

**PEMODELAN MATEMATIKA PADA CURAH HUJAN DENGAN
MENGUNAKAN SENSITIVITAS *MID THEOREM* DALAM
METODE BEDA HINGGA DAN ALAT BANTU
*SOFTWARE PYTHON***

Skripsi

Oleh

**YANDA RICO REVANGGA
NPM. 2117031109**



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

2025

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELING OF RAINFALL USING MID SENSITIVITY THEOREM IN FINITE DIFFERENCE METHOD AND PYTHON SOFTWARE TOOL

By

YANDA RICO REVANGGA

Rainfall is a crucial element in the weather system that significantly affects people's lives, especially in Indonesia, which has a tropical climate pattern with varying rainfall intensity. The uncertainty of this pattern can lead to risks such as floods and droughts. This study aims to model the distribution of rainfall in Lampung Province using the finite difference method approach with Mid Theorem sensitivity. In this study, both manual calculations and programming using Python software were carried out to estimate rainfall and rainfall rate at 25 points based on data from four main locations. The results show that the finite difference method is capable of producing consistent rainfall estimates between manual calculations and those using Python. Thus, this method has proven to be effective and efficient in the mathematical modeling of rainfall distribution and can serve as an important tool in climatological analysis and decision-making related to disaster mitigation.

Keywords: rainfall, finite difference method, mid theorem, python, mathematical modeling.

ABSTRAK

PEMODELAN MATEMATIKA PADA CURAH HUJAN DENGAN MENGUNAKAN SENSITIVITAS *MID THEOREM* DALAM METODE BEDA HINGGA DAN ALAT BANTU *SOFTWARE PYTHON*

Oleh

YANDA RICO REVANGGA

Curah hujan merupakan elemen penting dalam sistem cuaca yang sangat memengaruhi kehidupan masyarakat, khususnya di Indonesia yang memiliki pola iklim tropis dengan intensitas curah hujan yang bervariasi. Ketidakpastian pola ini dapat menyebabkan risiko seperti banjir dan kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan distribusi curah hujan di Provinsi Lampung menggunakan pendekatan metode beda hingga dengan sensitivitas Mid Theorem. Dalam studi ini, dilakukan perhitungan manual serta pemrograman menggunakan software Python untuk mengestimasi curah hujan dan laju curah hujan di 25 titik berdasarkan data dari empat lokasi utama. Hasil menunjukkan bahwa metode beda hingga mampu menghasilkan estimasi curah hujan yang konsisten antara perhitungan manual dan perhitungan menggunakan Python. Dengan demikian, metode ini terbukti efektif dan efisien dalam pemodelan matematis distribusi curah hujan serta dapat menjadi alat bantu penting dalam analisis klimatologi dan pengambilan keputusan terkait mitigasi bencana.

Kata kunci: Curah hujan, metode beda hingga, *Mid Theorem*, Python, pemodelan matematika.

**PEMODELAN MATEMATIKA PADA CURAH HUJAN DENGAN
MENGUNAKAN SENSITIVITAS *MID THEOREM* DALAM
METODE BEDA HINGGA DAN ALAT BANTU
*SOFTWARE PYTHON***

YANDA RICO REVANGGA

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
PADA CURAH HUJAN DENGAN
MENGUNAKAN SENSITIVITAS *MID
THEOREM* DALAM METODE BEDA
HINGGA DAN ALAT BANTU *SOFTWARE
PYTHON***

Nama Mahasiswa : **Yanda Rico Revangga**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031109**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Drs. Tiryo Ruby, M.Sc., Ph.D.

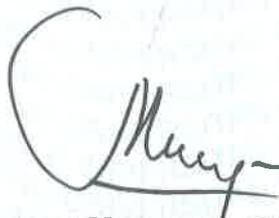
NIP 196207041988031002



Dra. Dorrah Aziz, M.Si.

NIP 196101281988112001

2. Ketua Jurusan Matematika



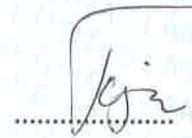
Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.

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: **28 Mei 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **YANDA RICO REVANGGA**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031109**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **Pemodelan Matematika Pada Curah Hujan Dengan Menggunakan Sensitivitas *Mid Theorem* Dalam Metode Beda Hingga Dan Alat Bantu *Software 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 dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Mei 2025

Penulis,



YANDA RICO REVANGGA

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Yanda Rico Revangga yang lahir di Teratas pada tanggal 02 September 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putra dari pasangan Bapak Mulyadi dan Ibu Endang Purwaningsih.

Penulis memulai pendidikan formal di SDN 01 Tanjung Harapan dan lulus pada tahun 2015. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 01 Seputih Banyak dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 01 Seputih Banyak dan lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2021 , penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung pada program studi S1 Matematika , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pada tahun 2024 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Kantor BPS Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun 2024 juga penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Braja Mulya, Kecamatan Braja Sebah, Kabupaten Lampung Timur.

