

**ANALISIS KARAKTERISTIK PASANG SURUT MENGGUNAKAN
METODE *ADMIRALTY* DI TANJUNG LESUNG PROVINSI BANTEN**

(Skripsi)

Oleh

**MIZHA NUR FITRIA
NPM 1815013003**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**ANALISIS KARAKTERISTIK PASANG SURUT MENGGUNAKAN
METODE *ADMIRALTY* DI TANJUNG LESUNG PROVINSI BANTEN**

Oleh

MIZHA NUR FITRIA

(Skripsi)

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS KARAKTERISTIK PASANG SURUT MENGGUNAKAN METODE *ADMIRALTY* DI TANJUNG LESUNG PROVINSI BANTEN

Oleh

MIZHA NUR FITRIA

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang rentan mengalami perubahan fisik diakibatkan kegiatan masyarakat dan proses oseanografi. Selain itu, kondisi fisik laut memiliki gelombang pasang surut yang berbeda – beda pada setiap periode. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan informasi terkait karakteristik pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasang surut air laut meliputi komponen pasang surut, tipe pasang surut dan datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung Provinsi Banten.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif komperatif terhadap *time series* data oseanografi. Analisis data pasang surut menggunakan metode *admiralty* untuk menentukan komponen harmonik pasang surut yaitu S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , P_2 dan perhitungan bilangan *formzahl* untuk menentukan tipe pasang surut, menggunakan *software MCR (matlab compiler runtime)* untuk menentukan datum elevasi muka air laut dan pengujian data menggunakan *RMSE (root mean square error)*. Data yang digunakan yaitu data pengamatan pasang surut di Tanjung Lesung pada tahun 2008 – 2012 yang diperoleh dari instansi resmi milik Universitas Hawai.

Hasil penelitian menyatakan bahwa wilayah pantai Tanjung Lesung memiliki tipe pasang surut campuran ganda (*mixed tide prevelailing semidiurnal tide*). Elevasi muka air tertinggi (HHWL) sebesar 433 cm dan elevasi muka air terendah (LLWL) sebesar 133 cm dengan level muka air rata – rata (MSL) sebesar 283 cm. Karakteristik pasang surut air laut dapat digunakan untuk pengelolaan wilayah pesisir dan sebagai gambaran kondisi pantai Tanjung Lesung pada masa mendatang.

Kata kunci: *Admiralty*, Karakteristik pasang surut, Tanjung Lesung.

ABSTRACT

ANALYSIS OF TIDAL CHARACTERISTICS USING THE ADMIRALTY METHOD IN TANJUNG LESUNG BANTEN PROVINCE

By

MIZHA NUR FITRIA

Coastal areas are areas that are vulnerable to physical changes due to community activities and oceanographic processes. In addition, the physical condition of the sea has different tidal waves in each period. Based on this, information related to tidal characteristics is needed. This study aims to determine the characteristics of tides including tidal components, tidal types and sea level elevation datum in Tanjung Lesung, Banten Province. The methodology used in this study is descriptive comparative to the time series of oceanographic data. Tidal data analysis uses the admiralty method to determine tidal harmonic components, namely S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , P_2 and formzahl number calculations to determine the type of tide, use MCR (matlab compiler runtime) software to determine the sea level elevation datum and test the data using RMSE (root mean square error). The data used are tidal observation data in Tanjung Lesung in 2008 – 2012 obtained from official institutions owned by the University of Hawaii. The results stated that the Tanjung Lesung coastal area has a mixed tide type (mixed tide prevelailing semidiurnal tide). Highest high water level (HHWL) is 433 cm and lowest low water level (LLWL) is 133 cm with mean sea level (MSL) of 283 cm. The characteristics of tides can be used for coastal area management and as an illustration of the condition of Tanjung Lesung beach in the future.

Keyword: Admiralty, Characteristics of Tidal, Tanjung Lesung.

Judul Skripsi : **ANALISIS KARAKTERISTIK PASANG
SURUT MENGGUNAKAN METODE
ADMIRALTY DI TANJUNG LESUNG
PROVINSI BANTEN**

Nama Mahasiswa : *Mizha Nur Fitria*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815013003

Program Studi : Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

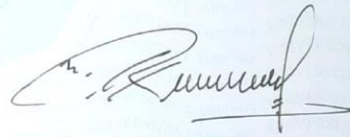
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

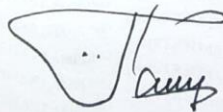


Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 196705141993031002



Romi Fadly, S.T., M.Eng.
NIP 197708242008121001

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

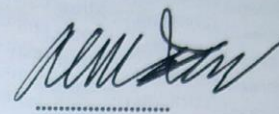


Ir. Fauzan Mirdapa, M.T., IPM.
NIP 196410121992031002

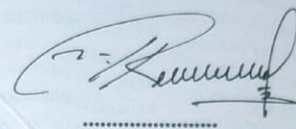
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

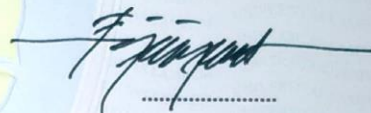
Ketua : Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.



Sekretaris : Romi Fadly, S.T., M.Eng.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP 1975092820011210002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Agustus 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Mizha Nur Fitria, NPM 1815013003, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi yang berjudul "**Analisis Karakteristik Pasang Surut Menggunakan Admiralty di Tanjung Lesung Provinsi Banten**" merupakan hasil karya saya yang dibimbing oleh Dosen Pembimbing kesatu yaitu Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., dan Dosen Pembimbing kedua yaitu Romi Fadly, S.T., M.Eng., berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan semua materi yang ada di dalam skripsi ini tidak berisi materi yang telah ditulis atau yang telah dipublikasikan oleh orang lain atau telah dipergunakan kemudian diterima sebagai syarat penyelesaian studi pada Universitas atau Institusi lainnya.

Demikian pernyataan ini dibuat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila di kemudian hari menemui kecurangan dalam karya ini, maka saya siap untuk bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2023

Yang menyatakan,



DDB99AKX625845577

Mizha Nur Fitria
NPM 1815013003

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir pada tanggal 31 Januari 2000 di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Zulpan Hendri dan Ibu Sri Rahayu. Pendidikan yang telah ditempuh yaitu Taman Kanak – kanak (TK) Dwi Tunggal Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2006. Sekolah Dasar (SD) MI Diniyyah Putri Lampung yang diselesaikan pada tahun 2012. Sekolah Menengah Pertama (SMP) MTs Diniyyah Putri Lampung yang diselesaikan pada tahun 2015. Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 10 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan studi di Universitas Lampung tepatnya pada Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik melalui jalur undangan atau SNMPTN. Penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Geodesi (HIMAGES) yang menjabat sebagai anggota Hubungan Luar pada tahun 2018 - 2020. Penulis juga aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Fossi Fakultas Teknik yang menjabat sebagai anggota Hubungan Masyarakat pada tahun 2018 - 2020 dan UKM Universitas Lampung yaitu Koperasi Mahasiswa (KOPMA) yang menjabat sebagai anggota Pengembangan Sumber Daya Anggota (PSDA) pada tahun 2019 - 2020. Penulis melaksanakan Kerja Praktik pada bidang Sistem

Informasi Geospasial di Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah (PTPSW) yang dibawah oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) di Tangerang Selatan, Provinsi Banten pada tahun 2021 dengan membuat proposal Kerja Praktik yang berjudul **“Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Metode *Scoring* dan Pembobotan di Kota Tangerang Selatan”** dengan bimbingan Bapak Ir. Armijon, S.T., M.T., IPU. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Nusantara Permai, Sukabumi, Bandar Lampung pada tahun 2022. Pada masa akhir studi sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung penulis membuat skripsi yang berjudul **“Analisis Karakteristik Pasang Surut Menggunakan Metode *Admiralty* di Tanjung Lesung Provinsi Banten”** dengan bimbingan Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., dan Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng., yang dilaksanakan pada tahun 2022 - 2023 sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'aalamiin

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, hidayah dan limpahan kasih sayang yang tiada henti. Saya dapat menghasilkan sebuah karya kecil dengan penuh perjuangan dan pengorbanan ini.

Orangtuaku yang sangat kucintai Papaku Zulpan Hendri, S.Ag., dan Mamaku Sri Rahayu, S.Ag., yang telah berjuang sekuat tenaga agar anak – anaknya dapat menempuh pendidikan setinggi – tingginya, terimakasih atas kasih sayang dan perhatian tak terhingga yang kalian berikan kepada penulis. Terimakasih telah menjadi orangtua terbaik yang pernah penulis miliki didunia ini.

Mbakku Mizha Nur Zevira, S. Pd., kedua Adikku Mizha Umar Al – Faruq dan Mizha Nur Diana, terimakasih atas semua doa, dukungan, motivasi dan semangat yang selalu kalian berikan padaku. Terimakasih juga telah menjadi mbak dan adik - adik yang sangat baik, aku sangat bersyukur memiliki kalian di hidupku.

Guru - guru dan dosen – dosen terimakasih telah mengajarkan penulis banyak hal, membimbing penulis, memberikan ilmu pengetahuan dan pelajaran hidup yang sangat berharga.

Teman – teman Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung angkatan 18, terimakasih sudah menjadi keluarga bagi penulis, terimakasih sudah mengukir cerita, kenangan terkeren, mengajarkan indahnyanya kebersamaan dan kekompakan kepada penulis.

MOTTO

“Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah.” (**Bacharuddin Jusuf Habibie**)

“Percaya bahwa kamu bisa itu sudah setengah jalan keberhasilan.”

(**Theodore Roosevelt**)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.” (**Ali bin Abi Thalib**)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (**Al-Insyirah: 6**)

“Dan Allah sebaik-baik perencana.” (**Ali Imran: 54**)

“Kamu tidak perlu takut melangkah maju bahkan kamu tetap berdiri setelah dihantam badai jadi tidak akan terusik hanya karena gerimis.”

(**Hayatulloh Habibi**)

“Orang-orang yang cukup gila untuk berfikir bahwa mereka dapat mengubah dunia adalah orang-orang yang melakukannya.” (**Mizha Nur Fitria**)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah yang Maha Esa karena hanya dengan limpahan rahmat, kasih sayang, hidayah, inayah dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Geodesi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Skripsi dengan judul “*Analisis Karakteristik Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty di Tanjung Lesung Provinsi Banten*”. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peranan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ir. Fauzan Murdapa, M.T., I.P.M., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.
3. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang telah memberi masukan, nasihat, motivasi dan telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta pikirannya sehingga penelitian pada skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
4. Romi Fadly, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah memberi banyak masukan, bimbingan, serta nasihat sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
5. Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak nasihat, kritik dan saran kepada penulis untuk skripsi ini.
6. Ir. Armijon, S.T., M.T., IPU., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis, memberi banyak masukan dan nasihat kepada penulis.

7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Geodesi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah memberikan banyak sekali ilmu pengetahuan dan pengalaman baru kepada penulis.
8. Staf dan karyawan Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Mba Irma, Pak Narto, Mas Sajiran, yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan.
9. Keluarga besarku yang telah memberikan doa, dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis.
10. Hayatulloh Habibi, A.Md.T., terimakasih telah memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat yang tiada henti kepada penulis. Terimakasih selalu setia menemani penulis berproses dari awal hingga akhir dan menjadi rumah ternyaman untuk berbagi keluh kesah. Terimakasih telah menjadi teman hidup terbaik bagi penulis.
11. Saudaraku Rizka, Caca, Aisyah, Lulu, Arif, Alek, Rofiq, Riza, Putri, Dandi, Andre, Bagas, Sifa, Fatimah, Satria dan semua bocil yang selalu memberikan semangat, doa dan dukungan kepada penulis.
12. Sahabatku Rina Indriani, Hafidhah Fauziah, Farikha Yunisha Laelani, Nora Yusnita, Ely Wulandari, Kinanti Hanna Sonendia, Aryanti Rafika Sari, Destiana Wahyuni, Bajang *Engineering*, Wanita Perkakas dan *Eight Miracle*. Terimakasih selalu memberi dukungan, semangat, motivasi, doa dan banyak membantu penulis serta selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis.
13. Teman-teman KP di Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah (PTPSW), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Tangerang Selatan, Rina, Sindy, Pak Afif, Kak Sekar, Kak Luthfi, Pak Agustan, yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis. Kemudian kepada berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama kegiatan KP berlangsung.
14. Teman-teman KKN periode I tahun 2023, Kirani, Indah, Rani, Garda, Rizki, Rabin, Shanan, Syahita, Rere, Sangiang, Ridho, Ihwan, yang telah menjadi keluarga selama kegiatan KKN Nusantara Permai berlangsung serta senantiasa memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis 2022 di Nusantara Permai, serta memberikan banyak pengalaman dan cerita indah yang

tak terlupakan oleh penulis. Kemudian kepada berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama kegiatan KKN.

15. Keluarga besar Teknik Geodesi dan Geomatika angkatan 2018 yang telah menemani, membantu dan menjadi teman seperjuangan penulis dalam meraih gelar sarjana. Terimakasih telah menjadi keluarga bagi penulis yang memberikan banyak cerita dan pengalaman indah yang akan selalu dikenang selamanya oleh penulis.

16. Mizha Nur Fitria, *last but no least*, ya! diri saya sendiri. Apresiasi sebesar – besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terimakasih karena telah berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap proses yang bisa dibilang tidak mudah. Terimakasih sudah bertahan dan menjadi versi terbaik dari dirimu sendiri, pipit.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Semoga nantinya skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2023

Penulis,

Mizha Nur Fitria
NPM 1815013003

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Manfaat	2
1.4. Ruang Lingkup Masalah.....	3
1.5. Kerangka Pemikiran	3
1.6. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Kondisi Umum Wilayah Penelitian	7
2.3. Pasang Surut	9
2.3.1. Faktor Pasang Surut	10
2.3.2. Datum Referensi/ Datum Vertikal	11
2.4. Komponen Pasang Surut.....	12
2.5. Tipe Pasang Surut.....	13
2.6. Datum Elevasi Muka Air Laut.....	14
2.7. Bilangan Formzahl	15
2.8. Metode Matlab Compiler Runtime	16
2.9. Metode Admiralty	16
2.10. Quantum GIS.....	17
2.11. RMSE (Root Mean Square Error)	18
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.2. Pelaksanaan Penelitian	21
3.2.1. Tahap Persiapan	21
3.2.2. Tahap Pengolahan	23
3.2.2.1. Metode <i>Admiralty</i>	23
3.2.2.2. Komponen Pasang Surut.....	24
3.2.2.3. Tipe Pasang Surut	37
3.2.2.4. Datum Elevasi Muka Air Laut.....	40
3.2.3. RMSE (Root Mean Square Error)	53
3.2.4. Tahap Analisis	56
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1. Komponen Pasang Surut di Tanjung Lesung	58

4.2. Tipe Pasang Surut di Tanjung Lesung (2008 – 2012).....	60
4.3. Datum Elevasi muka air laut di Tanjung Lesung (2008 – 2012).....	61
4.4. RMSE (Root Mean Square Error)	72
V. KESIMPULAN.....	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN A	79
LAMPIRAN B.....	231

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran	5
2. Pasang surut air laut	10
3. Faktor pasang surut	11
4. Tipe pasang surut	13
5. Tampilan <i>software Quantum GIS 3.14.0.</i>	18
6. Peta area penelitian	20
7. Diagram alir penelitian	21
8. Diagram alir metode <i>admiralty</i>	23
9. Diagram alir komponen pasang surut	25
10. Diagram alir tipe pasang surut	38
11. Diagram alir datum elevasi muka air laut.	40
12. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2008	47
13. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2009	47
14. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2008	48
15. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2008	48
16. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2008	49
17. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2008	49
18. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2008	49
19. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2008	50
20. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2008	50
21. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2008	50
22. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2008	51
23. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2008	51
24. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2008	52
25. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2008	52
26. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2008	52
27. Data HHWL <i>observasi</i> dan HHWL peramalan	53

28. Perhitungan selisih nilai HHWL <i>observasi</i> dan HHWL peramalan	54
29. Perhitungan rata - rata	54
30. Hasil RMSE HHWL	54
31. Data LLWL <i>observasi</i> dan LLWL peramalan	52
32. Perhitungan selisih nilai LLWL <i>observasi</i> dan LLWL peramalan	52
33. Perhitungan rata - rata	56
34. Hasil RMSE LLWL	56
35. Grafik Nilai Datum HHWL	63
36. Grafik Nilai Datum MHWS	63
37. Grafik Nilai Datum MHWL	64
38. Grafik Nilai Datum MSL	64
39. Grafik Nilai Datum MLWL	65
40. Grafik Nilai Datum MLWS	65
41. Grafik Nilai Datum LLWL	66
42. Grafik HHWL tahun 2008 – 2012 matlab datum elevasi muka air laut	67
43. Grafik LLWL tahun 2008 – 2012 matlab datum elevasi muka air laut	69
44. RMSE HHWL Pasang Surut di Tanjung Lesung	72
45. RMSE LLWL Pasang Surut di Tanjung Lesung	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Referensi penelitian terdahulu	6
2. Komponen harmonik pasang surut	12
3. Rumus datum elevasi muka air laut	14
4. Datum elevasi muka air laut	15
5. Data penelitian	22
6. Waktu pengamatan skema I bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung	26
7. Waktu pengamatan skema I bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung	27
8. Hasil perhitungan tabel I bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung	28
9. Skema II hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	29
10. Skema III hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	30
11. Hasil perhitungan tabel II <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	31
12. Skema IV hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	32
13. Hasil perhitungan tabel III <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	33
14. Skema V hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	33
15. Skema VI hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Desember 2012	34
16. Hasil penyusunan skema VII bulan Desember 2012	35
17. Komponen pasang surut bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung	37
18. Pengelompokkan tipe pasang surut	40
19. Perhitungan HHWL pada bulan Januari 2008 – 2012	41
20. Perhitungan HHWL pada bulan Mei 2008 – 2012	41
21. Perhitungan HHWL pada bulan Desember 2008 – 2012	41
22. Perhitungan MHWL pada bulan Januari 2008 – 2012	42
23. Perhitungan MHWL pada bulan Mei 2008 – 2012	42
24. Perhitungan MHWL pada bulan Desember 2008 – 2012	42
25. Perhitungan MHWS pada bulan Januari 2008 – 2012	43
26. Perhitungan MHWS pada bulan Mei 2008 – 2012	43
27. Perhitungan MHWS pada bulan Desember 2008 – 2012	43

