



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MIPA

Tema: "Peran Matematika dan Sains Alam Dalam Pelestarian Sumber Daya Alam Lokal Yang Berkelanjutan"

MANOKWARI, 17 FEBRUARI 2022



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAPUA**

ANALISIS POLA DAN KARAKTERISTIK PASANG SURUT DI PERAIRAN BIAK NUMFOR PAPUA

Marlina S¹, Dwaitd Kolibongso¹, Abraham W. Manumpil¹, Marthin Matulesy¹, Gandi Y.S. Purba^{1,2*}

¹. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua. Jl. Gunung Salju Amban Manokwari

² Program Studi Magister Sumber Daya Akuatik Universitas Papua. Jl. Gunung Salju Amban Manokwari

Email: gyspurba@gmail.com

ABSTRAK

Pasang surut atau dikenal dengan istilah *ocean tide* merupakan fenomena naik turunnya air laut secara berkala yang diakibatkan oleh adanya kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh Matahari, Bumi dan Bulan. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui pola dan tipe pasut, karakteristik pasut dan tinggi muka laut rata-rata Perairan Biak menggunakan metode *Least Square*. Dengan menggunakan data pasut yang diperoleh dari BIG. Hasil analisa mendapatkan pola dan tipe pasut yang terbentuk pada Perairan Biak yaitu pola asimetris dengan tipe campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Nilai bilangan *formzahl* pada Perairan Biak yaitu sebesar 0,44 (tahun 2010 dan 2015) dan 0,45 pada (tahun 2020). Nilai rata-rata muka air laut tinggi tertinggi (MHHWS) berkisar antara 2,12-2,30 m pada saat pasang purnama (Spring Tide). Nilai rata-rata pasang tertinggi selama rentang pasang perbani (*Neap Tide*) (MHHWN) berkisar antara 1,45 – 1,88 m. Hasil analisa karakteristik pasut Perairan Biak diperoleh nilai chart datum yang nilai MHWL berkisar antara 2,61 – 2,82 m. Kemudian diperoleh nilai HHWL pada saat pasang surut purnama (Spring Tide) berkisar antara 2,92 – 3,22 m dengan penurunan sebesar 0,30 cm.

Kata Kunci: Pasang Surut, Biak, *Least Square*, Mike 21, *Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*.

PENDAHULUAN

Pasut atau dikenal dengan istilah *ocean tide* merupakan fenomena naik turunnya air laut atau proses naik turunnya air laut secara berkala akibat adanya gaya gravitasi benda-benda langit terutama Bulan dan Matahari terhadap massa air di Bumi. Pasut termasuk gelombang panjang

dengan periode gelombang berkisar antara 12 dan 24 jam. Puncak gelombang pasut biasa disebut air pasang (*high tide*) dan lembahnya disebut air surut (*low tide*). Ketinggian pasut akan sangat tergantung pada posisi Bulan, Bumi, dan Matahari (Bakti, 2010). Informasi pasut sangat penting karena dapat digunakan untuk

kegiatan navigasi, keperluan pembangunan serta segala kegiatan yang dilakukan di perairan maupun di daerah pesisir. Pasut di berbagai daerah atau lokasi mempunyai ciri yang berbeda karena dipengaruhi oleh topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk dan sebagainya (Surinati, 2007). Pemahaman pasut juga sangat dibutuhkan karena pasut merupakan salah satu aspek penting dalam mempelajari karakteristik suatu perairan (Purnaini dkk., 2019). Biak adalah salah satu pulau terbesar di antara jejeran kepulauan kecil yang berhadapan langsung dengan Samudera Pasifik. Kajian tentang pola pasut dan karakteristik di perairan ini menjadi penting dilakukan. Hal ini dikarenakan Perairan Biak Numfor merupakan wilayah pesisir dan pulau kecil yang rentan dengan terjadinya kenaikan muka air laut sebagai akibat dari pemanasan global.

