

Simulasi Arus 2 Dimensi di Pantai Marina Boom Banyuwangi

Durmont Siahaan^{1*}, Aris Ismanto¹, Warsito Atmodjo¹, Rikha Widiaratih¹ dan Kunarso¹

*Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro Kampus Tembalang, Semarang, 50275, Telp/Fax.024-7474698
e-mail : *darmonsiahaan@students.undip.ac.id*

Abstrak

Selat Bali merupakan selat yang membelah Kabupaten Banyuwangi di Pulau Jawa dan Kabupaten Jembrana di Pulau Bali. Pantai Marina Boom akan dikembangkan sebagai wilayah pariwisata perlu kajian oseanografi yaitu arus laut. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi pola arus di Perairan Selat Bali setiap musim selama 1 tahun. Metode pengukuran arus menggunakan instrumen *Acoustic Wave and Current* (AWAC). Metode analisis menggunakan pemodelan hidrodinamika. Hasil penelitian diperoleh tipe pasang surut di Perairan Kabupaten Banyuwangi bertipe pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai Formzahl 0,59. Data arus pengukuran di lapangan memiliki kecepatan maksimum sebesar 1,581 m/det dengan arah arus dominan mengarah dari Barat Laut ke Tenggara pada kedalaman 2 meter, sedangkan berdasarkan hasil pemodelan arus menunjukkan kecepatan maksimum pada Musim Barat sebesar 1,254 m/det, pada Musim Peralihan 1 sebesar 1,217 m/det, pada Musim Timur sebesar 1,088 m/det, dan pada Musim Peralihan 2 sebesar 1,561 m/det. Hasil analisis kecepatan arus pada setiap musim menunjukkan bahwa didapatkan kecepatan maksimum terjadi pada kondisi pasang purnama (*spring tide*), dikarenakan pada saat bulan purnama, tinggi pasang terjadi maksimum yang menyebabkan kecepatan arus laut menjadi maksimum. Arah arus pada setiap musim menunjukkan arah yang bolak-balik, yaitu mengarah dari Utara ke Selatan dan dari Selatan ke Utara. Tipe arus pada setiap musim di Perairan Selat Bali, khususnya di Pantai Marina Boom, Kabupaten Banyuwangi merupakan arus pasang surut karena memiliki pola pergerakan arus laut yang bergerak bolak-balik keluar masuk selat. Kecepatan arus maksimum terjadi pada Musim Peralihan 2 saat kondisi pasang purnama sebesar 1,561 m/det dan kecepatan arus minimum terjadi pada Musim Peralihan 2 saat kondisi pasang perbani sebesar 0,133 m/det. Kecepatan arus saat pasang purnama cenderung memiliki nilai yang besar dengan kisaran nilai sebesar 0,433 – 1,561 m/det, sedangkan kecepatan arus saat pasang perbani cenderung memiliki nilai yang kecil dengan kisaran nilai sebesar 0,133 – 0,959 m/det.

Kata kunci : Selat Bali, AWAC, Pemodelan Hidrodinamika, Arus Pasang Surut

Abstract

Bali Strait lies between Banyuwangi district in Java Island and Jembrana District in Bali Island. Marina Boom Beach will be developed as tourism area have need of oceanography study that is ocean currents. This research is conducted to identify the ocean current patterns in Bali Strait every season for 1 year. Ocean currents measuring methods is using Acoustic Wave and Current (AWAC). Analysis methods is using hydrodynamic modeling. The research results were obtained that the tidal type in Banyuwangi District waters is a mixed type with a double daily inclination with the Formzahl value of 0,59. The ocean current field data shows the maximum speed is 1,581 m/s with the direction is dominantly moves from northwest to southeast at a depth of 2 meters, while the result from modeling of the ocean current shows the maximum speed in the West Season is 1,254 m/s, in the Transitional Season 1 is 1,217 m/s, in the East Season is 1,088 m/s, in the Transitional Season 2 is 1,561 m/s. The results of the currents velocity analysis in each season shows that the maximum velocity is obtained during the spring tide conditions. The current direction in each season shows an alternating direction, that is, it leads from North to South and from South to North. The current type in each season in Bali Strait, specifically in Marina Boom Beach, Banyuwangi District is tidal flow because it has a pattern of ocean currents that move back and forth, in and out of the strait. The maximum current speed occurs in Transitional Season 2 while spring tide in the amount of 1,561 m/s and minimum current speed occurs in Transitional Season 2 while neap tide in the amount of 0,133 m/s. Current speed at spring tide tend to have big value with a range between 0,433 – 1,561 m/s, while at neap tide tend to have small value with a range between 0,133 – 0,959 m/s

Keywords : Bali Strait, AWAC, Hydrodynamic Modeling, Tidal Current

PENDAHULUAN

Perairan Selat Bali terletak pada posisi geografis $114^{\circ}20'$ - $115^{\circ}10'$ BT dan $08^{\circ}10'$ - $08^{\circ}50'$ LS dan terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Bali yang merupakan alur pemisah ke dua pulau tersebut. Perairan ini berbentuk corong, lebar di bagian utara kira-kira 2,5 km dan di bagian selatan sekitar 55 km dengan luas perairan sekitar 2.500 km² (Setiawan, 1991). Selat Bali dapat dikatakan sebagai selat yang paling ramai di Pulau Jawa dan Pulau Bali. Selat Bali merupakan selat yang membelah Kabupaten Banyuwangi di Pulau Jawa dan Kabupaten Jember di Pulau Bali. Selat Bali memiliki aktifitas pelayaran seperti penyebrangan kapal ferry, boat dan perahu nelayan. Selat Bali yang menghubungkan pelabuhan Ketapang dan pelabuhan Gilimanuk dengan jarak sekitar 1 mil memiliki karakter laut yang unik, yaitu banyak palung laut yang menimbulkan arus pusaran air (Megawati *et. al.*, 2014). Perairan Selat Bali ini termasuk wilayah yang menarik untuk dikaji karena lokasinya yang mendapat pengaruh dari beberapa fenomena oseanografi diantaranya sistem arus permukaan laut.

Arus merupakan parameter oseanografi yang dapat menghasilkan berbagai macam informasi dalam dunia kelautan. Informasi yang dihasilkan terutama mengenai informasi hidrografi yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan navigasi dan keselamatan pelayaran, penetapan batas wilayah atau daerah di laut, studi dinamika pesisir dan pengelolaan sumberdaya laut (Sudarto *et. al.*, 2013). Arus permukaan sangat berpengaruh terhadap berbagai kegiatan di laut, diantaranya transportasi laut, aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan dan lain sebagainya. Kabupaten Banyuwangi mempunyai karakteristik wilayah yang beragam, yaitu berupa daerah pegunungan, dataran rendah dan juga memiliki garis pantai sepanjang 175,8 km. Keberagaman tersebut menjadikan Banyuwangi kaya akan potensi pariwisata. Semakin gencarnya pembangunan dan promosi pariwisata yang dilakukan Pemerintah Kabupaten menjadikan Banyuwangi tumbuh menjadi daerah tujuan wisata utama di kawasan Jawa Timur maupun nasional. Data tahun 2016, tercatat Pantai Marina Boom merupakan salah satu destinasi wisata favorit di Banyuwangi dengan jumlah 440 ribu pengunjung (Kusuma dan Ainurrofiq, 2018). Dengan mengetahui pola arus laut terhadap musim, informasi ini akan sangat bermanfaat untuk wisata bahari seperti jetski, kapal wisatam snorkling dan diving untuk keselamatan wisata dan pelaku usaha.

Instrumen AWAC merupakan alat pengukur kecepatan arus laut berteknologi tinggi. AWAC menggunakan gelombang suara (sonar) sebagai alat pendeteksinya dan mempunyai akurasi yang tinggi. AWAC mentransmisikan gelombang suara ke kolom air dan menerima pantulannya yang disebabkan oleh partikel-partikel yang ada di dalam air yang mana setelah dianalisa perbedaan frekuensinya maka akan didapatkan besarnya komponen kecepatan arus. Akurasi instrumen AWAC dalam mengukur kecepatan arus laut yaitu $\pm 0,005$ m/s.