28. Perhitungan LLWL pada bulan Januari 2008 – 2012	44
29. Perhitungan LLWL pada bulan Mei 2008 – 2012	44
30. Perhitungan LLWL pada bulan Desember 2008 – 2012	44
31. Perhitungan MLWL pada bulan Januari 2008 – 2012	45
32. Perhitungan MLWL pada bulan Mei 2008 – 2012	45
33. Perhitungan MLWL pada bulan Desember 2008 – 2012	45
34. Perhitungan MLWS pada bulan Januari 2008 – 2012	46
35. Perhitungan MLWS pada bulan Mei 2008 – 2012	46
36. Perhitungan MLWS pada bulan Desember 2008 – 2012	46
37. Komponen harmonik pasang surut bulan Januari (2008 - 2012)	58
38. Komponen harmonik pasang surut bulan Mei (2008 - 2012)	58
39. Komponen harmonik pasang surut bulan Desember (2008 - 2012)	59
40. Tipe pasang surut di Tanjung Lesung tahun (2008 - 2012)	60
41. Datum elevasi muka air laut bulan Januari (2008 – 2012)	61
42. Datum elevasi muka air laut bulan Mei (2008 – 2012)	62
43. Datum elevasi muka air laut bulan Desember (2008 – 2012)	62

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Pasang surut merupakan fenomena naik atau turunnya permukaan air laut secara bertahap yang terjadi secara berulang-ulang dan teratur akibat gaya gravitasi antara bulan dan matahari mempengaruhi massa air laut dan akan menciptakan gelombang (Purwanto, 2015; Hidayat, 2019). Permukaan air laut yang berdekatan dengan pantai tidak pernah memiliki nilai ketinggian tetapi bergerak naik dan turun dalam siklus yang berbeda. Hal ini disebabkan pengaruh tarikan gravitasi benda langit, khususnya tarikan gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Meskipun massa matahari jauh lebih besar dari massa bulan (Pranowo dan Supriyadi, 2019). Fenomena kenaikan muka air laut akibat peningkatan volume air laut yang menyebabkan perubahan elevasi muka air laut dapat dikatakan sebagai fenomena alam yang terjadi secara periodik atau terus menerus. Perubahan periodik dapat diamati dari fenomena pasang surut (Kresteva, 2020).

Pantai Tanjung Lesung terletak berbatasan dengan Teluk Lada juga berhadapan dengan Selat Sunda serta Gunung Krakatau. Tanjung Lesung merupakan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) yang menjadi salah satu kawasan pesisir berpotensi dengan cakupan ekonomi tertentu yang mempunyai luas 1.500 hektar dan dapat dikembangkan untuk berbagai kegiatan masyarakat. Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh pasang naik dan pasang surut. Pantai adalah batas antara daratan dan lautan, dimana daratan adalah daerah di atas dan di bawah permukaan tanah dari batas pasang surut tertinggi (Jonathan, 2023). Untuk itu diperlukan berbagai data karakteristik pasang surut yang dapat digunakan untuk menentukan jalur pelayaran dan perencanaan pengembangan wilayah perairan. Wilayah pesisir merupakan wilayah yang rentan mengalami perubahan fisik diakibatkan kegiatan masyarakat dan proses oseanografi. Selain itu, kondisi fisik laut memiliki gelombang pasang surut yang berbeda – beda pada setiap periode.

Pengetahuan mengenai pasang surut menjadi penting dikarenakan setiap wilayah memiliki karakteristik masing-masing. Hal ini berpengaruh terhadap kegiatan masyarakat di wilayah tersebut, dimana secara tidak langsung akan mendorong pertumbuhan ekonomi wilayah pesisir dan faktor transportasi (Hidayat et al. 2019). Dalam penelitian ini penulis menggunakan data pengamatan pasang surut selama 5 tahun di Tanjung Lesung Provinsi Banten. Pengolahan data menggunakan metode *admiralty* dengan menggunakan data pengamatan pasang surut selama 29 hari dengan menggunakan tanggal tengahnya pada tanggal 1 Mei – 29 Mei kurun waktu 5 tahun pada tahun 2008 - 2012. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perubahan data nilai komponen harmonik pasang surut di Tanjung Lesung pada data pengamatan pasang surut 5 tahun, serta adakah terdapat perbedaan kondisi tipe pasang surut dan datum elevasi muka air laut pada setiap tahunnya.

1.2. Tujuan

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai komponen harmonik dari data pengamatan pasang surut selama 5 tahun (2008 - 2012) di Tanjung Lesung.
2. Mengetahui bilangan *formzahl* untuk menentukan nilai tipe pasang surut selama 5 tahun (2008 - 2012) di Tanjung Lesung.
3. Mengetahui nilai datum elevasi muka air laut selama 5 tahun (2008 - 2012) di Tanjung Lesung.

1.3. Manfaat

Manfaat dari kegiatan penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi terkait konsistensi karakteristik pasang surut yaitu nilai komponen harmonik pasang surut, tipe pasang surut dan nilai datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung, Provinsi Banten.

2. Karakteristik pasang surut dapat digunakan untuk perencanaan pengembangan pembangunan kontruksi di wilayah perairan yang optimal dan berkelanjutan untuk aktivitas pelabuhan, transportasi kelautan, maupun navigasi.
3. Karakteristik pasang surut dapat mengantisipasi ancaman gelombang pasang naik dan waktu yang tepat bagi para nahkoda atau nelayan setempat yang ingin berlayar untuk jarak yang jauh dan mengetahui kapan saja perkiraan waktu pasang surut di Tanjung Lesung, Provinsi Banten.

1.4. Ruang Lingkup Masalah

Batasan masalah dari pelaksanaan kerja praktik ini adalah sebagai berikut :

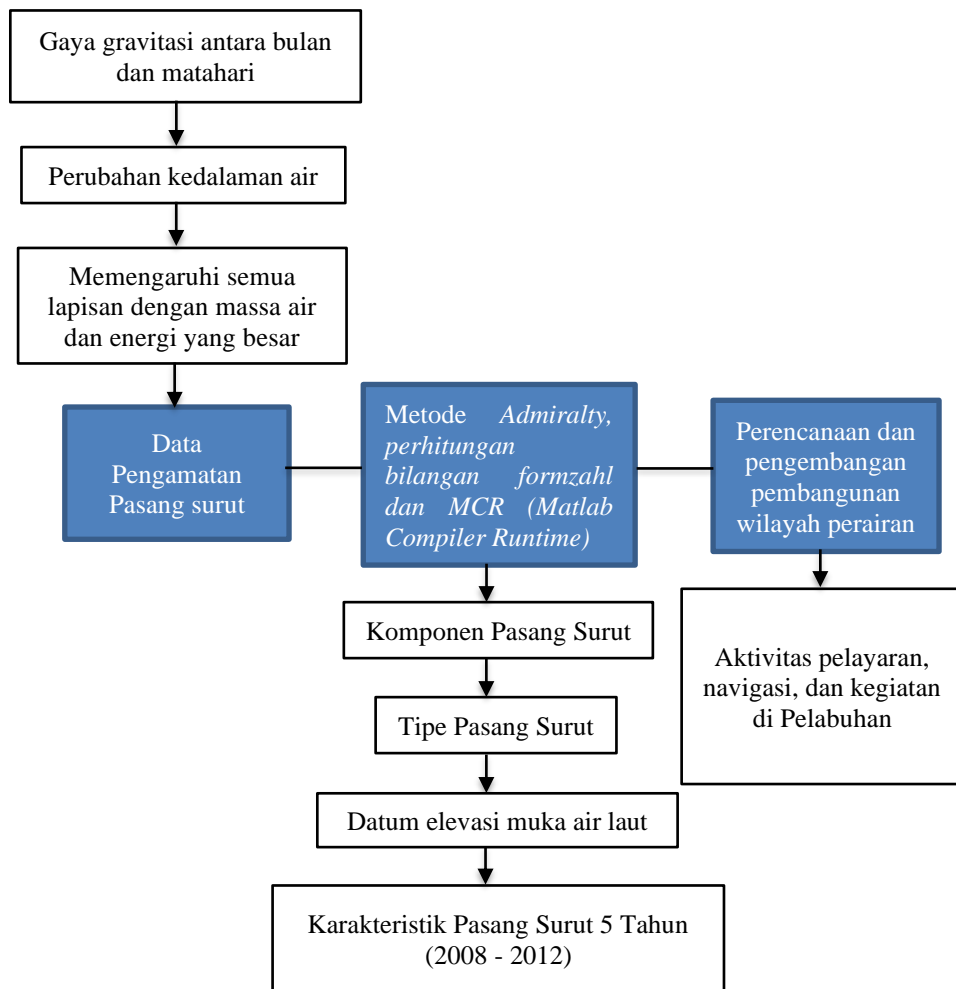
1. Data yang digunakan adalah data sekunder yaitu data pengamatan pasang surut di Kawasan Tanjung Lesung dalam kurun waktu 5 tahun (2008 - 2012) yang di dapatkan dari instansi resmi milik *Univesity of Hawaii*.
2. Data parameter yang digunakan yaitu data amplitudo dan beda fase pasang surut.
3. Pengolahan data pengamatan pasang surut untuk menentukan komponen harmonik pasang surut menggunakan metode *admiralty*.
4. Pengolahan perhitungan bilangan *formzahl* untuk menentukan tipe pasang surut.
5. Pengolahan data pengamatan pasang surut untuk menentukan datum elevasi muka air laut menggunakan *software MCR (matlab compiler runtime)*.
6. Menganalisis konsistensi komponen pasang surut, tipe pasang surut dan datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung.

1.5. Kerangka Pemikiran

Gaya gravitasi antara bulan dan matahari mempengaruhi massa air laut dan akan menimbulkan gelombang laut yang menyebabkan terjadinya perubahan pasang surut air laut. Pasang surut dapat mengubah kedalaman air dan menyebabkan pusaran yang dikenal sebagai gelombang pasang bukan hanya memengaruhi lapisan pada bagian teratas saja, tetapi semua massa air dan energinya pun besar. Pada perairan-perairan, terutama pada teluk-teluk atau pada selat - selat sempit, gerakan naik turun atau variasi muka air laut menimbulkan gelombang pasang

surut, kemudian menyangkut massa air pada jumlah sangat besar yang arahnya kurang lebih membolak-balik. Untuk mengetahui nilai komponen harmonik pasang surut menggunakan metode *admiralty*, untuk mengetahui tipe pasang surut maka diperlukan perhitungan bilangan *formzahl* dan untuk mengetahui nilai – nilai datum elevasi muka air laut menggunakan program *MCR (matlab compiler runtime)*. Dari hasil analisis tersebut menghasilkan nilai datum elevasi muka air laut tertinggi dan terendah. Karakteristik pasang surut air laut berguna untuk perencanaan dan pengembangan pembangunan wilayah perairan yang optimal dan berkelanjutan untuk aktivitas pelayaran, pelabuhan, transportasi kelautan, perikanan maupun navigasi juga dapat mengantisipasi ancaman gelombang pasang naik dan waktu yang tepat bagi para nahkoda atau nelayan setempat yang ingin berlayar dan mengetahui kapan saja perkiraan waktu pasang surut di Tanjung Lesung, Provinsi Banten.

Berikut adalah diagram alir kerangka pemikiran :



Gambar 1. Kerangka pemikiran.

1.6. Hipotesis

Penentuan karakteristik pasang surut dipengaruhi oleh lokasi, gaya gravitasi, gaya tarik menarik benda - benda astronomi oleh matahari, bumi, dan bulan yang mempunyai nilai periode setiap waktunya terhadap massa air di bumi. Penelitian ini akan menganalisis konsistensi karakteristik pasang surut di Tanjung Lesung dalam 5 tahun (2008 - 2012) apakah terjadi perubahan terhadap komponen pasang surut, tipe pasang surut dan datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian sejenis terkait yang akan digunakan sebagai bahan acuan pertimbangan untuk perbandingan pelaksanaan penelitian. Kajian beberapa referensi jurnal penelitian bertujuan memperbanyak teori dan melihat keterikatan teori tersebut untuk kemudian diimplementasikan dalam penelitian yang akan dilakukan penulis. Perbandingan yang didapatkan dari beberapa referensi jurnal penelitian akan dilihat letak kekurangannya untuk bahan acuan agar penelitian menjadi lebih optimal.

Tabel dibawah ini merupakan uraian singkat dari penelitian - penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan perbandingan pada penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 1. Referensi penelitian terdahulu

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Khairunnisa, 2021	Karakteristik Pasang Surut di Perairan Pulau Bintang Bagian Timur Menggunakan Metode <i>Admiralty</i> .	Nilai konstanta harmonik pasang surut dihitung menggunakan metode <i>admiralty</i> . Pengamatan lapangan tinggi air dengan instumen Tide master. Elevasi muka air menggunakan perangkat lunak Worldtides.	Hasil penelitian menunjukkan wilayah perairan Pulau Bintang Bagian Timur memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Sedangkan elevasi tinggi muka air memiliki rerata tinggi muka air pada saat pasang purnama (MHWS) sebesar 403,2 (SE±3,2) cm, rata-rata MHWL sebesar 381,6 (SE±3,47) cm, rata-rata nilai MSL 268,2 (SE±3,1) cm, rata-rata MLWL 154,6 (SE±2,77) cm dan rata-rata MLWS sebesar 133 (SE±3,1) cm. Hasil uji akurasi prediksi pasang surut diperoleh nilai RMSE yang dihasilkan sebesar 0,098.
Korto, 2015	Analisis Pasang Surut di Pantai Nuangan (Desa Boltim) Dengan Metode <i>Admiralty</i> .	Metode <i>admiralty</i> .	Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Nuangan ialah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (<i>mixed tide prevailing semidiurnal</i>) dengan nilai $0,25 < F=0,49 < 1,5$, dan elevasi muka air

			laut tinggi tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 85 cm (+52,79 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut rendah terendah terjadi sebesar 2 cm (-30,21 cm dari MSL)
Indrastuti dan Chen Nelson, 2022	Analisis Karakteristik Pasang Surut Air Laut terhadap Elevasi pada Pelabuhan Perairan Tanjung Uncang	Menggunakan metode kuantitatif berdasarkan data primer dari PT. Graha Trisaka Industri dan <i>observasi lapangan</i>	Tipe pasang surut pada pelabuhan Tanjung Uncang ialah pasang surut campuran, condong harian ganda (<i>mixed tide, prevailing semi diurnal</i>) yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari. Elevasi muka air laut tertinggi (HHWS) terjadi sebesar 354.8 cm (+166.2 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut rendah terendah terjadi sebesar -20 cm (-186.2 cm dari MSL).
Pranowo dan Supriyadi, 2019	Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung, dan Sarmi Berdasarkan Metode <i>Admiralty</i> .	Menggunakan metode <i>admiralty</i> .	Karakterisasi bilangan <i>formzahl</i> menunjukkan bahwa wilayah perairan Pamengpeuk dan Sarmi memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda sedangkan perairan Belitung memiliki tipe pasang surut harian tunggal. Sedangkan karakterisasi datum menggunakan analisis elevasi tinggi muka laut didapatkan hasil pada perairan Pamengpeuk, Belitung, dan Sarmi masing-masing memiliki tinggi muka air tertinggi pada saat pasang purnama yaitu 2,14 m; 3,56 m; dan 3,59 m. Tinggi muka air terendah pada saat surut purnama masing-masing memiliki nilai 0,32 m; 0,39 m; dan 1,70 m.
Sasongko, 2014	Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode <i>Admiralty</i> .	Menentukan komponen dan tipe pasang surut menggunakan metode <i>admiralty</i> .	Hasil yang diperoleh bahwa perairan di Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu memiliki pasang surut Tipe Campuran Condong Ganda (<i>Mix Tide Prevailing Semidiurnal</i>) dengan tinggi rata-rata muka air laut berkisar 70 cm.

