

**ANALISIS SIMULASI MODEL GELOMBANG PASANG SURUT
DENGAN METODE BEDA HINGGA**

(Skripsi)

**Oleh
SADEWA**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

ANALYSIS AND SIMULATION OF TIDAL WAVE MODEL USING FINITE DIFFERENCE METHOD

Oleh

Sadewa

Indonesia has a very large and wide ocean, the two large oceans in Indonesia are the Indonesian ocean and the Pacific Ocean which is located at the equator which causes tidal conditions of sea water, wave winds and sea currents that branch of mathematics that covers the application of mathematical knowledge to other fields, inspiring and making new mathematical findings, and sometimes its development can lead to the development of other disciplines. The purpose of this study is to predict by calculating the height and speed of tidal waves as the application of the finite difference method in real life. The research method was carried out by visiting the BMK Maritime Meteorology station of Lampung Province to apply for agency data which was then obtained tidal wave data from Marina Beach, South Lampung. The data used in predicting tidal waves is data in vulnerable hours per 5 minutes that is calculated using Matlab software to get tidal wave prediction graphs. The model to predict tides is considered quite good in predicting tides on Marina Beach. Thus the resulting prediction model can be used to forecast or predict the tidal height in Marina Beach, South Lampung in the future. Can be identified as the tidal type of Marina Beach, South Lampung is 1.5. This shows that the type of tides of Marina Beach is the tides leaning towards the double daily where there are 2 tides a day with different height and interval differences.

Key Word : *Analysis, Difference to, Wave, Tidal Wave, Method, Tidal*

ABSTRAK

ANALISIS SIMULASI MODEL GELOMBANG PASANG SURUT DENGAN METODE BEDA HINGGA

Oleh

Sadewa

Indonesia memiliki lautan yang sangat banyak dan luas, dua lautan besar yang terdapat di Indonesia adalah Samudera Indonesia dan Samudera Pasifik yang terletak di garis khatulistiwa yang menyebabkan terdapatnya kondisi pasang surutnya air laut, angin gelombang dan arus laut yang cukup besar. Matematika terapan adalah salah satu cabang matematika yang melibatkan penerapan pengetahuan matematika pada bidang ilmu lainnya, menginspirasi dan membuat penemuan-penemuan matematika baru, dan terkadang perkembangannya dapat mengarah pada pengembangan ilmu lainnya. Tujuan penelitian ini adalah melakukan prediksi dengan menghitung metode beda hingga tinggi dan kecepatan pasang surut yang dapat diterapkan dalam kehidupan nyata. Metode penelitian yang dilakukan dengan mendatangi stasiun Meteorologi BMKG Maritim Provinsi Lampung guna mengajukan permohonan data instansi yang kemudian didapatkan data gelombang pasang surut Pantai Marina, Lampung Selatan. Data yang digunakan dalam memprediksi gelombang pasang surut merupakan data dalam rentan waktu jam per 5 menit yang dihitung menggunakan *software* Matlab untuk mendapatkan gambar grafik prediksi gelombang pasang surut. Model untuk memprediksi pasang surut sudah dianggap cukup baik dalam memprediksi pasang surut air laut pada Pantai Marina. Dengan demikian model prediksi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk melakukan peramalan atau prediksi terhadap ketinggian pasang surut air laut di Pantai Marina, Lampung Selatan di waktu yang akan datang. Dapat diidentifikasi tipe pasang surut dari Pantai Marina, Lampung Selatan adalah 1,5. Ini menunjukkan bahwa pola pasang surut Marina Beach adalah semi-dianal, dengan dua pasang surut tinggi dan dua pasang surut rendah setiap hari dengan ketinggian dan jarak yang bervariasi.

Kata Kunci : Analisis, Beda Hingga, Gelombang, Gelombang Pasang Surut, Metode, Pasang Surut.

**ANALISIS SIMULASI MODEL GELOMBANG PASANG SURUT
DENGAN METODE BEDA HINGGA**

Oleh

Sadewa

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **ANALISIS SIMULASI MODEL
GELOMBANG PASANG SURUT DENGAN
METODE BEDA HINGGA**

Nama Mahasiswa : **Sadewa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1957031018**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. **Komisi Pembimbing**

Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620704 198803 1 002

Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.
NIP. 19731109 200012 2 001

2. **Ketua Jurusan Matematika**

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si
NIP. 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.



Sekretaris : Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Dra. Dorrah Aziz, M.Si



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Dr. Eng Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 September 2023

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Sadewa**
Nomor Pokok Mahasiswa : **1957031018**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **ANALISIS SIMULASI MODEL
GELOMBANG PASANG SURUT DENGAN
METODE BEDA HINGGA**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 08 September 2023

Penulis,



Sadewa

NPM. 1957031018

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Sadewa. Lahir di Tanjung Bulan pada tanggal 04 November 2001, merupakan anak pertama dari dua bersaudara, pasangan Bapak H. Achmad Sodri dan Ibu Hj. Suprapti. Penulis mempunyai adik bernama Alhadi.

