PEMODELAN MATEMATIKA LAJU KECEPATAN ANGIN DENGAN SENSITIVITAS *MIDPOINT THEOREM* PADA METODE BEDA HINGGA DAN IMPLEMENTASI PYTHON

(Skripsi)

Oleh

MELI AMELIA
NPM. 2117031077

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELING OF WIND SPEED WITH MIDPOINT THEOREM SENSITIVITY IN FINITE DIFFERENCE METHOD AND PYTHON IMPLEMENTATION

By

Meli Amelia

This study aims to model the wind speed rate using the center difference method and implement it using the Python programming language. The modeling was conducted using wind speed data from four sub-districts in Banten Province, namely Patia, Cikeusik, Banjarsari, and Sobang. Calculations were performed manually using the finite difference approach, and then compared with the results obtained through Python computation. The results show that both approaches give very consistent and accurate results. The implementation in Python provides advantages in terms of efficiency and scalability, making this method an effective solution for analyzing the wind speed distribution at different points. This research supports the use of wind energy as an environmentally friendly renewable energy through accurate mathematical and computational approaches.

Keywords: Wind speed, finite difference method, center scheme, Python programming, renewable energy.

ABSTRAK

PEMODELAN MATEMATIKA LAJU KECEPATAN ANGIN DENGAN SENSITIVITAS *MIDPOINT THEOREM* PADA METODE BEDA HINGGA DAN IMPLEMENTASI PYTHON

Oleh

Meli Amelia

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan laju kecepatan angin menggunakan metode beda hingga skema tengah dan mengimplementasikannya melalui bahasa pemrograman Python. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan data kecepatan angin dari empat kecamatan di Provinsi Banten, yaitu Patia, Cikeusik, Banjarsari, dan Sobang. Perhitungan dilakukan secara manual dengan menggunakan pendekatan beda hingga, kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh melalui komputasi Python. Hasil menunjukkan bahwa kedua pendekatan memberikan hasil yang sangat konsisten dan akurat. Implementasi dalam Python memberikan keunggulan dari segi efisiensi dan skalabilitas, menjadikan metode ini sebagai solusi yang efektif dalam menganalisis distribusi kecepatan angin di berbagai titik. Penelitian ini mendukung pemanfaatan energi angin sebagai energi terbarukan yang ramah lingkungan melalui pendekatan matematis dan komputasional yang akurat.

Kata-kata kunci: Kecepatan angin, metode beda hingga, skema tengah, pemrograman Python, energi terbarukan.

PEMODELAN MATEMATIKA LAJU KECEPATAN ANGIN DENGAN SENSITIVITAS *MIDPOINT THEOREM* PADA METODE BEDA HINGGA DAN IMPLEMENTASI PYTHON

MELI AMELIA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025

Judul Skripsi : **PEMODELAN MATEMATIKA LAJU KECEPATAN ANGIN DENGAN SENSITIVITAS *MIDPOINT THEOREM* PADA METODE BEDA HINGGA DAN IMPLEMENTASI PYTHON**

Nama Mahasiswa : **Meli Amelia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031077**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.	**Dra. Dorrah Aziz, M.Si.**
NIP. 196207041988031002	NIP. 196101281988112001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr.Aang Nuryaman, S.Si.,M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. tim penguji

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

Sekretaris : **Dra. Dorrah Aziz, M.Si.** ....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.** ....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **24 April 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	**Meli Amelia**
Nomor Pokok Mahasiswa	:	**2117031077**
Jurusan	:	**Matematika**
Judul Skripsi	:	**Pemodelan Matematika Laju Kecepatan Angin dengan Sensitivitas *Midpoint Theorem* pada Metode Beda Hingga dan Implementasi Python**

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

Bandar Lampung,

Penulis,

METERAI TEMPEL

6BAMX130517977

Meli Amelia

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Meli Amelia lahir pada tanggal 1 April 2003 di Pandeglang. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Taryim dan Ibu Warni.

Penulis memulai pendidikan formal di SDN Kutamekar 2 dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Sobang dan lulus pada tahun 2017. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SMAS al-Ashriyyah Nurul Iman, namun kemudian pindah ke MAS Hidayatul Mubtadiin dan lulus pada tahun 2020.

Pada tahun 2020, penulis mencoba melanjutkan pendidikan dengan berkuliah di Universitas Mathla'ul Anwar sebagai mahasiswi Jurusan Ilmu Pemerintahan. Namun, setelah satu tahun menjalani pendidikan, penulis memutuskan untuk tidak melanjutkan di universitas tersebut karena diterima sebagai mahasiswa baru melalui jalur SBMPTN di Jurusan Matematika Universitas Lampung pada tahun 2021.

Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik maupun non-akademik, antara lain sebagai staf Kementerian Dalam Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung periode 2023 serta mengikuti beberapa kepanitiaan mahasiswa, seperti Panitia Kesekretariatan di kegiatan Karya Wisata Ilmiah 2022 dan kegiatan kepanitiaan lainnya.

Pada awal tahun 2024, penulis melaksanakan Kerja Praktik di Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung sebagai anggota magang di bagian Administrasi Umum. Kemudian, pada pertengahan tahun 2024, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Negeri Tua, Kecamatan Margatiga, Kabupaten Lampung Timur.

Penulis memiliki pengalaman akademik yang berharga, yaitu berhasil menerbitkan jurnal ilmiah sebagai ketua tim. Penulis juga pernah menjadi anggota panitia divisi sponsor dalam acara MIPA Expo 2023. Selain itu, penulis juga pernah turut serta dalam kegiatan pengabdian masyarakat bersama dosen-dosen sebagai panitia.

KATA INSPIRASI

"... Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka ..."

(QS. Ar-Ra'd: 11)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Allah SWT. atas limpahan nikmat dan hidayah-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Dengan rasa syukur dan bahagia, skripsi ini saya persembahkan kepada:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Terima kasih atas segala pengorbanan, doa, kasih sayang, dan dukungan tiada henti selama ini. Kalian adalah inspirasi terbesar dalam setiap langkah dan perjuanganku. Semangat dan kerja keras kalian telah menjadi pilar kuat yang menguatkan tekadku. Semoga hasil ini dapat menjadi kebanggaan bagi kalian.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih atas bimbingan, ilmu, serta arahan yang tak ternilai harganya. Semangat dan dedikasi Bapak/Ibu telah menginspirasi saya untuk terus belajar dan berkembang

Sahabat-sahabatku

Terima kasih atas dukungan moral dan kebersamaan dalam setiap proses ini. Kalian adalah penguat dalam suka dan duka, serta teman berbagi di setiap cerita perjuangan.

Almamater Tercinta
Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul ”Pemdodelan Matematika Laju Kecepatan Angin dengan Sensitivitas *Midpoint Theorem* pada Metode Beda Hingga dengan Implementasi Python” dengan baik dan lancar serta tepat pada waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, saran serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, MA., Ph.D., yang telah memberikan banyak kesempatan serta dukungan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian,

penerbitan jurnal, serta kegiatan akademik lainnya pada masa studi sebelumnya.

7. Teman-teman seperjuangan, Yanda, Tuti, Atun, Sina, Assyfa, Henny, Nining, Umi, Deyra, Ida, Resta, Nur, dan Ayu yang telah berbagi ilmu dan tawa bersama semasa kuliah.
8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Bandar Lampung, 24 April 2025

Meli Amelia

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang fleksibel dengan pemanfaatan yang dapat diterapkan dimana-mana, baik di daerah landai maupun dataran tinggi, hingga di laut. Angin dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik yang tersedia di alam, yang tak akan habis, sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap lingkungan. Namun, potensi pemanfaatan energi angin tidak dapat dilepaskan dari tantangan dalam pengelolaannya, terutama dalam hal pengukuran dan prediksi kecepatan angin. Kecepatan angin yang fluktuatif menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi efisiensi pembangkit listrik tenaga angin. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang akurat untuk memodelkan laju kecepatan angin agar pemanfaatannya dapat lebih optimal.

Pemodelan matematika menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami dinamika kecepatan angin secara lebih mendalam. Salah satu metode numerik yang populer dalam pemodelan matematika adalah metode beda hingga. Metode ini mampu mendekati solusi persamaan diferensial yang kompleks secara numerik dengan akurasi yang cukup tinggi.

Penggunaan metode beda hingga dalam memodelkan kecepatan angin dapat memberikan estimasi yang lebih baik terhadap pola angin di berbagai lokasi dan kondisi. Ditambah lagi, implementasi metode ini dengan menggunakan bahasa pemrograman Python memberikan kemudahan dalam proses komputasi dan visualisasi data, sehingga hasil analisis dapat disajikan dengan lebih informatif dan aplikatif.