Penulis memiliki berbagai pengalaman baik akademik maupun nonakademik, diantaranya berhasil menerbitkan dua jurnal ilmiah sebagai anggota tim , menjadi anggota panitia divisi kreatif dalam acara DINAMIKA XXIV tahun 2023 dan turut serta dalam kegiatan pengabdian masyarakat bersama dosen-dosen jurusan Matematika sebagai panitia.

KATA INSPIRASI

”Sesungguhnya hanya orang-orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala mereka tanpa batas.”

(Q.S. Az-Zumar ayat 10)

”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S. Al-Baqarah ayat 286)

”Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(Q.S. Al-Anfal ayat 46)

”Dan Dia bersama kamu di mana saja kamu berada. Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan.”

(Q.S. Al-Hadid ayat 4)

”Ilmu tanpa amal adalah sia-sia, dan amal tanpa ilmu adalah kesesatan.”

(Imam Al-Ghazali)

”Bukan karena aku pintar, tapi karena aku bertahan lebih lama menghadapi masalah.”

(Albert Einstein)

”Hari ini mungkin sulit, tapi hari esok penuh kemungkinan.”

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Dengan rasa syukur dan Bahagia, saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Terimakasih kepada orang tuaku atas segala pengorbanan, motivasi, doa dan ridho serta dukungannya selama ini. Terimakasih telah memberikan pelajaran berharga kepada anakmu ini tentang makna perjalanan hidup yang sebenarnya sehingga kelak bisa menjadi orang yang bermanfaat bagi banyak orang.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan arahan serta ilmu yang berharga.

Sahabat-sahabatku

Terimakasih kepada semua orang-orang baik yang telah memberikan pengalaman, semangat, motivasinya, serta doa-doanya dan senantiasa memberikan dukungan dalam hal apapun.

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 "Pemodelan Matematika Pada Curah Hujan Dengan Menggunakan Sensitivitas *Mid Theorem* Dalam Metode Beda Hingga Dan Alat Bantu *Software 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 terimakasih 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. Bapak Dr. Muslim Ansori, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik.

6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Nenek, Bapak, Ibu, Adik dan Saudara Karib yang selalu memberikan nasihat, dukungan moral dan motivasi dalam penyelesaian pembuatan skripsi.
8. Napi, Umar, Riki, Vira, Duwi dan Arya selaku sahabat dari tahun 2018 hingga saat ini yang telah memberikan masukan, saran dan juga menghibur saat penulis sedang mengalami masa sulit.
9. Meli dan Tuti selaku teman se-bimbingan skripsi yang telah membantu dan bertukar ilmu dalam proses pengerjaan skripsi.
10. Henny dan Umi sebagai teman seperjuangan yang selalu bertukar cerita senang maupun sedih semasa kuliah.
11. Seluruh pihak terkait yang telah banyak membantu dalam memotivasi untuk menyelesaikan skripsi.

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, 28 Mei 2025

Yanda Rico Revangga

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Curah Hujan	3
2.2 Pemodelan Matematika	3
2.3 Persamaan Diferensial Parsial	4
2.4 Persamaan Diferensial Parsial Pada Metode Beda Hingga	5
2.5 Metode Beda Hingga	9
2.6 Python	14
III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Langkah-langkah Penelitian	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Data Penelitian	17
4.2 Hasil Perhitungan Manual	18
4.3 Hasil Perhitungan Menggunakan Program Python	30
V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL

4.1	Hasil Nilai Curah Hujan dan Laju Curah Hujan	29
4.2	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Python	32

DAFTAR GAMBAR

2.1	Grafik Beda Hingga Skema Maju	5
2.2	Grafik Beda Hingga Skema Mundur	6
2.3	Grafik Beda Hingga Skema Tengah	6
2.4	Metode beda hingga skema maju	8
2.5	Metode beda hingga skema mundur	8
2.6	Metode beda hingga skema tengah	9
2.7	Beda Hingga Pada Bidang Empat Titik	10
2.8	Beda Hingga Pada Bidang Dua Belas Titik	10
2.9	Garis Horizontal	11
2.10	Garis Vertikal	11
2.11	Garis Horizontal dan Vertikal	12
3.1	Flowchart Metode Penelitian	16
4.1	Titik Pengambilan Data Curah Hujan	17
4.2	Grafik Pendekatan Beda Hingga	18
4.3	Grafik Perhitungan Metode Beda Hingga Tahap 1	19
4.4	Grafik Perhitungan Metode Beda Hingga Tahap 2	20
4.5	Grafik Perhitungan Metode Beda Hingga Tahap 3	21
4.6	Grafik Perhitungan Metode Beda Hingga Tahap 4	23
4.7	Grafik Perhitungan Metode Beda Hingga Tahap 5	24
4.8	Grafik Perhitungan Metode Beda Hingga Tahap 6	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Curah hujan adalah salah satu unsur terpenting dalam cuaca di Indonesia. Karena letaknya di garis khatulistiwa, temperatur di Indonesia tidak memiliki banyak perbedaan. Pada tahun-tahun tertentu, lama musim hujan dan intensitas kekeringan selama musim kemarau sangat bervariasi di Indonesia. Lintasan tertentu dari angin musim monsun bervariasi dari satu tahun ke tahun berikutnya, sehingga menyebabkan variasi luas curah hujan di seluruh nusantara dari tahun ketahun (Library of Congress, 2004). Ketidakpastian pola curah hujan dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap kehidupan masyarakat dan lingkungan. Oleh karena itu, pemodelan dan analisis pola curah hujan yang akurat sangat penting untuk perencanaan dan pengambilan keputusan ketika menghadapi potensi risiko seperti banjir dan kekeringan.