Penulis mengawali Pendidikan di SD Negeri 1 Tanjung Bulan pada tahun 2007-2013. Selanjutnya penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Kasui pada tahun 2013-2016 dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di MA Negeri 1 Bandar Lampung jurusan MIPA pada tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu (S1) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung. melalui jalur SMM PTN Barat. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di beberapa organisasi yaitu Generasi Muda HIMATIKA (GEMATIKA) 2019, Natural FMIPA Unila sebagai Anggota Bidang Kaderisasi periode 2020 sampai 2021, Sekertaris Bidang Kaderisasi FMIPA Universitas Lampung tahun 2022.

Pada bulan Januari hingga Februari 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Kecamatan Garuntang Kota Bandarlampung Provinsi Lampung sebagai bentuk pengabdian masyarakat. Selanjutnya pada bulan Juni hingga Agustus 2022 penulis melaksanakan Kuliah Praktek (KP) Periode II di Dinas KOMINFOTIK Provinsi Lampung sebagai bentuk pengembangan diri serta menerapkan ilmu yang telah didapat selama perkuliahan. Selama menjadi mahasiswa penulis sering mengikuti program pelatihan bisnis diluar kampus,

yaitu Siger Business Sprint pada 14 November 2021. Penulis juga aktif dalam kegiatan pengembangan hasil pertanian. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan event organizer dan juga wedding organizer yang terdapat diluar Universitas Lampung.

KATA INSPIRASI

*“Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia
sebaik-baiknya pelindung”
(Q.S Ali Imran : 173)*

*“Siang aku bekerja, Malam aku berdoa dan aku harus sukses”
(H. Achmad Sodri)*

*“Sesuatu yang mudah didapat akan terasa biasa saja, akan
tetapi sesuatu yang sulit didapan akan terasa lebih
bermakna”
(Sadewa)*

*"Jangan mau hidup miskin, bahkan saudara kandungpun
tidak mau menganggap kamu keluarga"
(H. Achmad Sodri)*

*"Tidak ada yang mustahil bagi dia yang mau berusaha"
(Alexander The Great)*

*"Hidupmu adalah cerita yang perlu ditulis. Pastikan itu
adalah cerita yang layak dibaca."
(Mark Twain)*

*"Ini bukanlah sebuah akhir. Itu bahkan bukan awal dari
kesudahannya. Tapi itu mungkin akhir dari sebuah
permulaan"
(Winston Churchill)*

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada saya. Saya persembahkan karya sederhana dengan penuh ketulusan hati sebagai rasa cinta dan sayang saya kepada :

Ibu, Ayah, dan Adik Alhadi

Terima kasih telah memberikan do'a yang tiada henti untuk kelancaran setiap langkah baik dan juga dukungan kepada penulis.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang telah membantu, memberikan motivasi, arahan serta ilmu yang berharga kepada penulis.

Almamater Tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT., yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Simulasi Model Gelombang Pasang Surut dengan Metode Beda Hingga”. terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, saran, serta do’a dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing 1 atas kesabaran dan kesediaannya untuk memberikan bimbingan, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini serta selalu meluangkan waktunya untuk bimbingan.
2. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan saran serta arahan kepada penulis dan selalu meluangkan waktunya untuk bimbingan.
3. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si., selaku Dosen Pembahas skripsi dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan kritik, saran dan masukan yang sangat membantu penulis dalam memperbaiki skripsi dan menyelesaikan perkuliahan dengan baik
4. Ibu Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bantuannya dalam masa perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si, M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng Heri Satria, S.Si., M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Seluruh dosen, Staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang telah banyak membantu selama perkuliahan.
8. Ayah, Ibu, Adik Alhadi yang selalu memberi doa dan dukungan selama perkuliahan serta penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman Matematika 2019, terima kasih atas kebersamaannya.
10. Seluruh pihak yang telah membantu dan terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Bandar Lampung, 08 September
2023
Penulis

Sadewa
NPM. 1957031018

DAFTAR ISI

Halaman	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	i
DAFTAR TABEL	i
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pemodelan Matematika.....	3
2.2 Kemiringan Garis.....	5
2.3 Persamaan Differensial	6
2.4 Persamaan Differensial Biasa	7
2.5 Persamaan Differensial Parsial	8
2.6 Metode Beda Hingga	8
2.7 Fluida	12
2.8 Gelombang Pasang Surut Air Laut	12
2.9 Analisis Harmonik	12
2.10 Nilai <i>Chart datum</i>	13
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Data Penelitian	15
3.3 Metode Penelitian	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.2. Data Analisis Model Gelombang Pasang Surut.....	29