2.2. Kondisi Umum Wilayah Penelitian

Kawasan Tanjung Lesung Desa Tanjung Jaya, Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang, Banten, Jawa. Semenanjung menghadap Provinsi Lampung, berbatasan dengan Teluk Lada juga berhadapan dengan Selat Sunda serta Gunung Krakatau. Tanjung Lesung merupakan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) yang sedang berkembang menjadi kawasan tujuan wisata Internasional. Tanjung Lesung

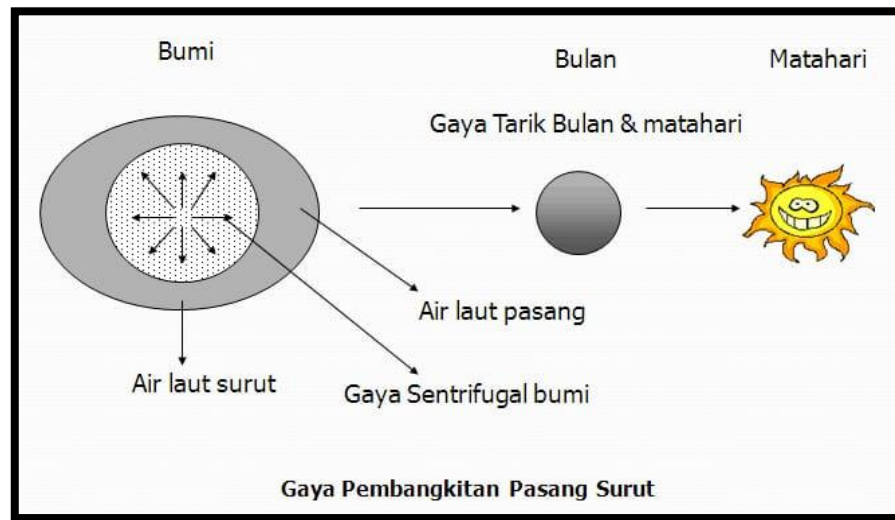
mempunyai luas 1.500 hektar. Tanjung Lesung merupakan tempat wisata yang dikelola oleh anak usaha PT. Jababeka Tbk (KIJA) dari *PT. Banten West Java (BWJ) Tourism Development* dengan fokus pembangunan ekonomi sebagai Rancangan Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2015-2019. Tanjung Lesung dapat menjadi proyek percontohan pembangunan ekonomi dimulai dari wilayah pinggiran di Provinsi Banten. KEK Tanjung Lesung telah diresmikan beroperasi oleh Bapak Presiden Joko Widodo tanggal 23 Februari 2015. Tanjung Lesung telah ditetapkan resmi wilayahnya oleh Bapak Presiden Susilo Bambang Yudhoyono melalui Peraturan Presiden Nomor 26 Tahun 2012.

Tanjung Lesung merupakan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) dengan cakupan fungsi ekonomi tertentu, terdapat fasilitas berwisata seperti hotel, villa, kafe, taman hiburan, dan agrowisata. Tanjung Lesung menjadi resort terbesar yang memiliki panorama alam yang menakjubkan berupa dataran pantai yang menjorok ke laut seperti lesung yang dipadukan dengan hamparan pasir putih dan pantai yang jernih yang menarik. Banyak wisatawan nasional dan internasional. Pantai Tanjung Lesung merupakan kawasan yang berpotensi menjadi kawasan wisata pantai terbesar yang dekat dengan Ibu Kota Jakarta. Tanjung Lesung akan menjadi resort kelas dunia yang memadukan nuansa Bali dan Venesia. Perairan dan kanalnya yang terhubung dengan hotel, kondominium, dan apartemen, wisatawan dapat berlayar, menyelam, dan klub pantai. Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan lebih dari 1000 rumah dan lapangan golf kejuaraan di sekitar kawasan Tanjung Lesung. Perencanaan bandara baru dalam tahap pengembangan untuk mengakomodasi penerbangan dari Bandara Halim Perdana Kusuma, penerbangan singkat 40 menit yang berjarak 20 kilometer, diharapkan memiliki jalur tol baru yang akan terhubung ke Ibu Kota, Jakarta, dengan dampak pada aksesibilitas dan peningkatan wisatawan di Pantai Tanjung Lesung. Tanjung Lesung saat ini menawarkan dua tempat penginapan dan hotel menawarkan berbagai kamar dan ruang pertemuan. Ada juga olahraga air yang tersedia, seperti snorkeling dan jet ski.

2.3. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut yang disebabkan gaya tarik menarik benda – benda langit yaitu matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi jaraknya terhadap bumi lebih dekat yang mengakibatkan gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada gaya tarik matahari terhadap bumi (Kurniawan dan Mamoto 2019; Wicaksono, Handoyo, dan Atmodjo 2016; Zakaria 2015). Gaya pasang surut adalah hasil dari gaya sentrifugal dan gravitasi benda ruang angkasa seperti bulan dan matahari. Gaya sentrifugal dihasilkan oleh rotasi bulan mengelilingi bumi yang bergerak menjauhi bulan dan setiap titik di permukaan bumi berukuran sama sedangkan gravitasi bulan akan dipengaruhi oleh jarak antara suatu titik di permukaan bumi dengan bulan. Jarak semakin dekat ke suatu titik di permukaan bumi, semakin besar tarikan gravitasi bulan. Gabungan gaya dari kedua gaya ini akan menciptakan gaya pasang surut yang akan menghasilkan pasang surut di laut. Sedangkan matahari memiliki massa lebih besar dari bulan, jarak antara matahari dan bumi lebih besar dari jarak antara bumi dan bulan, sehingga daya tarik air laut kecil (Mahatmawati, Efendy, dan Siswanto, 2009). Pasang surut sangat penting untuk navigasi pantai karena dapat mengubah kedalaman air dan menimbulkan gelombang pusaran yang dikenal sebagai gelombang pasang surut. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan gelombang berikutnya untuk mencapai puncak atau lembahnya. Periode pasang surut adalah 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit. Tinggi pasang surut yaitu jarak vertikal antara air tertinggi dan air terendah di suatu lembah pasang surut. Periode pasang surut adalah jumlah waktu yang dibutuhkan muka air untuk mencapai muka air rata-rata ditambah waktu yang diperlukan muka air untuk berpindah dari posisi sebelumnya ke posisi sekarang. Pasang surut mempengaruhi segala sesuatu di bawah air, serta semua massa air dan energi (Korto, 2015)

Berikut merupakan fenomena terjadinya pasang surut air laut :

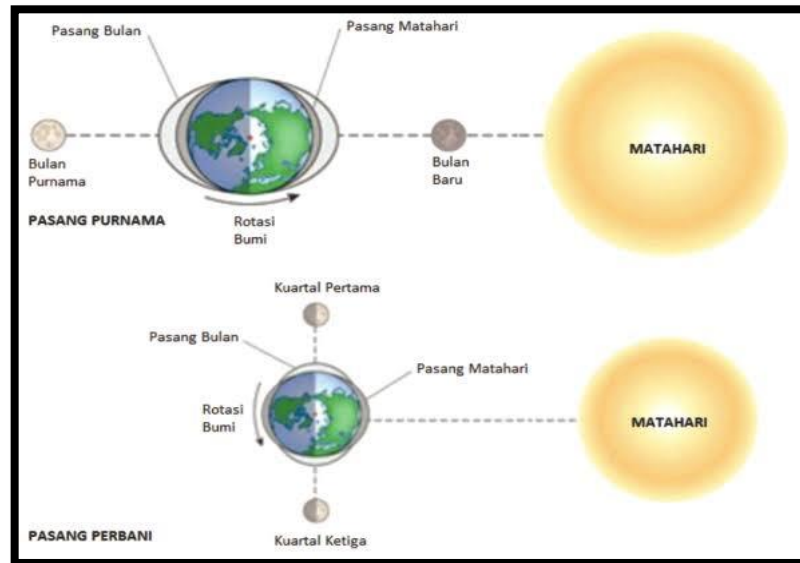


Gambar 2. Pasang surut air laut. (Sumber: Wijaya dan Yanuar, 2021)

2.3.1. Faktor Pasang Surut

Faktor pasang surut disebabkan oleh pergerakan bulan, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari, atau rotasi bumi. Dalam satu bulan, kisaran pasang surut berubah secara sistematis dengan siklus bulan. Kisaran pasang surut tergantung pada bentuk air dan komposisi dasar laut. Pasang surut purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari berada dalam satu garis lurus. Kemudian terjadi pasang naik dan pasang surut secara teratur. Pasang surut terjadi pada bulan baru dan bulan purnama. Pasang surut perbani (*neap tide*) terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari membentuk sudut siku-siku. Pasang baru ini biasanya terjadi pada kuartier pertama dan ketiga.

Berikut adalah gambar faktor pasang surut :



Gambar 3. Faktor pasang surut

2.3.2. Datum Referensi/ Datum Vertikal

Duduk Tengah (DT) / *Mean Sea Level (MSL)* merupakan permukaan air laut rerata untuk suatu kedudukan yang telah ditentukan dengan pengamatan pasang surut air laut disetiap jam, hari, minggu, bulan maupun tahun.

Berikut adalah macam – macam duduk tengah :

1. DT harian pengamatan permukaan laut ditentukan per jam dalam sehari.
2. DT bulanan pengamatan permukaan laut ditentukan dari nilai rerata dari DT harian untuk waktu sebulan. DT bulanan tidak mempunyai massa perubahan yang pendek.
3. DT tahunan pengamatan permukaan laut ditentukan oleh nilai rerata dari DT bulannya untuk waktu 1 tahun.
4. DT Sejati pengamatan permukaan laut termasuk muka laut rerata ideal karena tidak dipengaruhi dengan keadaan pasang surut. Pengamatan kedudukan permukaan laut harus dilakukan paling sedikit selama 18,6 tahun.

2.4. Komponen Pasang Surut

Komponen pasang surut air laut yaitu dua konstanta amplitudo dan perbedaan fase. Komponen utamanya adalah tengah harian dan beda fase. Amplitudo komponen harmonik pasut di perairan merupakan faktor pembangkit tenaga pasut, dan pergerakan pasut terjadi dalam bentuk gelombang akibat topografi dasar dan garis pantai di suatu wilayah perairan. Dalam jangka panjang, kombinasi pasang surut dapat terjadi, kemungkinan kombinasi frekuensi. Hal ini menyebabkan variasi dalam komposisi pasang surut (F Lang, 2019)

Tabel 2. Komponen pasang surut (Sumber: Mardika and Pratama 2021)

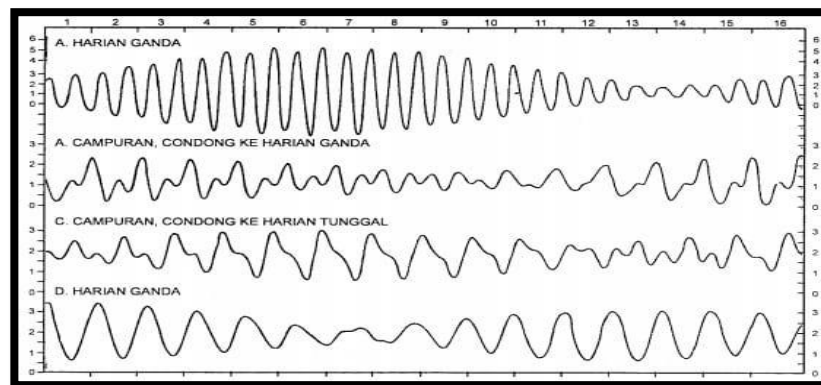
No.	Nama Komponen	Simbol	Frekuensi (deg/ jam)	Periode (jam)
1.	Tengah Harian (<i>semi-diurnal</i>) - <i>Principal lunar</i> / Komponen pasang surut ganda utama disebabkan oleh gaya tarik bulan.	M ₂	28,98	12,42
	- <i>Principal solar</i> / Komponen pasang surut ganda utama disebabkan oleh gaya Tarik matahari.	S ₂	30,00	12,00
	- <i>Large lunar elliptic</i> / Komponen pasang surut semi diurnal disebabkan oleh lintasan elips bulan.	N ₂	28,44	12,66
	- <i>Lunar solar</i> / Komponen pasang surut semi diurnal disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari.	K ₂	30,08	11,97
2.	Semi Diurnal Harian (<i>diurnal</i>) - <i>Luni solar diurnal</i> / Komponen pasang surut tunggal utama disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari.	K ₁	15,04	23,94
	- <i>Principal lunar diurnal</i> / Komponen pasang surut tunggal utama disebabkan oleh gaya tarik bulan.	O ₁	13,94	25,82
	- <i>Principal solar diurnal</i> / Komponen pasang surut diurnal disebabkan oleh gaya tarik matahari.	P ₁	14,96	24,06
	- <i>Large lunar elliptic</i>	Q ₁	13,40	26,87
3.	Periode Panjang (<i>long-period</i>) - <i>Lunar fortnightly</i>	M _f	1,1	327,86

	-Lunar monthly -Solar semi diurnal	M_m S_{sa}	0,54 0,08	661,31 4382,80
4.	Komponen Laut Dangkal	M_4 MS_4	57,97 58,98	6,21 6,10

2.5. Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi antara air pasang dengan air surut setiap hari dikarenakan terdapat perbedaan pada masing-masing gaya pembangkit pasang surut di suatu lokasi. Secara kuantitatif, tipe pasang surut di suatu perairan dapat ditentukan dengan membandingkan amplitudo faktor pasang surut tunggal utama dan faktor pasang surut ganda utama dengan menggunakan bilangan *formzahl* (Suhaemi, Raharjo, and Marhan 2018).

Berikut merupakan gambar tipe pasang surut :



Gambar 4. Tipe pasang surut.

Tipe-tipe pasang surut adalah sebagai berikut :

1. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) yaitu pada sehari terdapat satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut rerata yaitu 24 jam 50 menit.
2. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*) yaitu pada sehari terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama datang secara teratur dan berurutan. Periode pasang surut yaitu 12 jam 24 menit.

3. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) yaitu pada tipe ini dalam sehari terjadi hanya satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang hanya sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan periode dan tinggi yang sangat berbeda. Sedangkan jenis campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide, prevailing diurnal*).
4. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) yaitu pada sehari terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut, akan tetapi periode dan tingginya berbeda. Pada pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide, prevailing semidiurnal*) (Korto, 2015, Chen, 2022)

2.6. Datum Elevasi Muka Air Laut

Datum elevasi muka air laut adalah kombinasi dari berbagai faktor, termasuk pasang surut, kenaikan permukaan laut, angin dan pengaturan gelombang. Merancang daerah perairan bisa menjadi sulit jika ketinggian permukaan air tidak diperhitungkan. Datum elevasi muka air laut tertinggi berguna untuk perencanaan pantai, kemudian datum elevasi muka air laut terendah berguna untuk perencanaan pembangunan pelabuhan. Datum elevasi muka air dapat berubah-ubah setiap waktu (Sasongko 2014)

Berikut ini adalah rumus perhitungan datum elevasi muka air laut sebagai berikut:

Tabel 3. Rumus datum elevasi muka air laut (Sumber: Istiarto 2015) (1)

Datum Muka Air Laut	Rumus Komponen Pasang Surut
MHWL	$S_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$
MHWS	$S_0 + (M_2 + S_2)$ atau $S_0 + (K_1 + O_1)$
HHWL	$S_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$
MSL	S_0
MLWL	$S_0 - (M_2 + K_1 + O_1)$
MLWS	$S_0 - (M_2 + S_2)$ atau $S_0 - (K_1 + O_1)$
LLWL	$S_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$
LAT	$S_0 -$ (jumlah unsur-unsur pasang surut)

Berikut ini merupakan jenis - jenis datum elevasi muka air laut sebagai berikut:

Tabel 4. Datum elevasi muka air laut (Sumber: Istiarto, 2015)

No	Datum elevasi Muka Air	Keterangan
1.	MHWL (<i>Mean High Water Level</i>)	Nilai rerata muka air laut tinggi dalam periode 18,6 tahun.
2.	MHWS (<i>Mean High Water Spring</i>)	Nilai rerata muka air laut tinggi ketika pasang surut purnama.
3.	HHWL (<i>Higher High Water Level</i>)	Muka air laut tertinggi ketika pasang surut purnama atau bulan mati.
4.	MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	Nilai rerata MHWL dan MLWL.
5.	MLWL (<i>Mean Low Water Level</i>)	Nilai rerata muka air laut rendah dalam periode 18,6 tahun.
6.	MLWS (<i>Mean Low Water Spring</i>)	Nilai rerata muka air laut terendah ketika pasang surut purnama.
7.	LLWL (<i>Lower Low Water Level</i>)	Muka air laut terendah ketika pasang surut.
8.	LAT (<i>Lowest Astronomical Tide</i>)	Muka air laut terendah.

2.7. Bilangan *Formzahl*

Bilangan *formzahl* adalah pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan *formzahl* ini akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan.

Rumus bilangan *formzahl* untuk menentukan tipe pasang surut sebagai berikut :

$$F = (O_1 + K_1) / (M_2 + S_2) \quad (2)$$

Keterangan =

F = Bilangan *formzahl*.

O₁ = Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama disebabkan gaya bulan.

K₁ = Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama disebabkan gaya matahari.

M₂ = Amplitudo komponen pasang surut ganda utama disebabkan gaya bulan.

S₂ = Amplitudo komponen pasang surut ganda utama disebabkan gaya matahari.

(Jasin dan Jansen, 2019; Fitriana, Patria, dan Kusratmoko 2022)

2.8. Metode *Matlab Compiler Runtime*

MCR (matlab compiler runtime) adalah program yang mengolah data pengamatan pasang surut untuk menentukan nilai datum elevasi muka air laut selang waktu satu jam pada umumnya menggunakan data 15 hari atau 30 hari. *MCR (matlab compiler runtime)* dapat di instalasi kemudian program *matlab* pasang surut Universitas Gajah Mada dapat dijalankan. Hasil akhir berupa data perhitungan konstanta datum elevasi muka air laut dan hasil prediksi selang waktu satu jam selama 19 tahun. Data yang dihasilkan berupa HHWL, MHWS, MHWL, MSL, MLWL, MLWS dan LLWL berbentuk data angka dan data grafik datum elevasi muka air laut.