Pemodelan matematika merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memprediksi pola curah hujan, terutama melalui metode numerik seperti metode beda hingga. Metode ini dapat memodelkan perubahan dinamis dalam sistem yang kompleks, seperti distribusi curah hujan dengan pendekatan yang berbasis pada persamaan diferensial parsial. Metode beda hingga menjadi pilihan yang baik karena dapat menyelesaikan masalah dengan kondisi batas tertentu serta memberikan hasil yang mendekati nilai sebenarnya.

Pada perkembangan teknologi saat ini, penggunaan alat bantu perangkat lunak seperti Python menjadi semakin populer dalam melakukan komputasi numerik dan simulasi. Python menawarkan berbagai pustaka yang mendukung analisis data dan pemodelan numerik. Dengan menggunakan Python, proses perhitungan

dalam metode beda hingga dapat dilakukan secara efisien dan akurat sehingga memperoleh hasil analisis dalam waktu yang lebih singkat.

Beberapa peneliti yang telah mengkaji metode beda hingga antara lain Kresna dkk., (2019) meneliti tentang Simulasi Sebaran Abu Pabrik Kapur Menggunakan Metode Beda Hingga. Hasan dkk., (2016) meneliti tentang Penerapan Metode Beda Hingga pada Model Matematika Aliran Banjir dari Persamaan Saint Venant. Kemudian Cahyo dkk., (2013) Pemodelan Aliran Fluida 2-D Pada Kasus Aliran Permukaan Menggunakan Metode Beda Hingga. Berdasarkan Penelitian sebelumnya, belum ada peneliti yang mengkaji tentang Pemodelan Matematika Pada Curah Hujan Dengan Menggunakan Metode Beda Hingga dan Alat Bantu Python. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti penelitian tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi curah hujan di suatu lokasi dengan menggunakan metode beda hingga.
2. Mencocokkan hasil penghitungan curah hujan secara manual dengan perhitungan menggunakan *software* Python.
3. Mengimplementasikan *software* Python pada penelitian yang sedang dilakukan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui curah hujan disuatu lokasi dengan menggunakan metode beda hingga. Selain itu juga penelitian ini dapat membuat cara berfikir kearah matematis tentang aplikasi matematika dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (Soewarno, 2015). Pengukuran dapat dilakukan secara langsung dengan menampung air hujan yang jatuh, namun tidak dapat dilakukan di seluruh wilayah tangkapan air, akan tetapi hanya dapat dilakukan pada titiktitik yang ditetapkan dengan menggunakan alat pengukur hujan (Triadmojo dan Bambang, 2008).

2.2 Pemodelan Matematika

Pemodelan matematika merupakan salah satu teknik untuk mempresentasikan suatu sistem yang kompleks ke dalam model matematika. Dengan kata lain, pemodelan matematika merupakan suatu sistem persamaan yang dapat merepresentasikan suatu permasalahan kompleks yang sedang diamati.

Model matematika terdiri dari variabel, parameter dan fungsi yang menyatakan relasi antara variabel dan parameter. Dalam pemodelan, kita perlu dengan tepat memilih hal-hal yang perlu diabaikan dan hal-hal yang perlu diikuti dalam model. Ini sangat tergantung pada permasalahan yang sedang dipelajari atau diteliti (Ndi, 2021).

Model matematika suatu fenomena adalah suatu ekspresi matematika yang diturunkan dari fenomena tersebut. Ekspresi dapat berupa persamaan, sistem persamaan atau ekspresi-ekspresi matematika yang lain seperti fungsi maupun relasi. Model matematika digunakan untuk menjelaskan karakteristik fenomena yang dimodelkannya, dapat secara kualitatif dan kuantitatif. Secara umum pemodelan matematika merupakan usaha perancangan rumusan matematika yang secara potensial menggambarkan bagaimana mendapatkan penyelesaian masalah matematika yang digeneralisasikan untuk diterapkan pada perilaku atau kejadian alam (Cahyono dan Edi, 2013).