Penelitian ini dilakukan pada Perairan Selat Bali, tepatnya di wilayah Pantai Marina Boom, Kabupaten Banyuwangi. Lokasi penelitian berada pada area koordinat $8^{\circ} 7'37.20''$ S sampai $8^{\circ}13'26.40''$ S dan $114^{\circ}23'13.20''$ E sampai $114^{\circ}26'56.40''$ E dengan luas wilayah penelitian sebesar 4,262374 km² (Gambar 1). Lokasi pengamatan *in situ* menggunakan instrument AWAC yang terletak pada wilayah Perairan Pantai Marina Boom, Kabupaten Banyuwangi yang memiliki koordinat lokasi $8^{\circ}11'7.92''$ S dan $114^{\circ}23'44.14''$ E.



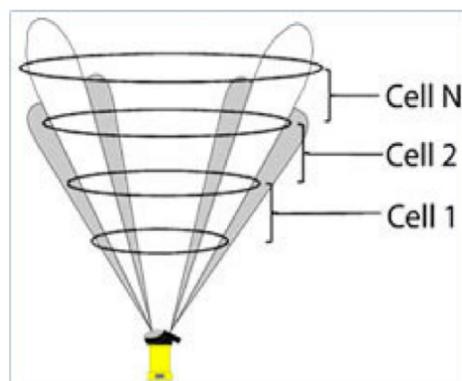
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari data arus laut di Perairan Selat Bali tanggal 24 April – 2 Mei 2019 hasil pengukuran lapangan yang dilakukan bersama Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dengan menggunakan *Acoustic Wave and Current* (AWAC). Data sekunder terdiri dari data angin ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*) selama 1 tahun pada tanggal 1 Januari 2019 – 1 Januari 2020 dengan resolusi spasial $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ dan resolusi temporal 1 jam. Peta batimetri Perairan Selat Bali yang diperoleh dari PUSHIDROSAL (Pusat Hidrografi dan Oseanografi Angkatan Laut) tahun 2016 dan data pasang surut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) selama 30 hari pada tanggal 1 April – 30 April 2019 dengan selang waktu data setiap 1 jam.

Pengukuran Arus Laut di Lapangan

Pengukuran arus laut di lapangan dilakukan dengan menggunakan *Acoustic Wave and Current Profiler* (AWAC) untuk mendapatkan parameter arus, seperti kecepatan arus dan arah arus. Prinsip kerja alat ini, yakni dengan memancarkan gelombang akustik melalui transduser dan merambat di sepanjang kolom air. Pada suatu lapisan air yang diukur, gelombang akustik yang dipantulkan kembali menuju transduser oleh partikel sedimen dan plankton (yang bergerak dengan kecepatan sama dengan kecepatan air). Karena adanya gerak relatif pemantulan gelombang terhadap alat ukur gelombang akustik, maka gelombang yang diterima akan mengalami efek Doppler atau berubah frekuensinya.



Gambar 1. Cara Kerja AWAC

Data Pasang Surut

Data pasang surut pada penelitian kali ini digunakan sebagai data pendukung. Data pasang surut tersebut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dari pengukuran langsung (*real time*) selama 30 hari pada tanggal 1 April – 30 April 2019 dengan selang waktu data setiap 1 jam.

Data Batimetri

Data batimetri digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian ini. Data ini diperoleh dari instansi terkait. Pengumpulan data batimetri di perairan Selat Bali diperoleh dari PUSHIDROSAL (Pusat Hidrografi dan Oseanografi Angkatan Laut) tahun 2016 dengan skala 1:25.000.

Pengolahan Data Arus Laut

Metode pengolahan data pemodelan dalam penelitian ini menggunakan *software MIKE 21*. Pengolahan data terdiri dari data arus laut, pasang surut, dan batimetri. Domain model yaitu *Flexible Mesh* (.mesh) yang dibuat menggunakan *software* hidrodinamika dengan menginput hasil *boundary* yang sudah didigitasi sebelumnya pada aplikasi *ArcGIS 10.3* yang disimpan dengan format .xyz serta membuat syarat batas model. Inputan dari simulasi hidrodinamika tersebut yaitu data batimetri dalam format .xyz, data pasang surut *time series* hasil prediksi *software* hidrodinamika, data angin *time series* resolusi spasial $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ disimpan dalam format sesuai *software* hidrodinamika.

Pengolahan Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode *Admiralty* untuk mendapatkan karakteristik parameter pasang surut yang meliputi 9 (sembilan) konstanta harmonik pasang surut ($M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, M_4, MS_4$) dan tipe pasang surut, MSL, LLWL dan HHWL.

Pengolahan data pasang surut dilakukan untuk memperoleh data tinggi muka air laut di suatu lokasi penelitian yang akan dimanfaatkan untuk tahap selanjutnya. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut yang meliputi Amplitudo (A), $M_2, S_2, K_1, O_1, N_2, K_2, P_1, M_4, MS_4$. Menurut Triatmodjo (1999), besaran elevasi dapat diperoleh dari konstanta hasil analisis data pasang surut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. MSL (*Mean Sea Level*)

$$MSL = A(S_0)$$

2. LLWL (*Lowest Lower Water Level*)

$$LLWL = A(S_0) - [A(M_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(K_2)]$$

3. HHWL (*Highest High Water Level*)

$$HHWL = A(S_0) + [A(M_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(K_2)]$$

(Triatmodjo, 1999)

Tipe pasang surut diketahui melalui bilangan *Formzahl* berdasarkan konstanta pasang surut diatas dan dihitung dengan rumus :

$$F = \frac{A(O_1) + A(K_1)}{A(M_2) + A(S_2)}$$

(Triatmodjo, 1999)

Validasi Data

Menurut Ismanto *et.al* (2019) dalam Evans (1993), kalibrasi data membutuhkan perolehan seperangkat data khusus yang relevan dengan wilayah studi yang dimana tentu saja dapat dilengkapi dengan informasi yang sudah ada. Validasi data dengan menggunakan model tidak selamanya dapat memberikan hasil yang sesuai. Pemodelan digunakan sebagai perbandingan dan validasi terhadap data yang berada di lapangan.

Validasi data pemodelan ini menggunakan metode RMS (*Root Mean Square*) dari *Foundation Water Research*, 1993, dimana nilai dari RMS merupakan nilai non-dimensional untuk menampilkan kesesuaian dari dua jenis data. Nilai dari pemodelan dinyatakan dalam bentuk b_1, b_2, \dots, b_n , sementara nilai dari pengukuran di lapangan dinyatakan dalam bentuk a_1, a_2, \dots, a_n . Sehingga didapatkan rumus :

$$RMS = \left(\frac{\sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2}}{n} \right)$$

dimana,

$$\Delta X_n = b_n - a_n$$

Keterangan:

- an : data lapangan ke-n
- bn : data model ke-n
- n : jumlah data

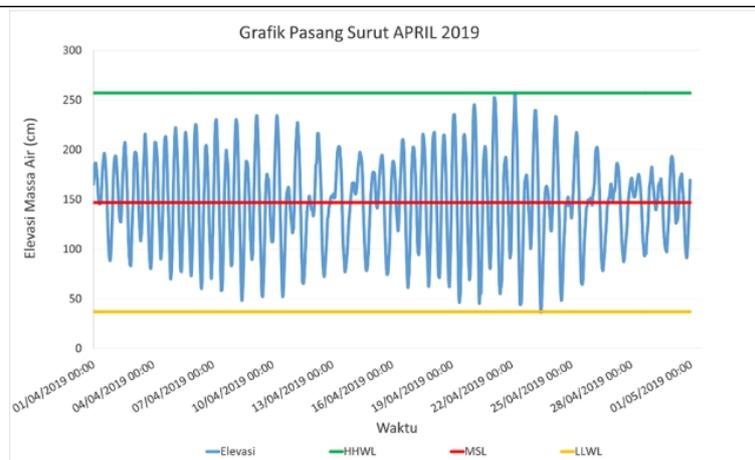
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasang Surut

Komponen pasang surut di Perairan Pantai Marina Boom, Kabupaten Banyuwangi diperoleh nilai muka air rata-rata (MSL) sebesar 146,83 cm, nilai muka air rendah terendah (LLWL) sebesar 37 cm dan nilai muka air tertinggi (HHWL) sebesar 257 cm dan nilai Formzahl sebesar 0,59 yang merupakan tipe pasang surut campuran condong harian ganda, yaitu dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan satu kali air surut (Tabel 1 dan Gambar 3).

