

**PENGARUH SUHU, KELEMBABAN UDARA TERHADAP
PREDIKSI CURAH HUJAN DAN RELEVANSI
PADA FENOMENA HUJAN ES DI
BANDAR LAMPUNG**

SKRIPSI

**Oleh:
NADIA SEPTIANI
NPM: 1911090107**



Program Studi : Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1445 H / 2024 M**

**PENGARUH SUHU, KELEMBABAN UDARA TERHADAP
PREDIKSI CURAH HUJAN DAN RELEVANSI
PADA FENOMENA HUJAN ES DI
BANDAR LAMPUNG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu
Pendidikan Fisika



Pembimbing I : Prof. Dr. Yuberti, M.Pd.
Pembimbing II: Welly Anggraini, M.Si.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1445 H / 2024 M**

ABSTRAK

Terdapat perubahan iklim yang terjadi di Bandar Lampung di setiap bulannya. Hal ini berdasarkan data yang ada di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) bahwa perubahan iklim adalah fenomena yang terjadi dalam kondisi alamiah yang secara alami mengalami perubahan (rata-rata) atau ketidaknormalan pada kebiasaan. Sehingga peneliti menemukan Apakah suhu dan kelembaban udara berpengaruh terhadap prediksi curah hujan di Bandar Lampung dan Bagaimana relevansi suhu dan kelembaban udara terhadap fenomena hujan es di Bandar Lampung.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu dan kelembaban udara terhadap prediksi curah hujan di Bandar Lampung, dan mengenai relevansi fenomena hujan es di Bandar Lampung, peneliti akan menganalisis data dan informasi yang diperoleh dari pihak Stasiun BMKG Kelas I Raden Inten II. Penelitian ini juga bersifat asosiatif, yaitu penelitian yang mencari hubungan antara satu variabel dengan variabel lain.

Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan uji hipotesis bahwasanya suhu dan kelembaban udara tidak berpengaruh signifikan terhadap prediksi curah hujan di Bandar Lampung. Pengaruh suhu dan kelembaban udara terhadap prediksi curah hujan hanya 16,1%. Hal ini disebabkan ada beberapa faktor yang mempengaruhi selain suhu dan kelembaban udara diantaranya adalah tekanan udara dan kecepatan angin. Adapun hasil penelitian selanjutnya adalah bahwa relevansi atau hubungan suhu dan kelembaban udara terhadap fenomena hujan es adalah suhu dan kelembaban udara saling berhubungan tidak dapat dipisahkan. Hal ini dikarenakan kondisi alam yang termasuk kelembaban udara tinggi, massa udara yang tidak stabil, dan suhu permukaan bumi yang mendukung. Selain itu, perubahan suhu udara di troposfer, bagian atas tempat terbentuknya awan-awan yang mengandung es, juga menjadi penyebab terjadinya hujan es.

Kata Kunci: Hujan Es, Suhu Kelembaban Udara

ABSTRACT

There are climate changes that occur in Bandar Lampung every month. This is based on data available at the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) that climate change is a phenomenon that occurs in natural conditions that naturally undergo changes (averages) or abnormalities in habits. So that researchers found whether air temperature and humidity affect the prediction of rainfall in Bandar Lampung and how the relevance of air temperature and humidity to the phenomenon of hail in Bandar Lampung.

The type of research used in this research is a quantitative method with a descriptive approach. In this research, to determine the effect of temperature and humidity on rainfall predictions in Bandar Lampung, and regarding the relevance of the hail phenomenon in Bandar Lampung, researchers will analyze data and information obtained from the BMKG Class I Raden Inten II Station. associative, namely research that looks for relationships between one variable and other variables.

The results of this research are based on calculations using hypothesis testing that temperature and humidity do not have a significant effect on rainfall predictions in Bandar Lampung. The influence of temperature and humidity on rainfall predictions is only 16.1%. This is because there are several influencing factors other than temperature and air humidity, including air pressure and wind speed. The results of further research are that the relevance or relationship of temperature and air humidity to the hail phenomenon is that temperature and air humidity are inseparably interconnected. This is due to natural conditions including high air humidity, unstable air masses, and favorable earth surface temperatures. Apart from that, changes in air temperature in the troposphere, the upper part where clouds containing ice form, are also the cause of hail.