Muka air laut atau biasa disebut paras laut dalam hal ini (MSL) adalah rata-rata ketinggian permukaan laut untuk semua tingkatan pasang. Dalam perencanaan bangunan pantai, pelabuhan dan vegetasi, perlu adanya pengetahuan mengenai pasang tinggi dan rendah (MSL). Kabupaten Biak Numfor merupakan wilayah dengan kedalaman laut relatif dalam, dengan kedalaman antara 0 – 2000 meter dalam batas wilayah 4 mil dari garis pantai (Ngilamele dkk, 2020). Fenomena La-Nina akan sangat mempengaruhi curah hujan, daerah yang berdampak terhadap fenomena ini adalah Indonesia Bagian Timur. Curah hujan yang tinggi nantinya beresiko terjadi banjir (Filaili, 2018). Dampak dan konsekuensi dari perubahan sistem iklim berpengaruh secara langsung terhadap kenaikan tinggi permukaan laut, terutama di daerah pesisir.

METODE PENELITIAN

Tabel 1: Komponen Pasut Perairan Biak

Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan terhitung dari bulan Juni – September 2021. Lokasi Penelitian yaitu Kabupaten Biak Numfor berdasarkan keberadaan stasiun pengamatan elevasi muka air, dengan no stasiun 0015BIAK03 untuk Kabupaten Biak milik BIG. Dalam penelitian ini digunakan data pasang surut pada bulan Juli dengan 3 tahun periode pengamatan yaitu tahun 2010, 2015, dan 2020. Analisis data pasut di lakukan menggunakan metode *Least Square* dan menggunakan perangkat lunak atau software MIKE 21 untuk memodelkan data pasut. Data ini juga nantinya akan dilakukan validasi menggunakan data hasil pengukuran langsung (observasi) dari BIG untuk uji akurasi data (validasi) dengan hasil model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola dan Tipe Pasut Perairan Biak Numfor

Perairan Biak memiliki dinamika pasut yang dipengaruhi oleh Samudera Pasifik, selain itu pola dan tipe pasut campuran, condong harian ganda juga terjadi di Samudera Pasifik. Samudera ini merupakan Samudera terluas di dunia dengan gelombang yang dihasilkan lebih banyak dipengaruhi oleh angin (Haerik, 2016). Ketinggian pasut yang terbentuk merupakan superposisi dari amplitudo komponen pasut akibat gaya tarik Matahari, Bulan, dan Bumi. Dapat dilihat Tabel 1 di bawah nilai amplitudo komponen harmonik terbesar berada pada komponen M2 yang berarti komponen pembangkit pasut utamanya dipengaruhi oleh posisi Bulan, dengan konstanta harmonik pasut periode harian ganda.

| Nama Komponen | Simbol | 2010 | | 2015 | | 2020 | |
|--------------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | A (m) | G (°) | A (m) | G (°) | A (m) | G (°) |
| <i>Principal lunar</i> | M₂ | 0.52 | 293 | 0.50 | 57 | 0.50 | 149 |
| <i>Principal Solar</i> | S₂ | 0.31 | 296 | 0.15 | 26 | 0.15 | 359 |
| <i>Luni-Solar Diurnal</i> | K₁ | 0.20 | 117 | 0.16 | 123 | 0.15 | 125 |
| <i>Principal Lunar Diurnal</i> | Q₁ | 0.16 | 352 | 0.12 | 110 | 0.15 | 210 |
| <i>Larger Lunar Elliptic</i> | N₂ | 0.14 | 135 | 0.10 | 143 | 0.09 | 147 |
| <i>Principal Solar Diurnal</i> | P₁ | 0.09 | 85 | 0.13 | 77 | 0.18 | 75 |
| <i>Luni-Solar Semi-Diurnal</i> | K₂ | 0.24 | 78 | 0.06 | 266 | 0.03 | 156 |
| <i>Lunar Fortnightly</i> | M₄ | 0 | 216 | 0 | 106 | 0 | 248 |
| <i>Lunar Monthly</i> | MS₄ | 0 | 202 | 0 | 117 | 0 | 251 |

Nilai bilangan amplitudo dari keempat komponen harmonik pasut, selanjutnya dihitung bilangan formzahl. Hasil analisis nilai bilangan *formzahl* bervariasi berkisar antara 0,44 – 0,45. Nilai tersebut menandakan tipe pasut pada daerah penelitian adalah pasut campuran, condong harian ganda (*Mixed tide, prevailing semi*

diurnal). Tipe pasut ini dalam satu hari terjadi sebanyak dua kali air pasang dan dua kali surut, namun bentuk gelombang pasang pertama yang tercipta tidak sama dengan gelombang pasang kedua (asimetris). Nilai bilangan *formzahl* Perairan Biak disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2: Nilai *Formzahl* Perairan Biak Pada Tiga Periode Pengamatan

| No | Waktu | Nilai Bilangan <i>Formzahl</i> | Tipe Pasang Surut |
|----|-------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. | 2010 | 0,44 | Campuran, condong harian ganda |
| 2 | 2015 | 0,44 | Campuran, condong harian ganda |
| 3. | 2020 | 0,45 | Campuran, condong harian ganda |