2.3 Persamaan Diferensial Parsial

Persamaan diferensial suatu persamaan yang berisikan turunan dari beberapa fungsi yang berhubungan dengan satu atau lebih variabel bebas. Turunan dari suatu fungsi (misalkan fungsi y). Didefinisikan sebagai penurunan garis tangen terhadap kurva $y = f(x)$ pada titik x, y . Turunan dari fungsi satu peubah dapat dinyatakan menjadi $f'(x)$ atau $\frac{dy}{dx}$. Persamaan diferensial parsial adalah suatu persamaan diferensial yang berlaku untuk fungsi peubah banyak atau fungsi yang bergantung pada dua atau lebih variabel bebas $u = (x, y, z)$. Orde dari persamaan diferensial parsial adalah turunan dengan pangkat tertinggi yang ada pada persamaan diferensial parsial tersebut.

Beberapa bentuk persamaan diferensial yang umum adalah:

1. Persamaan Transportasi, $U_x + U_t = 0$
2. Persamaan Difusi, $U_t = kU_{xx}$
3. Persamaan Gelombang, $U_{tt} - c^2U_{xx} = 0$
4. Persamaan Laplace, $U_{xx} + U_{yy} = 0, \Delta u = 0$

Persamaan diferensial parsial merupakan instrumen yang digunakan untuk memodelkan permasalahan-permasalahan multivariabel yang dapat diselesaikan dengan bantuan pendekatan numerik. Berbagai macam permasalahan yang dapat dimodelkan dengan menggunakan persamaan diferensial antara lain, suara, panas, elektrotis, elektrodinamis, dinamika fluida dan mekanika kuantum (Strauss, 2008).

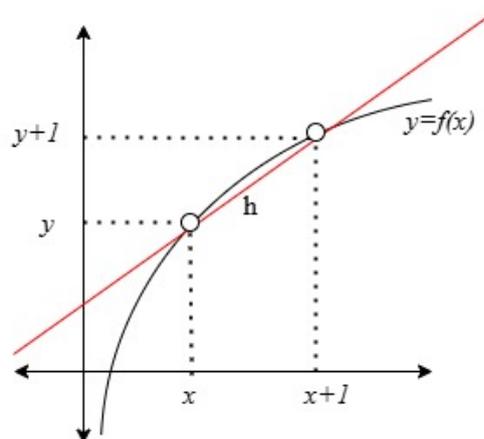
2.4 Persamaan Diferensial Parsial Pada Metode Beda Hingga

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).

1. Beda Maju

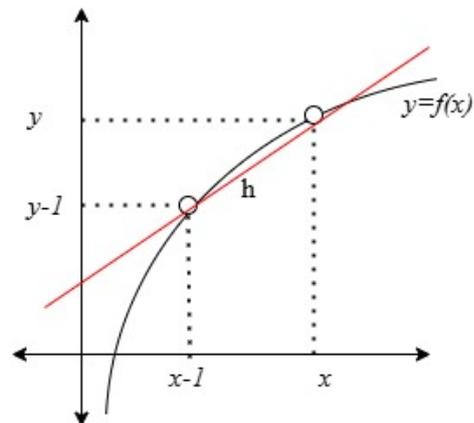
$$\frac{dy}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$



Gambar 2.1 Grafik Beda Hingga Skema Maju

2. Beda mundur

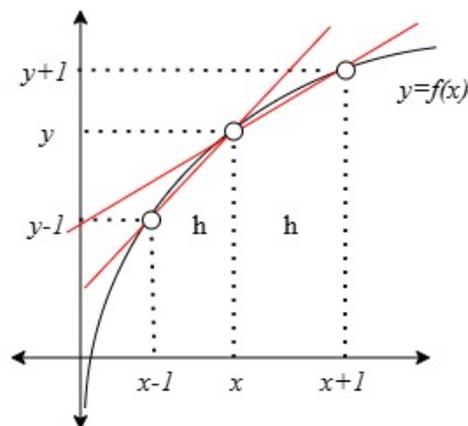
$$\frac{dy}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x) - f(x-h)}{h}$$



Gambar 2.2 Grafik Beda Hingga Skema Mundur

3. Beda tengah

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



Gambar 2.3 Grafik Beda Hingga Skema Tengah

dan

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

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

1. Beda maju

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

2. Beda mundur

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

3. Beda tengah

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h, y) - f(x-h, y)}{2h} \quad \text{dan} \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x, y+h) - f(x, y-h)}{2h}$$

Dan definisi turunan parsial tingkat dua (Strauss, 2008):

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

dan

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

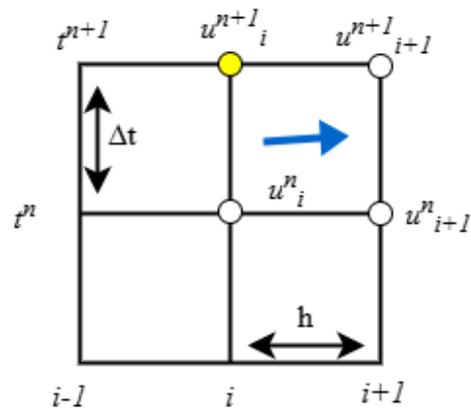
Prinsipnya adalah mengganti turunan yang ada pada persamaan diferensial dengan diskritisasi beda hingga berdasarkan deret Taylor. Secara fisis, deret Taylor dapat diartikan sebagai besaran tinjauan pada suatu ruang dan waktu (ruang dan waktu tinjauan) dapat dihitung dari besaran itu sendiri pada ruang 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 (Powers, 2006).