Keywords: *Hail, Air Humidity Temperature*

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadia Septiani
NPM : 1911090107
Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap Prediksi Curah Hujan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar Pustaka. Apabila dinilai waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ilmiah ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusunan. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 27 September 2023

Penulis



Nadia Septiani

1911090107



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung, Telp (0721)703289

PERSETUJUAN

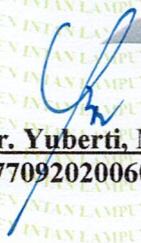
**Judul Skripsi: Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap
Prediksi Curah Hujan dan Relevansi pada
Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung.**
Nama : Nadia Septiani
NPM : 1911090107
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

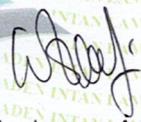
MENYETUJUI

Untuk diujikan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqasah
Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Raden Intan Lampung

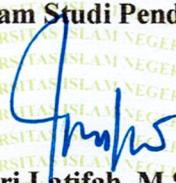
Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. Yuberti, M.Pd.
NIP.197709202006042011


Welly Anggraini, M.Si.
NIP. -

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Fisika


Sri Latifah, M.Sc
NIP.197903212011012003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung (35131)

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap Prediksi Curah Hujan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung”** disusun oleh **Nadia Septiani, NPM: 1911090107**, Program Studi: **Pendidikan Fisika**, telah diujikan dalam Sidang Munaqasah UIN Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal: **Kamis, 21 Desember 2023**

TIM PENGUJI

Ketua Sidang : Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd (.....)

Sekretaris : Hendri Noperi, M.PD., M.SC (.....)

Penguji I : Rahma Diani, M.PD (.....)

Penguji II : Prof. Dr. Yuberti, M.PD (.....)

Penguji III : Welly Anggraini, M.SI (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Nirva Diana, M.Pd

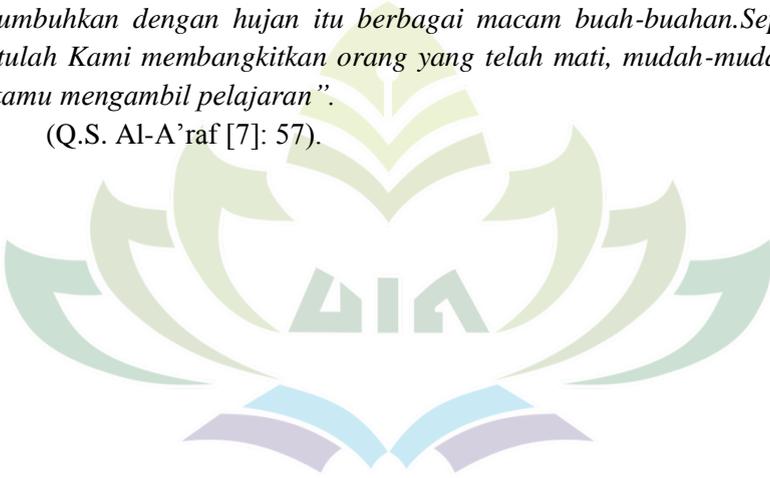
NIP. 196408281988023002

MOTTO

هُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (الاعراف: ٥٧)

“Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan rahmat-Nya (hujan), sehingga apabila angin itu membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian Kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran”.

(Q.S. Al-A'raf [7]: 57).



PERSEMBAHAN

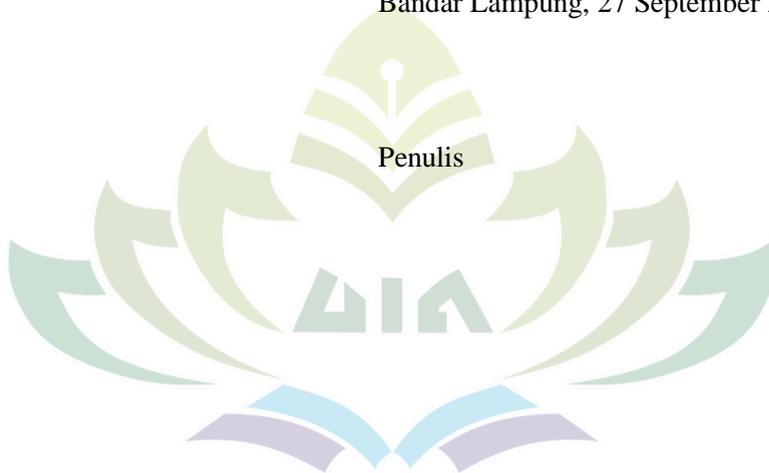
Alhamdulillah, Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini ku persembahkan untuk orang-orang yang paling istimewa dan berarti dalam hidupku:

1. Untuk Kedua Orang Tua Tercintaku yaitu (Bapak Suroto dan Ibu Nyaminah) sebagai tanda bakti dan hormat serta rasa terimakasih yang tiada terhingga ku persembahkan karya kecil ini kepada Bapak dan Ibu yang telah memberikan kasih sayang dan segala dukungan, yang hanya dapat ku balas dengan selembar kertas ini yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Orang Tua hebat yang selalu menjadi penyemangatku sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan material dan mendo'akan serta keikhlasannya demi pendidikan anaknya untuk menuntut ilmu setinggi-tingginya. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupanku dan menasehatiku untuk menjadi lebih baik. Sehat selalu dan Hiduplah lebih lama lagi dan harus selalu ada di setiap perjalanan dan pencapaian hidupku. *I love you more more more.*
2. Kedua saudari perempuanku Lidia Rahmavita, Amd dan Fadia Aprilia Saputri. Terimakasih sudah menjadi saudari terbaik yang selalu menemani penulis dalam meniti pahitnya kehidupan hingga diusia sekarang. Terimakasih sudah menjadi alasan penulis pulang ke rumah untuk sekedar menghibur diri dari keluh kesah selama kuliah. Semoga selalu dilimpahkan rezeki dan diberikan kesehatan.
3. Almamater tercinta, tempat ternyaman dan terbaik selama aku menimba ilmu yakni Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung semoga semakin maju, berkarya, dan berkualitas.
4. Terakhir tapi tidak kalah penting, saya ingin berterimakasih kepada diri saya sendiri yang merupakan bagian kebahagiaan tersendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini, terimakasih telah percaya pada diri sendiri bahwa saya bisa