Penelitian terdahulu mengenai pemodelan matematika dengan metode beda hingga telah dilakukan oleh Nurhayati dkk. (2023), yang memodelkan laju aliran panas pada benda tertentu dengan *software* Lindo untuk menyelesaikan masalah pemrograman linier. Selain itu Hasan dkk. (2016) juga meneliti simulasi numerik penerapan metode beda hingga pada model matematika aliran banjir. Selain itu, Emmanuel dan Okhuese (2020) meneliti mengenai simulasi numerik untuk meramalkan cuaca menggunakan skema beda hingga yang diterapkan pada data cuaca bulanan di Bandara Abuja, Nigeria.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model matematika laju kecepatan angin dengan menggunakan metode beda hingga yang diimplementasikan dalam Python. Diharapkan model ini dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan energi angin sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan metode beda hingga tengah untuk menghitung nilai dan laju kecepatan angin di empat kecamatan di Provinsi Banten.
2. Memverifikasi hasil perhitungan nilai kecepatan angin dengan metode beda hingga tengah secara manual (analitik) dengan perhitungan metode beda hingga tengah yang diimpelemntasikan dalam pemrograman Python.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan alat analisis yang dapat digunakan untuk memprediksi dan memahami pola kecepatan angin di berbagai lokasi, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga angin.
2. Meningkatkan efisiensi proses penghitungan laju angin dengan penggunaan Python, yang yang lebih aplikatif bagi kebutuhan industri energi terbarukan.
3. Mendukung pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan dengan menyediakan model prediksi angin yang dapat diimplementasikan untuk berbagai lokasi dan kondisi geografis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persamaan Differensial Parsial

Persamaan diferensial parsial (PDP) merupakan persamaan diferensial yang memiliki karakteristik utama bahwa ada lebih dari satu variabel independen (misal, x, y,...). Selain karakteristik utamanya, ada suatu variabel terikat yang merupakan fungsi yang tidak diketahui dari variabel-variabel ini, yaitu $u(x,\ y$,...). Dalam banyak kasus, akan ditunjukkan turunannya dengan persamaan $\frac{\partial u}{\partial x} = u_x$, dan seterusnya. Identitas PDP yang menghubungkan variabel independen, variabel terikat u, dan turunan parsial u dituliskan sebagai (Strauss, 2007)

$$F(x, y, u(x, y), u_x(x, y), u_y(x, y)) = F(x, y, u, u_x, u_y) = 0 \tag{2.1.1}$$

Ini adalah bentuk umum PDP orde pertama dengan dua variabel independen. Sedangkan bentuk umum PDP orde dua dengan dua variabel independen adalah (Strauss, 2007):

$$F(x, y, u, u_x, u_y) = 0 \tag{2.1.2}$$

Dan dapat digolongkan menjadi (Maulidi, 2018):

(a) PDP Eliptik $U_{xx} + U_{yy} = f(x, y)$ disebut persamaan Poisson, jika $f(x, y) = 0$ maka disebut persamaan Laplace. Persamaan ini digunakan untuk memodelkan kestabilan penyebaran suhu di bidang atau aliran potensial satu dimensi (*incompressible*). Persamaan ini memerlukan nilai batas (*initial condition*) di setiap titik di batas. Nilai batas dapat berupa nilai U atau turunan U di batas.

(b) PDP Parabolik (Persamaan Difusi satu dimensi). Persamaan $U_t = kU_{xx}$ digunakan untuk memodelkan penyebaran suatu nilai, seperti suhu, yang bergantung pada waktu sepanjang garis satu dimensi. Model ini memerlukan *initial condition* yang diberikan pada waktu $t = 0$ dan satu kondisi batas (*boundary condition*) di titik ujung domain spasial. Persamaan ini banyak diterapkan dalam fisika dan teknik untuk menggambarkan proses difusi, seperti penyebaran suhu atau konsentrasi suatu zat.

(c) PDP Hiperbolik $U_t = kU_{xx}$ merupakan persamaan gelombang, dapat digunakan untuk memodelkan getaran pada tali gitar atau aliran supersonik satu dimensi.

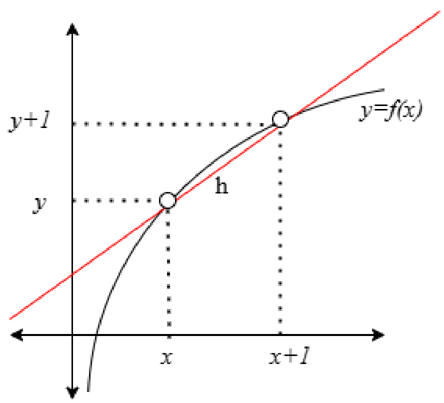
2.2 Persamaan Diferensial Parsial pada Metode Beda Hingga

Penyelesaian PDP dalam metode numerik umumnya menggunakan metode beda hingga. Prinsip dari metode beda hingga adalah mengganti turunan yang ada pada persamaan diferensial dengan diskritisasi beda hingga berdasarkan deret Taylor. Metode beda hingga bekerja dengan mengubah daerah variabel independen menjadi *grid* berhingga yang disebut *mesh* di mana variabel independen diaproksimasi (Maulidi, 2018).