Pada hasil analisis data pasut Perairan Biak Bulan Juli pada tiga periode pengamatan diperoleh nilai pasang tertinggi terdapat pada tahun 2010 dengan nilai 2,75 dan surut terendah terdapat pada tahun 2015 dengan nilai 0,74 (Tabel 3). Menurut Hidayat (2010) pasang tertinggi dan surut terendah sangat berpengaruh terhadap posisi Bulan, Matahari, dan Bumi. Tinggi dan rendahnya pasut tergantung

letak Bulan dan Matahari yang jika berada dalam posisi sejajar dengan Bumi maka akan terjadi pasang tertinggi (maksimum) atau dikatakan pasang purnama *spring tide* (Hamzah dkk., 2017). Namun sebaliknya pada saat posisi Bulan, Matahari, dan Bumi saling tegak lurus membentuk sudut siku maka akan terjadi surut terendah (minimum) atau dikatakan pasang perbani (*Neap Tide*).

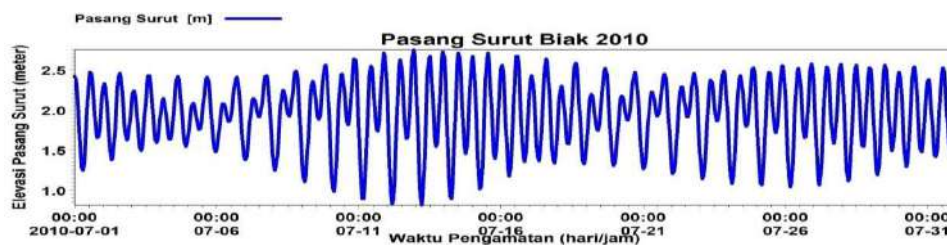
Tabel 3: Nilai Pasut Perairan Biak Pada Tiga Periode Pengamatan

| Data | Periode Pengamatan | | |
|-------------|--------------------|------|------|
| | 2010 | 2015 | 2020 |
| Maks | 2.75 | 2.57 | 2.64 |
| Min | 0.81 | 0.74 | 0.80 |

| | | | |
|------------|------|------|------|
| MSL | 1,94 | 1,83 | 1,85 |
|------------|------|------|------|

Perubahan muka air laut rata - rata (MSL) berbeda-beda di setiap daerah selain disebabkan curah hujan yang lebih tinggi dari biasanya. Selain karena pemanasan dan pendinginan lautan yang tidak merata, faktor lokal lainnya seperti gempa bumi, pengambilan air tanah, dan penurunan muka tanah juga akan menyebabkan perubahan MSL yang nyata (Fitriana dkk., 2019). Hasil analisis data pasut pada

Perairan Biak diperoleh nilai MSL yang berfluktuasi di mana nilai tertinggi terdapat pada tahun 2010 dengan nilai MSL sebesar 1,94 m. Fenomena menarik yang didapat dari hasil penelitian ini yaitu pada tahun 2015 dan 2020 nilai MSL cenderung mengalami penurunan dan berfluktuasi. Gambar di bawah merupakan gambar grafik 2 dimensi hasil daro pengolahan data menggunakan MIKE 21.



Gambar 1: Grafik Pasut Perairan Biak Periode 2010
Data 01-07-2010 jam 00:00 sampai 31-07-2010 jam 00:00



Gambar 2: Grafik Pasut Perairan Biak Periode 2015
Data 01-07-2015 jam 00:00 sampai 31-07-2015 jam 00:00



Gambar 3: Grafik Pasut Perairan Biak Periode 2020
Data 01-07-2020 jam 00:00 sampai 31-07-2020 jam 00:00

Karakteristik Pasang Surut Perairan Biak

Hasil analisis karakteristik pasut Perairan Biak dengan nilai rata-rata muka air laut tinggi tertinggi (MHHWS) berkisar antara 2,12 – 2,30 m pada saat pasang

purnama (*Spring Tide*) dan nilai rata-rata pasang tertinggi selama rentang pasang perbani (*Neap Tide*) (MHHWN) berkisar antara 1,45 – 1,88 m. Nilai HHWL tertinggi pada periode pengamatan terjadi

pada bulan Juli tahun 2010 dengan nilai sebesar 3,22 m.