2.9. Metode *Admiralty*

Metode *admiralty* adalah suatu metode untuk menghitung konstanta pasut harmonik berdasarkan data yang digunakan yaitu data pengamatan muka air laut 29 hari (Fitriana, Oktaviani, dan Khasanah 2019, Prayogo 2021). Metode ini digunakan untuk menentukan muka air laut rata-rata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau lainnya. Metode perhitungan pasang surut yang digunakan untuk menghitung dua konstanta harmonik, amplitudo dan beda fase. Proses perhitungan metode *admiralty* dilakukan dengan bantuan tabel dan skema, dimana untuk waktu pengamatan yang tidak terdaftar harus dilakukan pendekatan dan interpolasi dengan bantuan tabel. Analisis harmonik dan proses perhitungan metode *admiralty* dihitung dengan bantuan tabel dan skema yang dioperasikan oleh perangkat lunak *Microsoft Office Excel*. Perhitungan menggunakan *admiralty* memberikan konstanta harmonik. Kemudian akan dilanjutkan dengan analisis data menggunakan bilangan *formzahl* yaitu pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Angka hasil *formzahl* yang telah dihitung dapat menentukan tipe pasang surut pada perairan tersebut. Metode *admiralty* ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain akurasi yang baik dan bisa memakai data pengamatan pasut pada waktu-waktu yang pendek, hasilnya komponen pasang surut yaitu M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , K_2 , O_1 , P_1 , Q_1 , M_f , M_m , S_{sa} , M_4 dan MS_4 . Metode *admiralty* melakukan pengembangan perhitungan

sistem formula proses perhitungan analisa harmonik dengan *software Microsoft Office Excel*, menghasilkan nilai beberapa parameter kemudian ditabelkan. Metode *admiralty* mempunyai kelebihan dalam hasil penentuan nilai bilangan *formzahl* yang lebih mendekati atau berkesesuaian terhadap nilai referensi dan mempunyai efisiensi keakuratan tinggi yang fleksibel untuk waktu kapan saja (Khairunnisa, 2021)

2.10. Quantum GIS

Quantum GIS adalah *software* Sistem Informasi Geografis yang mudah digunakan, sumber terbuka dan dapat digunakan di bawah Lisensi Publik Umum GNU. *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)* memiliki proyek resmi yang disebut *Quantum GIS*. *Quantum GIS* dapat berjalan di sistem operasi *Linux, Unix, Mac OSX, dan Windows*. Aplikasi ini mendukung berbagai format dan *fungsionalitas vektor, raster, dan database* (Sasoeng, Sentinuwo, dan Rindengan, 2018). *QGIS* dapat digunakan untuk menampilkan dan membuat data peta dalam format *file* yang disebut *shapefile, geotiff*, atau format *file* serupa. *Quantum GIS* memiliki banyak fitur yang berasal dari fungsi inti dan plugin yang memungkinkannya melakukan berbagai fungsi seperti menampilkan perangkat penerima GPS yang terus dikembangkan. Pengguna dapat membuat, mengelola, memodifikasi, menganalisis, dan mencetak data secara visual, dan mereka juga dapat membuat peta. *Quantum GIS* adalah proyek yang menggunakan sukarelawan yang menjalankannya. Pengguna *Quantum GIS* dipersilakan untuk berkontribusi, baik dalam menyusun kode program, mengoreksi kesalahan, melaporkan kesalahan, membuat dokumentasi, mengadvokasi dan mendukung pengguna lain melalui milis dan forum *Quantum GIS*.

Berikut ini adalah gambar tampilan *software* QGIS:



Gambar 5. Tampilan *software* *Quantum GIS* 3.14.0.

Quantum GIS juga memiliki beberapa fungsionalitas sebagai berikut :

1. Pengerjaan *file* proyek, tampilan sebagai citra *raster* dan *map file* bagi aplikasi *MapServer*.
2. Mengubah tampilan visual: *zoom-in*, *zoom-out*, *zoom-full extent*, *zoom-select*, dan *zoom-layer*.
3. Manipulasi *layer*: menambah dan menghapus *layer-layer* vektor, *raster*, *PortGIS*, dan WMS, dan membuat *layer* baru.
4. Menentukan satuan koordinat dan *properties* sistem proyeksi peta yang digunakan.
5. Menyediakan beberapa fungsionalitas yang di implementasikan dalam bentuk *plugins*.

2.11. RMSE (*Root Mean Square Error*)

Root Mean Squared Error (RMSE) adalah cara untuk penilaian suatu model regresi linear melalui pengukuran tingkat akurasi hasil prediksi suatu model. Nilai RMSE yaitu standar deviasi dari suatu residual. Nilai RMSE dari suatu model yang paling rendah menunjukkan model yang lebih baik dari model lainnya.

Rumus perhitungan RMSE adalah sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\sum \frac{(Y' - Y)^2}{n}} \quad (3)$$

Keterangan:

X = Nilai ramalan pasang surut

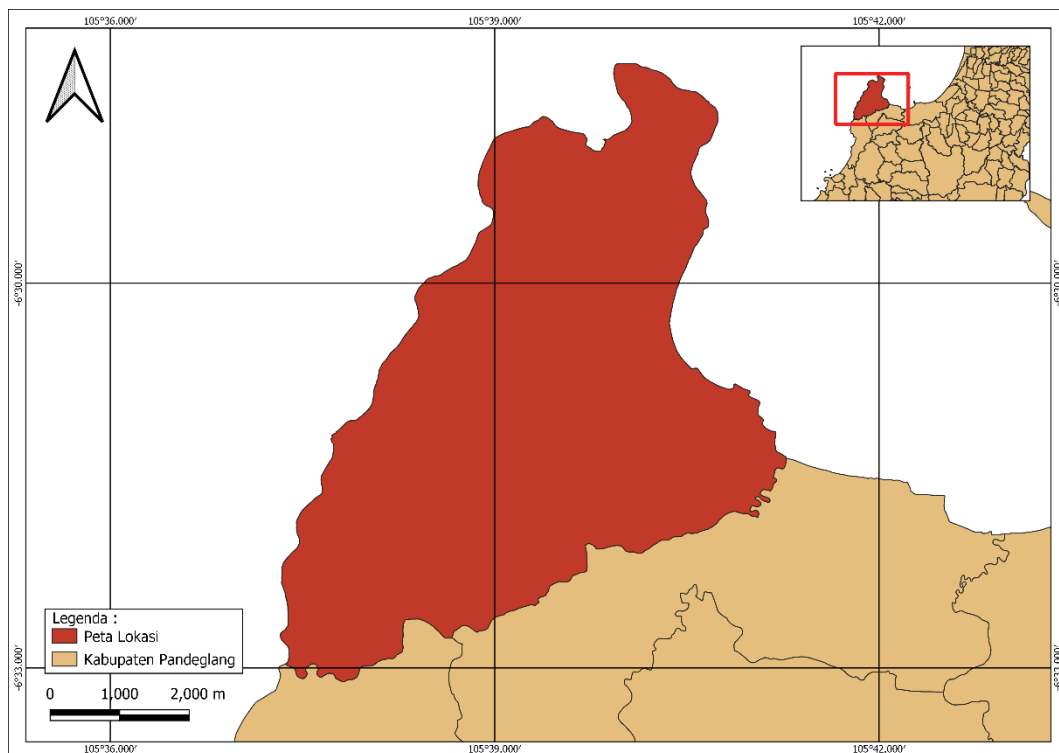
Y = Nilai *observasi* pasang surut

n = jumlah data (Alam dan Indrayanti, 2023; Fawaiz S, Guruh P, dan Nur Cahyadi, 2017; Ulha Fadika, Aziz Rifai, 2014)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

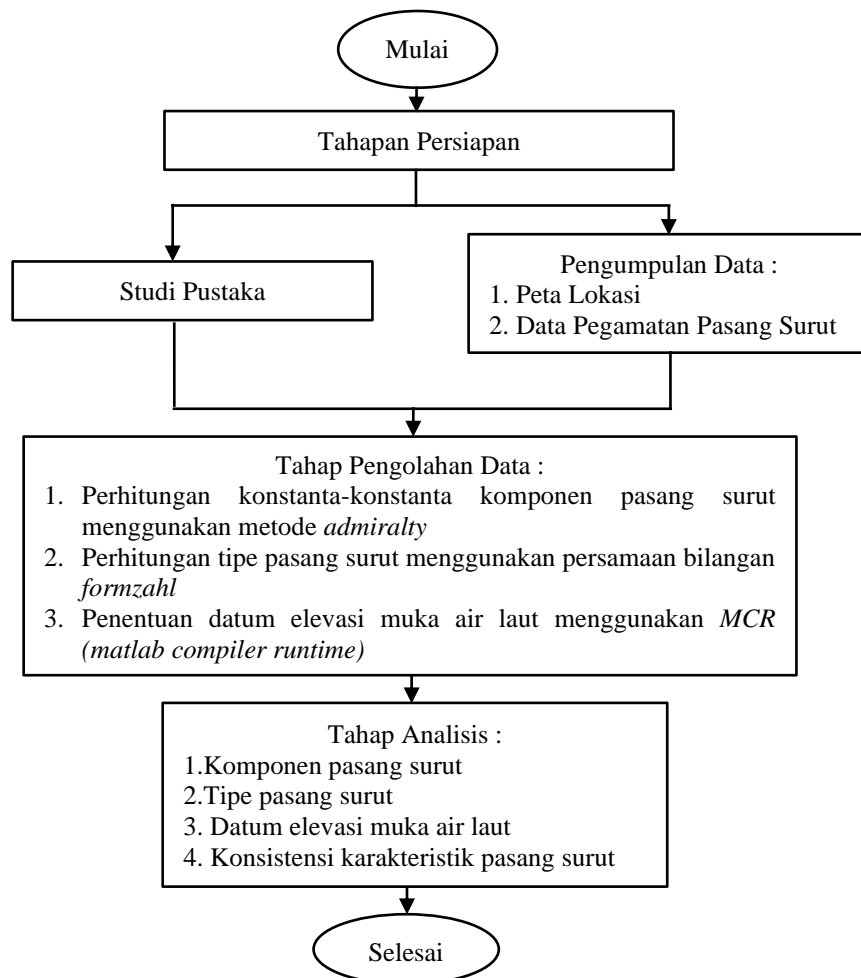
Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Kawasan Tanjung Lesung, Desa Tanjung Jaya, Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten terletak pada $105^{\circ} 39'20''$ BT dan $06^{\circ} 28'43''$ LS. Semenanjung menghadap Provinsi Lampung, berbatasan dengan Teluk Lada juga berhadapan dengan Selat Sunda serta Gunung Krakatau.



Gambar 6. Peta lokasi penelitian.

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir pelaksanaan penelitian :



Gambar 7. Diagram alir penelitian.

3.2.1. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan terbagi menjadi 2 tahapan yaitu studi pustaka dan pengumpulan data sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan proses awal dalam tahapan persiapan yang bertujuan sebagai bahan acuan untuk pelaksanaan penelitian ini. Sumber informasi yang akan digunakan pada studi pustaka diantaranya yaitu jurnal, buku, *website* yang

relevan. Studi pustaka yang diperoleh berfungsi sebagai pendukung dari data pada latar belakang, tinjauan pustaka, metodologi penelitian serta kajian penelitian sebagai bahan perbandingan untuk penelitian yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan pengumpulan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi tertentu yang dibutuhkan untuk penelitian.

Berikut ini merupakan data sekunder, sumber dan alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian :

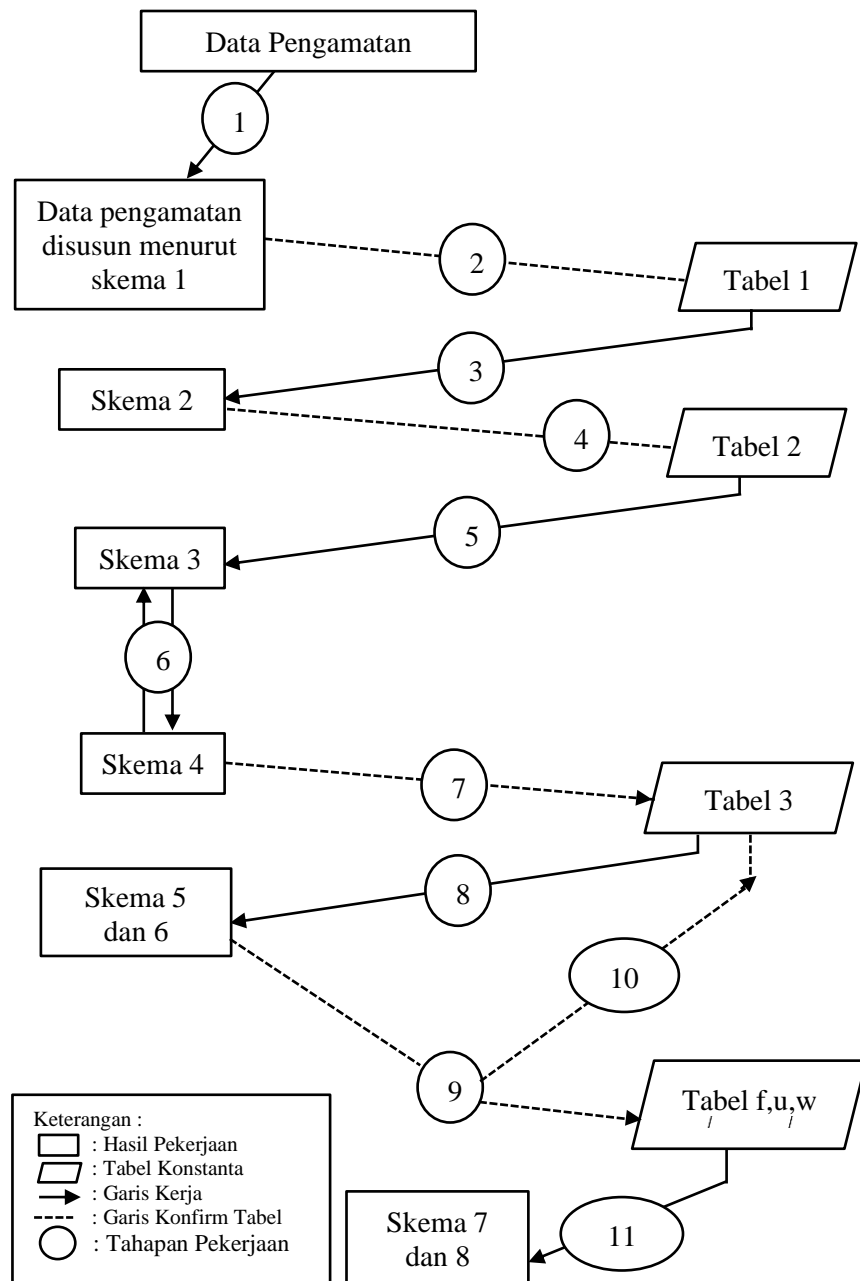
Tabel 5. Data penelitian

Alat dan Bahan	Fungsi	Sumber
Data Pengamatan Pasang Surut Tanjung Lesung 2008 – 2012	Data yang akan diolah untuk penentuan karakteristik pasang surut	<i>Website University Of Hawaii</i>
<i>Software Excel</i>	Program yang digunakan pada pengolahan data pasang surut metode <i>admiralty</i>	<i>Microsoft Office</i>
<i>Software Admiralty</i>	Program yang digunakan untuk menentukan komponen pasang surut dan tipe pasang surut	<i>Website Tides Pasang Surut Admiralty</i>
<i>MCR (matlab compiler runtime)</i>	Program yang digunakan untuk menentukan datum elevasi muka air laut	<i>Website Matlab Compiler Runtime Universitas Gajah Mada</i>
Peta Shp Kab. Pandeglang	Data yang digunakan untuk pembuatan peta lokasi	Inageoportal
<i>Software QGIS. 3.14.0</i>	Program yang digunakan untuk pembuatan peta lokasi	<i>Website Quantum GIS</i>

3.2.2. Tahap Pengolahan

Pada tahap pengolahan data dalam penelitian ini terbagi menjadi 4 tahapan pengolahan data sebagai berikut ini :

3.2.2.1. Metode *Admiralty*



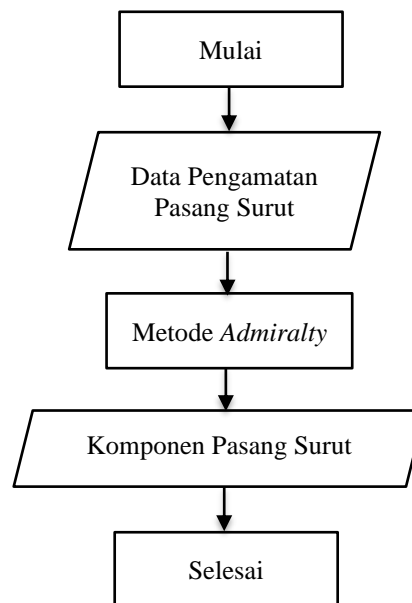
Gambar 8. Diagram alir metode *admiralty*.