Ada tiga jenis hampiran dalam metode beda hingga, yaitu hampiran beda maju *(forward difference approximation)*, hampiran beda mundur *(backward difference approximation)*, dan hampiran beda pusat *(central difference approximation)* (Bukhari dkk, 2023).

- Beda maju

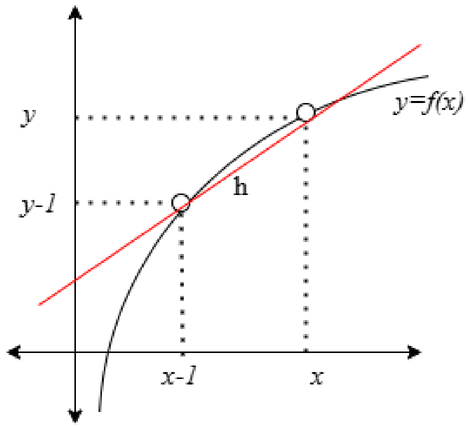
$$\frac{dy}{dx} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$



Gambar 2.1 Grafik metode beda hingga skema maju

- Beda mundur

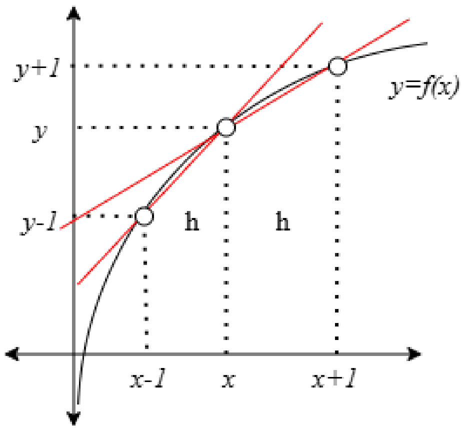
$$\frac{dy}{dx} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x) - f(x-h)}{h}$$



Gambar 2.2 Grafik metode beda hingga skema mundur

- Beda tengah

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x-h)}{2h}$$



Gambar 2.3 Grid metode beda hingga skema tengah

- dan

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h)f(x-h) - 2f(x)}{h^2}$$

berdasarkan definisi tersebut, maka dapat diketahui definisi dari turunan parsial sebagai berikut:

- Beda maju

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h,y) - f(x,y)}{h} \quad \text{dan} \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(h,y+h) - f(x,y)}{h}$$

- Beda mundur

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x-h,y) - f(x,y)}{h} \quad \text{dan} \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(h,y-h) - f(x,y)}{h}$$

- Beda tengah

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h,y) - f(x-h,y)}{h} \quad \text{dan} \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \to 0} \frac{f(h,y+h) - f(x,y-h)}{h}$$

Dan definisi turunan parsial tingkat dua (Strauss, 2007):

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h,y) + f(x-h,y) - 2f(x,y)}{h^2}$$

dan

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \lim_{h \to 0} \frac{f(x,y+h) + f(x,y-h) - 2f(x,y)}{h^2}.$$

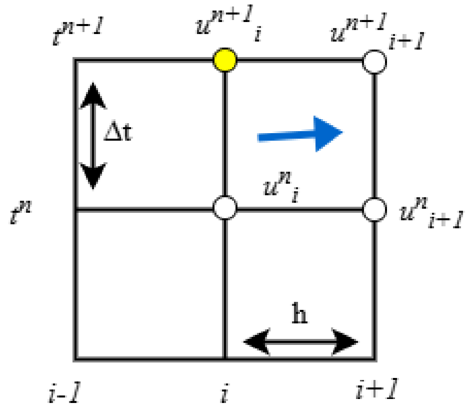
Prinsipnya adalah mengganti turunan yang ada pada persamaan diferensial dengan diskritisasi beda hingga berdasarkan deret Taylor. Secara fisis, deret Taylor dapat diartikan sebagai besaran tinjauan pada suatu ruang dan waktu (ruang dan waktu tinjauan) dapat dihitung dari besaran itu sendiri pada ruang dan waktu tertentu yang mempunyai perbedaan yang kecil dengan ruang dan waktu tinjauan (Sitompul dan Siahaan, 2022).

Berdasarkan ekspansi Taylor di atas, terdapat tiga skema beda hingga yang biasa digunakan, yaitu skema maju, skema mundur, dan skema tengah.

(1) Skema maju

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{u(x_i + h) - u(x_i)}{h^2}$$

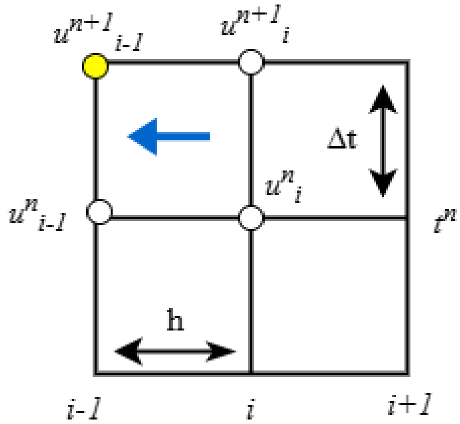
Pada skema maju, informasi pada titik hitung i dihubungkan dengan titik hitung $i+1$ yang berada di depannya.