melalui semua ini. Terimakasih karena tidak pernah berhenti mencintai dan menjadi diri sendiri, terimakasih sudah mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan di luar keadaan dan tetap memutuskan untuk tidak pernah menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pembawa ilmu.

Bandar Lampung, 27 September 2023



RIWAYAT HIDUP

Penulis Bernama Nadia Septiani dilahirkan pada tanggal 27 September 2001, di Mulyojati kecamatan Metro Barat, Kota Metro. Anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Suroto dan Ibu Nyaminah.

Penulis memulai menempuh Pendidikan di TK Tuma'ninah Yasin kecamatan Metro Pusat, Kota Metro, Lampung pada tahun 2006 hingga 2007, Pendidikan Sekolah Dasar ditempuh di SD N 5 Metro Barat kecamatan Metro Barat, Kota Metro, Lampung pada tahun 2007 hingga 2013. Kemudian melanjutkan Pendidikan Menengah Pertama di SMP Kartikatama Metro kecamatan Metro Barat, Kota Metro, Lampung pada tahun 2013 hingga 2016. Pada tahun 2016 melanjutkan di Sekolah Menengah Atas di SMA Kartikatama Metro kecamatan Metro Barat, Kota Metro, Lampung dan lulus pada tahun 2019. Kemudian pada tahun 2019 melanjutkan ke Pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada program studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Penulis begitu banyak memperoleh pengalaman di bidang non-akademik, yaitu penulis pernah mengikuti beberapa organisasi Pramuka di SD, organisasi English Club di SMP, Paskibra di SMA dan Pramuka di SMA.

KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim,
Assalamualaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik dan lancar. Penulisan skripsi dengan judul **“Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap Prediksi Total Hujan Bulanan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung”**. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad SAW, para sahabat, keluarga dan pengikut-pengikut beliau yang setia.

Skripsi ini ditulis untuk menyelesaikan studi (pendidikan) program Starta Satu (S1) Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd). penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT sehingga kendala-kendala tersebut dapat diatasi dengan baik. Oleh karena itu, dengan tulus dan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. H. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku Ketua Jurusan dan Ibu Rahma Diani, M.Pd selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Yuberti, M.Pd.selaku pembimbing I yang selama ini telah membimbing dan mengarahkan serta menyediakan waktunya untuk memberikan dan mengajarkan ilmunya dengan ikhlas dan sabar, sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.
4. Ibu Welly Anggraini, M.Si selaku pembimbing II terimakasih atas kesabaran, kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan,

- arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi, sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
5. Bapak dan ibu dosen serta staff karyawan fakultas tarbiyah dan keguruan yang telah mendidik, memberikan watu dan layanannya dengan tulus dan ikhlas kepada penulis selama menuntut ilmu di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
 6. Seluruh teman seperjuanganku di Pendidikan Fisika angkatan 2019 dan khususnya Fisika Kelas D 2019 yang telah memberi warna, berbagi cerita, dan kebersamaan selama di bangku kuliah.
 7. Febri Rahmana Putra dengan NPM 1921030220 seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya. Berkontribusi banyak dalam penulisan karya tulis ini, baik tenaga, waktu, maupun materi kepada saya. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal yang menemani, mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, memberi semangat untuk pantang menyerah. Tetaplah kebersamai dan menjadi pribadi yang lebih baik lagi. Semoga Allah SWT selalu memberi keberkahan dalam segala hal yang kita lalui
 8. Teman sekaligus sahabat yang paling aku sayangi, Syahla Athia Farha dan Netty Armita, yang selalu memberiku semangat, yang begitu setia menemani, serta selalu setia mendengarkan curahan hati saya. Terimakasih atas perhatian yang selalu diberikan, sesulit apapun keadaan yang dialami selalu ada mendampingi dan memberikan dukungan yang luar biasa. Terimakasih untuk beberapa tahun ini sudah menemani dan selalu memberikan yang terbaik, Semoga ini tidak menjadi akhir dari pertemanan kita, semoga persahabatan ini akan terus berlanjut dan semoga Allah SWT selalu melindungi dan mendengar doa-doa kita. Aamiin.
 9. Pendengar terbaik sekaligus sahabat yang aku cintai yang sudah seperti saudari kandungku Diah Melati, terimakasih karena selalu menemani disaat-saat saya butuh bantuan atau kesulitan, yang selalu siap menjawab pertanyaan-pertanyaan random yang saya berikan dan selalu menghibur saya. Terimakasih untuk tidak pernah lelah.