Pada diagram alir metode *admiralty* terdapat data pengamatan pasang pada tanggal 1 Mei – 29 Mei selama 5 tahun (2008 - 2012) yang berada di wilayah Tanjung Lesung. Metode perhitungan *admiralty* menerapkan perhitungan dengan bantuan 8 skema dengan 3 tabel konstanta untuk menghasilkan komponen pasang surut. (Handoyo, Suryoputro, dan Pratikyo, 2015). Skema 1 adalah perhitungan matriks data tinggi pasang surut yang diantaranya yaitu jam pengamatan dan tanggal pengamatan yang menggunakan tanggal tengah dari 29 hari dihitung terhadap GMT. Tabel 1 merupakan tabel pengali yang masuk ke skema 2. Skema 2 menyesuaikan matriks antara skema 1 dan kolom yaitu kolom X_0 , X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , dan Y_4 dengan baris sebagai tanggal pengamatan. Skema 3 merupakan perhitungan matriks yang menyesuaikan antara skema 2 dan kolom yaitu kolom X_0 , X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , dan Y_4 dengan baris sebagai jam pengamatan. Tabel 2 adalah tabel pengali untuk menuju ke skema 3. Skema 4 menyesuaikan skema 3 untuk memasukkan kolom, yaitu kolom X dan Y dengan 0, 2, B, 3, C, 4, dan D. Skema 5 merupakan perhitungan matriks yang menyesuaikan antara skema 4 dengan deskripsi kolom kombinasi parameter X dan Y. Skema 6 menyesuaikan nilai kolom S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , dan MS_4 untuk mempertahankan skema yang konsisten. Tabel 3 adalah tabel yang berisi parameter w/f. Skema 7 dan 8 menunjukkan komponen pasang surut utama dibantu oleh tabel 3 (Pranowo dan Supriyadi, 2019)

3.2.2.2. Komponen Pasang Surut

Komponen harmonik pasang surut yang penting dan berbanding relatif kekuatannya terbagi menjadi 2 komponen yaitu amplitudo dan beda fase yang diperoleh dari pengolahan data pengamatan pasang surut yaitu 29 piantan dengan menggunakan tanggal tengah yaitu tanggal 16 pada bulan Mei kurun waktu 5 tahun (2008 - 2012) di Tanjung Lesung Provinsi Banten menggunakan metode *admiralty*.

Berikut diagram alir pengerjaan menentukan komponen pasang surut :



Gambar 9. Diagram alir komponen pasang surut.

Menentukan komponen pasang surut menggunakan metode *admiralty* dengan 8 skema dan 3 tabel bantuan sebagai berikut :

Tabel 6. Waktu pengamatan skema I bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung

Waktu	Data pengamatan (cm) tanggal/bulan/2012														
	1/1 2	2/1 2	3/1 2	4/1 2	5/1 2	6/1 2	7/1 2	8/1 2	9/1 2	10/1 2	11/1 2	12/1 2	13/1 2	14/1 2	15/1 2
0.00	343	333	320	313	310	306	311	313	324	333	352	355	354	348	335
1.00	361	353	338	327	322	315	312	309	318	324	342	348	358	361	353
2.00	371	363	356	345	332	326	320	315	318	319	331	337	352	360	363
3.00	373	365	362	357	350	339	332	323	321	316	323	326	339	351	361
4.00	361	362	364	363	360	354	347	338	330	323	321	314	324	337	346
5.00	348	356	358	364	364	362	357	351	346	335	325	312	313	320	329
6.00	336	339	346	355	361	364	367	363	359	352	338	320	310	307	319
7.00	324	326	336	344	355	363	370	372	373	366	356	333	320	307	301
8.00	322	319	324	335	344	354	364	374	387	382	376	355	338	317	302
9.00	330	323	320	325	334	345	358	369	385	397	396	380	359	335	315
10.00	341	334	327	324	328	335	348	358	376	396	407	398	384	360	335
11.00	360	348	340	331	328	329	334	348	366	392	404	410	406	385	359
12.00	381	366	352	343	332	328	327	338	351	375	396	410	418	408	384
13.00	394	383	367	349	341	328	325	321	332	357	377	396	413	416	402
14.00	401	396	381	364	348	336	323	315	318	332	349	373	398	411	407
15.00	395	393	385	371	359	343	322	312	306	314	325	344	372	389	406
16.00	380	385	383	372	364	350	332	315	301	300	299	314	340	361	381
17.00	358	369	373	367	363	353	339	323	305	295	284	289	306	329	354
18.00	334	347	355	354	357	354	343	328	310	299	281	274	282	299	320
19.00	309	324	333	341	346	349	345	338	321	308	287	272	269	274	292
20.00	296	305	314	323	332	340	343	345	334	323	301	284	273	268	274
21.00	291	297	303	309	319	329	334	341	341	340	320	299	283	271	269
22.00	299	296	300	302	307	319	326	338	342	352	339	321	302	286	277
23.00	309	304	302	301	304	311	318	333	340	354	354	344	329	309	294

Tabel 7. Waktu pengamatan skema I bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung

Waktu	Data pengamatan (cm) tanggal/bulan/2012													
	16/12	17/12	18/12	19/12	20/12	21/12	22/12	23/12	24/12	25/12	26/12	27/12	18/12	29/12
0.00	320	303	296	293	298	303	309	322	331	336	340	347	351	335
1.00	345	328	314	310	305	303	306	316	326	337	344	355	359	354
2.00	361	351	338	326	318	313	311	315	321	326	336	345	359	359
3.00	368	365	359	348	335	326	318	318	316	321	327	336	352	348
4.00	362	369	372	368	354	335	330	322	319	318	316	328	335	343
5.00	349	362	370	373	368	359	345	335	324	320	312	321	323	335
6.00	329	344	362	371	374	372	356	348	333	326	317	320	321	317
7.00	314	328	347	364	373	371	369	357	345	338	330	326	321	310
8.00	304	312	329	350	363	370	373	370	361	352	335	333	327	317
9.00	306	304	316	332	348	361	371	375	369	371	353	354	341	332
10.00	318	305	310	317	333	347	358	370	372	381	376	373	360	343
11.00	334	317	311	312	318	332	347	362	371	382	379	380	377	361
12.00	357	335	322	313	312	319	331	348	358	374	387	389	393	382
13.00	383	356	334	318	310	311	316	333	346	366	375	391	399	385
14.00	396	375	348	330	314	307	309	316	324	344	360	377	397	390
15.00	398	386	365	341	320	306	303	306	308	326	334	356	373	377
16.00	388	388	372	354	331	313	297	297	296	305	311	333	350	354
17.00	369	376	368	356	341	321	307	297	288	291	301	306	316	336
18.00	342	355	359	355	342	328	308	299	288	287	287	289	308	306
19.00	312	331	344	346	344	332	320	309	295	289	282	286	284	289
20.00	287	306	320	332	336	333	329	320	306	295	290	289	280	284
21.00	274	287	303	318	326	331	332	326	320	311	301	299	289	282
22.00	274	280	290	309	314	324	328	333	329	324	320	312	304	295
23.00	285	283	287	295	308	317	328	335	337	335	333	330	317	313

Pada tabel 6 skema I kolom ke samping ke kanan menunjukkan waktu pengamatan dari pukul 00.00 sampai 23.00 WIB. dan baris kebawah menunjukkan tanggal 29 piantan yaitu mulai tanggal 1 Desember – 29 Desember 2012 di Tanjung Lesung.

Tabel 8. Hasil perhitungan tabel I bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung

Waktu	Perhitungan Konstanta Tabel I (cm)					
	0.00	-1	-1	1	1	1
1.00	-1	-1	1	1	0	1
2.00	-1	-1	1	1	-1	1
3.00	-1	-1	-1	1	-1	-1
4.00	-1	-1	-1	1	0	-1
5.00	-1	-1	-1	1	1	-1
6.00	1	-1	-1	-1	1	1
7.00	1	-1	-1	-1	0	1
8.00	1	-1	-1	-1	-1	1
9.00	1	-1	1	-1	-1	-1
10.00	1	-1	1	-1	0	-1
11.00	1	-1	1	-1	1	-1
12.00	1	1	1	1	1	1
13.00	1	1	1	1	0	1
14.00	1	1	1	1	-1	1
15.00	1	1	-1	1	-1	-1
16.00	1	1	-1	1	0	-1
17.00	1	1	-1	1	1	-1
18.00	-1	1	-1	-1	1	1
19.00	-1	1	-1	-1	0	1
20.00	-1	1	-1	-1	-1	1
21.00	-1	1	1	-1	-1	-1
22.00	-1	1	1	-1	0	-1
23.00	-1	1	1	-1	1	-1

Perhitungan pada tabel I merupakan konstanta pengali dalam menyusun skema II yang berisi -1, 0 dan 1 yang terdapat pada pukul 00.00 sampai 23.00 WIB.

Tabel 9. Skema II hasil perhitungan *admiralty* bulan Desember 2012

Tanggal	Konstanta Pasang Surut (cm)											
1/12/2012	393	-388	390	-391	404	-376	376	-404	258	-261	389	-391
2/12/2012	404	-386	390	-400	422	-368	389	-401	265	-262	395	-395
3/12/2012	413	-385	394	-404	430	-368	408	-390	267	-265	400	-397
4/12/2012	420	-383	398	-405	430	-373	425	-378	269	-267	405	-400
5/12/2012	432	-392	409	-415	431	-393	445	-379	275	-274	414	-410
6/12/2012	447	-407	423	-430	432	-421	465	-388	284	-285	4300	-423
7/12/2012	438	-407	422	-423	414	-430	459	-386	279	-284	425	-420
8/12/2012	423	-406	416	-413	396	-433	444	-385	274	-279	415	-414
9/12/2012	412	-404	411	-406	386	-430	428	-389	270	-274	408	-409
10/12/2012	409	-405	411	-403	386	-428	414	-400	270	-272	406	-408
11/12/2012	408	-406	408	-406	390	-424	405	-408	271	-271	406	-408
12/12/2012	406	-404	402	-408	394	-416	397	-413	270	-270	404	-406
13/12/2012	408	-400	397	-411	400	-408	393	-415	269	-269	403	-405
14/12/2012	409	-396	394	-411	407	-398	392	-413	268	-268	402	-402
15/12/2012	402	-386	387	-401	406	-383	386	-403	263	-262	394	-394
16/12/2012	410	-387	390	-407	416	-380	394	-402	267	-265	398	-398
17/12/2012	407	-385	390	-403	417	-376	399	-394	265	-263	397	-395
18/12/2012	408	-382	390	-399	416	-374	406	-384	263	-263	396	-394
19/12/2012	402	-377	385	-394	409	-370	409	-370	260	-260	391	-388
20/12/2012	404	-375	389	-390	406	-373	417	-362	260	-259	392	-387
21/12/2012	414	-385	396	-402	408	-391	430	-369	266	-266	401	-398
22/12/2012	412	-386	395	-402	398	-399	432	-365	265	-266	400	-397
23/12/2012	407	-386	396	-397	388	-406	426	-367	264	-265	398	-396
24/12/2012	403	-388	396	-395	379	-412	420	-371	262	-265	396	-395
25/12/2012	380	-392	384	-388	371	-401	411	-361	257	-259	389	-384
26/12/2012	375	-390	385	-381	364	-401	382	-383	254	-257	382	-383
27/12/2012	375	-387	385	-377	368	-394	369	-392	254	-254	379	-382
28/12/2012	370	-378	380	-368	370	-379	356	-392	248	-250	373	-375
29/12/2012	381	-370	369	-382	377	-374	357	-395	250	-251	374	-377

Pada tabel skema II berisi hasil perhitungan dengan bantuan tabel II yaitu mengalikan data pasang surut dengan harga pengali pada tabel II untuk pengamatan setiap hari. Pada tabel II berisi deretan bilangan -1 dan 1 kecuali bilangan 0 yang tidak dimasukkan dalam perkalian. Skema II terdiri dari bagian kolom yang berisi parameter $X_0, X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_4$ dan Y_4 . Kemudian dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan bilangan yang dikalikan dengan -1 dan hal yang sama juga dilakukan untuk penjumlahan dengan bilangan 1.

Tabel 10. Skema III hasil perhitungan *admiralty* bulan Desember 2012

Tanggal/bulan/tahun	Konstanta Pasang Surut (cm)						
1/12/2012	780	52	-10	276	-280	-26	-14
2/12/2012	790	176	-96	542	-120	26	-2
3/12/2012	798	283	-105	625	179	25	29
4/12/2012	803	365	-77	571	469	25	61
5/12/2012	824	396	-56	374	656	3	42
6/12/2012	853	400	-74	104	770	-14	66
7/12/2012	845	302	-12	-160	734	-42	54
8/12/2012	829	166	26	-362	586	-48	10
9/12/2012	817	83	47	-439	393	-34	-7
10/12/2012	814	31	81	-421	145	-20	-11
11/12/2012	814	15	19	-347	-31	-8	-19
12/12/2012	810	21	-57	-227	-157	4	-21
13/12/2012	808	87	-131	-79	-219	-1	-21
14/12/2012	804	134	-172	94	-214	-5	-4
15/12/2012	788	162	-144	230	-170	12	-4
16/12/2012	796	231	-171	355	-75	19	-3
17/12/2012	792	226	-128	412	52	12	18
18/12/2012	790	260	-88	420	216	-1	16
19/12/2012	779	248	-82	386	386	-6	24
20/12/2012	779	287	-15	327	545	10	41
21/12/2012	799	291	-61	177	615	4	33
22/12/2012	797	259	-69	-9	669	-6	35
23/12/2012	793	210	-10	-184	590	-6	16
24/12/2012	791	145	15	-329	485	-24	13
25/12/2012	773	-119	-41	-303	503	-17	51
26/12/2012	766	-153	37	-373	-7	-30	-11
27/12/2012	761	-120	80	-258	-232	-4	-30
28/12/2012	748	-86	118	-88	-362	-28	-20
29/12/2012	751	114	-134	26	-382	-3	-34

Pada skema III setiap kolom berisi perkalian perhitungan dari kolom – kolom pada skema II. Skema III terdapat prosedur pengisian kolom yaitu menjumlahkan X_1 (+) dengan X_1 (-) tanpa melihat tanda (+ dan -) yang merupakan penjumlahan dari masing – masing data perbaris pada skema I akan menghasilkan kolom X_0 . Kemudian untuk kolom X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 dan Y_4 dapat diperoleh dengan cara menjumlahkan masing – masing tanda (+ dan -).

Tabel 11. Hasil perhitungan tabel II *admiralty* bulan Desember 2012

Tanggal/bulan/tahun	Hasil Perhitungan Konstanta Pasang Surut (cm)						
1/12/2012	1	1	0	-1	1	1	0
2/12/2012	1	1	-1	-1	1	1	-1
3/12/2012	1	1	-1	1	1	-1	-1
4/12/2012	1	1	-1	1	1	-1	-1
5/12/2012	1	-1	-1	1	1	-1	1
6/12/2012	1	-1	-1	1	-1	1	1
7/12/2012	1	-1	-1	1	-1	1	1
8/12/2012	1	-1	0	-1	-1	1	0
9/12/2012	1	-1	1	-1	-1	1	-1
10/12/2012	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
11/12/2012	1	-1	1	-1	1	-1	-1
12/12/2012	1	1	1	-1	1	-1	1
13/12/2012	1	1	1	1	1	-1	1
14/12/2012	1	1	1	1	1	1	1
15/12/2012	1	1	0	1	0	1	0
16/12/2012	1	1	-1	1	-1	1	-1
17/12/2012	1	1	-1	1	-1	-1	-1
18/12/2012	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
19/12/2012	1	-1	-1	-1	-1	-1	1
20/12/2012	1	-1	-1	-1	1	-1	1
21/12/2012	1	-1	-1	-1	1	1	1
22/12/2012	1	-1	0	-1	1	1	0
23/12/2012	1	-1	1	1	1	1	-1
24/12/2012	1	-1	1	1	1	1	-1
25/12/2012	1	-1	1	1	-1	-1	-1
26/12/2012	1	1	1	1	-1	-1	1
27/12/2012	1	1	1	1	-1	-1	1
28/12/2012	1	1	1	-1	-1	1	1
29/12/2012	1	1	0	-1	-1	1	0

Pada perhitungan tabel II merupakan konstanta pengali untuk menyusun skema II yang berisi bilangan -1, 0 dan 1 untuk perkalian pada skema II.

Tabel 12. Skema IV hasil perhitungan *admiralty* bulan Desember 2012

Konstanta Pasang Surut (cm)	
231	0
447	-131
-962	-846
-322	951
632	-668
114	-484
134	574
371	-835
-709	-353
818	130
251	460
233	-388
-234	-443
-167	-30
-106	-9

Pada tabel skema IV berisi bilangan – bilangan yang dibantu dengan tabel III. Pada kolom X (tambahan) berisi penjumlahan dari nilai X_0 dari skema III dengan faktor pengali dari tabel III. Perkalian dilakukan per baris begitu selanjutnya. Skema IV terdiri dari parameter X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 dan Y_4 yang menghasilkan indeks kombinasi pada skema IV tersebut.

Tabel 13. Hasil perhitungan tabel III *admiralty* bulan Desember 2012

Hasil Perhitungan Konstanta Pasang Surut (cm)							
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	-0,08	0	0
0	0,07	0	0	-0,02	1	0	0,02
0	0	0	0	0	0	0	0
0	-0,03	1	-0,03	0	0	0	0
0	1	0,015	0,04	0	-0,058	0	-0,04
0	-0,06	0	1	0	0	0	0
0	0,03	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0,08
0	0	0	0	1	-0,08	0	0
0	0,07	0	0	-0,02	1	0	0,03
0	0	0	0	0	0	0	0
0	-0,03	1	-0,03	0	0	0	0
0	1	0,02	0,03	0	-0,06	0	-0,04
0	-0,06	0	1	0	0	0	0
0	0,03	0	0	0	0	0,01	1
0	0	0	0	0	0	1	0,08

Pada perhitungan tabel III pengali untuk menyusun perhitungan pada skema IV yaitu harga X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 dan Y_4 terhadap skema II.