(1) Skema maju

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

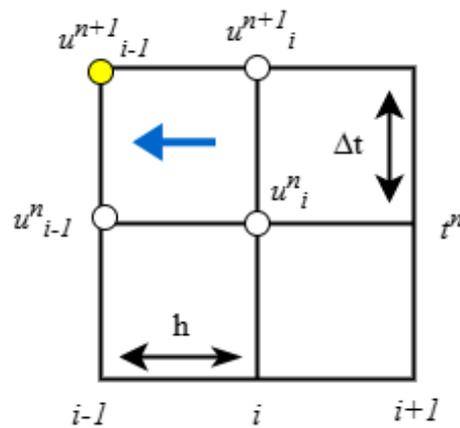
Pada skema maju, informasi pada titik hitung i dihubungkan dengan titik hitung $i + 1$ yang berada di depannya.



Gambar 2.4 Metode beda hingga skema maju

(2) Skema mundur

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

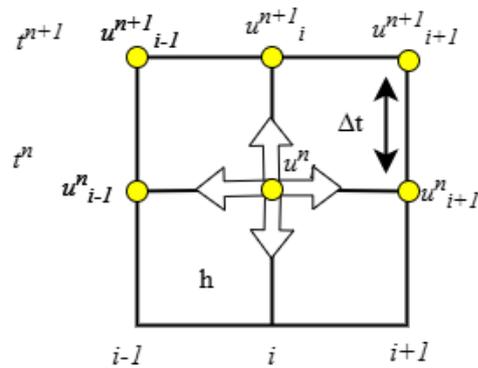


Gambar 2.5 Metode beda hingga skema mundur

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

(3) Skema tengah

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



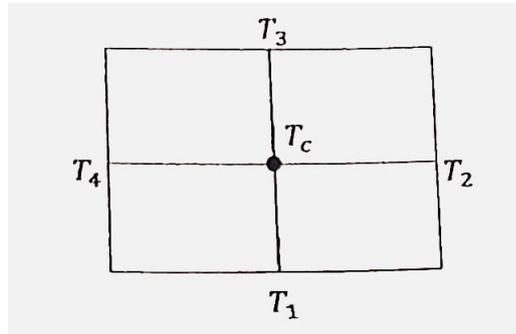
Gambar 2.6 Metode beda hingga skema tengah

2.5 Metode Beda Hingga

Metode beda hingga atau yang lebih dikenal dengan *finite difference method* 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, 2010)

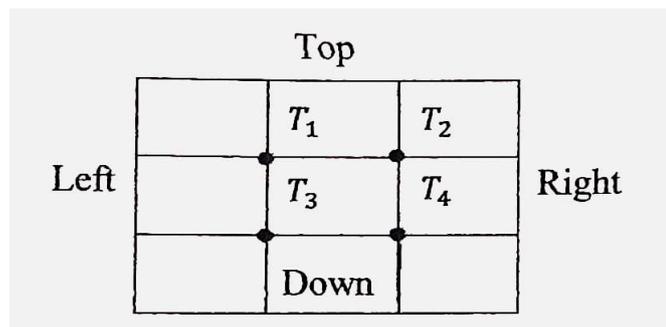
Aplikasi penting dari metode beda hingga adalah dalam analisis numerik, khususnya pada persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial. Prinsipnya adalah mengganti turunan yang ada pada persamaan diferensial dengan diskritisasi beda

1. Nilai fungsi di titik C



Gambar 2.7 Beda Hingga Pada Bidang Empat Titik

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

2. Satu titik T_c (Temperatur di c)

Gambar 2.8 Beda Hingga Pada Bidang Dua Belas Titik

$$T_1 : L + T_2 + T_3 + T - 4T_1 = 0$$

$$T_2 : T_1 + T_4 + R + T - 4T_2 = 0$$

$$T_3 : T_4 + D + L + T_2 - 4T_3 = 0$$

$$T_4 : R + D + T_3 + T_2 - 4T_4 = 0$$

Keterangan :

$T = Top$

$R = Right$

$D = Down$

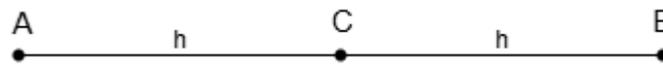
$L = Left$

(Ross, 1989).