10. Rayyanza Malik Ahmad (Cipung Abubu), sebagai adik virtual jarak jauh yang telah membangkitkan semangat dan menjadi *mood booster* penulis dalam mengerjakan skripsi.
11. Almater tercinta, tempat ternyaman dan terbaik selama aku menimba ilmu yakni Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung semoga semakin maju, berkarya, dan berkualitas.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah dengan tulus memberikan doa dan motivasi sehingga dapat membantu dalam penyelesaian skripsi ini

Semoga semua bantuan, motivasi dan do'a yang tulus dari berbagai pihak menjadi catatan amal ibadah dan mendapatkan imbalan dari Allah SWT, Aamiin.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penulis dapat lebih menyempurnakan skripsi ini. Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun orang lain yang membacanya. Aamiin Yaarabbal'Alamin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINIL	iv
PERSETUJUAN	v
PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah.....	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	11
E. Tujuan Penelitian	11
F. Manfaat Penelitian	11
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	11
H. Sistematika Pembahasan	14
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Suhu	17
1. Pengertian Suhu	17
2. Alat Pengukur Suhu	20
3. Faktor yang Mempengaruhi Suhu	21
4. Pengukuran Suhu	24
5. Variasi Suhu di Indonesia	24
B. Kelembaban Udara.....	25
1. Pengertian Kelembaban Udara	25
2. Faktor yang Mempengaruhi Kelembaban Udara.....	26
3. Alat Ukur Kelembaban	28
4. Hubungan antara Kelembaban Udara dan Suhu	29
C. Curah Hujan	29
1. Pengertian Curah Hujan	29

2. Metode Pengukuran Curah Hujan	30
3. Validasi Data Curah Hujan	32
4. Karakteristik Curah Hujan	33
5. Proses Terjadi Hujan Secara Fisika	35
6. Alat Ukur Curah Hujan	36
D. Fenomena Hujan Es	38
1. Pengertian Hujan Es	38
2. Alat Ukur Hujan Es	41
3. Proses Terjadinya Hujan Es	42
4. Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung	46
E. Pengajuan Hipotesis	47

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	49
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian	49
C. Populasi, Sampel dan teknik Pengumpulan Data	50
D. Definisi Variabel Operasional	51
E. Instrumen Penelitian	52
F. Uji Validitas dan Reliabilitas Data	52
G. Uji Prasarat Analisis	54
H. Uji Hipotesis	57

BAB IV ANALISIS PENELITIAN

A. Deskripsi Data	59
B. Pembahasan Hasil Penelitian dan Analisis	61

BAB V PENUTUP

A. Simpulan	83
B. Rekomendasi	83

DAFTAR RUJUKAN LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Rata-rata Suhu Udara Tahun 2022	59
Tabel 4.2 Data Rata-rata Kelembaban Udara Tahun 2022	60
Tabel 4.3 Data Total Hujan Bulanan Tahun 2022	60
Tabel 4.4 Tabel Hasil Uji Validitas	65
Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Reliabilitas	66
Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Menggunakan Uji K-S	67
Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas Variabel Suhu	68
Tabel 4.8 Hasil Uji Homogenitas Variabel	69
Tabel 4.9 Hasil Uji Multikolinearitas	70
Tabel 4.10 Hasil Uji Statistik Deskriptif	71
Tabel 4.11 Hasil Uji Parsial (Uji T)	73
Tabel 4.12 Hasil Uji Simultan (Uji F)	76
Tabel 4.13 Hasil Uji Determinasi (R^2).....	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Selisih suhu udara tahun 2021-2022	6
Gambar 2.1 Perbandingan Suhu	20
Gambar 2.2 Termometer	21
Gambar 2.3 Higrometer.....	28
Gambar 2.4 Alat Penangkar Hujan Biasa	36
Gambar 2.5 Alat Penangkar Hujan Jenis Pelampung	37
Gambar 2.6 Alat Penangkar Hujan Jenis Timba Jungkit	38
Gambar 2.7 Proses Terjadinya Hujan Es	45
Gambar 2.8 Hujan Es di Kemiling Bandar Lampung	46
Gambar 4.1 Fenomena Hujan Es	79