Gambar 2.4 Grid metode beda hingga skema maju

(2) Skema mundur

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{u(x_i) - u(x_i - h)}{h^2}$$

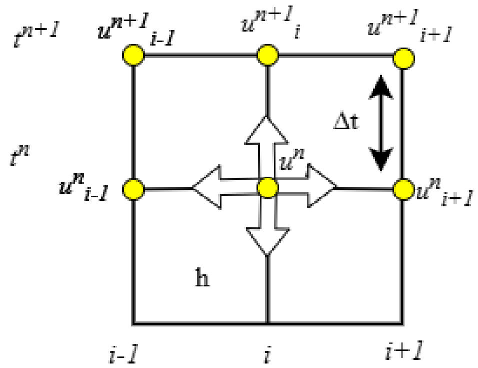


Gambar 2.5 Grid metode beda hingga skema mundur

Pada skema mundur, informasi pada titik hitung i dihubungkan dengan titik hitung (i-1) yang berada di belakangnya.

(3) Skema tengah

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{u(x_i + h) - u(x_i - h)}{h^2}$$



Gambar 2.6 Grid metode beda hingga skema tengah

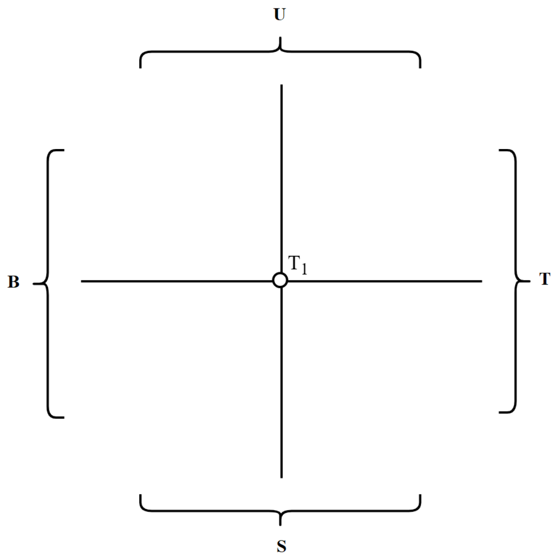
(Powers, 2006)

2.3 Metode Beda Hingga

Metode beda hingga atau yang lebih dikenal dengan adalah metode numerik yang umum digunakan untuk menyelesaikan persoalan teknis dan problem matematis dari suatu gejala fisis. Secara umum metode beda hingga adalah metode yang mudah digunakan dalam penyelesaian problem fisis yang mempunyai bentuk geometri yang teratur, seperti interval dalam suatu dimensi, domain kotak dalam dua dimensi, dan kubik dalam ruang tiga dimensi (Li dkk., 2018).

Aplikasi penting dari metode beda hingga adalah dalam analisis numerik, khususnya pada persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial. Prinsipnya adalah mengganti turunan yang ada pada persamaan diferensial dengan diskretisasi beda.