Tabel 4: Kedudukan Muka Air Perairan Biak Pada Tiga Periode Pengamatan

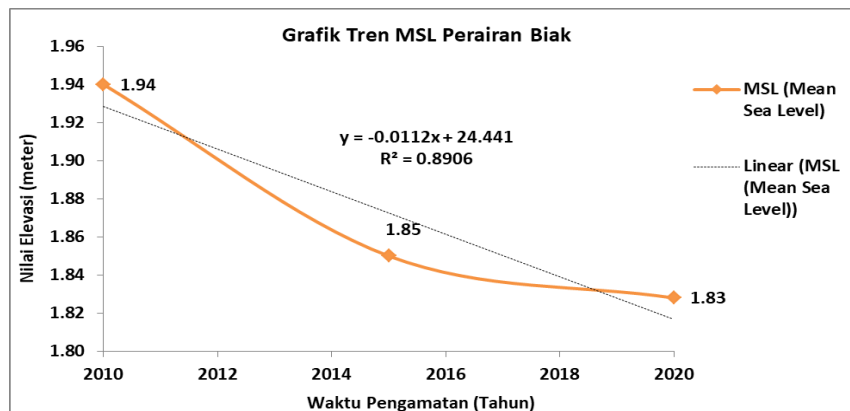
| Karakteristik | Periode Pengamatan | | |
|---------------|--------------------|------|------|
| | 2010 | 2015 | 2020 |
| TR | 0,14 | 0,32 | 0,29 |
| LAT | 0,73 | 0,90 | 0,88 |
| HAT | 3,13 | 2,79 | 2,77 |
| MHHWS | 2,30 | 2,13 | 2,12 |
| MHHWN | 1,45 | 1,88 | 1,82 |
| MLLWS | 1,56 | 1,56 | 1,53 |
| MLLWN | 1,89 | 1,80 | 1,83 |
| Zo | 0,73 | 0,90 | 0,88 |
| HHWL | 3,22 | 2,92 | 2,95 |
| MHWL | 2,82 | 2,64 | 2,61 |

Hasil analisis nilai kedudukan muka air Perairan Biak pada Tabel 4 di atas, diperoleh nilai muka air tinggi rerata (MHWL) pada Perairan Biak berkisar antara 2,61 m – 2,82 m. Kemudian diperoleh nilai muka air tinggi atau nilai air tertinggi pada saat pasut purnama (*Spring Tide*) atau bulan mati (HHWL) berkisar antara 2,92 – 3,22 m dengan nilai yang berfluktuasi. Nilai (HHWL) berdasarkan hasil analisis diketahui mengalami penurunan sebesar 0,30 m. Hasil analisis data pasut di Perairan Biak diperoleh nilai muka air tinggi rerata (MHWL) tertinggi

terdapat pada tahun 2010 dengan nilai sebesar 2,82 m. Peristiwa ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Habibie dan Nuraini (2014).

Perbandingan Tinggi Muka Air di Perairan Biak Numfor

Analisa kenaikan muka air laut per bulan menggunakan data bulan Juli pada tiga periode tahun 2010, 2015 dan 2020 dengan menggunakan pendekatan regresi linier sederhana. Perbandingan tinggi muka air laut dapat di lihat pada gambar grafik di bawah ini.



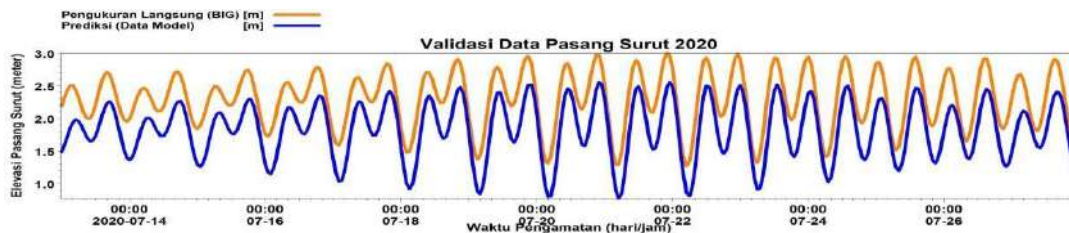
Gambar 4: Grafik Tren MSL Perairan Biak Pada Tiga Periode