Tabel 1. Komponen Pasang Surut Perairan Pantai Marina Boom, Kabupaten Banyuwangi

	So	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
A (cm)	146,83	48,02	25,85	9,88	23,48	20,05	2,58	2,15	6,98	7,75
g ^o		340,20	128,66	294,75	213,33	25,97	326,71	169,19	128,66	213,33



Gambar 3. Grafik Pasang Surut pada Bulan April 2019

Arus

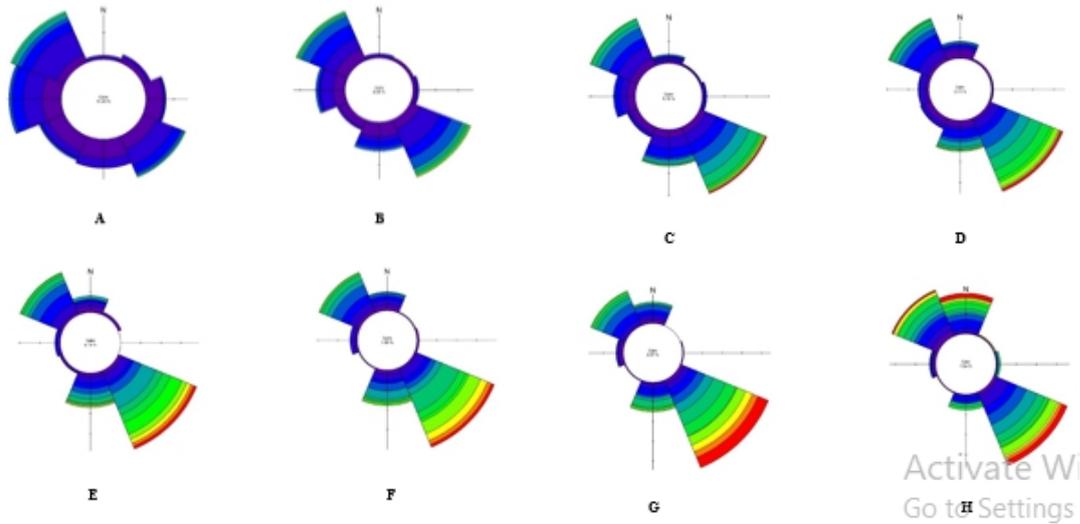
Kecepatan arus maksimum kedalaman 16 meter sebesar 0,633 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,005 m/det. Kecepatan arus maksimum kedalaman 14 meter sebesar 0,958 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,007 m/det. Kecepatan arus maksimum kedalaman 12 meter sebesar 1,201 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,015 m/det. Secara umum, kecepatan arus paling besar berada di permukaan yang semakin ke dalam nilainya akan mengecil berbanding terbalik dengan kedalaman, karena factor pembangkitnya angin akan semakin sedikit dengan bertambahnya kedalaman. Kecepatan arus maksimum kedalaman 10 meter sebesar 1,263 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,009 m/det. Kecepatan arus maksimum kedalaman 8 meter sebesar 1,294 m/det dan

kecepatan arus minimum sebesar 0,029 m/det. Kecepatan arus maksimum kedalaman 6 meter sebesar 1,482 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,037 m/det. Kecepatan arus maksimum kedalaman 4 meter sebesar 1,581 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,036 m/det. Kecepatan arus maksimum kedalaman 2 meter sebesar 1,581 m/det dan kecepatan arus minimum sebesar 0,038 m/det. Arah arus dominan pada kedalaman 16 meter yaitu mengarah dari Tenggara ke Barat Laut, sedangkan pada kedalaman 14 meter sampai 2 meter mengarah dari Barat Laut ke Tenggara (lihat Tabel 2 dan Gambar 3).

Grafik arah dan kecepatan arus menunjukkan kecepatan dan arah arus rata-rata di kedalaman 16 meter sebesar 0,169 m/det dan 208,444°, kedalaman 14 meter sebesar 0,226 m/det dan 210,997°. kedalaman 12 meter sebesar 0,303 m/det dan 210,832°, kedalaman 10 meter sebesar 0,372 m/det dan 212,516°, kedalaman 8 meter sebesar 0,433 m/det dan 202,259°, kedalaman 6 meter sebesar 0,483 m/det dan 203,163°, kedalaman 4 meter sebesar 0,516 m/det dan 197,915°, serta kedalaman 2 meter sebesar 0,508 m/det dan 206,575° (lihat Gambar 4-5).

Tabel 2. Data Kecepatan Arus Perekaman AWAC Per Kedalaman

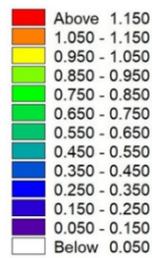
Kedalaman (m)	Kecepatan <i>Max</i> (m/det)	Kecepatan <i>Min</i> (m/det)	Kecepatan Rata-rata (m/det)	Arah Rata-rata (N°E)
16	0,633	0,005	0,169	208,444 SW
14	0,958	0,007	0,226	210,997 SW
12	1,201	0,015	0,303	210,832 SW
10	1,263	0,009	0,372	212,516 SW
8	1,294	0,029	0,433	202,259 SW
6	1,482	0,037	0,483	203,163 SW
4	1,581	0,036	0,516	197,915 SW
2	1,581	0,038	0,508	206,575 SW