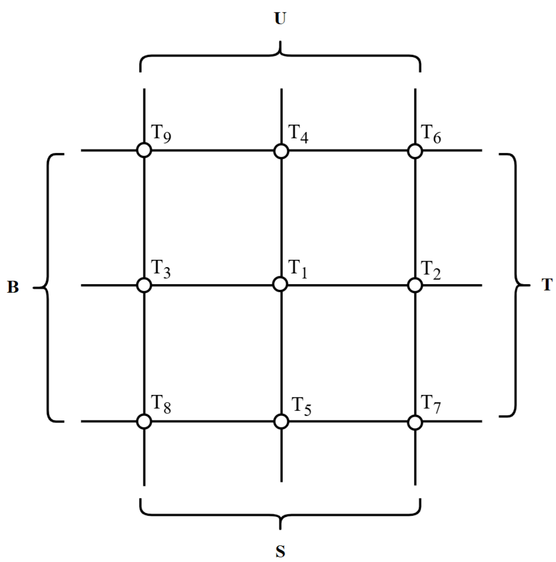
- Nilai fungsi di titik T_1



Gambar 2.7 Beda hingga pada bidang empat titik

$$B + T + S + U - 4T_1 = 0$$

- Nilai fungsi titik di $T_1, T_2, T_3, ...T_9$



Gambar 2.8 Beda hingga pada bidang sembilan titik

$$T_1 : B + T + S + U - 4T_1 = 0$$

$$T_2 : T_1 + T + S + U - 4T_2 = 0$$

$$T_3 : B + T_1 + S + U - 4T_3 = 0$$

$$T_4 : B + T + T_1 + U - 4T_4 = 0$$

$$T_5 : B + T + S + T_1 - 4T_5 = 0$$

$$T_6 : T_4 + T + T_2 + U - 4T_6 = 0$$

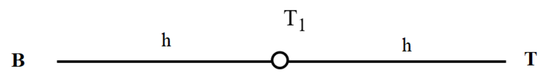
$$T_7 : T_5 + T + S + T_2 - 4T_7 = 0$$

$$T_8 : B + T_5 + S + T_3 - 4T_8 = 0$$

$$T_9 : B + T_4 + T_3 + U - 4T_9 = 0$$

Metode beda hingga dapat digambarkan ke dalam grafik sederhana:

1. Garis Horizontal



Gambar 2.9 Garis horizontal

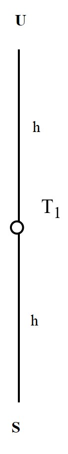
- Nilai T_1

$$\frac{B + T}{2h}$$

- Laju T_1

$$\delta T_1 = \frac{B - T}{2h}$$

2. Garis Vertikal



Gambar 2.10 Garis horizontal

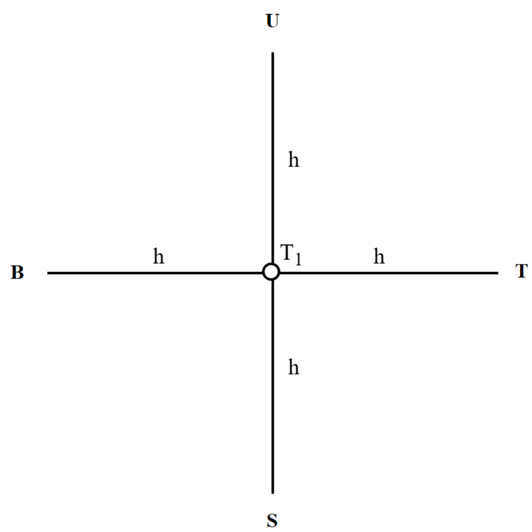
- Nilai T_1

$$\frac{U+S}{2h}$$

- Laju T_1

$$\delta T_1 = \frac{U-S}{2h}$$

3. Horizontal dan Vertikal



Gambar 2.11 Horizontal dan Vertikal

- Nilai T_1

$$T_1 = \frac{T_{1h} + T_{1h}}{2} = \frac{\frac{B+T}{2h} + \frac{S+U}{2h}}{2} = \frac{B+T+S+U}{4h}$$

- Laju T_1

$$T_1 = \frac{\delta T_{1h} + \delta T_{1h}}{2} = \frac{\frac{B-T}{2h} + \frac{S-U}{2h}}{2} = \frac{(B-T)+(S-U)}{4h}$$

2.4 Pemodelan Matematika

Secara etimologi, matematika berasal dari bahasa Latin *manthanein* atau *mathemata* yang berarti belajar atau hal yang dipelajari. Dalam Bahasa Belanda disebut *wiskunde* atau ilmu pasti, yang kesemuanya berkaitan dengan penalaran. Matematika adalah ilmu yang dekat dengan realitas kehidupan manusia. Proses pembentukan dan pengembangan ilmu matematika tersebut sejak zaman purba hingga sekarang tidak pernah berhenti.Sepanjang sejarah, pemahaman orang tentang matematika terus berkembang. Pemodelan Matematika adalah penyusunan suatu deskripsi dari beberapa dunia nyata (fenomena-fenomena alam) ke dalam bagian-bagian matematika yang disebut dunia matematika (Giordano dan Weir, 2002).

Model adalah representasi penyederhanaan dari suatu realita yang kompleks (biasanya bertujuan untuk memahami realita tersebut) dan mempunyai fitur yang sama dengan tiruannya dalam menyelesaikan permasalahan. Model adalah karakteristik umum yang mewakili sekelompok bentuk yang ada, atau representasi suatu masalah dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah dikerjakan. Dalam matematika, teori model adalah ilmu yang menyajikan konsep-konsep matematis melalui konsep himpunan, atau ilmu tentang model-model yang mendukung suatu sistem matematis.