Koefisien determinasi dalam penelitian digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jumlah pengamatan terhadap nilai tren kenaikan muka air laut yang diperoleh. Hasil analisis perubahan muka air laut menggunakan regresi linier pada data (MSL) di Perairan Biak diperoleh nilai koefisien ($R^2 = 0.8906$), menunjukkan nilai R^2 yang diperoleh dari masing-masing persamaan sangatlah besar. Hal ini menandakan bahwa hubungan antara variabel dependen (MSL) dengan variabel independen (jumlah bulan pengamatan) sangat kuat. Kenaikan muka air laut didefinisikan

sebagai peningkatan volume air laut yang disebabkan oleh faktor global seperti terjadinya fenomena La-Nina.

Validasi Data Pasang Surut

Gambar 5 di bawah menunjukkan grafik hasil validasi data pasang, dapat dilihat bahwa garis warna biru merupakan data pasang hasil pengukuran langsung dari BIG dan garis berwarna oranye merupakan data pasang hasil prediksi. Verifikasi hasil dari perhitungan pasang yang dilakukan untuk membandingkan data pasang dari hasil pengamatan di lapangan dari BIG (observasi) dan data pasang hasil prediksi.



Gambar 5: Grafik Validasi Elevasi Pasut

Hasil validasi atau hasil verifikasi data pasang dengan mencari nilai RMSE untuk mengetahui tingkat kesalahan yang terjadi atau untuk menilai akurasi metode peramalan. Maka diperoleh tingkat kesalahan pada penelitian ini dengan nilai

RMSE sebesar 0,50%. Hal ini berarti menunjukkan verifikasi model dan nilai RMSE dapat diterima kebenarannya karena masih berada didalam ambang batas 50% dan nilai RMSE masih memiliki tingkat akurasi yang baik.

Tabel 5. Nilai Hasil Validasi Pasut Prediksi dan Pengukuran Langsung

| Parameter Statistik | Pengukuran Langsung (BIG) | Model (Prediksi) |
|-----------------------|---------------------------|------------------|
| Min | 1.27 | 0.77 |
| Max | 3.00 | 2.56 |
| Rata-Rata | 2.30 | 1.83 |
| Tunggang Pasut | 0.48 | 0.61 |
| RMSE | 0.50 | |

Hasil validasi atau hasil verifikasi data pasang dengan mencari nilai RMSE untuk mengetahui tingkat kesalahan yang terjadi atau untuk menilai akurasi metode peramalan. Maka diperoleh tingkat kesalahan pada penelitian ini dengan nilai

RMSE sebesar 0,50%. Hal ini berarti menunjukkan verifikasi model dan nilai RMSE dapat diterima kebenarannya karena masih berada didalam ambang batas 50% dan nilai RMSE masih memiliki tingkat akurasi yang baik. Nilai yang terdapat

dalam Tabel 5 di atas, diketahui pada kondisi purnama elevasi pasut mencapai titik tertinggi dengan nilai 3,00 m yang diperoleh dari data pasut BIG dan 2,56 m dari data pasut model. Pada saat perbani kondisi pasut mencapai titik terendah dengan nilai 1,27 m dari data pasut BIG dan 0,77 m dari data pasut model. Hal ini diakibatkan karena pengaruh gravitasi benda langit yang berbeda ketika kondisi purnama dan juga perbani, ketika purnama Bulan dan Matahari yang merupakan benda langit paling mempengaruhi pasut dalam posisi sejajar. Tunggang pasut diperoleh nilai 0,48 untuk data pasut dari BIG dan 0,61 untuk data pasut model.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Analisa data pasut Perairan Biak Numfor diperoleh nilai bilangan Formzahl sebesar 0,44 (tahun 2010 dan 2015), dan 0,45 (tahun 2020). Nilai ini mendeskripsikan bahwa pola pasut yang terbentuk di Perairan Biak yaitu pola asimetris dengan tipe pasut campuran, condong harian ganda (Mixed tide, prevailing semi diurnal).
2. Hasil analisa karakteristik pasut Perairan Biak diperoleh nilai chart datum yang mana nilai MHWL berkisar antara 2,61 – 2,82 m. Kemudian dihasilkan nilai HHWL pada saat pasang surut purnama (Spring Tide) berkisar antara 2,92 – 3,22 m dengan penurunan sebesar 0,30 cm.
3. Hasil analisis data diperoleh rata-rata pasang tinggi dan pasang rendah dalam hal ini MSL, pada lokasi pengamatan yaitu Perairan Biak Numfor pada periode 2010, 2015, dan 2020. Nilai MSL Perairan Biak dengan nilai 1,94 m. Hasil dari penelitian ini dapat