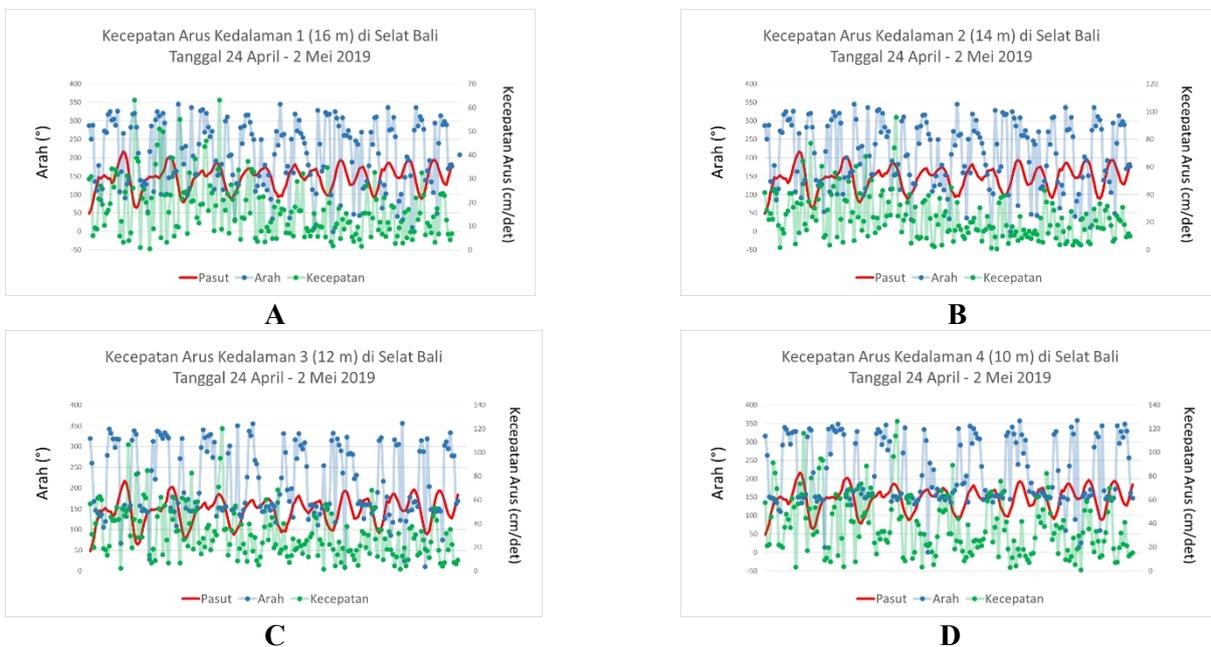
Satuan : m/det

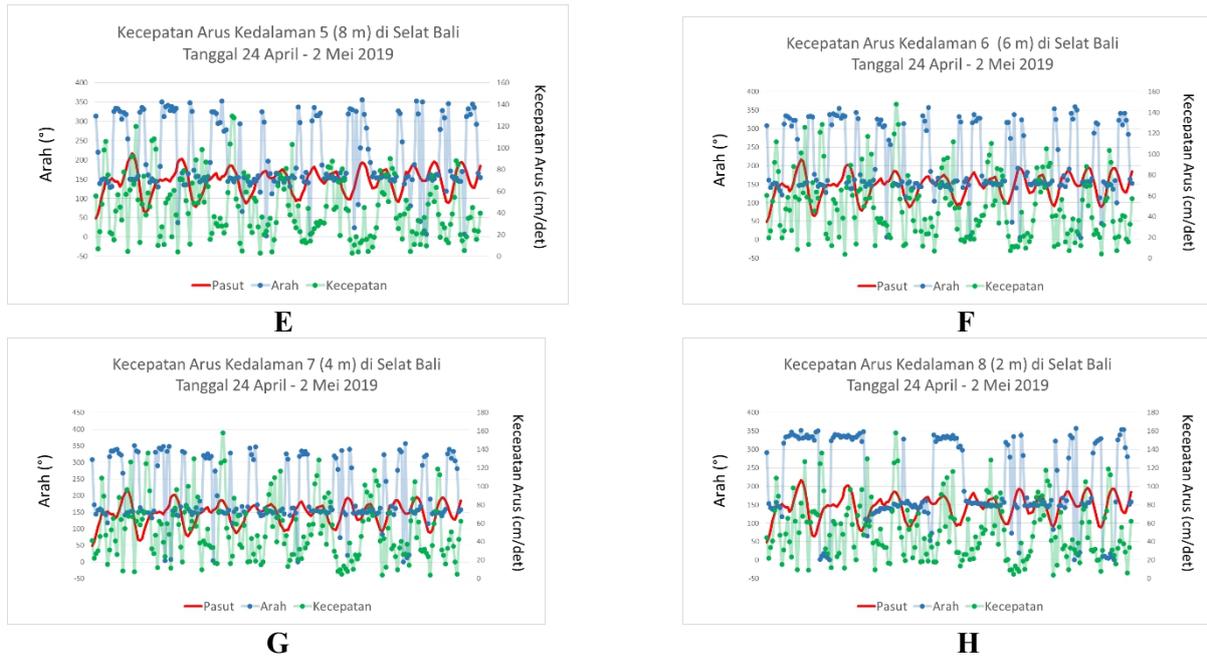
Keterangan :

- A = Kedalaman 16 meter
- B = Kedalaman 14 meter
- C = Kedalaman 12 meter
- D = Kedalaman 10 meter
- E = Kedalaman 8 meter
- F = Kedalaman 6 meter
- G = Kedalaman 4 meter
- H = Kedalaman 2 meter



Gambar 4. Current rose Kecepatan dan Arah pada Kedalaman 1 (16 meter) sampai Kedalaman 8 (2 meter)



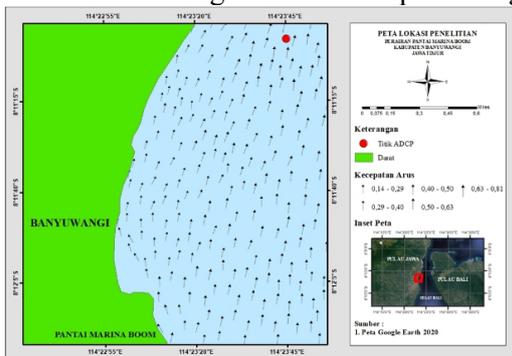


Keterangan :
 Garis Merah = Pasang Surut
 Titik Biru = Arah Arus
 Titik Hijau = Kecepatan Arus
 A = Kedalaman 16 meter E = Kedalaman 8 meter
 B = Kedalaman 14 meter F = Kedalaman 6 meter
 C = Kedalaman 12 meter G = Kedalaman 4 meter
 D = Kedalaman 10 meter H = Kedalaman 2 meter

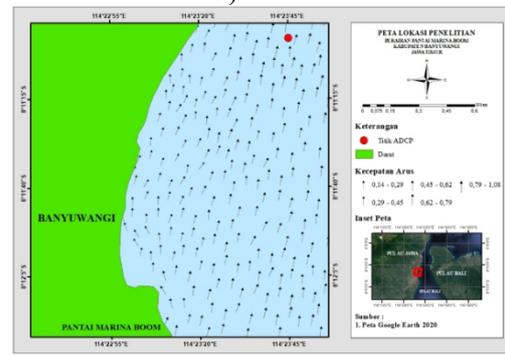
Gambar 5. Grafik Arah dan Kecepatan Arus pada Kedalaman 1 (16 m) sampai Kedalaman 8 (2 m)

Pemodelan Arus Musim Barat

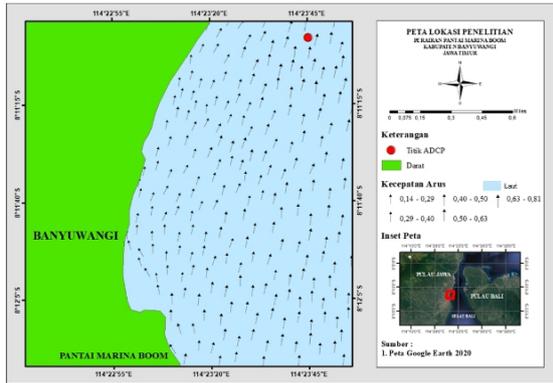
Berikut adalah hasil simulasi saat pasang purnama. Pada saat keadaan surut terendah purnama arus mengarah dari Utara ke arah Selatan dengan variasi kecepatan hingga 1,254 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang purnama arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 1,080 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi purnama arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,818 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut purnama arus bergerak mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan hingga 0,559 m/det Gambar 5-9).