Teori model diawali dengan asumsi keberadaan objek matematika (misalnya keberadaan semua bilangan) dan kemudian mencari dan menganalisis keberadaan operasi-operasi, relasi-relasi, atau aksioma-aksioma yang melekat pada masing-masing objek maupun pada objek-objek tersebut. Model matematika yang diperoleh dari suatu masalah matematika yang diberikan, selanjutnya diselesaikan dengan aturan-aturan yang ada. Penyelesaian yang diperoleh perlu diuji untuk mengetahui apakah penyelesaian tersebut valid atau tidak. Hasil yang valid akan menjawab secara tepat model matematikanya dan disebut solusi matematika. Jika penyelesaian tidak valid atau tidak memenuhi model matematika, maka solusi masalah belum ditemukan, dan perlu dilakukan penyelesaian ulang atas model matematikanya.

2.5 Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi Bumi, dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara yang tinggi ke tempat yang bertekanan udara rendah. Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang.

Faktor terjadinya angin di antaranya makin besar gradien barometris, makin cepat tiupan angin, kecepatan angin di dekat khatulistiwa lebih cepat dari yang jauh dari garis khatulistiwa. Semakin tinggi tempat maka semakin kencang pula angin yang bertiup, hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya gesekan yang menghambat laju udara. Di permukaan bumi, gunung, pohon, dan topografi yang tidak rata lainnya memberikan gaya gesekan yang besar. Semakin tinggi suatu tempat, gaya gesekan ini semakin kecil serta di siang hari angin bergerak lebih cepat daripada malam hari.

2.6 Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang umum digunakan, dengan banyak *tools* dan pustaka yang tersedia secara gratis. Python adalah pilihan yang tepat untuk belajar pemrograman dan menguji algoritma. Seperti bahasa pemrograman pada umumnya, penggunaan Python dalam bidang matematika digunakan untuk perhitungan yang terlalu rumit atau perhitungan berulang yang mencapai banyak iterasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

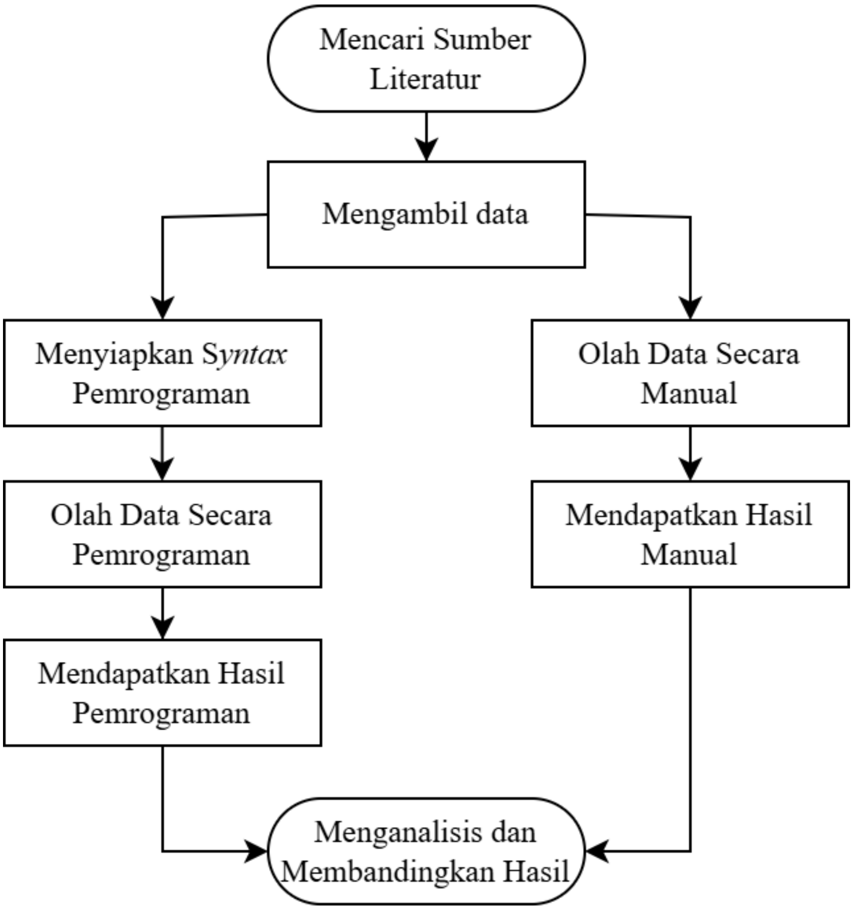
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Gedong Meneng, Kota Bandar Lampung.