4.2.1	Analisis Harmonik Pengamatan Pasang Surut	29
4.2.2	Perhitungan Nilai <i>Chart datum</i>	31
4.3	Prediksi Gelombang Pasang Surut	33
V.	KESIMPULAN	35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA	37
	LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Kemiringan Garis	5
Gambar 2. Analisis titik tengah pada koordinat kartesius.....	5
Gambar 3. Garis Laju	6
Gambar 4 satu titik tengah Tc	9
Gambar 5. Empat titik Tc	10
Gambar 6. Sembilan titik Tc	11
Gambar 7. Volume kendali dari aliran tidak tunak terbuka	17
Gambar 8. Diagram skematik aliran permukaan bebas	24
Gambar 9. Gelombang pasang surut	26
Gambar 10. Data Pasang Surut Pantai Marina 2023	30
Gambar 11. Nilai Prediksi Gelombang Pasang Surut Pantai Marina.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1 Formula Metode Beda Hingga.....	8
Tabel 2. Data Pasang Surut per 5 Menit	29
Tabel 3 Tipe Pasang Surut Berdasarkan Nilai Bilangan Formzahl.....	30
Tabel 4. Konstanta Harmonik Utama Pantai Marina	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikelilingi dan dipisahkan oleh lautan. Indonesia memiliki lautan yang luas dan mendalam, dengan dua lautan utama yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik, yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa, yang menghasilkan kondisi laut yang signifikan, pola angin, dan arus laut.

Indonesia juga memiliki banyak gunung dari yang berada di laut maupun di darat yang dapat mempengaruhi terbentuknya pasang surut air laut. Perubahan pada permukaan laut dapat mempengaruhi perkembangan sektor tertentu di pesisir, karena banyak pesisir telah diubah menjadi kawasan pariwisata, transportasi, penelitian lepas pantai, pusat industri dan komersial, dan lain-lain. Perubahan pada permukaan air laut ini dapat dimanfaatkan untuk sumber energi. Selain produksi energi, sumber energi pasang surut juga tidak menimbulkan pencemaran sehingga tidak berbahaya bagi alam maupun makhluk hidup.

Pemodelan matematika merupakan salah satu cabang matematika yang memiliki tujuan untuk mewakili dan menjelaskan sistem atau masalah fisik dunia nyata secara lebih terperinci. Representasi matematis yang dihasilkan dari mekanisme ini dikenal dengan “model matematika”. Membuat, menganalisis, dan menggunakan model matematika dianggap sebagai salah satu penerapan matematika yang paling penting. (Widowati dan Sutimin 2007).

Matematika terapan merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang melibatkan implementasi pengetahuan matematika pada bidang lain, menginspirasi dan membuat penemuan-penemuan matematika baru, dan terkadang perkembangannya dapat mengarah pada pengembangan ilmu lainnya. Berdasarkan uraian di atas maka penulis akan membuat penelitian dengan berjudul “Analisis simulasi model gelombang pasang surut dengan metode beda hingga”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah.

Memprediksi dengan menghitung ketinggian dan kecepatan gelombang pasang surut air laut sebagai penerapan metode beda hingga di kehidupan nyata.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Menambah wawasan dalam ilmu matematis.
2. Menjadi referensi bagi peneliti yang ingin mengkaji tentang Analisis simulasi model gelombang pasang surut dengan metode beda hingga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemodelan Matematika

Matematika terapan merupakan salah satu cabang ilmu matematika dimana pengetahuan matematika dapat diterapkan di bidang lain, dapat menginspirasi dan membuat penemuan-penemuan matematika baru, dan kadang kala perkembangannya dapat mengarah pada pengembangan ilmu-ilmu lain.

Menurut Widodadi dan Sutimin (2007), Model matematika banyak digunakan dalam berbagai disiplin ilmu dan bidang, sehingga dapat di implementasikan pada berbagai bidang seperti fisika, biologi dan kedokteran, teknik, ilmu sosial dan ekonomi, bisnis dan keuangan, serta masalah jaringan informasi. Bidang dan jenis aplikasi yang berbeda memerlukan cabang matematika yang berbeda.

Tahapan-tahapan pemodelan matematika adalah sebagai berikut:

1. Mengenali dan menamai variabel bebas dan tak bebas serta memuat asumsi-asumsi seperlunya untuk menyederhanakan fenomena sehingga membuatnya dapat ditelusuri secara matematika.
2. Menerapkan teori matematika yang telah diketahui pada model matematika yang telah dirumuskan guna mendapatkan kesimpulan matematikanya.
3. Mengambil kesimpulan matematika tersebut dan menafsirkan sebagai informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dimodelkan dengan cara memberikan penjelasan atau membuat perkiraan.