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Tugas Proposal	91
Lampiran 2. Berita Acara Proposal	92
Lampiran 3. Surat Tugas Validasi	93
Lampiran 4. Berita Acara Validasi	94
Lampiran 5. Surat Tugas Munaqosah	95
Lampiran 6. Berita Acara Munaqosah.....	96
Lampiran 7. Surat Penelitian	97
Lampiran 8. Tarif Nol Rupiah	98
Lampiran 9. Surat Balasan BMKG.....	99
Lampiran 10. Data Bulanan BMKG.....	100
Lampiran 11. Lembar Validasi Ahli Instrumen.....	101
Lampiran 12. Hasil Presentase Validasi	107
Lampiran 13. Kisi-Kisi Instrumen Wawancara	108
Lampiran 14. Pedoman Wawancara	110
Lampiran 15. Tabel Distribusi t.....	125
Lampiran 16. Tabel Distribusi f	126
Lampiran 17. Tabel Distribusi r	127
Lampiran 18. Blanko Konsultasi.....	128
Lampiran 19. Surat Keterangan Bebas Plagiarisme.....	131
Lampiran 20. Foto Kegiatan Penelitian	132
Lampiran 21. Hasil Turnitin	130

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Untuk menghindari kesalahpahaman dan memudahkan pembaca untuk memahami arti dari penelitian yang berjudul **“Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap Prediksi Curah hujan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung”**. Peneliti akan menjelaskan istilah-istilah yang terdapat dalam judul sebagai berikut:

1. Pengaruh

Pengaruh dalam istilah penelitian disebut dengan akibat asosiatif yaitu suatu penelitian mencari atau pertautan nilai antara satu variabel dengan variabel yang lain.¹ Dalam penelitian ini peneliti meneliti pengaruh suhu dan kelembapan udara terhadap prediksi curah hujan.

2. Suhu

Suhu adalah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan panas kebenda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain.

3. Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air.² Dalam penelitian ini peneliti meneliti Kelembaban udara berkisar 60-85%, dan suhu udara 23-37°C.

4. Prediksi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan

¹ Sugiyono, *Penelitian Administratif* (Bandung:Alfa Beta, 2001), 7.

² Fardiaz, S., *Polusi Air & Udara* (Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1992), 14.

terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi.³

5. Hujan

Hujan adalah proses pengembalian air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi. Pengembalian ini akibat dari udara yang naik hingga melewati ketinggian kondensasi dan berubah menjadi awan. Di dalam awan terjadi proses tumbukan dan penggabungan antar butir-butir air yang akan meningkatkan massa dan volume butir air, jika butiran air akan turun dalam bentuk hujan. Agar terjadi hujan terdapat tiga faktor utama yang penting, yaitu: massa udara yang lembab, inti kondensasi (seperti partikel debu, kristal garam), dan suatu sarana sebagai tempat berlangsungnya proses pendinginan akibat udara. Pengangkatan massa ke udara ke atmosfer dapat berlangsung dengan cara-cara pendinginan siklonik, orografis, dan konvektif.⁴

6. Relevansi

Relevansi adalah keterkaitan atau kesesuaian antara kurikulum dalam dunia pendidikan dengan dunia luar yang telah dirancang dengan teratur guna menghadapi perkembangan atau tuntutan hidup yang ada di masyarakat.⁵

7. Fenomena Hujan Es

Hujan es atau biasa disebut juga hujan batu merupakan hujan berupa butiran es. Hujan es sendiri terjadi karena arus udara yang sangat banyak mengandung uap air yang akan bergerak secara vertikal, lalu akan mencapai ketinggian udara yang tinggi. Hujan es biasanya diikuti oleh hujan yang sangat lebat.⁶

³ Herdianto, "Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation" (Tesis, Universitas Sumatera Utara, 2013), 1.

⁴ Iskandar, F., "Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas". (Skripsi, Universitas Indonesia, 2012), 5.

⁵ Abdullah Ali. Ilmu Alamiah Dasar. (Jakarta: Bumi Aksara, 2014), 61.

⁶ Eka susi. Dinamika Hidrosfer. (Klaten: Saka Mitra Kopetensi, 2018), 8.

B. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki iklim tropis dengan dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan sering terjadi pada bulan April -September. Perubahan iklim atau cuaca tersebut akan bisa mempengaruhi berbagai aspek yang ada di bumi karena Iklim merupakan unsur utama yang berpengaruh dalam sistem metabolisme dan energi lainnya.⁷ Akibat daripada perubahan iklim yang ekstrim akan memberikan dampak cuaca yang tidak stabil dan mempengaruhi metabolisme makhluk hidup. Berdasarkan firman Allah dalam Al-Qur'an:

وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا
 سُقْنَهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ
 الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (الاعراف: ٥٧)

“Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan rahmat-Nya (hujan), sehingga apabila angin itu membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian Kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran”. (Q.S. Al-A'raf [7]: 57).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa perubahan cuaca akan mempengaruhi kehidupan yang ada di muka bumi termasuk kesehatan dan perkembangbiakan makhluk hidup sehingga akan menyebabkan kesejahteraan jika dengan porsi yang sesuai namun, akan membawa bencana jika dengan tingkat yang tinggi. Sehingga, perlu adanya penyesuaian dan penetralan yang

⁷ Iwantoro, S., “Pengaruh Perubahan Iklim Global Terhadap Eksistensi Spesies Invasif Dan Perdagangan Global”, *Prosiding Seminar Nasional PEI dan PFI Komda Sumsel Palembang*, 18 Oktober 2008.