3.2 Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari sumber-sumber literatur di berbagai situs internet dan buku-buku, serta jurnal.
2. Mengambil data.
3. Mengolah data secara manual.
4. Menyiapkan *syntax* pemrograman Python untuk perhitungan.
5. Mengolah data dengan *syntax* pemrograman Python yang telah disiapkan.
6. Mendapatkan hasil dan solusi.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode beda hingga dapat digunakan untuk menghitung data laju kecepatan angin dari empat lokasi di Provinsi Banten. Pendekatan ini memungkinkan estimasi kondisi kecepatan angin di titik-titik yang tidak memiliki data langsung, sehingga memberikan gambaran yang lebih luas mengenai pola pergerakan angin di daerah tersebut.
2. Hasil perhitungan manual menggunakan metode beda hingga tengah secara manual menunjukkan kesesuaian dengan hasil perhitungan metode beda hingga tengah yang diimplementasikan dalam pemrograman Python. Kesamaan hasil ini membuktikan bahwa metode numerik yang diterapkan dalam Python tidak hanya dapat diandalkan, tetapi juga memberikan keunggulan dalam hal kecepatan, akurasi, dan skalabilitas perhitungan. Oleh karena itu, implementasi metode beda hingga tengah dalam pemrograman Python sangat direkomendasikan untuk analisis laju kecepatan angin, khususnya dalam studi berskala besar atau yang melibatkan data kompleks.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian ini menggunakan metode beda hingga tengah dalam pemodelan laju kecepatan angin. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar mengembangkan atau membandingkan metode lain, seperti beda hingga

maju atau mundur, metode elemen hingga, atau pendekatan numerik lainnya yang lebih akurat dan sesuai dengan karakteristik data yang digunakan.

2. Penelitian berikutnya dapat memperluas jumlah titik pengamatan dengan cakupan wilayah yang lebih luas, sehingga variasi laju angin dapat dianalisis dengan lebih mendalam.

3. Judul penelitian sebaiknya disesuaikan dengan cakupan dan fokus penelitian yang dilakukan. Jika metode yang digunakan dikembangkan atau wilayah analisis diperluas, judul penelitian harus mencerminkan hal tersebut agar lebih spesifik dan mencerminkan ruang lingkup penelitian dengan lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

Ajao, K.R. (2009). Comparison of Theoretical and Experimental Power output of a Small 3-bladed Horizontal-axis Wind Turbine. *Journal of American Science*, 5(4), 79-90.

Awanda, R., Oktafianto, K., Arifin, A. Z., dan Fatihah, N. (2019). Simulasi Sebaran Abu Pabrik Kapur Menggunakan Metode Beda Hingga. *Zeta - Math Journal*, 4(2), 34–39.

Anton, H., dan Kaul, A. (2019). *Elementary Linear Algebra* (12 ed.). Wiley.

Bukhari, F., Nurdiati, S., Julianto, M. T., Najib, M. K., dan Valentdio, R. H. (2023). Implementasi Penyelesaian Persamaan Burgers Dengan Metode Beda Hingga Dalam Bahasa Pemrograman Julia. *MILANG Journal of Mathematics and Its Applications*, 19(1), 1–9.

Emmanuel, J., dan Okhuese, V.A. (2020). Numerical Solution for Weather Forecasting Using Finite Difference Scheme. *IOSR Journal of Mathematics*, 16(3), 49-56.

Giordano, F.R. dan Weir, M.D. (2002). Differential Equations A Modeling. Approach. Addison-Wesley Publishing Company: New York.

Hasan, Yulianto, T., Amalia, R., Faisol. (2016). Penerapan Metode Beda Hingga pada Model Matematika Aliran Banjir dari Persamaan Saint Venant. *Zeta – Math Journal*, 2(1), 6-12.

Li, Z., Qiao, Z., Tang, T. (2017).Numerical Solution of Differential Equation: Introduction to Finite Difference and Finite Element Methods. Cambridge University Press: Cambridge.

Maulidi, I. (2018). Metode Beda Hingga untuk Penyelesaian Persamaan Diferensial Parsial. OSF Preprints, 2(1), 1–10.

Nurhayati, Ruby, T., Aziz, D., dan Nuryaman, A. (2023). Pemodelan Matematika Laju Aliran Panas pada Wajan Pembuatan Arang Aktif-13 dengan menggunakan

Metode Beda Hingga (Finite Difference Method). *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 3(1), 125-130.

Powers, D.L. (2006). *Boundary Value Problem and Partial Differential Equation 5th edition*. Elsevier inc.: New York.

Sitompul, H.A., dan Siahaan E.W.B. (2022). Akurasi Solusi Numerik pada Persamaan Gelombang berdimensi-satu. *Jurnal Penelitian Fisikawan*, 5(1), 54-63.

Strauss, W. (2007). *Partial Differential Equations, An Introduction 2nd Edition*. John Wiley and Sons: New York.

Yulianto, T., Amalia, R., Matematika, J., Kunci, K., Beda Hingga, M., dan Kontinuitas, P. (2016). Penerapan Metode Beda Hingga pada Model Matematika Aliran Banjir dari Persamaan Saint Venant. *Zeta-Math Journal*, 2(1), 2459–9948.