Metode beda hingga dapat digambarkan ke dalam grafik sederhana sebagai berikut:

1. Horizontal

$$B > A$$



Gambar 2.9 Garis Horizontal

- Nilai C

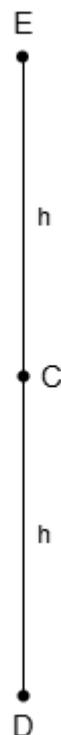
$$C = \frac{B + A}{2h}$$

- Laju perubahan C

$$\delta C = \frac{B - A}{2h}$$

2. Vertikal

$$E > D$$



Gambar 2.10 Garis Vertikal

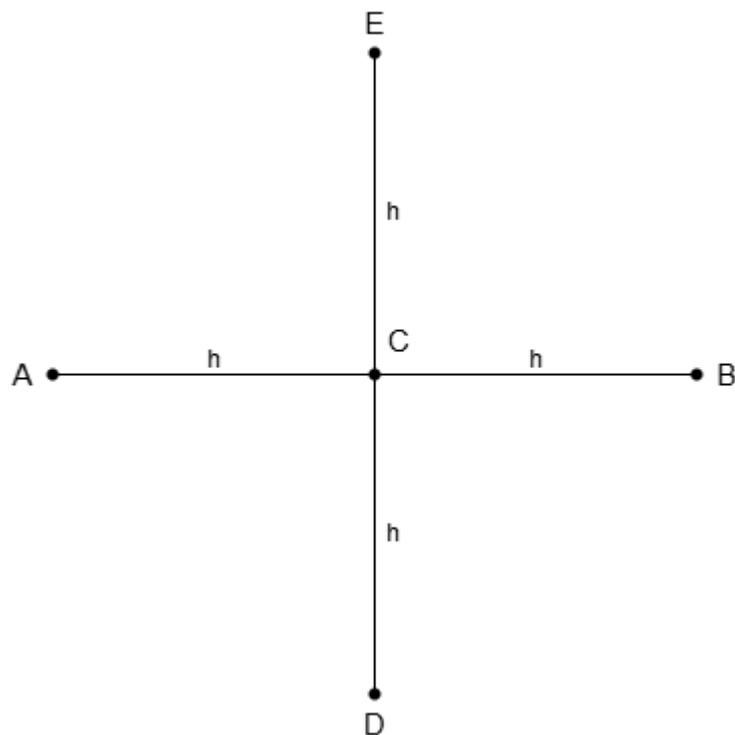
- Nilai C

$$C = \frac{E + D}{2h}$$

- Laju perubahan C

$$\delta C = \frac{E - D}{2h}$$

3. Horizontal dan Vertikal



Gambar 2.11 Garis Horizontal dan Vertikal

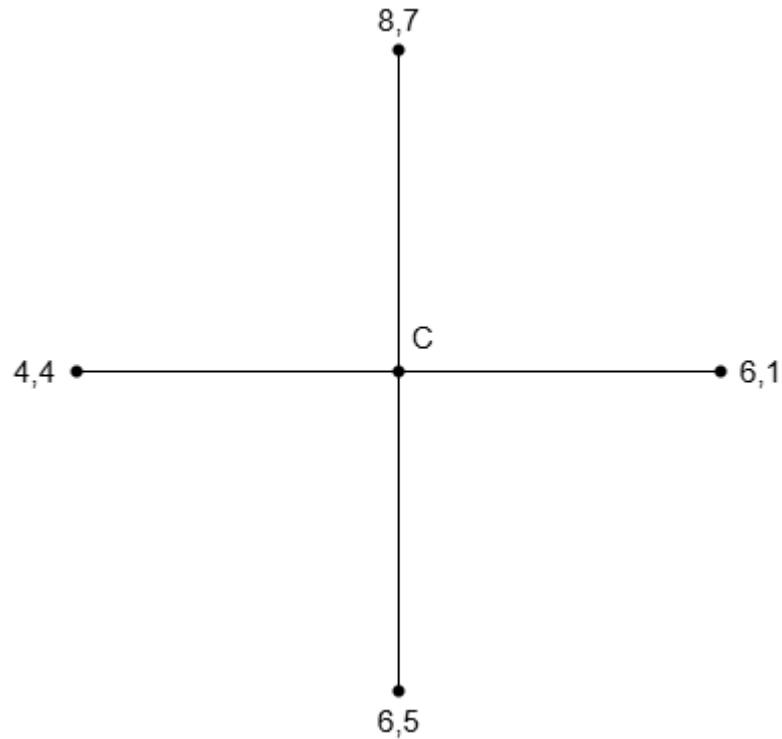
- Nilai C

$$C = \frac{C_h + C_v}{2} = \frac{\frac{B+A}{2h} + \frac{E+D}{2h}}{2} = \frac{B + A + E + D}{4h}$$

- Laju perubahan C

$$\delta C = \frac{\delta C_h + \delta C_v}{2} = \frac{\frac{B-A}{2h} + \frac{E-D}{2h}}{2} = \frac{B - A + E - D}{4h}$$

Contoh Soal:



- Nilai C horizontal

$$C = \frac{6,1 + 4,4}{2} = \frac{10,5}{2} = 5,25$$

- Laju perubahan C horizontal

$$\delta C = \frac{6,1 - 4,4}{2} = \frac{1,7}{2} = 0,85$$

- Nilai C vertikal

$$C = \frac{8,7 + 6,5}{2} = \frac{15,2}{2} = 7,6$$

- Laju perubahan C vertikal

$$\delta C = \frac{8,7 - 6,5}{2} = \frac{2,2}{2} = 1,1$$

- Nilai C

$$C = \frac{C_h + C_v}{2} = \frac{\frac{6,1+4,4}{2} + \frac{8,7+6,5}{2}}{2} = \frac{6,1 + 4,4 + 8,7 + 6,5}{4} = \frac{25,7}{4} = 6,425$$

- Laju perubahan C

$$\delta C = \frac{\delta C_h + \delta C_v}{2} = \frac{\frac{6,1-4,4}{2} + \frac{8,7-6,5}{2}}{2} = \frac{6,1 - 4,4 + 8,7 - 6,5}{4} = \frac{3,9}{4} = 0,975$$

2.6 Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang dianggap mudah dipelajari serta berfokus pada keterbacaan kode. Dengan kata lain, Python diklaim sebagai bahasa pemrograman yang memiliki kode-kode pemrograman yang sangat jelas, lengkap dan mudah untuk dipahami. Python secara umum berbentuk pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif dan pemrograman fungsional. Istilah lainnya, bahasa pemrograman multi-paradigma. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan diberbagai platform sistem operasi (Jubilee, 2019).

BAB III

METODE PENELITIAN

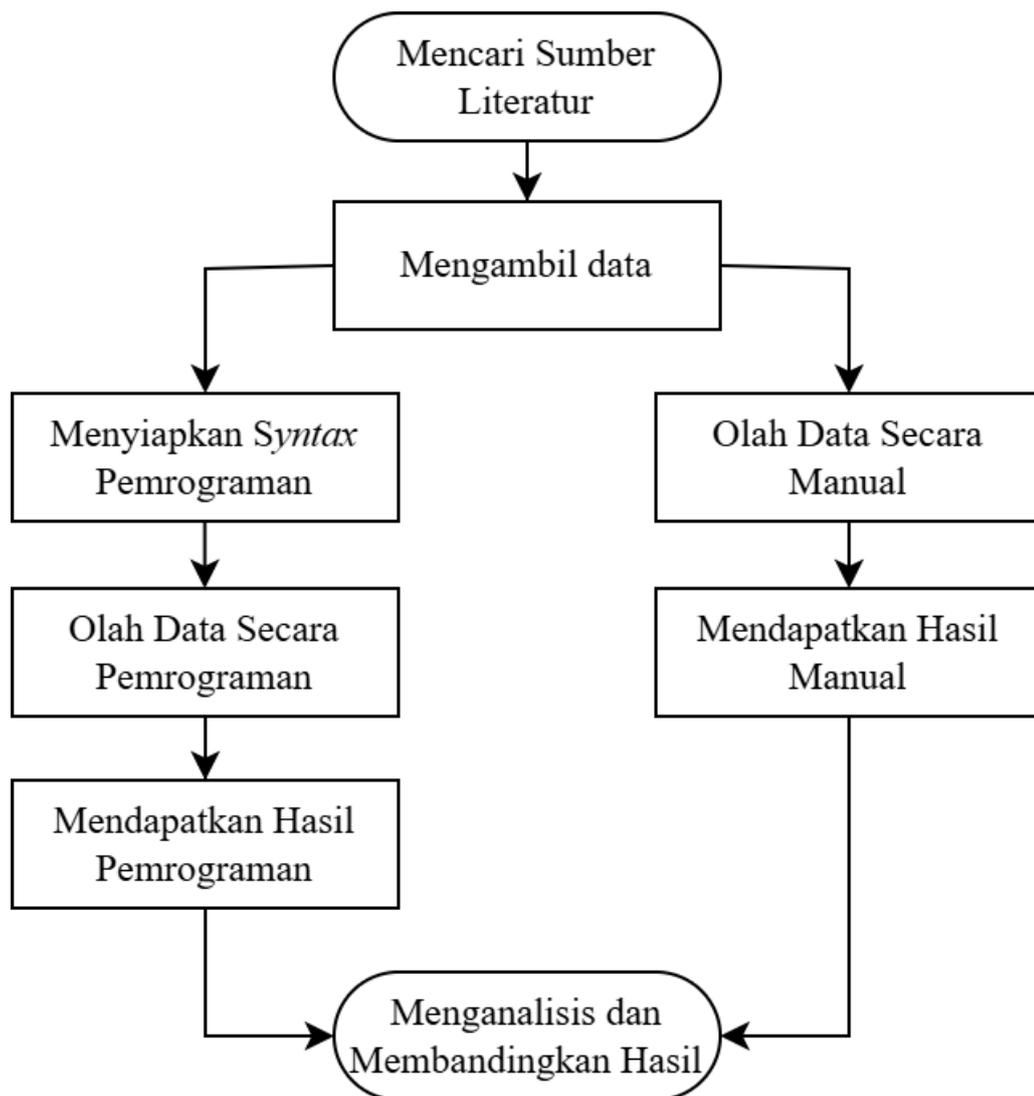
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang beralamatkan di Jalan Prof. Dr. Ir. Soemantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung.