dilakukan oleh setiap makhluk hidup dengan adanya tindakan akan memberikan dampak yang signifikan baik.⁸

Indonesia memiliki salah satu sistem yang memonitoring cuaca dan prediksi iklim melalui situs website Badan *Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* (BMKG) yang bisa diakses oleh seluruh pengguna internet guna mendapatkan informasi yang valid dan terarah di seluruh wilayah Indonesia termasuk Bandar Lampung. Perubahan iklim global disertai dengan peningkatan frekuensi dan intensitas gelombang panas (*heatwaves*). Suhu yang terlalu ekstrem dapat menyebabkan kematian. Disamping itu Bandar Lampung adalah salah satu wilayah yang berkembang dengan pesat dalam segala sektor salah satunya dalam hal pembangunan dan terelaisasinya beberapa proyek besar dengan memanfaatkan lahan-lahan tertentu untuk dijadikan sebagai bahan produksi yang memakan lingkup yang sangat besar. Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Fergusson (1951) iklim wilayah Bandar Lampung tergolong tipe A; sedangkan menurut zone agroklimat Oldeman (1978) tergolong Zone D3, yang berarti lembab sepanjang tahun.⁹ Curah hujan berkisar antara 2.257 – 2.454 mm/tahun. Jumlah hari hujan 76-166 hari/tahun. Kelembaban udara berkisar 60-85%, dan suhu udara 23-37°C. Kecepatan angin berkisar 2,78- 3,80 knot dengan arah dominan dari Barat (November-Januari), Utara (Maret-Mei), Timur (Juni-Agustus), dan Selatan (September-Oktober).

Parameter iklim yang sangat relevan untuk perencanaan wilayah perkotaan adalah curah hujan maksimum, karena terkait langsung dengan kejadian banjir dan desain sistem drainase. Berdasarkan data selama tahun 2009 yang tercatat di stasiun klimatologi Pahoman-Sumur Batu, Kubang (Kecamatan Panjang), Sukabumi-(Kecamatan Sukarame), Sumur Putri (Kecamatan Teluk Betung Utara), dan Langkapura (Kecamatan

⁸ Anggraini, W., et.al., "The effect of vehicle fuel and temperature changes to air pollution in the surrounding area of pesawat (SAP)", in *AIP Conference Proceedings* 2023, vol. 2595, no. 1), AIP Publishing.

⁹ Schmidt, F. H dan Fergusson, J. H. A., *Rainfall Types Based On Wet and Dry Period Rations for Indonesia With Western New Guinea* (Jakarta:Kementrian Perhubungan Meteorologi dan Geofisika).

Kemiling), curah hujan maksimum terjadi antara bulan Desember sampai dengan April, dan dapat mencapai 185 mm/hari. Secara administratif penataan ruang Bandar Lampung diatur dalam peraturan Daerah Nomor 4 Tahun 2004 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Bandar Lampung Tahun 2005 - 2015.¹⁰

Berdasarkan data terkait iklim atau cuaca yang ada di Bandar Lampung menunjukkan bahwa terdapat perubahan yang terjadi di setiap bulannya. Hal ini selaras dengan data yang ada di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) bahwa perubahan iklim adalah fenomena yang terjadi dalam kondisi alamiah yang secara alami mengalami perubahan (rata-rata) atau ketidaknormalan pada kebiasaan, yang dapat mengganggu perilaku hidup manusia dan aktivitas lainnya.¹¹ Suhu dan kelembaban merupakan satu kesatuan yang sangat berpengaruh dalam kehidupan. Selain dalam kehidupan, suhu dan kelembaban juga berpengaruh pada alat elektronik, salah satu contohnya yaitu kipas angin. Menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, menyatakan bahwa persyaratankualitas udara di dalam ruangan yang baik yaitu memiliki suhu antara 18°C - 30°C dan kelembaban udara antara 40% - 60%, untuk udara hangat dan nyaman yaitu memiliki suhu yang efektif antara 25,8°C - 27,1°C.¹² Udara yang berkualitas tidak hanya bersih dan bersuhu nyaman, tetapi tingkat kelembaban udara juga sangat penting bagi kenyamanan dan kesehatan tubuh. Banyaknya uap air dapat mempengaruhi tingkat kelembaban di udara baik di dalam ruangan (*Indoor*) ataupun di luar ruangan (*Outdoor*). Tingkat kelembaban udara di Indonesia pada umumnya relatif tinggi dan tidak banyak mengalami

¹⁰ Pemerintah Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung, *Laporan Status Lingkungan Hidup daerah Kota Bandar Lampung*. 2009
URL: <https://newberkeley.files.wordpress.com/2014/01/laporan-status-lingkungan-hidup-daerah-kota-bandar-lampung-tahun-2009.pdf> diakses pada 20 Januari 2023

¹¹ BPLH. 2009. *Status Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung*. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup

¹² Menteri Kesehatan dan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011" (2011).

perubahan, tetapi akan mengalami perubahan ketika memasuki musim hujan dan musim kemarau.