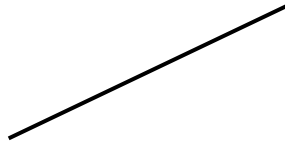
4. Menguji perkiraan terhadap data riil, jika perkiraan yang penulis buat diperluas atau tidak sebanding dengan kenyataan, maka model yang didapat perlu diperhalus atau merumuskan model baru dan memulai daur kembali. Bisa juga dengan memperbaiki asumsi-asumsi diberikan.

Model merupakan representasi sederhana dari suatu realitas yang kompleks (biasanya bertujuan memahami realitas tersebut) dan mempunyai ciri-ciri yang sama dengan replikanya dalam memecahkan masalah. Model yang mewakili sekelompok bentuk suatu masalah dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah didapat. Dalam matematika, teori model adalah ilmu yang merefleksikan konsep matematika melalui konsep himpunan, atau ilmu model yang membawa suatu sistem matematika. Secara umum konsep model merupakan upaya dalam menciptakan tiruan pada suatu fenomena alam. Ada tiga jenis model yaitu model fisik, model analog, dan model matematika. Dalam model fisik, salinan diwujudkan dengan meniru ruang tempat terjadinya fenomena alam. Pada tiruan model analogis dilakukan dengan cara menganalogikan fenomena alam dengan kejadian alam lainnya untuk dijadikan suatu model fisis. Dalam model matematika Replika diterapkan untuk menggambarkan fenomena alam dengan seperangkat persamaan. Penerapan model pada fenomena alamnya bergantung pada keakuratan rumusan persamaan matematika dalam deskripsi fenomena alam yang disimulasikan.

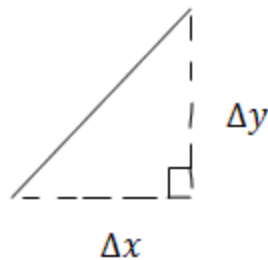
Pemodelan matematika adalah menciptakan deskripsi pada kejadian dunia nyata (fenomena alam) ke dalam bagian-bagian matematika yang dapat disebut dunia matematika. Pemodelan matematika juga merupakan representasi dari objek, proses atau hal lain, pengetahuan tentang model yang seharusnya menganalisisnya.

2.2 Kemiringan Garis

Sebuah garis sembarang

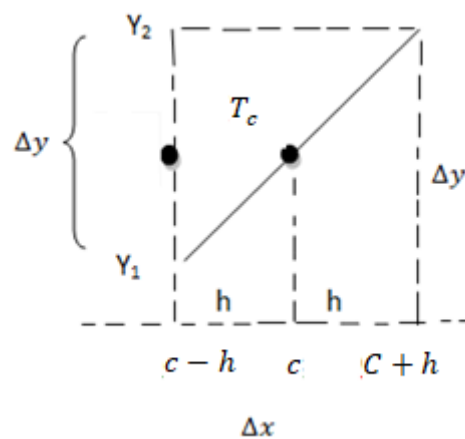


Dengan demikian dapat di lihat sebuah garis miring dengan menyimpulkan kemiringan garis dengan m , maka akan didapatkan rumus mencari kemiringan $\Delta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ dan dapat penulis lihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Kemiringan Garis

Kemudian dari grafik di atas dapat di analisa bahwa titik tengah garis atau disebut *center* dengan menggunakan koordinat kartesius.



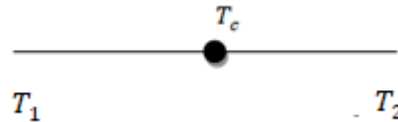
Gambar 2. Analisis titik tengah pada koordinat kartesius

Dari grafik tersebut maka akan didapat suatu persamaan

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{2h} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana y_2 merupakan nilai fungsi $f(c + h) = y_2$ dan y_1 merupakan nilai fungsi $f(c - h) = y_1$

Laju T_c



Gambar 3. Garis Laju

$$T_c = \frac{T_2 - T_1}{2h} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$T_1 =$ Titik awal garis

$T_c =$ Titik tengah garis

$T_2 =$ Titik akhir garis

2.3 Persamaan Differensial

Persamaan diferensial adalah persamaan yang memuat variabel tak bebas dan turunannya terhadap variabel bebas. Berikut adalah contoh persamaan diferensial:

$$1. \frac{d^2y}{dx^2} + xy \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 = 0 \quad (2.3)$$

$$2. \frac{d^4x}{dt^4} + 5 \frac{d^2x}{dt^2} + 3x = \sin t \quad (2.4)$$

$$3. \frac{\partial v}{\partial s} + \frac{\partial v}{\partial t} = v \quad (2.5)$$

$$4. \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0 \quad (2.6)$$

Selanjutnya, persamaan differensial dapat pula dinotasikan sebagai $y' = \frac{dy}{dx}$ atau

$$x' = \frac{dx}{dt}.$$

Persamaan diferensial memiliki peran yang sangat signifikan dalam matematika terutama dalam konteks rekayasa, karena banyak hukum dan keterkaitan fisika dapat diungkapkan secara matematis melalui persamaan diferensial. Persamaan diferensial (biasanya disingkat sebagai PD) dapat dikelompokkan menjadi dua kategori:

1. Persamaan Diferensial Biasa (*Ordinary Differential Equation*)
2. Persamaan Diferensial Parsial (*Partially Differential Equation*) (Az 2015)

2.4 Persamaan Diferensial Biasa

Persamaan diferensial biasa adalah persamaan diferensial yang memuat satu atau lebih fungsi (peubah tak bebas) dan turunannya terhadap satu peubah bebas. Jika di ambil $y(x)$ sebagai fungsi dari satu variabel, di mana x adalah variabel bebas dan y adalah variabel tak bebas, maka persamaan diferensial biasa dapat dinyatakan sebagai

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^n) = 0$$

Persamaan diferensial yang hanya melibatkan satu variabel independent disebut sebagai persamaan diferensial biasa (Hertanto 2010). Berikut merupakan contoh persamaan diferensial biasa:

$$1. \frac{dy}{dx} = e^x + \sin x \quad (2.7)$$

$$2. y'' - 3y' + y = \cos x \quad (2.8)$$

$$3. 3x^2 dx + 2y dy = 0 \quad (2.9)$$

2.5 Persamaan Differensial Parsial

Menurut Maulidi (2018) Persamaan diferensial parsial (PDP) adalah persamaan diferensial yang melibatkan dua atau lebih variabel *independent*. Contohnya persamaan diferensial orde 1 dengan 2 variabel *independent*. x_1 dan x_2 ditulis dalam bentuk $\frac{\delta y}{\delta x_1} = f(x_1, x_2, y)$. Berikut contoh persamaan diferensial parsial

$$a(t, x, y)U_t + b(t, x, y)U_x + c(t, x, y)U_{yy} = f(t, x, y) \dots \dots \dots (2.10)$$

Tabel 1 Formula Metode Beda Hingga

Beberapa formula metode beda hinga		
Turunan Parsial	Aproksima Beda Hingga	Tipe dan orde
$\frac{\partial U}{\partial x} = U_x$	$\frac{U_{i+1}^n - U_i^n}{\Delta x}$	Beda Maju orde 1
$\frac{\partial U}{\partial x} = U_x$	$\frac{U_i^n - U_{i-1}^n}{\Delta x}$	Beda Mundur Orde 1
$\frac{\partial U}{\partial x} = U_x$	$\frac{U_{i+1}^n - U_{i-1}^n}{2\Delta x}$	Beda Pusat Orde 2
$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = U_{xx}$	$\frac{U_{i+1}^n - 2U_i^n + U_{i-1}^n}{\Delta x^2}$	Turunan Parsial Spasial ke 2

Sumber : osf.io/1526f/ (diakses Agustus 2022)

2.6 Metode Beda Hingga

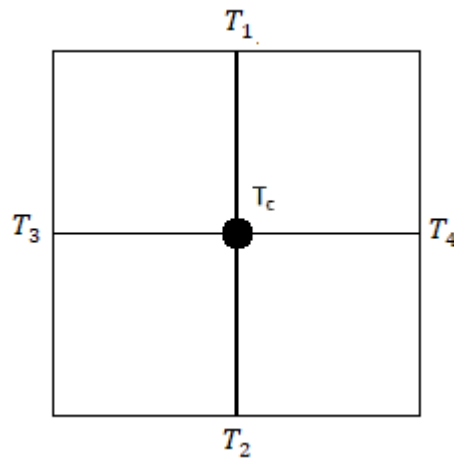
Metode beda hingga atau lebih dikenal dengan *finite difference method* merupakan salah satu metode numerik yang sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknis dan matematis dari suatu fenomena. Prinsipnya adalah turunan persamaan diferensial yang ada diganti dengan diskritisasi beda hingga berdasarkan deret Taylor. Secara fisik deret Taylor dapat

diartikan sebagai tinjauan pada ruang dan waktu (ruang dan waktu), yang dapat dihitung dari besaran itu sendiri pada waktu dan ruang tertentu dengan selisih kecil antara tinjauan ruang dan waktu. (Hasan, 2016).

Metode beda hingga bersifat eksplisit, yaitu keadaan sistem atau solusi variabel pada suatu waktu dapat ditentukan oleh keadaan sistem pada waktu berikutnya. Berbeda dengan metode implisit, metode ini menentukan solusi suatu sistem, sistem harus diselesaikan dalam kedua keadaan, sekarang dan di masa depan.