3.2 Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari dan mempelajari sumber-sumber literatur diberbagai situs internet dan buku-buku serta jurnal.
2. Pengumpulan data.
3. Mengolah data secara manual.
4. Menyiapkan kode pemrograman Python untuk perhitungan.
5. Mengolah data dengan Python.
6. Memverifikasi hasil.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Data dari empat wilayah utama di Provinsi Lampung yaitu bagian Timur, Barat, Selatan, dan Utara menunjukkan adanya variasi signifikan dalam jumlah curah hujan. Sebagai contoh, daerah Selatan (Pesawaran) mencatat curah hujan sebesar 4,2 liter, sedangkan wilayah Barat (Way Kanan), Timur (Lampung Timur) dan Utara (Tulang Bawang Barat) mencatat angka yang jauh lebih tinggi masing-masing sebesar 33,9 liter, 30,2 liter dan 33,7 liter. Hasil pemodelan menunjukkan titik T_{23} memiliki curah hujan tertinggi yaitu 32,70 liter sedangkan titik T_{25} memiliki nilai curah hujan terendah yaitu 18,30 liter.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa perhitungan secara manual dalam menentukan curah hujan sesuai atau tepat sama dengan penghitungan menggunakan *software* python. Dengan begitu jika hasilnya sama baik secara manual maupun dengan *software* python maka tidak adanya kesalahan dalam memasukkan perintah ke dalam *software* python.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan metode beda hingga tengah dalam pemodelan curah hujan. 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. Pada penelitian ini hanya mencakup 25 titik, namun ke depannya dapat diperluas dengan jumlah titik yang lebih banyak. Selain itu, akan lebih optimal jika penelitian dilakukan secara langsung di empat lokasi berbeda dalam waktu yang bersamaan, sehingga diperoleh data pengukuran yang lebih akurat .

DAFTAR PUSTAKA

- Bukhari, F., Nurdiati, S., Julianto, M. T., Najib, M, K., dan Valendio, R. H. (2023). *Implementasi penyelesaian Persamaa Burgers Dengan Metode Beda Hingga Dalam Bahasa Pemrograman Julia*. MILANG Journal of Mathematics and Its Applications. 19(1). 1-9.
- Cahyono dan Edi. (2013). *Pemodelan Matematika*. Graha ilmu. Yogyakarta.
- Hapsoro, C. A., dan Srigutomo, W. (2013). *Pemodelan Aliran Fluida 2-D Pada Kasus Aliran Permukaan Menggunakan Metode Beda Hingga*. Jurnal Matematika dan Sains. 18(3).
- Hasan, Yulianto, T., Amalia, R., dan Faisol. (2016). *Penerapan Metode Beda Hingga pada Model Matematika Aliran Banjir dari Persamaan Saint Venant*. Math Journal. 2(1).
- Jubilee. (2019). *Python untuk Programmer Pemula*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Library of Congress. (2004). *Indonesia*. Federal Research Division. Washington DC.
- Li, dan Zhilin. (2010). *Finitte Difference Methods Basic*. Scientic computation and department of Mathematics North Carolina State University.
- Maulidi, I. (2018). *Metode Beda Hingga untuk Penyelesaian Persamaan Diferensial Parsial*. OSF Preprints. 2(1). 1-10.
- Ndii, M. Z. (2022). *Pemodelan Matematika*. Nasya Expanding Management. Jawa Tengah.
- Oktafianto, K., Arifin, A. Z., Fatihah, N., dan Awanda, R. (2019). *Simulasi Sebaran Abu Pabrik Kapur Menggunakan Metode Beda Hingga*. Math Journal. 4(2).

- Powers, D. L. (2006). *Boundary Value Problem and Partial Differential Equation 5th Edition*. Elsevier Inc. New York.
- Ross, S. D. (1989). *Introduction to Ordinary Differential Equations*. John Wiley and Sons. New York.
- Sitompul, H. A., dan Siahaan E. W. B. (2002). *Akurasi Solusi Numerik pada Persamaan Gelombang berdimensi-satu*. Jurnal Penelitian Fisikawan. 5(1). 54-63.
- Soewarno. (2015). *Klimatologi, Pengukuran dan Pengolahan Data Curah Hujan, Contoh Aplikasi Hidrologi dalam Pengelolaan Sumber Daya Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Strauss, W. A. (2008). *Partial Differential Equations: An Introduction*. Second Edition. Danvers: John Wiley and Sons.
- Triadmojo dan Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.