Berdasarkan data dari Badan Meterologi, klimatologi dan Geofisika (BMKG) terkait selisih suhu udara rata-rata pada tahun 2021 sampai 2022 ditampilkan pada gambar berikut ini :



Gambar 1.1

Selisih suhu udara tahun 2021-2022

Sumber : Bmkg.go.id (2023)

Berdasarkan data terkait perbedaan selisih suhu udara rata-rata pada tahun 2021 sampai 2022 yang diperoleh dari stasiun pengamatan BMKG di seluruh wilayah Indonesia, menunjukkan nilai perbedaan negatif yang dominan hampir di seluruh wilayah, sehingga dapat diartikan bahwa suhu udara rata-rata tahun 2022 cenderung lebih dingin dibandingkan tahun 2021. Perbedaan positif terbesar tercatat di Stasiun Meteorologi Syukuran Aminudin Amir - Sulawesi Tengah (sebesar 0.7 °C), sedangkan

perbedaan negatif terbesar tercatat di Stasiun Meteorologi Perak I - Surabaya (sebesar $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$).¹³

Curah hujan adalah banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi. Derajat curah hujan dinyatakan dengan jumlah curah hujan dalam satuan waktu. Biasanya satuan yang digunakan yaitu mm/jam. Dalam meteorologi butiran hujan dengan diameter lebih dari 0,5 mm disebut hujan dan diameter antara 0,5 s.d 0,1 mm disebut gerimis. Semakin besar ukuran butiran hujan, maka semakin besar pula kecepatan jatuhnya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi banyaknya hujan adalah kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara dan kecepatan angin.¹⁴ Curah hujan di suatu wilayah akan berbeda-beda hal ini dipengaruhi iklim dan perubahan cuaca dari suatu daerah. Sehingga perlu adanya pengukuran terkait prediksi guna memberikan persiapan bagi masyarakat jika terjadi cuaca ekstrim yang bisa mempengaruhi produktivitasnya dalam kegiatan. Cuaca Ekstrim adalah keadaan atau fenomena fisis atmosfer di suatu tempat, pada waktu tertentu dan berskala jangka pendek dan bersifat ekstrim. BMKG mengategorikan cuaca termasuk ekstrim apabila Suhu udara permukaan $\geq 35^{\circ}\text{C}$, Kecepatan angin ≥ 25 knots, Curah hujan dalam satu hari ≥ 50 mm.

Dampak dari perubahan iklim yang ekstrim tersebut akan menyebabkan adanya beberapa fenomena yang terjadi salah satunya adalah fenomena hujan es. Hujan es (*hail*) merupakan presipitasi yang berbentuk batu es tak beraturan dengan diameter sekitar 5 mm yang terbentuk dari awan konvektif, biasanya awan Comulonimbus. Fenomena hujan es sebenarnya bukan fenomena cuaca yang baru di Indonesia, namun intensitasnya masih kurang. Hujan es bersifat lokal, tidak merata, terjadi sangat mendadak, dan sulit diperkirakan.¹⁵ Fenomena hujan es yang terjadi secara mendadak ini sering kali mengakibatkan kerugian yang tidak

¹³ BMKG.2023. *Perubahan Iklim* diakses pada 2 Februari 2023, <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>

¹⁴ Tjasyono B, *Klimatologi Bandung* (Bandung, ITB, 2004).

¹⁵ Kolarič, D., et.al., *Hail Detection Methods Using Radar Data* (Ljubljana, 2013).

sedikit bagi masyarakat, misalnya kerusakan pada bangunan maupun lahan pertanian.

Di Kecamatan Kemiling Kota Bandar Lampung terjadi hujan es pada tanggal 19 september 2022, fenomena ini baru pertama kali terjadi di Kecamatan Kemiling Kota Bandar Lampung. Dari kondisi angin 3000 *feet* jam 00 dan 12 UTC terdapat gangguan cuaca skala regional yaitu *konfluen* (perlambatan kecepatan angin) disebelah Lampung bagian selatan hingga barat dan ini menjadi salah satu pemicu terjadinya hujan es di wilayah Kecamatan Kemiling.¹⁶ Menurut BMKG fenomena ini terjadi karena masih dalam periode pancaroba yang mengakibatkan proses kondensasi dan pengembunan mendadak akibat pergerakan massa udara naik dan turun sangat kuat didalam awan cumulonimbus, hingga massa udara yang sangat kuat membentuk partikel es.