Metode beda hingga dapat diterapkan dalam analisis numerik, khususnya pada persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial. Prinsipnya adalah dengan mengganti turunan persamaan diferensial yang ada dengan diskritisasi beda. Metode beda hingga bekerja dengan mengubah luas variabel bebas menjadi kisi-kisi berhingga yang disebut *mesh*, di mana variabel terikatnya dapat didekati.

- Satu titik tengah T_c (Temperatur di $^{\circ}C$)



Gambar 4 satu titik tengah T_c

$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 - 4T_c = 0$$

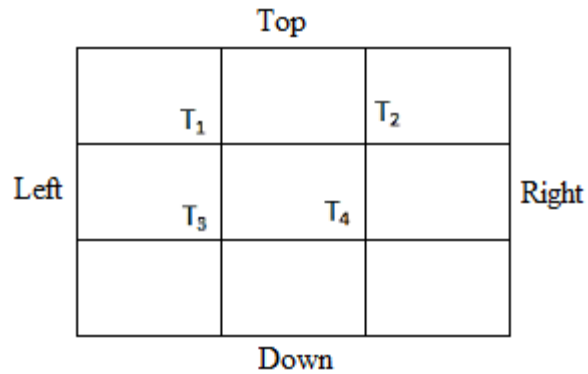
Keterangan:

T_c : Titik tengah garis

T_1 : Titik bagian atas garis

- T_2 : Titik bagian bawah garis
- T_3 : Titik sebelah kiri garis
- T_4 : Titik sebelah kanan garis

– Empat titik T_c



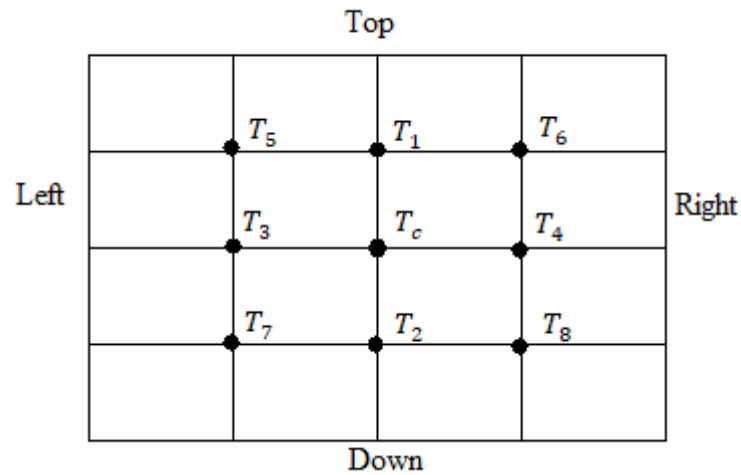
Gambar 5. Empat titik T_c

$$\begin{aligned}
 T_1 : \quad & L + T_2 + T_3 + T - 4T_1 = 0 \\
 T_2 : \quad & T_1 + T_4 + R + T - 4T_2 = 0 \\
 T_3 : \quad & T_4 + D + L + T_2 - 4T_3 = 0 \\
 T_4 : \quad & R + D + T_3 + T_2 - 4T_4 = 0
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- | | |
|--------------------|---|
| T : <i>Top</i> | T_1 : Titik tengah dari T dan T_3 ; L dan T_2 |
| R : <i>Right</i> | T_2 : Titik tengah dari T dan T_4 ; T_1 dan R |
| L : <i>Left</i> | T_3 : Titik tengah dari T_1 dan D ; L dan T_4 |
| D : <i>Down</i> | T_4 : Titik tengah dari T_3 dan R ; T_2 dan D |

• Sembilan titik T_c

Gambar 6. Sembilan titik T_c

$$T_c : T + D + L + R + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 - 8T_c = 0$$

$$T_1 : T + T_c + T_5 + T_6 - 4T_1 = 0$$

$$T_2 : T_c + D + T_7 + T_8 - 4T_2 = 0$$

$$T_3 : T_5 + T_7 + L + T_c - 4T_3 = 0$$

$$T_4 : T_6 + T_8 + T_c + R - 4T_4 = 0$$

$$T_5 : L + T_1 + T + T_3 - 4T_5 = 0$$

$$T_6 : T + T_8 + T_1 + R - 4T_6 = 0$$

$$T_7 : T_3 + D + L + T_2 - 4T_7 = 0$$

$$T_8 : T_4 + D + T_2 + R - 4T_8 = 0$$

Keterangan:

 T : *Top* R : *Right* L : *Left* D : *Down* T_c : Titik tengah grafik T_1 : Titik tengah dari T dan T_c ; T_5 dan T_6 T_2 : Titik tengah dari T_c dan D ; T_7 dan T_8 T_3 : Titik tengah dari L dan T_c ; T_5 dan T_7 T_4 : Titik tengah dari T_c dan R ; T_6 dan T_8 T_5 : Titik tengah dari T dan T_3 ; L dan T_1 T_6 : Titik tengah dari T dan T_4 ; T_1 dan R T_7 : Titik tengah dari T_3 dan D ; L dan T_2 T_8 : Titik tengah dari T_4 dan D ; T_2 dan R

2.7 Fluida

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir, contohnya zat cair dan zat gas. Berdasarkan alirannya, Fluida terdiri dari Fluida statis dan Fluida dinamis. Fluida statis atau hidrostatis merupakan salah satu cabang ilmu sains yang membahas karakteristik Fluida saat diam, lazimnya membahas mengenai tekanan pada Fluida ataupun yang diberikan oleh Fluida (gas atau cair) pada objek yang tenggelam di dalamnya. Fluida dinamis adalah Fluida (bisa berupa zat cair, gas) yang bergerak, memiliki kecepatan yang konstan terhadap waktu, tidak mendapat perubahan volume, tidak kental, tidak turbulen (tidak mengalami putaran-putaran).

2.8 Gelombang Pasang Surut Air Laut

Menurut Karim and Muhammad (2018), gelombang dapat didefinisikan sebagai proses gerakan naik turunnya molekul air laut, membentuk puncak dan lembah pada lapisan permukaan air laut. Gelombang berasal dari tengah lautan menuju pantai. Gelombang sebenarnya merupakan gerakan naik dan turunnya air laut (penyebabnya bisa berasal dari angin ataupun gempa laut). Menurut penyebabnya, berikut ini adalah jenis-jenis gelombang laut yaitu:

- a) Gelombang karena angin
- b) Gelombang karena menabrak pantai
- c) Gelombang karena gempa bumi

2.9 Analisis Harmonik

Menurut Khasanah, dkk (2017) analisis harmonik pasut merupakan suatu proses pengolahan data pasut untuk mendapatkan nilai amplitudo dan beda fase konstanta harmonik pasut. Proses analisis harmonik pasut dengan aplikasi *t-tide*

menggunakan konsep metode hitung kuadrat terkecil (*least square*) dengan menggunakan *software* MATLAB.

Metode yang umum digunakan untuk menganalisis pasang surut adalah metode harmonik menggunakan metode kuadrat terkecil. Prinsip analisis pasang surut dengan menggunakan metode kuadrat terkecil adalah untuk meminimalkan perbedaan antara sinyal sintetis dan sinyal yang diamati.

Klasifikasi ditentukan berdasarkan perbandingan antara jumlah amplitudo konstanta harmonik tunggal A(K1), A(O1), dengan jumlah amplitudo konstanta harmonik ganda yaitu A(M2), A(S2). Perbandingan ini dikenal dengan “Formzahl”, persamaannya yaitu:

$$F = \frac{A_{K1} + A_{O1}}{A_{M2} + A_{S2}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

F : Bilangan Formzahl

A(K1) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik K1

A(O1) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik O1

A(M2) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik M2

A(S2) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik S2

2.10 Nilai *Chart datum*

Chart datum adalah bidang referensi dalam suatu badan air yang didefinisikan sebagai berada di bawah permukaan laut terendah yang mungkin. Data peta

digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai kedalaman pada peta bathimetri dan pengukuran bathimetri.. Khasanah, dkk (2017).

Chart datum merupakan tingkat acuan kedalaman untuk proses pemetaan laut. Titik nol pada grafik adalah level terendah, dan nilai pasang surut hampir tidak pernah lebih rendah dari titik nol pada grafik. (De Jong, (2002).

Untuk memperoleh *chart datum* pada suatu lokasi tertentu, dari data pasang surut yang tercatat pada periode data tertentu, diperlukan proses analisis pergerakan pasang surut sesuai dengan periode pergerakan fenomena alam yang mempengaruhinya. Masa gerak bulan, bumi dan matahari adalah 1 bulan, yaitu waktu yang diperlukan bulan untuk mengelilingi bumi, 1 tahun adalah waktu yang diperlukan bumi untuk mengorbit matahari, 8,85 tahun adalah waktu untuk precesi orbit, dan 18,6 tahun adalah waktu yang diperlukan Bulan dan titik ekliptika untuk berhimpitan. Ali, M.dkk. (1994). Selain itu juga dikembangkan metode analisis harmonik pasang surut, salah satunya adalah metode kuadrat terkecil.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun akademik 2022/2023. Bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder gelombang pasang surut air laut Marina pada tahun 2023 dan data kecepatan gelombang pasang surut air laut pada tahun 2023 di pantai Marina. Data tersebut didapatkan langsung oleh pihak BMKG Maritim Provinsi Lampung.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara studi pustaka yaitu mempelajari buku-buku teks yang terdapat di perpustakaan jurusan matematika dan perpustakaan Universitas Lampung dan juga jurnal yang menunjang proses penelitian. Untuk memperoleh data gelombang pasang surut air laut Marina pada tahun 2023 dan data kecepatan gelombang pasang surut air laut pada tahun 2023 di Pantai Marina.