disimpulkan bahwa muka air laut rata-rata Perairan Biak berfluktuasi dan cenderung mengalami penurunan. Hal ini menjadi anomali tersendiri, menurunnya suhu permukaan laut menjadi lebih dingin dibandingkan suhu normalnya dan hal ini disebabkan oleh adanya fenomena La-Nina. Fenomena La-Nina ditandai dengan meningkatnya curah hujan dari biasanya sehingga sangat berdampak pada kenaikan volume muka air laut dan harus berdampak linier dengan permukaan Perairan Biak.

4. Hasil validasi atau hasil verifikasi data pasut diperoleh nilai RMSE yaitu 0,50%. Nilai tersebut berarti menunjukkan verifikasi model dan nilai RMSE dapat diterima kebenarannya karena masih berada didalam ambang batas 50% dan nilai RMSE msih memiliki tingkat akurasi yang baik.

Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai Pasang Surut di Perairan Biak Numfor yang lebih akurat sehingga hasil yang diperoleh lebih luas. Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna sehingga baik jika dikaitkan lagi dengan faktor oseanografi lainnya seperti arus dan gelombang agar diperoleh hasil yang representatif tentang studi kelayakan rekayasa suatu wilayah, pembangunan pelabuhan, dan peringatan dini banjir pasang. Menggunakan panjang data minimal 18,6 tahun untuk menentukan datum elevasi wilayah Perairan Biak Numfor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakti, L. M. (2010). Kajian Sebaran Potensi Rob Kota Semarang Dan

- Usulan Penanganannya. Skripsi. Program Magister Teknik Sipil. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Surinati.D. (2007). Pasang Surut dan Energinya. *Oseana*, Volume XXXII, Nomor 1, Tahun 2007 : 15-22.
- Purnaini, R. (2019). Pemodelan Dinamika Karakteristik Polutan Di Sungai Yang Dipengaruhi Pasang Surut (Studi Kasus: Sungai Kapuas Kecil Kalimantan Barat (Disertasi Doktor, Universitas Gadjah Mada).
- Dedy Inaldo Ngilamele, Desie M D Warouw, Sintje A Rondonuwu. (2020). Peran Komunikasi Pembangunan Dinas Kelautan Dan Perikanan Pada Masyarakat Pesisir Kabupaten Biak Numfor. *Jurnal Online. Acta Diurna Komunikasi. Vol 2, No 4.*
- Ragfinsa Budiaski Filaili. (2018). Analisa Fenomena Enso Di Perairan Indonesia Menggunakan Data Altimetri Topex/Poseidon Dan Jason Series Tahun 1993 – 2018. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Muhammad Imran Haerik. (2016). “Penentu Pola Transport Sedimen Dengan MIKE 21 (Contoh Kasus Pantai Lampu Satu Kabupaten Merauke, Papua)”. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin.
- Hidayat, S. (2010). “Analisis Harmonik Pasang Surut dengan Metode Admiralty (Studi Kasus Pelabuhan Beras, Bontang, Kalimantan Timur)”. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Jalaluddin Hamzah, Royke M. Rampengan, Agung B. Windarto. (2017). Karakteristik Non-Harmonik Pasang Surut Di Perairan Sekitar Kota Bitung. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. (Volume 2 Nomor 1).*
- Dina Fitriana, Nadya Oktaviani, Isna Uswatun Khasanah. (2019). Analisa Harmonik Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Pada Stasiun Berjarak Kurang Dari 50 km. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol. 6 No.1.*
- Habibie, MN, & Nuraini, TA (2014). karakteristik dan tren perubahan suhu permukaan laut di indonesia periode 1982-2009. *Jurnal meteorologi dan geofisika* , 15 (1).