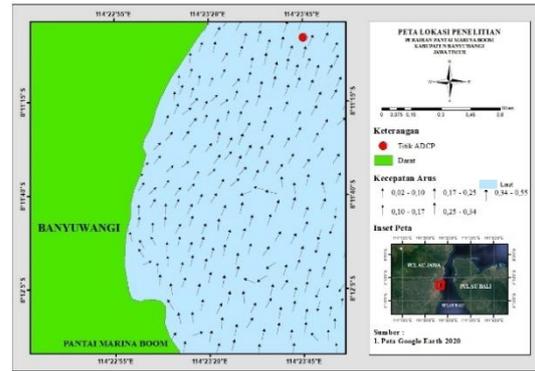
Gambar 6. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Surut Terendah Purnama



Gambar 7. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Surut Menuju Pasang Purnama

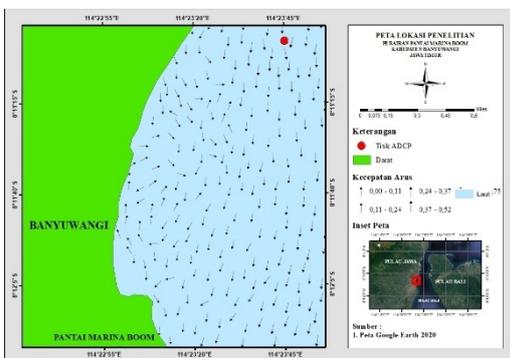


Gambar 8. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Pasang Tertinggi Purnama

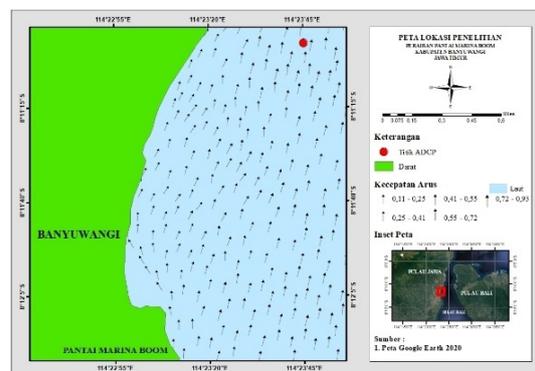


Gambar 9. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Pasang Menuju Surut Purnama

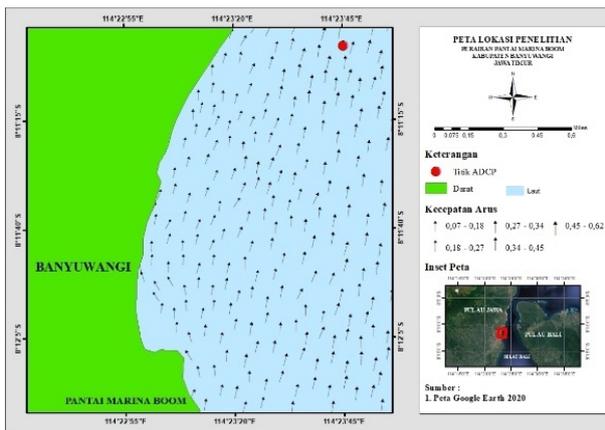
Hasil simulasi model arus pada Musim Barat saat keadaan pasang perbani terbagi menjadi 4 (empat) bagian, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah perbani arus mengarah dari Utara ke arah Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,750 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang perbani arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 0,930 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi perbani arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,624 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut perbani arus bergerak mengarah dari Utara ke Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,615 m/det (Gambar 10- 13).



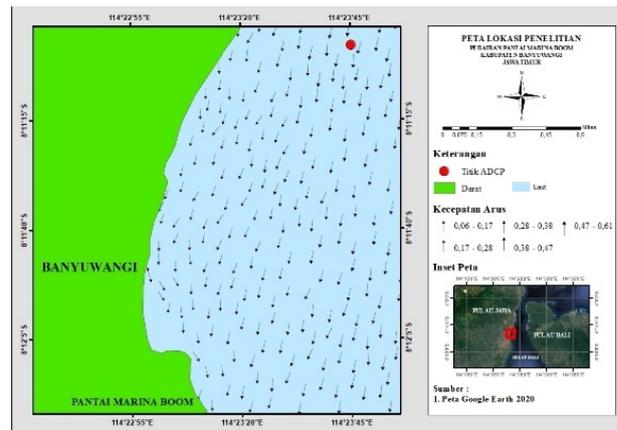
Gambar 10. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Surut Terendah Perbani



Gambar 1. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Surut Menuju Pasang Perbani



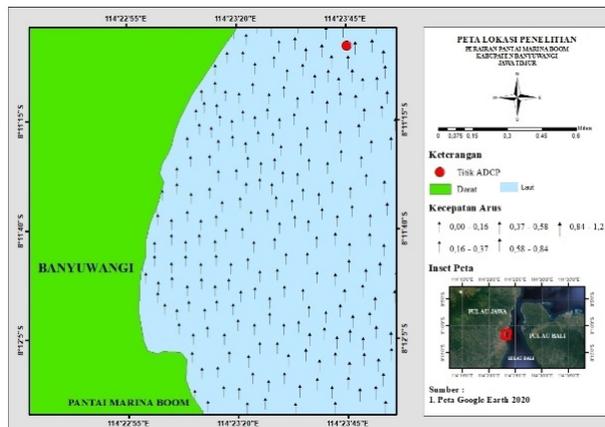
Gambar 2. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Pasang Tertinggi Perbani



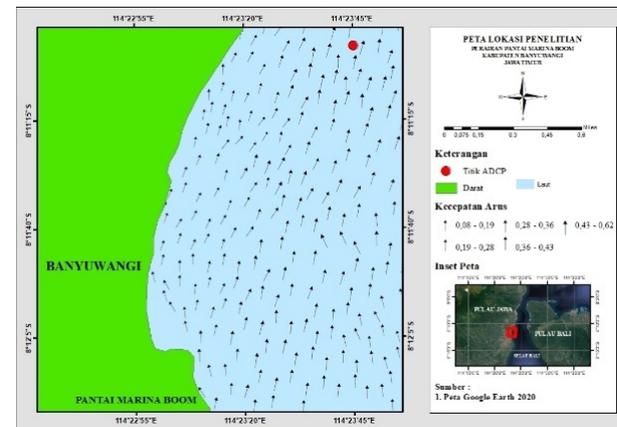
Gambar 3. Peta Pola Arus Musim Barat Saat Pasang Menuju Surut Perbani

Pemodelan Arus Musim Peralihan 1

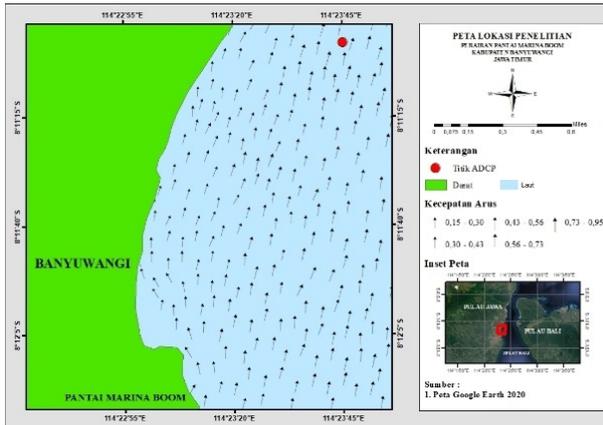
Hasil simulasi model arus pada Musim Peralihan 1 saat keadaan purnama terbagi menjadi 4 (empat) kondisi, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah purnama arus mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan hingga 1,217 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang purnama arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 0,626 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi purnama arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,950 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut purnama arus bergerak mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan hingga 0,433 m/det (Gambar 14-17).



