian ganda, dengan pasang tertinggi 3,16 m dan surut terendah -0,29 m.
3. Kecepatan arus pada kondisi pasang tertinggi dan surut terendah di sekitar barat laut yaitu 0,1 m/s relatif lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan arus di bagian tenggara area perairan Desa Peropa.
4. Ketinggian gelombang yang terjadi di wilayah perairan Desa Peropa pada interval 0,75 m hingga 2,5 m.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Kebumihan FMIPA-UHO yang telah menyediakan peralatan pengukuran serta La Ode Arif Formasi, S.Pd., beserta tim lapangan lainnya yang telah banyak membantu dalam beberapa proses pengambilan data di lapangan, serta pihak-pihak terkait yang tak tersebut telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Holthuijsen, L.H. (2007). *Wave in Oceanic and Coastal Waters*. Cambridge University Press.
- Irawan, S., Fahmi, R., & Rozikin, A. (2018). *Kondisi Hidro-Oseanografi (Pasang Surut, Arus Laut dan Gelombang) Perairan Nongsa Batam*. JURNAL KELAUTAN-Vol. 11, No. 1.
- Lolong, M., & Masinambow, J. (2011). *Penentuan Karakteristik dan Kinerja Hidro-Oseanografi*. MEDIA ENGINEERING-Vol 1, No. 2.
- Poerbandono, Djunarsjah, E., (2005). *Survey Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung.
- Saputra, E.P.A., Pranowo, A.P., & Adrianto, D. (2016). *Pengaruh Sound Velocity terhadap Pengukuran Kedalaman Menggunakan Multibeam Echosounder di Perairan Surabaya*. J. Chart Datum 2 (2): 53-68
- Sufyan, A., Akhwady, R., Risandi, J., dan Syadiah, N. (2017). *Analisa Hidro-Oseanografi Pulau Liwungan untuk Studi Kelayakan Struktur Dermaga Apung*. Pusat Riset Kelautan, Jakarta.
- Yuwono, N. (1991). *Teknik Pantai Volume I*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik, Yogyakarta.