Tabel 14. Skema V hasil perhitungan *admiralty* bulan Desember 2012

Konstanta (cm)	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4
231	231	0	0	0	0	0	0	0
447	0	0	0	0	447	-357	0	0
-191	0	-134	0	0	38	-191	0	-38
112	0	0	0	0	0	0	0	0
134	0	-40	134	-40	0	0	0	0
725	0	725	109	275	14	-420	0	-254
358	0	-21	0	358	0	0	0	0
676	0	20	0	0	0	0	0	676
-158	0	0	0	0	0	0	-158	-13

Pada tabel skema V berisi penjumlahan dari skema IV hasil akhir yang membedakan nilai komponen positif ataupun negatif.

Tabel 15. Skema VI hasil perhitungan *admiralty* bulan Desember 2012

Konstanta (cm)	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4
-131	0	0	0	0	-131	105	0	0
-406	0	-284	0	0	81	-406	0	-122
470	0	0	0	0	0	0	0	0
574	0	-172	574	-172	0	0	0	0
-154	0	-154	-232	-494	0	880	0	540
381	0	-229	0	381	0	0	0	0
-622	0	-19	0	0	0	0	-6	-622
-136	0	0	0	0	0	0	-136	-11

Pada tabel skema VI pada bagian kolom berisi nilai – nilai komponen harmonik pasang surut untuk S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 dan MS_4 . Kemudian bagian baris berisi nilai - nilai perhitungan dari skema V.

Tabel 16. Hasil penyusunan skema VII bulan Desember 2012

Nomor	Konstanta Komponen Pasang Surut (cm)									
	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
1	231	707	145	593	452	-269	-158	372	0	0
2	0	-161	551	314	-123	-308	-142	-215	0	0
3	231	176	570	320	468	409	213	429	0	0
4	696	559	448	566	439	565	507	535	0	0
5	0	1,1	1	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	160	0
6	0	1	36,2	1	0,9	1	1	36,2	0	0
7	0	133	0	9,3	77,3	137	0	0	0	0
8	0	112	0	55,4	330	142	0	0	0	0
9	0	18,7	0	196	13,8	4,9	0	0	0	0
10	0	264	0	260	421	283	528	264	0	0
11	0	-1	0	-1	1,3	9,1	-2	-1	0	0
12	0	0	-201	-10	-16	0	0	-201	0	0
13	0	333	345	327	173	160	307	318	0	0
14	0	294	75,3	79,3	345	229	222	330	0	0
15	0	890	-159	655	925	681	106	-110	0	0
16	0	720	180	360	720	360	720	144	267	-265
17	331,8	28,4	0,4	5	10,2	5,5	0,3	0	0,1	3,4
18	0	170	-339	295	205	321	335	-254	-339	205

Skema VII berisi besaran – besaran dari konstanta – konstanta pasang surut yang akan dihitung pada skema VIII.

Skema VIII berisi perhitungan besaran – besaran w dan $(1 + W)$ dari konstanta – konstanta pasang surut sebagai berikut :

w dan $W+1$ untuk S_2 , MS_4

$$K_1 : V = 421$$

$$K_1 : u = 1,3$$

$$V + u = 422$$

$$S_2: w/f = -12,6$$

$$S_2: W/f = 0,2$$

$$K_2 : f = 159$$

$$w = -201$$

$$W = 35,2$$

$$1 + W = 36,2$$

w dan W+1 untuk K_1

$$K_1:2V = 843$$

$$K_1 : u = 1,3$$

$$2V + u = 844$$

$$S_2:w*f = -18,5$$

$$S_2:W*f = -0,14$$

$$K_2 : f = 1,18$$

$$w = -15,7$$

$$W = -0,12$$

$$1 + W = 36,2$$

w dan W+1 untuk N_2

$$M_2:3V = 792$$

$$N_2:2V = 521$$

$$3V - 2V = 272$$

$$w = -10,3$$

$$1 + W = 1,02$$

Skema VIII merupakan skema terakhir dalam pengerjaan perhitungan menggunakan metode *admiralty* dan memperoleh nilai yaitu amplitudo dan beda fase yang sesuai dari skema VII. Pada pengolahan skema VIII terdapat hal yang paling penting yaitu penggunaan tabel parameter w/f dan W/f yang diperoleh dengan cara menginterpolasi hasil $V + u$ untuk MS_4 dan S_2 dan nilai $2V + u$ untuk K_1 .

Tabel 17. Komponen harmonik pasang surut bulan Desember 2012 di Tanjung Lesung

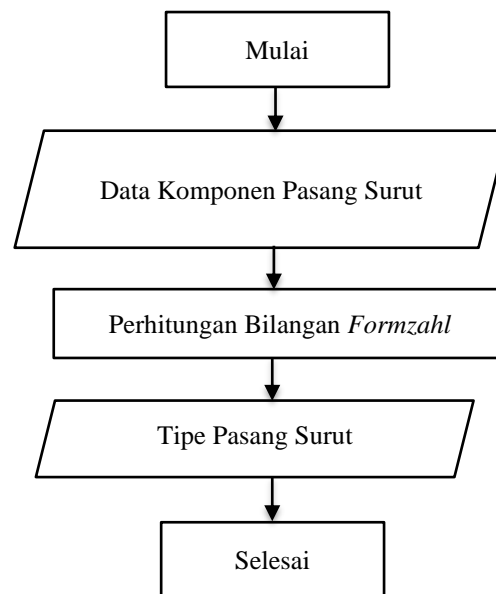
Komponen Pasang Surut (cm)	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
Amplitudo (cm)	332	28,4	0,4	5	10,2	5,5	0,3	0	0,1	3,4
Beda fase (cm)	0	170	-339	295	205	321	335	-254	-339	205

Pada tabel 15 terdapat 9 komponen harmonik pasang surut yaitu S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , dan MS_4 . Komponen pembangkit pasang surut tertinggi pada bulan Mei 2012 terdapat komponen S_0 yang berguna dalam menentukan MSL laut yaitu sebesar 332 cm dan komponen pasang surut tertinggi yaitu M_2 sebesar 28,4 cm dan komponen pasang surut terendah terdapat pada S_2 dan K_2 sebesar -339.

3.2.2.3. Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut dapat ditentukan dengan cara menghitung bilangan *formzahl* menggunakan komponen pasang surut yaitu pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan *formzahl* menggunakan rumus akan diketahui tipe pasang surut. (Pranowo dan Supriyadi, 2019)

Berikut ini merupakan diagram untuk menentukan tipe pasang surut sebagai :



Gambar 10. Diagram alir tipe pasang surut.

Perhitungan tipe pasang surut Tanjung Lesung menggunakan rumus bilangan *formzahl* sebagai berikut :

1. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Januari – 29 Januari Tahun 2008
 $(23,7 + 41,8) / (33,3 + 0,9) = 1,5$
2. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Januari – 29 Januari Tahun 2009
 $(9,4 + 9,8) / (32,1 + 0,6) = 0,6$
3. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Januari – 29 Januari Tahun 2010
 $(7,7 + 14,9) / (31,1 + 0,3) = 0,7$
4. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Januari – 29 Januari Tahun 2011
 $(22,4 + 14,9) / (30,5 + (-0,2)) = 1,2$

5. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Januari – 29 Januari Tahun 2012
 $(25,4 + 33,8) / (17,9 + 0,2) = 3,3$
6. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Mei – 29 Mei Tahun 2008
 $(9,5 + 13,2) / (31,5 + (-0,6)) = 0,7$
7. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Mei – 29 Mei Tahun 2009
 $(16,3 + 33,5) / (29,6 + 0,4) = 1,7$
8. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Mei – 29 Mei Tahun 2010
 $(7,5 + 11,3) / (30,6 + (-0,3)) = 0,6$
9. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Mei – 29 Mei Tahun 2011
 $(7 + 16) / (30,7 + 0,3) = 0,7$
10. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Mei – 29 Mei Tahun 2012
 $(9,5 + 16,3) / (33,2 + (-0,4)) = 0,8$
11. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Desember – 29 Desember Tahun 2008
 $(9,7 + 19,3) / (31,8 + 0,5) = 0,9$
12. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Desember – 29 Desember Tahun 2009
 $(8,3 + 20,1) / (30 + 0,6) = 0,9$
13. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Desember – 29 Desember Tahun 2010
 $(7,9 + 16,8) / (30,8 + (-2,1)) = 0,9$
14. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Desember – 29 Desember Tahun 2011
 $(6,8 + 15,3) / (29,4 + 22) = 0,7$
15. Perhitungan tipe pasang surut tanggal 1 Desember – 29 Desember Tahun 2012
 $(5,5 + 10,2) / (28,4 + 0,4) = 0,8$

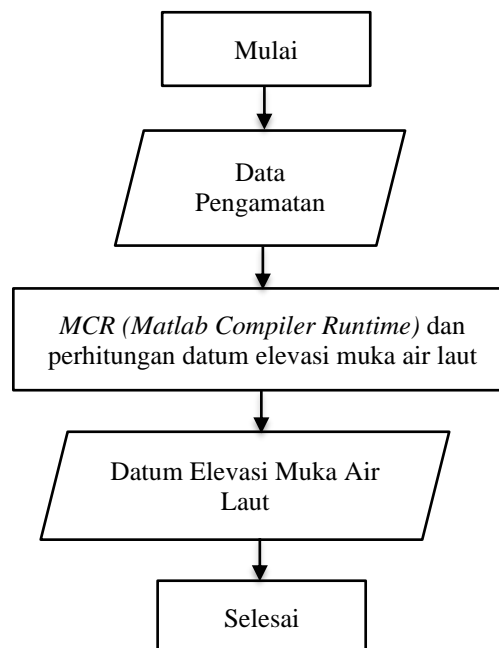
Tabel 18. Pengelompokkan tipe pasang surut (Sumber: Pranowo dan Supriyadi, 2019)

Nilai Bentuk	Jenis Pasut	Fenomena
$0 < F < 0,25$	Harian Ganda (<i>semi diurnal tide</i>)	2 kali pasang sehari memiliki tinggi relatif sama.
$F > 3$	Harian Tunggal (<i>diurnal tide</i>)	1 kali pasang sehari saat <i>spring</i> dapat terjadi 2 kali pasang dalam sehari.
$1,5 < F < 3$	Campuran Tunggal (<i>mixed tide prevelailing diurnal tide</i>)	1 kali atau dapat 2 kali pasang sehari memiliki interval yang berbeda – beda.
$0,25 < F < 1,5$	Campuran Ganda (<i>mixed tide prevelailing semidiurnal tide</i>)	2 kali pasang sehari memiliki perbedaan tinggi dan interval yang berbeda – beda.

3.2.2.4. Datum Elevasi Muka Air Laut

Datum elevasi muka air laut dapat ditentukan dengan cara melakukan perhitungan data pengamatan pasang surut untuk menentukan nilai datum elevasi muka air laut menggunakan *MCR (matlab compiler runtime)*.

Berikut diagram alir penentuan nilai datum elevasi muka air laut :



Gambar 11. Diagram alir datum elevasi muka air.

Berikut ini merupakan perhitungan datum elevasi muka air laut menggunakan rumus datum elevasi muka air laut :

1. Perhitungan datum HHWL muka air laut tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung

Tabel 19. Perhitungan HHWL pada bulan Januari tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan HHWL
2008	$320 + 33,3 + 0,9 + 0,3 + 41,8 + 23,7 + 13,8 = 433$
2009	$326 + 32,1 + 9,8 + 9,4 + 3,2 = 380$
2010	$321 + 31,1 + 0,3 + 0,1 + 14,9 + 7,7 + 4,9 = 380$
2011	$318 + 30,5 + 14,9 + 22,4 + 4,9 = 391$
2012	$221 + 17,9 + 0,2 + 0,1 + 33,8 + 25,4 + 11,1 = 310$

Tabel 20. Perhitungan HHWL pada bulan Mei tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan HHWL
2008	$323 + 31,5 + (-1) + 13,2 + 9,5 + 4,4 = 381$
2009	$319 + 29,6 + 0,4 + 0,1 + 33,5 + 16,3 + 11,1 = 410$
2010	$336 + 30,6 + 11,3 + 7,5 + 3,7 = 389$
2011	$334 + 30,7 + 0,3 + 0,1 + 16 + 7 + 5,3 = 393$
2012	$339 + 33,2 + 16,3 + 9,5 + 5,4 = 404$

Tabel 21. Perhitungan HHWL pada bulan Desember tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan HHWL
2008	$337 + 31,8 + 0,5 + 0,1 + 19,3 + 9,7 + 6,4 = 405$
2009	$327 + 30 + 0,6 + 0,2 + 20,1 + 8,3 + 6,6 = 392$
2010	$345 + 30,8 + (-2) + (-1) + 16,8 + 7,9 + 5,6 = 403$
2011	$339 + 29,4 + 2,2 + 0,6 + 15,3 + 6,8 + 5,1 = 398$
2012	$332 + 28,4 + 0,4 + 0,1 + 10,2 + 5,5 + 3,4 = 380$

2. Perhitungan datum MHWL muka air laut tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung

Tabel 22. Perhitungan MHWL pada bulan Januari tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MHWL
2008	$320 + 33,3 + 41,8 + 23,7 = 419$
2009	$326 + 32,1 + 9,8 + 9,4 = 377$
2010	$321 + 31,1 + 14,9 + 7,7 = 375$
2011	$318 + 30,5 + 14,9 + 22,4 = 386$
2012	$221 + 17,9 + 33,8 + 25,4 = 298$

Tabel 23. Perhitungan MHWL pada bulan Mei tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MHWL
2008	$323 + 31,5 + 13,2 + 9,5 = 377$
2009	$319 + 29,6 + 33,5 + 16,3 = 398$
2010	$336 + 30,6 + 11,3 + 7,5 = 385$
2011	$334 + 30,7 + 16 + 7 = 388$
2012	$339 + 33,2 + 16,3 + 9,5 = 398$

Tabel 24. Perhitungan MHWL pada bulan Desember tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MHWL
2008	$337 + 31,8 + 19,3 + 9,7 = 398$
2009	$327 + 30 + 20,1 + 8,3 = 385$
2010	$345 + 30,8 + 16,8 + 7,9 = 401$
2011	$339 + 29,4 + 15,3 + 6,8 = 390$
2012	$332 + 28,4 + 10,2 + 5,5 = 376$

3. Perhitungan datum MHWS muka air laut tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung

Tabel 25. Perhitungan MHWS pada bulan Januari tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MHWS
2008	$320 + 33,3 + 0,9 = 354$
2009	$326 + 32,1 = 358$
2010	$321 + 31,1 + 0,3 = 353$
2011	$318 + 30,5 = 349$
2012	$221 + 17,9 + 0,2 = 239$

Tabel 26. Perhitungan MHWS pada bulan Mei tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MHWS
2008	$323 + 31,5 + (-1) = 354$
2009	$319 + 29,6 + 0,4 = 349$
2010	$336 + 30,6 = 366$
2011	$334 + 30,7 + 0,3 = 365$
2012	$339 + 33,2 = 372$

Tabel 27. Perhitungan MHWS pada bulan Desember tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MHWS
2008	$337 + 31,8 + 0,5 = 369$
2009	$327 + 30 + 0,6 = 357$
2010	$345 + 30,8 + (-2) = 374$
2011	$339 + 29,4 + 2,2 = 371$
2012	$332 + 28,4 + 0,4 = 361$

4. Perhitungan datum LLWL muka air laut tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung

Tabel 28. Perhitungan LLWL pada bulan Januari tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan LLWL
2008	$320 - (33,3 + 0,9 + 0,3 + 41,8 + 23,7 + 13,8) = 206$
2009	$326 - (32,1 + 9,8 + 9,4 + 3,2) = 271$
2010	$321 - (31,1 + 0,3 + 0,1 + 14,9 + 7,7 + 4,9) = 263$
2011	$318 - (30,5 + 14,9 + 22,4 + 4,9) = 246$
2012	$221 - (17,9 + 0,2 + 0,1 + 33,8 + 25,4 + 11,1) = 133$

Tabel 29. Perhitungan LLWL pada bulan Mei tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan LLWL
2008	$323 - (31,5 + (-1) + 13,2 + 9,5 + 4,4) = 266$
2009	$319 - (29,6 + 0,4 + 0,1 + 33,5 + 16,3 + 11,1) = 228$
2010	$336 - (30,6 + 11,3 + 7,5 + 3,7) = 283$
2011	$334 - (30,7 + 0,3 + 0,1 + 16 + 7 + 5,3) = 275$
2012	$339 - (33,2 + 16,3 + 9,5 + 5,4) = 275$

Tabel 30. Perhitungan LLWL pada bulan Desember tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan LLWL
2008	$337 - (31,8 + 0,5 + 0,1 + 19,3 + 9,7 + 6,4) = 269$
2009	$327 - (30 + 0,6 + 0,2 + 20,1 + 8,3 + 6,6) = 261$
2010	$345 - (30,8 + (-2) + (-1) + 16,8 + 7,9 + 5,6) = 287$
2011	$339 - (29,4 + 2,2 + 0,6 + 15,3 + 6,8 + 5,1) = 280$
2012	$332 - (28,4 + 0,4 + 0,1 + 10,2 + 5,5 + 3,4) = 284$