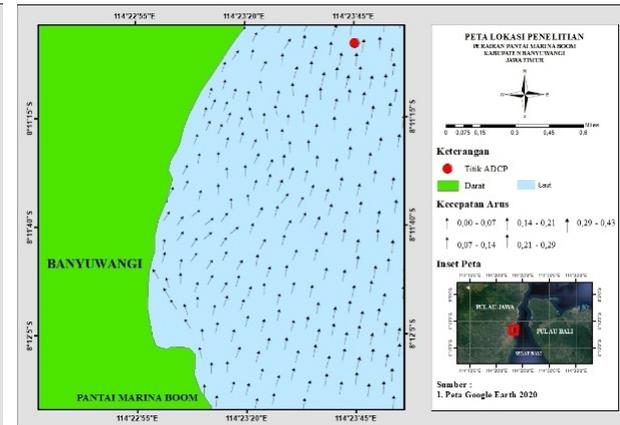
Gambar 4. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Surut Terendah Purnama



Gambar 5. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Surut Menuju Pasang Purnama

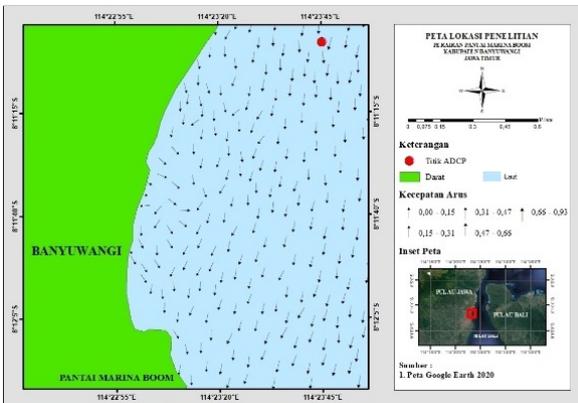


Gambar 6. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Pasang Tertinggi Purnama

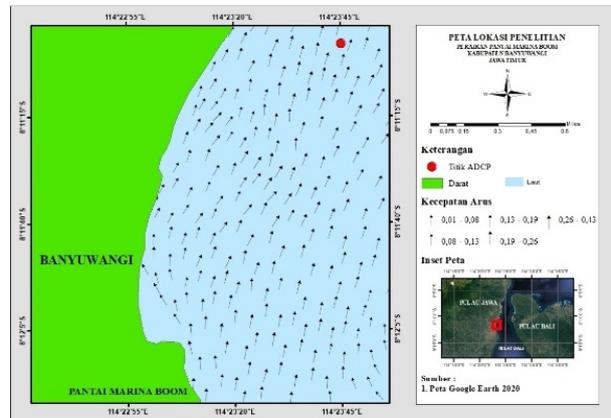


Gambar 7. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Pasang Menuju Surut Purnama

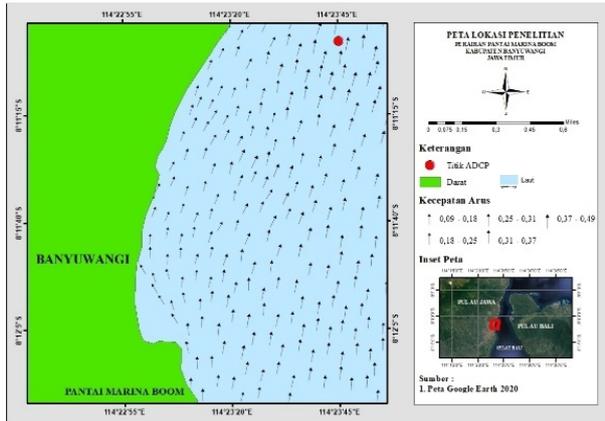
Hasil simulasi model arus pada Musim Peralihan 1 saat keadaan perbani terbagi menjadi 4 (empat) kondisi, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah perbani arus mengarah dari Utara ke arah Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,939 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang perbani arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 0,433 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi perbani arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,495 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut perbani arus bergerak mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan hingga 0,142 m/det (Gambar 18-21).



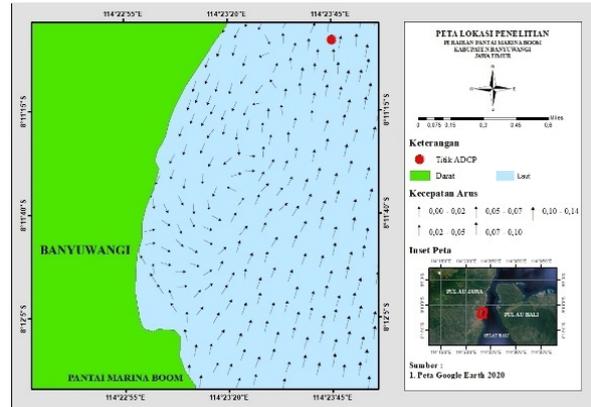
Gambar 8. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Surut Terendah Perbani



Gambar 9. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Surut Menuju Pasang Perbani



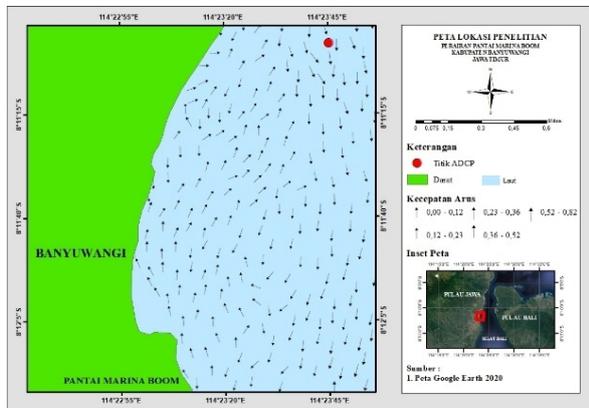
Gambar20. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Pasang Tertinggi Perbani



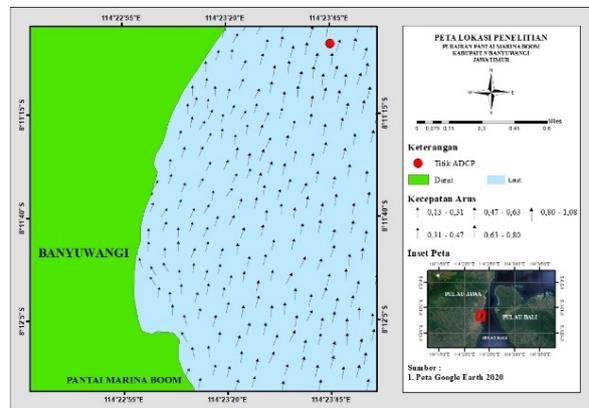
Gambar 21. Peta Pola Arus Musim Peralihan 1 Saat Pasang Menuju Surut Perbani

Pemodelan Arus Musim Timur

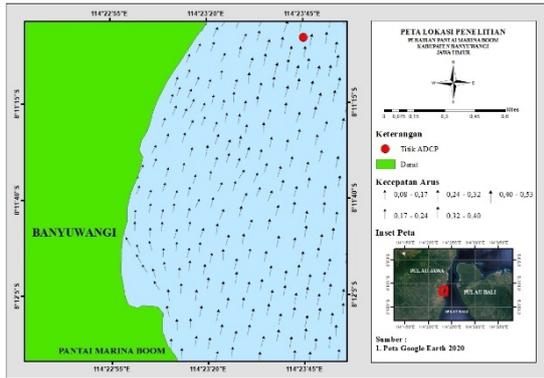
Hasil simulasi model arus pada Musim Timur saat keadaan purnama terbagi menjadi 4 (empat) kondisi, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah purnama arus mengarah dari Utara ke arah Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,820 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang purnama arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 1,088 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi purnama arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,532 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut purnama arus bergerak mengarah dari Utara ke Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,910 m/det (Gambar 21-25).