1. Membuat proposal penelitian guna pengajuan permohonan data instansi.

Untuk memperoleh data gelombang pasang surut Pantai Marina, Lampung Selatan.

2. Mendatangi Stasiun Metereologi BMKG Maritim Provinsi Lampung guna mengajukan permohonan data instansi. Kemudian mendapatkan data gelombang pasang surut Pantai Marina, Lampung Selatan
3. Mengklasifikasikan data dalam rentan waktu jam per 5 menit.
4. Membuat *script* program simulasi model pasang surut dengan menggunakan *software* Matlab.
5. Didapatkan *output* dari hasil *script* yang merupakan gambar grafik data awal, grafik data overlay, dan grafik data prediksi gelombang pasang surut.
6. Memprediksi gelombang pasang surut menggunakan konstanta- konstanta yang sudah didapatkan dari hasil *running script* menggunakan *software* Matlab.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan perhitungan yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Untuk memprediksi tinggi dan kecepatan gelombang pasang, digunakan pendekatan numerik dengan *finite difference method*, yang mencakup perbedaan maju dalam hal perubahan waktu dan perbedaan pusat dalam hal perubahan jarak. Semakin besar nilai perubahan waktu (waktu yang diperlukan gelombang), maka tinggi dan kecepatan gelombang akan semakin tinggi. Diketahui, jenis ombak di Pantai Marina Lampung Selatan adalah 1,5 meter. Hal ini menunjukkan bahwa tipe pasang surut Gelombang Pantai Marina merupakan *double daily tide* dengan 2 kali pasang setiap harinya dengan ketinggian dan interval yang berbeda-beda. Rata-rata waktu pasang harian Pantai Marina dimulai pada pukul 01:00 WIB, air mulai naik dan puncak pasang terjadi pada pukul 08:00, kemudian surut hingga puncaknya pada pukul 13:00 WIB. kemudian gelombang kembali naik hingga mencapai puncak pasang surut pada pukul 20:00 WIB dan kembali surut hingga mencapai puncak pasang surut pada pukul 01:00 WIB.

5.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, penulis mengharapkan peneliti selanjutnya dapat :

1. Melakukan prediksi gelombang pasang surut menggunakan metode- metode lainnya yang ada di kehidupan.

2. Dapat melakukan prediksi gelombang pasang surut menggunakan data yang jauh lebih panjang dari yang penulis lakukan.
3. Dapat melakukan penelitian lebih jauh selain menganalisis gelombang pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

- Az, Dr. 2015. Persamaan Differensial-Konsep Dasar Dan Pembentukan. *Http://Zacoeb.Lecture.Ub.Ac.Id/Files/2015/04/15-16-PD-Konsep-Dasar-Dan-Pembentukan.Pdf*, 1–13.
- Adam, M., Harahap, dan P., Nasution, M., 2019. Analisis Pengaruh Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi)*. **12**(3):168-173
- Hasan., Yulianto Tony., Rica Amalia., dan Faisol. 2016. Penerapan Metode Beda Hingga Pada Model Matematika Aliran Banjir Dari Persamaan Saint Venant. *Math Journal*. **2** (1): 6–12.
- Hertanto., Deny B. 2010. Turunan Integral, Persamaan Differensial Dan Transformasi Laplace. *Universitas Negri Yogyakarta*.
- Karim, Nenny T., dan Haekal Muhammad. 2018. Studi Prediksi Pasang Surut dan Gelombang untuk Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai pada Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara. *Jurnal Teknik Hidro*. **11** (2): 1–13.
- Khasanah, U., S, Wirdinata., dan Q, Guvil. 2017. Analisis Harmonik Pasang Surut Untuk Menghitung Nilai Muka Surutan Peta (Chart Datum) Stasiun Pasut Sibolga, hlm. 243–249. *E-proceeding*.Indonesia, Padang.
- Maulidi, Ikhsan. 2018. Metode Beda Hingga Untuk Penyelesaian Persamaan Diferensial Parsial. *OSF Preprints*. **2** (1): 1–10.
- Sartika, S., Efendi, N. 2020. Buku Panduan Fluida. *Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*.

Widowati, and Sutimin. 2007. Buku Ajar Pemodelan Matematika. *Universitas Diponegoro*.