5. Perhitungan datum MLWL muka air laut tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung

Tabel 31. Perhitungan MLWL pada bulan Januari tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MLWL
2008	$320 - (33,3 + 41,8 + 23,7) = 221$
2009	$326 - (32,1 + 9,8 + 9,4) = 274$
2010	$321 - (31,1 + 14,9 + 7,7) = 268$
2011	$318 - (30,5 + 14,9 + 22,4) = 251$
2012	$221 - (17,9 + 33,8 + 25,4) = 144$

Tabel 32. Perhitungan MLWL pada bulan Mei tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MLWL
2008	$323 - (31,5 + 13,2 + 9,5) = 269$
2009	$319 - (29,6 + 33,5 + 16,3) = 240$
2010	$336 - (30,6 + 11,3 + 7,5) = 286$
2011	$334 - (30,7 + 16 + 7) = 280$
2012	$339 - (33,2 + 16,3 + 9,5) = 280$

Tabel 33. Perhitungan MLWL pada bulan Desember tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MLWL
2008	$337 - (31,8 + 19,3 + 9,7) = 276$
2009	$327 - (30 + 20,1 + 8,3) = 268$
2010	$345 - (30,8 + 16,8 + 7,9) = 290$
2011	$339 - (29,4 + 15,3 + 6,8) = 287$
2012	$332 - (28,4 + 10,2 + 5,5) = 288$

6. Perhitungan datum MLWS muka air laut tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung

Tabel 34. Perhitungan MLWS pada bulan Januari tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MLWS
2008	$320 - (33,3 + 0,9) = 286$
2009	$326 - 32,1 = 293$
2010	$321 - (31,1 + 0,3) = 290$
2011	$318 - 30,5 = 288$
2012	$221 - (17,9 + 0,2) = 203$

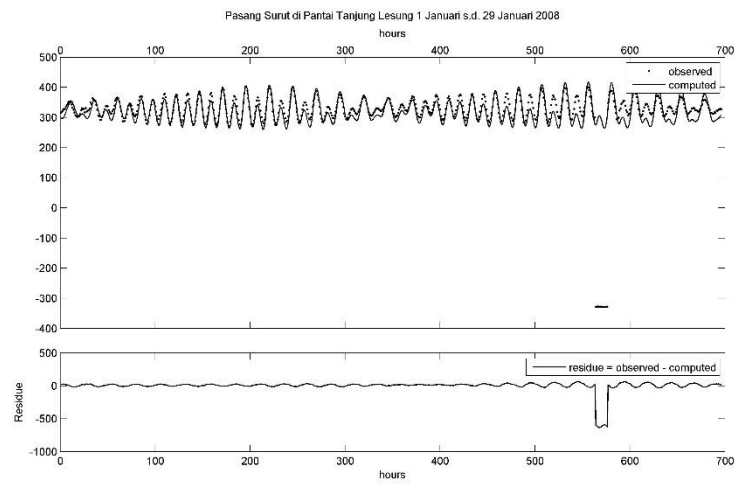
Tabel 35. Perhitungan MLWS pada bulan Mei tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MLWS
2008	$323 - (31,5 + (-1)) = 293$
2009	$319 - (29,6 + 0,4) = 289$
2010	$336 - 30,6 = 305$
2011	$334 - (30,7 + 0,3) = 303$
2012	$339 - 33,2 = 306$

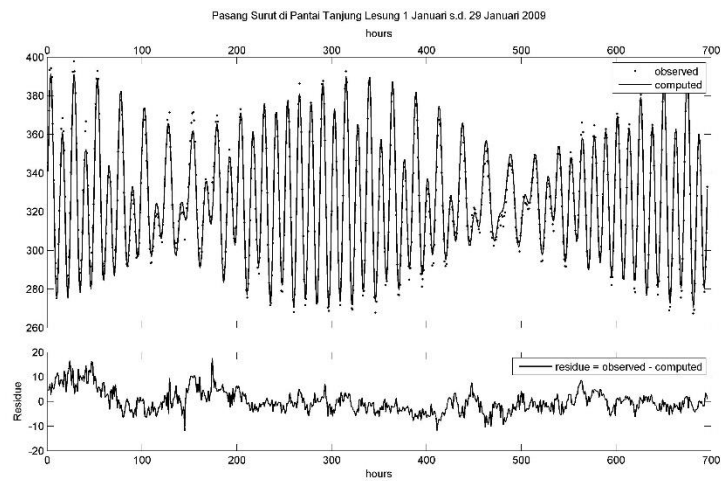
Tabel 36. Perhitungan MLWS pada bulan Desember tahun 2008 - 2012

Tahun	Perhitungan MLWS
2008	$337 - (31,8 + 0,5) = 304$
2009	$327 - (30 + 0,6) = 296$
2010	$345 - (30,8 + (-2)) = 316$
2011	$339 - (29,4 + 2,2) = 307$
2012	$332 - (28,4 + 0,4) = 303$

Berikut ini adalah grafik datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung :

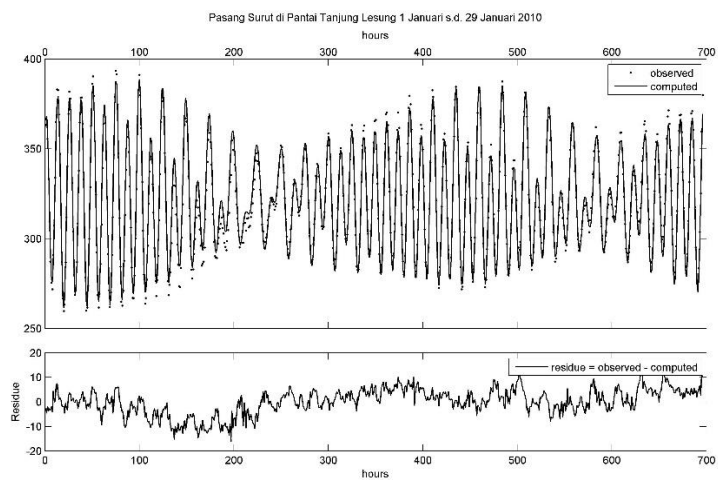


Gambar 12. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2008.

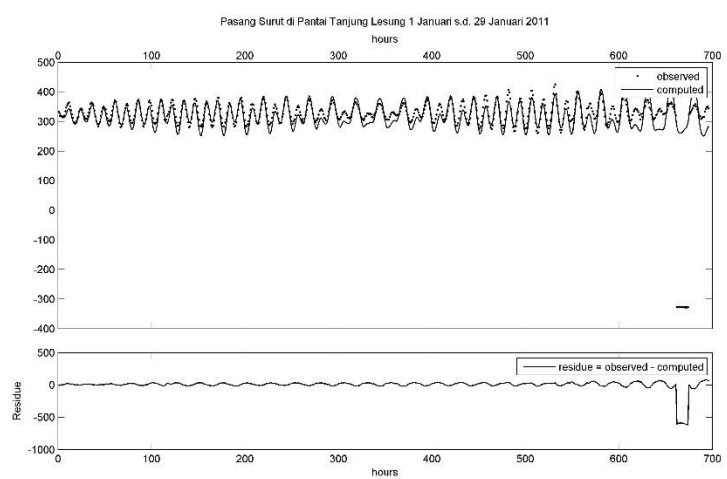


Gambar 13. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2009.

Berikut ini adalah grafik datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung :

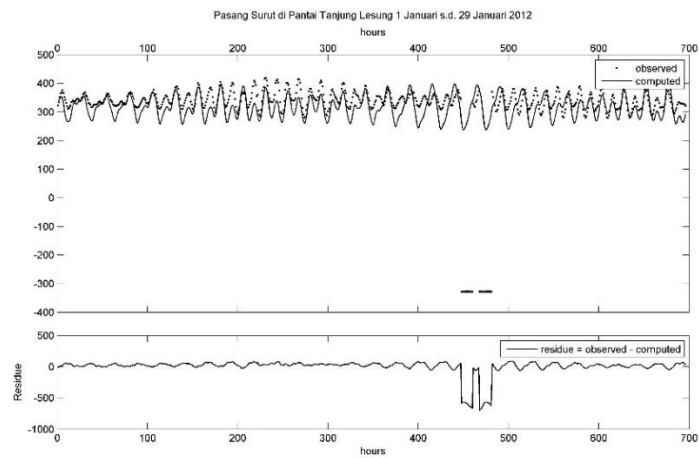


Gambar 14. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2010.

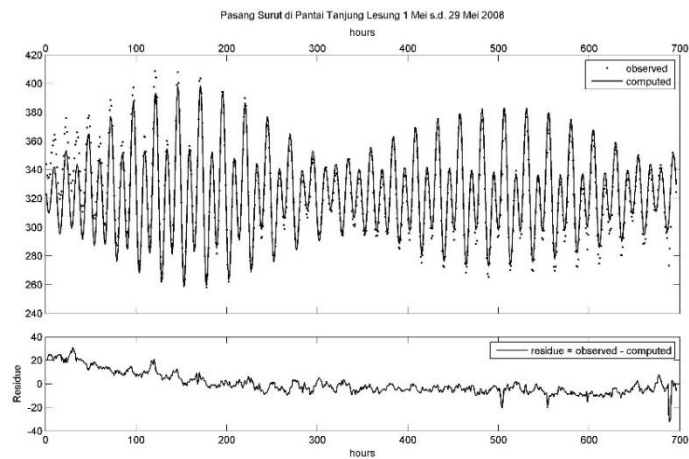


Gambar 15. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2011.

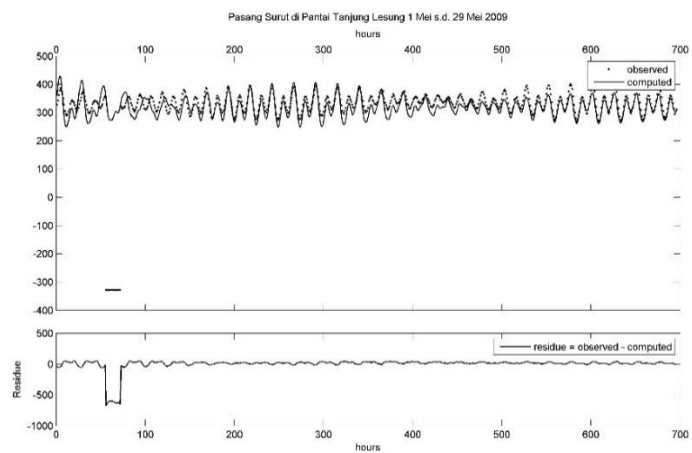
Berikut ini adalah grafik datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung :



Gambar 16. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Januari tahun 2012.

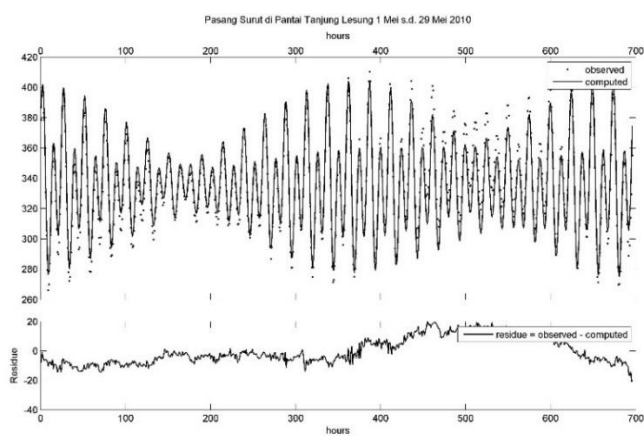


Gambar 17. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2008.

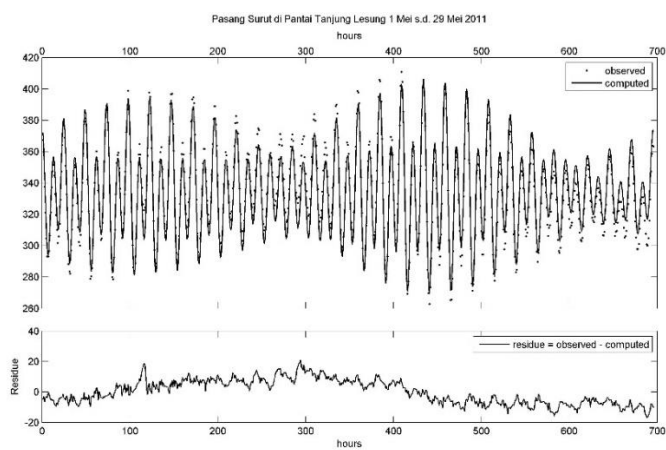


Gambar 18. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2009.

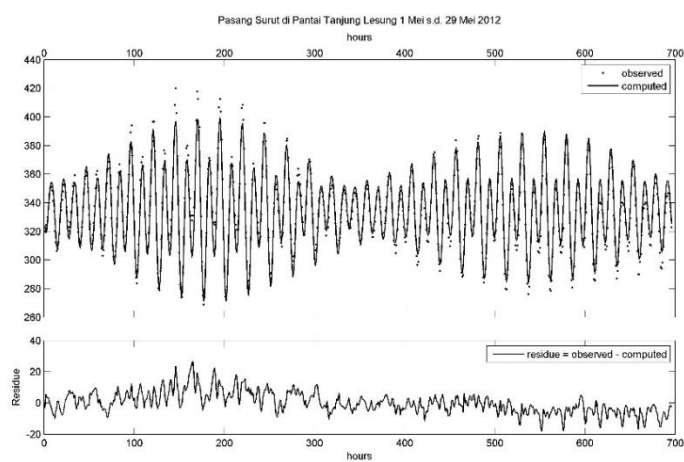
Berikut ini adalah grafik datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung :



Gambar 19. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2010.

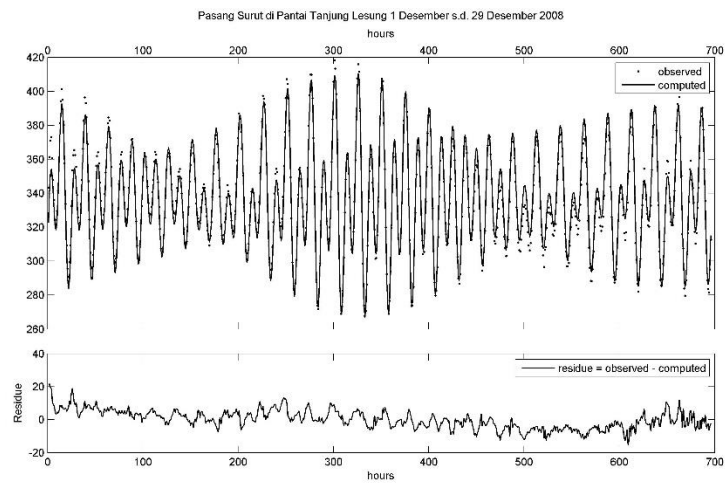


Gambar 20. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2011.

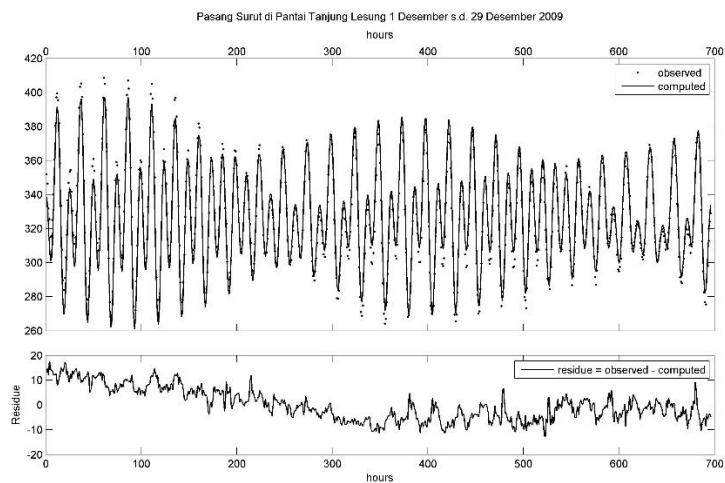


Gambar 21. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Mei tahun 2012.

Berikut ini adalah grafik datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung :

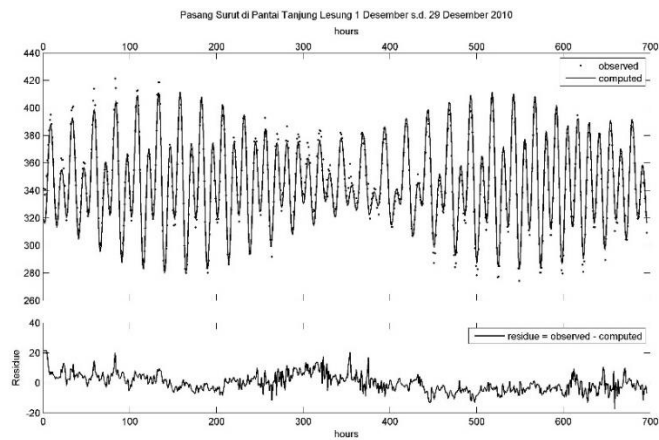


Gambar 22. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2008.

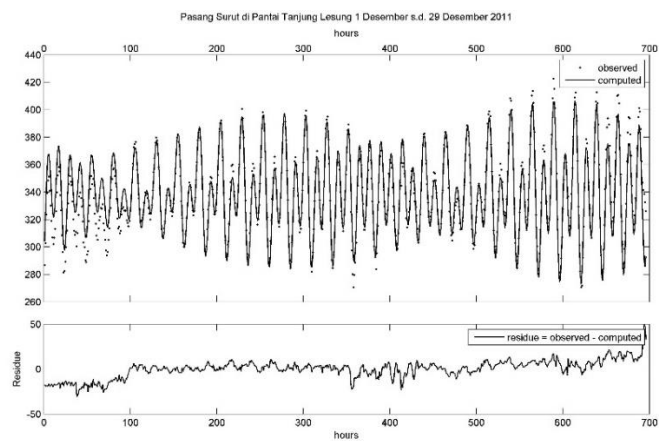


Gambar 23. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2009.