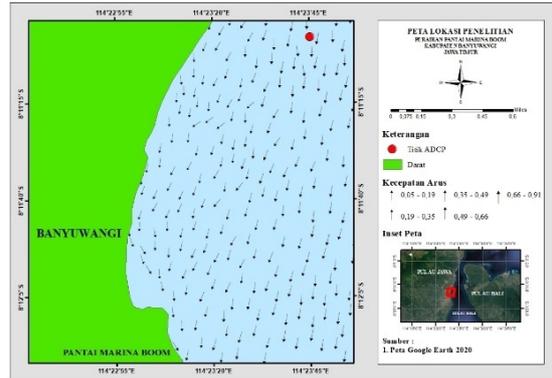
Gambar 22. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Surut Terendah Purnama



Gambar 23. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Surut Menuju Pasang Purnama

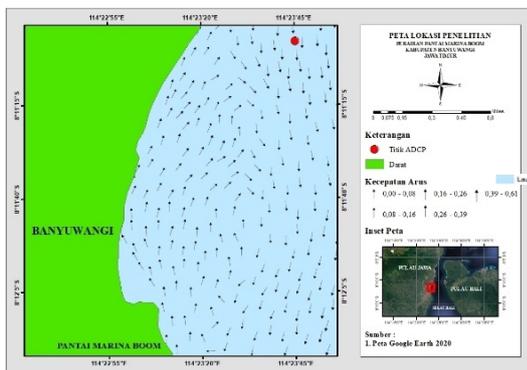


Gambar 24. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Pasang Tertinggi Purnama

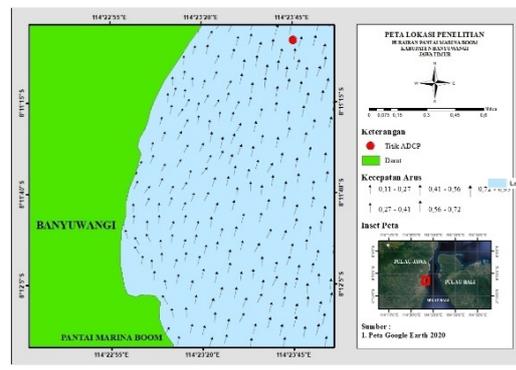


Gambar 25. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Pasang Menuju Surut Purnama

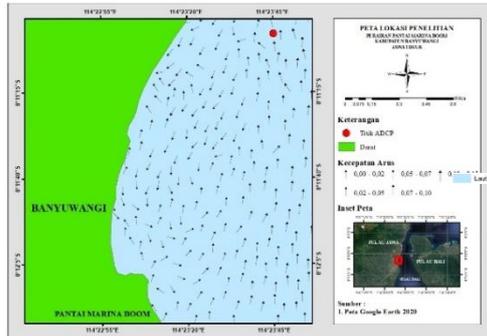
Hasil simulasi model arus pada Musim Timur saat keadaan perbani terbagi menjadi 4 (empat) kondisi, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah perbani arus mengarah dari Utara ke arah Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,619 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang perbani arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 0,959 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi perbani arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,159 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut perbani arus bergerak mengarah dari Utara ke Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,853 m/det (Gambar 26-29).



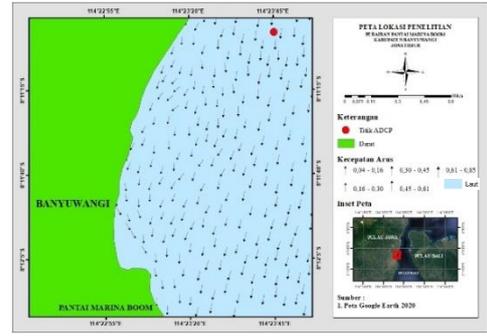
Gambar 26. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Surut Terendah Perbani



Gambar 27. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Surut Menuju Pasang Perbani



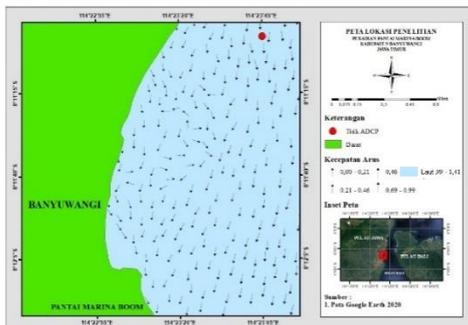
Gambar 28. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Pasang Tertinggi Perbani



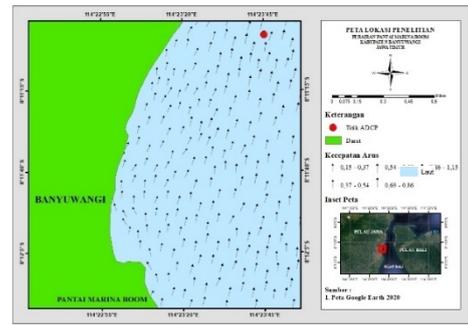
Gambar 29. Peta Pola Arus Musim Timur Saat Pasang Menuju Surut Perbani

Pemodelan Arus Musim Peralihan 2

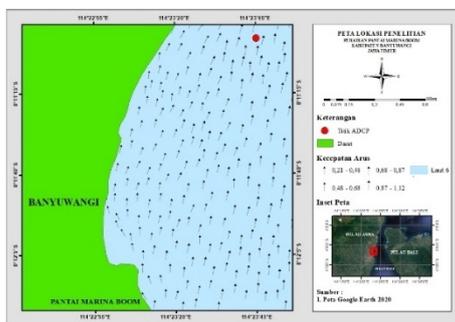
Hasil simulasi model arus pada musim peralihan 2 saat keadaan purnama terbagi menjadi 4 (empat) kondisi, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah purnama arus mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan hingga 1,416 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang purnama arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 1,153 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi purnama arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 1,561 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut purnama arus bergerak mengarah dari Utara ke Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,219 m/det (Gambar 30-33).



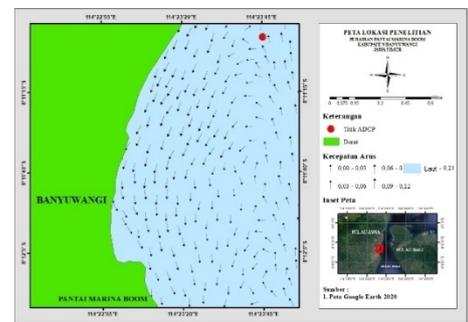
Gambar30. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Surut Terendah Purnama



Gambar 31. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Surut Menuju Pasang Purnama

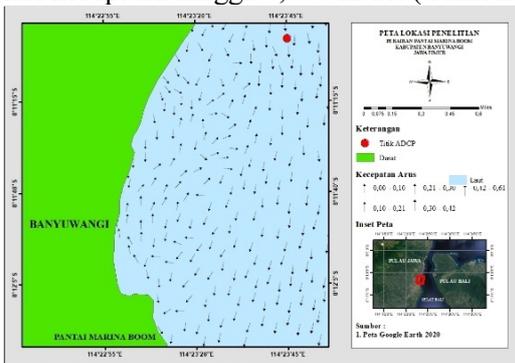


Gambar 32. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Pasang Tertinggi Purnama

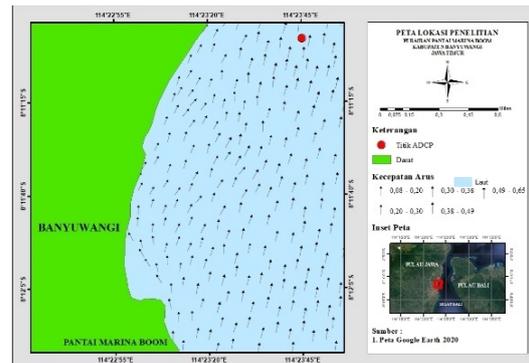


Gambar33. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Pasang Menuju Surut Purnama

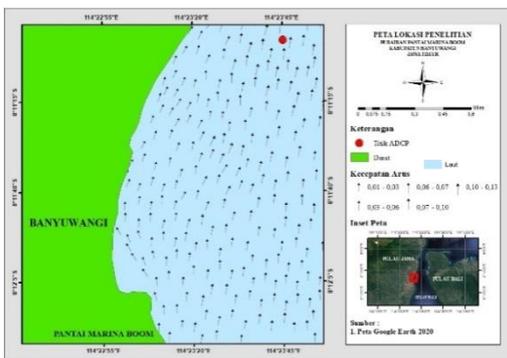
Hasil simulasi model arus pada Musim Peralihan 2 saat keadaan perbani terbagi menjadi 4 (empat) kondisi, yaitu pada saat keadaan surut terendah, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hasil simulasi pada saat keadaan surut terendah perbani arus mengarah dari Utara ke arah Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,613 m/det, keadaan pola arus pada saat surut menuju pasang perbani arus bergerak cenderung mengarah dari Selatan ke Utara dengan variasi kecepatan 0,650 m/det, keadaan pola arus pada saat pasang tertinggi perbani arus cenderung bergerak mengarah dari Selatan ke arah Utara dengan variasi kecepatan 0,133 m/det, sedangkan keadaan pola arus pada saat pasang menuju surut perbani arus bergerak mengarah dari Utara ke Selatan dengan variasi kecepatan hingga 0,494 m/det (Gambar 34-37).