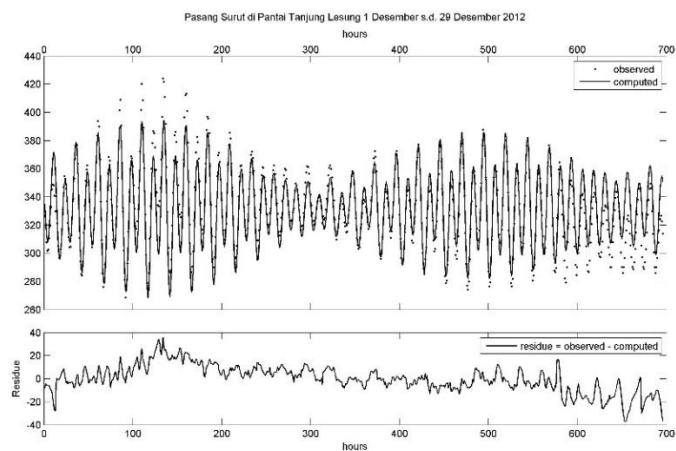
Berikut ini adalah grafik datum elevasi muka air laut di Tanjung Lesung :



Gambar 24. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2010.



Gambar 25. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2011.



Gambar 26. Grafik datum elevasi muka air laut bulan Desember tahun 2012.

Grafik datum elevasi muka air laut pada bulan Januari, Mei dan Desember tahun 2008 - 2012 diatas diperoleh dengan cara memasukkan data elevasi muka air laut selama 29 hari dan diolah menggunakan software matlab dibantu dengan excel dan seperangkat *MCR (Matlab Compiler Runtime)*. Data yang diperoleh yaitu nilai datum elevasi muka air laut dan nilai selisih antara *observasi* dan prediksi datum elevasi muka air laut dengan satuan centimeter pada tanggal 1 Desember – 29 Desember (2008 – 2012) di Tanjung Lesung Provinsi Banten.

3.2.3. RMSE (*Root Mean Square Error*)

Nilai hasil RMSE yang rendah menunjukkan bahwa suatu model prakiraan atau peramalan pasang surut mendekati variasi nilai *observasi* pasang surut yang sebenarnya. RMSE menghitung perbedaan variasi dari masing – masing seperangkat nilai pengamatan dan nilai prediksi.

Langkah – langkah pengujian data menggunakan RMSE HHWL sebagai berikut :

1. Masukkan data nilai HHWL *observasi* dan data peramalan nilai HHWL elevasi muka air laut.

1	Data Observasi	Data Peramalan
2	HHWL Observasi (m)	HHWL Peramalan (m)
3	4.18	4.33
4	4.09	3.81
5	4.12	4.05
6	4.14	3.80
7	4.24	4.10
8	4.09	3.92
9	4.05	3.80
10	4.09	3.89
11	4.06	4.03
12	4.20	3.91
13	4.18	3.93
14	4.09	3.98
15	4.12	3.10
16	4.14	4.04
17	4.24	3.80

Gambar 27. Data HHWL *observasi* dan HHWL peramalan

2. Menghitung selisih pada nilai elevasi muka air laut tertinggi *observasi* dan hasil peramalan elevasi muka air laut tertinggi.

1	Data Observasi	Data Peramalan	Hasil
2	HHWL Observasi (m)	HHWL Peramalan (m)	Nilai
3	4.18	4.33	0.02250
4	4.09	3.81	0.07840
5	4.12	4.05	0.00490
6	4.14	3.80	0.11560
7	4.24	4.10	0.01960
8	4.09	3.92	0.02890
9	4.05	3.80	0.06250
10	4.09	3.89	0.04000
11	4.06	4.03	0.00090
12	4.20	3.91	0.08410
13	4.18	3.93	0.06250
14	4.09	3.98	0.01210
15	4.12	3.10	1.04040
16	4.14	4.04	0.01000
17	4.24	3.80	0.19360

Gambar 28. Perhitungan selisih nilai HHWL *observasi* dan HHWL peramalan

3. Menjumlahkan rata – rata dari seluruh nilai HHWL *observasi* dan nilai hasil HHWL peramalan elevasi muka air laut.

Hasil
Nilai
0.02250
0.07840
0.00490
0.11560
0.01960
0.02890
0.06250
0.04000
0.00090
0.08410
0.06250
0.01210
1.04040
0.01000
0.19360
0.11840

Gambar 29. Perhitungan rata – rata

4. Menghitung nilai RMSE nilai HHWL elevasi muka air laut di Tanjung Lesung.

Rata2	0.11840
RMSE	0.34409

Gambar 30. Hasil RMSE HHWL

Langkah – langkah pengujian data menggunakan RMSE LLWL sebagai berikut :

1. Masukkan data nilai LLWL *observasi* dan data peramalan nilai LLWL elevasi muka air laut.

1	Data Observasi	Data Peramalan
2	LLWL Observasi (m)	LLWL Peramalan (m)
3	2.72	2.06
4	2.67	2.66
5	2.70	2.69
6	2.71	2.71
7	2.80	2.28
8	2.62	2.61
9	2.70	2.63
10	2.70	2.83
11	2.70	2.87
12	2.74	2.46
13	2.82	2.75
14	2.71	2.8
15	2.77	1.33
16	2.71	2.75
17	2.75	2.84

Gambar 31. Data LLWL *observasi* dan LLWL peramalan

2. Menghitung selisih pada nilai elevasi muka air laut terendah *observasi* dan hasil peramalan elevasi muka air laut terendah.

1	Data Observasi	Data Peramalan	Hasil
2	LLWL Observasi (m)	LLWL Peramalan (m)	Nilai
3	2.72	2.06	0.43560
4	2.67	2.66	0.00010
5	2.70	2.69	0.00010
6	2.71	2.71	0.00000
7	2.80	2.28	0.27040
8	2.62	2.61	0.00010
9	2.70	2.63	0.00490
10	2.70	2.83	0.01690
11	2.70	2.87	0.02890
12	2.74	2.46	0.07840
13	2.82	2.75	0.00490
14	2.71	2.8	0.00810
15	2.77	1.33	2.07360
16	2.71	2.75	0.00160
17	2.75	2.84	0.00810

Gambar 32. Perhitungan selisih nilai LLWL *observasi* dan LLWL peramalan

3. Menjumlahkan rata – rata dari seluruh nilai LLWL *observasi* dan nilai hasil LLWL peramalan elevasi muka air laut.

Hasil
Nilai
0.43560
0.00010
0.00010
0.00000
0.27040
0.00010
0.00490
0.01690
0.02890
0.07840
0.00490
0.00810
2.07360
0.00160
0.00810
0.19545

Gambar 33. Perhitungan rata – rata

4. Menghitung nilai RMSE nilai LLWL elevasi muka air laut di Tanjung Lesung.

Rata2	0.19545
RMSE	0.44209

Gambar 34. Hasil RMSE LLWL

3.2.4. Tahap Analisis

Metode analisis yang digunakan untuk proses pengolahan data yaitu metode *admiralty* dan deskriptif komperatif. Metode *admiralty* adalah metode yang menghitung konstanta pasang surut harmonik dengan waktu yang singkat yaitu 29 piantan (Fitriana, Oktaviani, dan Khasanah, 2019; Prayogo 2021). Data pengamatan pasang surut yang digunakan menggunakan tanggal tengah pada tanggal 1 Mei – 29 Mei kurun waktu 5 tahun (2008 - 2012) pengamatan permukaan air laut per-jam. Metode ini digunakan untuk menentukan rata-rata muka air laut (MLR) harian, bulanan, tahunan, atau lainnya. Dalam analisis data pasang surut kuadrat terkecil,

komponen amplitudo dan beda fasa dari persamaan harmonik pasang surut dihitung berdasarkan pengamatan muka air selama periode waktu tertentu, dengan menggunakan komponen - komponen bagian yang diketahui frekuensinya. Banyaknya komponen pasut yang dapat dideskripsikan bergantung pada panjang data, semakin panjang data yang diamati maka semakin banyak komponen pasang surut yang dapat dihasilkan (Denafiar, Nugraha, dan Awaluddin 2017; Supriyono, 2022). Deskriptif komperatif adalah penelitian dengan membandingkan suatu *variable* dari dua sampel atau lebih pada waktu yang berbeda. Analisis pasang surut di Tanjung Lesung ditujukan untuk mengetahui komponen pasang surut dengan menggunakan metode *admiralty* (Mulyabakti, 2016). Perhitungan bilangan *formzahl*, yaitu pembagian amplitudo konstanta pasut diurnal utama dan amplitudo konstanta pasut ganda utama untuk menentukan tipe pasang surut. Menentukan datum elevasi muka air laut menggunakan *MCR (matlab compiler runtime)* dan pengujian validitas menggunakan RMSE. Konsistensi karakteristik pasang surut di Tanjung Lesung diketahui dengan cara menganalisis hasil dari data karakteristik pasang surut yang dominan konsistensi karakteristik pasang surut pada pantai Tanjung Lesung (Jasin dan Jansen, 2019).

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari laporan penelitian skripsi ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Amplitudo harmonik pasang surut tertinggi pada tahun 2008 - 2012 di Tanjung Lesung yaitu K_1 (komponen pasang surut tunggal utama disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari) sebesar 41,8 cm pada bulan Januari tahun 2008 dan amplitudo pasang surut terendah yaitu S_2 (komponen pasang surut ganda utama disebabkan oleh gaya tarik matahari) dengan nilai komponen -2 cm pada bulan Desember tahun 2010.
2. Perairan Tanjung Lesung memiliki tipe pasang surut yaitu tipe pasang surut campuran ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal tide*) tipe pasang surut yang mengalami 2 kali pasang sehari memiliki perbedaan tinggi dan interval yang berbeda.
3. Elevasi muka air laut pada tahun 2008 – 2012 di Tanjung Lesung yang tertinggi (HHWL) sebesar 433 cm dan elevasi muka air terendah (LLWL) sebesar 133 cm dengan level muka air rata – rata (MSL) sebesar 283 cm.

5.2. Saran

Saran yang perlu diperhatikan setelah dilakukannya penelitian ini yaitu untuk penelitian selanjutnya jika menggunakan metode *admiralty* untuk melakukan pemeriksaan terhadap data pengamatan pasang surut dan menganalisis karakteristik perairan sebaiknya perlu dikaitkan lagi dengan faktor oseanografi seperti gelombang agar diperoleh hasil yang representatif tentang studi kelayakan rekayasa suatu wilayah dan diperlukan panjang data 18,6 tahun untuk menentukan datum elevasi suatu wilayah perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, Mikala Faza, and Elis Indrayanti. 2023. "Simulasi Pola Arus Permukaan 2 Dimensi Di Perairan Pulau Nyamuk Taman Nasional Karimunjawa Pada Musim Peralihan II." 05(02): 187–97.
- Chen, Nelson, Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, and Universitas Internasional Batam. 2022. "Analisis Karakteristik Pasang Surut Air Laut Terhadap Elevasi Pada Pelabuhan Perairan Tanjung Uncang." 19(1): 20–27.
- Denafiar, Fadhilla Shara, Arief Laila Nugraha, and Moehammad Awaluddin. 2017. "Pembuatan Program Penentuan Konstanta Harmonik Dan Prediksi Data Pasang Surut Dengan Menggunakan Visual Basic For Application (VBA) Ms. Excel." *Jurnal Geodesi Undip* 6(4): 295–304.
- F Lang, Abigail E et al. 2019. "Perbandingan Hasil Analisis Pasang Surut Di Pelabuhan Perikanan Pantai Tumumpa Menggunakan Metode Kuadrat Terkecil Dan Metode Admiralty." *Lang Jurnal Ilmiah Platax* 10(1): 77–84. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax>.
- Fawaiz S, Ahmad, Danar Guruh P, and M Nur Cahyadi. 2017. "Pengamatan Pasang Surut Air Laut Sesaat Menggunakan GPS Metode Kinematik." *Jurnal Teknik Its* 6(2): G180–85.
- Fitriana, Dina, Nadya Oktaviani, and Isna Uswatun Khasanah. 2019. "Analisa Harmonik Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Pada Stasiun Berjarak Kurang Dari 50 Km Harmonic Analysis With Admiralty Methode on Sea Tides Station Less Than 50 Km." *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 6(1): 38–48.
- Fitriana, Dina, Mufti Petala Patria, and Eko Kusratmoko. 2022. "Karakteristik Pasang Surut Surabaya Diamati Selama 5 Tahun (2015-2020)." *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering* 5(1): 1.

- Handoyo, Gentur, Agus A.D Suryoputro, and Ibnu Pratikyo. 2015. "Konversi Tinggi Pasang Surut Di Perairan Cilacap Terhadap Energi Yang Dihasilkan." *Jurnal Kelautan Tropis* 18(2): 112–20.
- Hidayat, Taufiq et al. 2019. "Kajian Tipe Dan Komponen Pasang Surut Di Pantai Sigandu Kabupaten Batang." *Indonesian Journal of Oceanography* 1(1): 1–5.
- Istiarto. 2015. "Analisis Harmonik Pasang Surut." *Makalah Universitas Gajah Mada* 1(2).
- Jasin, M Ihsan, and Tommy Jansen. 2019. "Analisis Pasang Surut Pada Daerah Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara." *Jurnal Sipil Statik* 7(11): 1515–26.
- Jonathan, Sutrisno. 2023. "Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai." *Jurnal Universitas Sam ratulangi* 21(85). <https://slideplayer.info/slide/14263010/>.
- Khairunnisa, K, Dony Apdillah, and Risandi Dwirama Putra. 2021. "Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Pulau Bintang Bagian Timur Menggunakan Metode Admiralty." *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology* 14(1): 58–69.
- Korto, Jufri, M Ihsan Jasin, and Jeffry D Mamoto. 2015. "Analisis Pasang Surut Di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim Dengan Metode Admiralty." *Sipil Statistik* 3(6): 391–402.
- Kresteva, Gisela Dinda et al. 2020. "Studi Kenaikan Muka Air Laut Di Perairan Kendal." *Jurnal Oseanografi* 3(3): 535–39.
- Kurniawan, Agitha P., and M. Ihsan Jasin J. D. Mamoto. 2019. "Analisis Data Pasang Surut Di Pantai Sindulang Kota Manado." *Jurnal Sipil Statik* 7(5): 567–74.
- Mahatmawati, Anugrah Dewi, Mahfud Efendy, and Aries Dwi Siswanto. 2009. "Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (Mlr) Di Pantai Utara Jawa Timur Dengan Perairan Pantai Jawa Timur." *Jurnal Kelautan* 2(1): 31–39. <https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/view/900/793>.

- Mardika, M. Gilang Indra, and Maryo Inri Pratama. 2021. "Analisis Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Di Wilayah Perairan Muara Sungai Poso." *Original Article Journal of Infrastructure Planning, and Design* 1(2): 1–8.
- Mulyabakti, Chandrika et al. 2016. "Pada Daerah Pantai Paal Kecamatan Likupang Timur." 4(9): 585–94.
- Pranowo, Widodo, and Eko Supriyadi. 2019. "Tidal Analysis in Pamenugpeuk, Belitung, and Sarmi Waters Based on Admiralty Method." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 19(1): 29–38.
- Prayogo, Luhur Moekti. 2021. "Comparison of Admiralty and Least Square Methods for Tidal Analysis in Mandangin Island , Sampang Regency , East Java." (April).
- Sasoeng, Arief A., Steven R. Sentinuwo, and Yaulie D.Y. Rindengan. 2018. "Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Potensi Sumber Daya Alam Di Kabupaten Talaud Berbasis Web." *Jurnal Teknik Informatika* 13(1): 1–8.
- Sasongko, Dwi P. 2014. "Menentukan Tipe Pasang Surut Dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty." *Maspari Journal* 6(1): 1–12.
- Suhaemi, Syafrudin Raharjo, and Marhan. 2018. "Penentuan Tipe Pasang Surut Perairan Pada Alur Pelayaran Manokwari Dengan Menggunakan Metode Admiralty." *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 2(1): 57–64.
- Supriyadi, Eko, Siswanto Siswanto, and Widodo Setiyo Pranowo. 2019. "Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Pameungpeuk, Belitung, Dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 19(1): 29.
- Supriyono, Supriyono, Widodo S. Pranowo, Sofyan Rawi, and Bambang Herunadi. 2022. "Analisa Dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty Dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan Dan Balikpapan)." *Jurnal Chart Datum* 1(1): 9–20.

Ulha Fadika, Aziz Rifai, Baskoro Rochadd. 2014. "16. Ulha." *Arah Dan Kecepatan Angin Musiman Serta Kaitannya Dengan Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Selatan Pangandaran Jawa Barat* 3(3): 429–37. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>.

Wicaksono, Pulung Puji, Gentur Handoyo, and Warsito Atmodjo. 2016. "Analisis Peramalan Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Di Perairan Pantai Widuri Kabupaten Pemalang." *Jurnal Oseanografi* 5(September 2015): 489–95.

Wijaya, M Iskandar, and T Yanuar. 2021. "Characteristics and Tidal Forecasting in Pagar Jaya , Lampung)." : 191–200.

Zakaria, Ahmad. 2015. "Model Periodik dan Stokastik Data Pasang Surut Jam-jaman dari Pelabuhan Panjang." *Jurnal Rekayasa* 19(1).