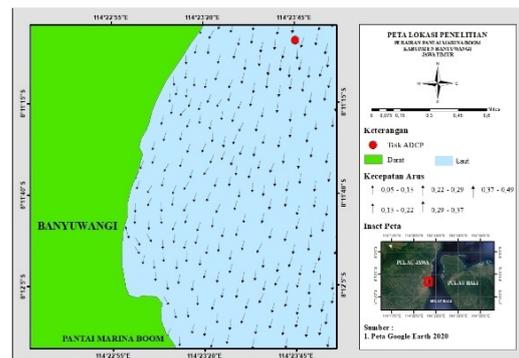
Gambar 34. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Surut Terendah Perbani



Gambar 35. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Surut Menuju Pasang Perbani



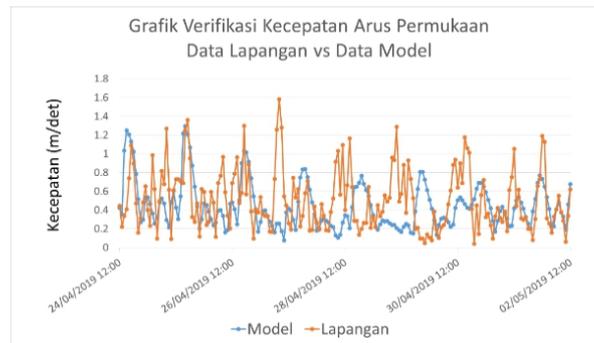
Gambar 36. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Pasang Tertinggi Perbani



Gambar 37. Peta Pola Arus Musim Peralihan 2 Saat Pasang Menuju Surut Perbani

Validasi Model

Validasi grafik arus lapangan dilakukan dengan membandingkan data arus hasil pemodelan menggunakan *software MIKE 21* dengan data arus lapangan rata-rata. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan menggunakan validasi perhitungan RMS (*Root Mean Square*) maka diperoleh nilai error sebesar 0,025419 yang terlihat pada Gambar 38.



Keterangan :
 Garis Biru = Data Model MIKE 21
 Garis Merah = Data Lapangan AWAC

Gambar 38. Grafik Verifikasi Data Arus Lapangan vs Data Model

Berdasarkan kondisi arus pada setiap musim dapat diidentifikasi bahwa kecepatan arus tertinggi terjadi pada saat purnama daripada perbani dan terjadi pada musim peralihan II sebesar 1,561 m/s dikarenakan nilai kecepatan angin maksimum terjadi pada musim ini. Kondisi berlaku untuk setiap musim pada kondisi surut tertinggi, surut menuju pasang, pasang tertinggi, dan pasang menuju surut. Hal ini disebabkan karena pada saat purnama, menghasilkan pasang maksimum dikarenakan bumi, bulan, dan matahari berada dalam satu garis lurus sehingga peran arus pasang surut akan lebih maksimum dari pada saat keadaan perbani (Triatmodjo,1999).

Tipe arus pada setiap musim di Perairan Selat Bali, khususnya di Pantai Marina Boom, Kabupaten Banyuwangi merupakan arus pasang surut karena memiliki pola pergerakan arus laut yang bergerak keluar masuk selat. Terjadinya arus pasang surut diakibatkan oleh faktor utama pembangkit arus di wilayah tersebut adalah pasang surut, yaitu selain memiliki pola arus yang sama dengan pasang surut, juga setelah dibedakan arus residunya, nilainya sangat kecil. Arus pasang surut yang terjadi dikarenakan posisi perairan Selat Bali yang berada di perairan sempit berupa selat akibat masukan massa air dari selatan (Samudera Hindia) dan dari utara (Laut Jawa) serta perbedaan pasang surut yang terjadi antara wilayah tersebut. Hal ini sesuai dengan Setiawan et, al. (2019) yang menyatakan bahwa perairan selat merupakan arus dengan tipe hidrolis, karena selat menghubungkan dua badan air yang dipengaruhi pasang surut. Hal ini juga sesuai dengan yang dikatakan oleh Mihardja et al (1994) bahwa permukaan air laut senantiasa berubah-ubah setiap saat karena gerakan pasut, keadaan ini juga terjadi pada tempat-tempat sempit seperti teluk dan selat, sehingga menimbulkan arus pasut (*Tidal current*).

KESIMPULAN

Arus bolak-balik mencirikan arus pasang surut. Saat pasang mengarah dari Barat Laut ke Tenggara dengan kecepatan 0,817 m/det, sedangkan saat surut mengarah dari Tenggara ke Barat Laut dengan kecepatan 0,611 m/det.

Kecepatan arus maksimum terjadi pada Musim Peralihan 2 saat kondisi pasang purnama sebesar 1,561 m/det dan kecepatan arus minimum terjadi pada Musim Peralihan 2 saat kondisi pasang perbani sebesar 0,133 m/det. Hal ini dikarenakan apda musim peralihan 2 terjadi kecepatan angin maksimum dan dipengaruhi dari kondisi local yang cukup besar yaitu gaya gesek angin, sehingga menghasilkan nilai kecepatan arus maksimum. Hal ini semakin menunjukkan bahwa tipe arus di Perairan Selat Bali, Kabupaten Banyuwangi merupakan arus pasang surut, dikarenakan kecepatan arusnya mengikuti pola pasang surut. Ketika pasang purnama, kecepatan arus cenderung memiliki nilai yang besar dengan kisaran nilai sebesar 0,433 – 1,561 m/det, sedangkan ketika pasang perbani, kecepatan arus cenderung memiliki nilai yang kecil dengan kisaran nilai sebesar 0,133 – 0,959 m/det.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) atas data arus hasil pengukuran ADCP di Selat Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans, G. P., 1993. *A Framework for Marine and Estuarine Model Specification In the UK. Foundation or Water Research Members*. Henley Road.
- Research, Foundation for water., 1993. *A Framework For Marine and Estuaries Model Specification in the UK. Research Report*. Allen House, The Listons, Liston Road, Marlow, Bucks, SL7 1FD.
- Ismanto, Aris; Dwi Haryo Ismunarti; Denny Nugroho Sugianto; Siti Maisyarah; Petrus Subardjo; Agus Anugroho Dwi Suryoputro; dan Hendry 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.
- Kusuma, Ananta dan Ainurrofiq., 2018. Segmentasi Kunjungan Wisatawan Domestik di Banyuwangi dari Aspek Travel Behavior dengan Metode Klastering. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(2):185-190.
- Megawati, Christina., Muh. Yusuf., dan Lilik Maslukah., 2014. Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2):142-150.
- Mihardja, D. K. dan R. Setiadi., 1989. *Analisis Pasang Surut di Daerah Cilacap dan Surabaya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia., Jakarta.
- Setiawan, R.Y., 1991. *Pemanfaatan Data Suhu Permukaan Laut dari Satelit NOAA-9 Sebagai Indikator Salah Satu Parameter Indikator Upwelling di Perairan Selat Bali*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Setiawan, Fajar; Viv Djanat Prasita; dan Supriyatno Widagdo., 2019. *Pergerakan Arus Permukaan Laut Selat Bali Berdasarkan Parameter Angin dan Cuaca*. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Surabaya.
- Sudarto., Wilhelmina Patty., dan Adrie A. Tarumingkeng., 2013. Kondisi Arus Permukaan di Perairan Pantai: Pengamatan dengan Metode Lagrangian. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 1(3):98-102.
- Triatmodjo, B. 1999., *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta, 397 hlm.