Berdasarkan peraturan Kepala BMKG Nomor Kep. 009 tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Desiminasi Informasi Cuaca Ekstrem, hujan es termasuk dalam kategori cuaca ekstrem. Beberapa penelitian terdahulu telah menganalisa terkait permasalahan tersebut diantaranya yang dilakukan oleh Syech dengan tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh suhu udara, curah hujan, kelembabaan udara dan kecepatan angin terhadap arah penyebaran dan akumulasi *Particular Matter* studi kasus di kota Pekanbaru, pada penelilitianya menunjukan bahwa Kecepatan angin memiliki pengaruh kuat terhadap penyebaran PM10. Pemetaan pola sebaran angin dan pola sebaran PM10 pada Tahun 2015–2019 menunjukkan selalu terjadinya akumulasi PM10 di Kecamatan Limapuluh setiap tahun.¹⁷ Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa penelitian ini memiliki perbedaan

¹⁶ Adi Saputra, “Analisis Kondisi Cuaca Saat Terjadi Hujan Es di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung (Studi Kasus Tanggal 19 September 2022)”, *Buletin Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II*, ISSN 2581-0790.

¹⁷ Muhaniroh, Riad Syech, “Analisis Pengaruh Suhu Udara, Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin Terhadap Arah Penyebaran dan Akumulasi Particulate Matter (Pm10): Studi Kasus Kota Pekanbaru”. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia* 18, no.1 (2018).

yang menjadi novelty sebagai bentuk pemberharuan penelitian, diantaranya pada subjek dan tujuan dari penelitian yang berbeda.

Berdasarkan fenomena dan latar belakang masalah tersebut peneliti tertarik untuk mengetahui “Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap Prediksi Curah hujan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Kemiling, Bandar Lampung”.

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah penelitian, peneliti mendapatkan beberapa identifikasi masalah masalah diantaranya :

- a. Berdasarkan data terkait iklim atau cuaca yang ada di Bandar Lampung menunjukkan bahwa terdapat perubahan yang terjadi di setiap bulannya. Hal ini selaras dengan data yang ada di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) bahwa perubahan iklim adalah fenomena yang terjadi dalam kondisi alamiah yang secara alami mengalami perubahan ketidaknormalan.¹⁸ Sehingga peneliti menemukan masalah apakah perbedaan selisih cuaca akan mempengaruhi suhu dari suatu wilayah menjadi lebih ekstrim.
- b. Fenomena hujan es sebenarnya bukan fenomena cuaca yang baru di Indonesia, namun intensitasnya masih kurang. Hujan es bersifat lokal, tidak merata, terjadi sangat mendadak, dan sulit diperkirakan.¹⁹ Sehingga peneliti menemukan masalah mungkinkah adanya fenomena hujan es di beberapa wilayah Bandar Lampung.
- c. Menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, menyatakan bahwa persyaratankualitas udara di dalam ruangan yang

¹⁸ BPLH, *Status Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung* (Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup).

¹⁹ Kolarić, D., et.al., *Hail Detection Methods Using Radar Data*, (Ljubljana).

baik yaitu memiliki suhu antara 18°C - 30°C dan kelembaban udara antara 40% - 60%, untuk udara hangat dan nyaman yaitu memiliki suhu yang efektif antara 25,8°C–27,1°C. Banyaknya uap air dapat mempengaruhi tingkat kelembaban di udara baik di dalam ruangan (*Indoor*) ataupun di luar ruangan (*Outdoor*). Tingkat kelembaban udara di Indonesia pada umumnya relatif tinggi dan tidak banyak mengalami perubahan, tetapi akan mengalami perubahan ketika memasuki musim hujan dan musim kemarau.²⁰ Sehingga peneliti menemukan masalah apakah perubahan suhu dan kelembaban udara akan mempengaruhi Perubahan iklim.

- d. Curah hujan di suatu wilayah akan berbeda-beda hal ini dipengaruhi iklim dan perubahan cuaca dari suatu daerah. Sehingga perlu adanya pengukuran terkait prediksi guna memberikan persiapan bagi masyarakat jika terjadi cuaca ekstrim yang bisa mempengaruhi produktivitasnya dalam kegiatan.²¹ Sehingga peneliti menemukan masalah bahwa perlu mengetahui tingkat prediksi curah hujan di Bandar Lampung.

2. Batasan Masalah

Dari pemaparan identifikasi masalah yang telah diuraikan, batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Peneliti membatasi penelitian ini pada keadaan suhu, kelembaban udara terhadap prediksi curah hujan yang terjadi selama tahun 2022 di Bandar Lampung
- b. Materi yang disajikan pada penelitian ini adalah materi yang mencakup tentang suhu, kelembaban udara, curah hujan dan fenomena hujan es.
- c. Mencari relevansi suhu dan kelembaban udara terhadap fenomena hujan es yang terjadi di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung

²⁰ Menteri Kesehatan dan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011” (2011).

²¹ Tjasyono B., *Klimatologi* (Bandung: ITB, 2004), 15.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan identifikasi dan batasan masalah, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah suhu dan kelembaban udara berpengaruh terhadap prediksi curah hujan di Bandar Lampung?
2. Bagaimana relevansi suhu dan kelembaban udara terhadap fenomena hujan es di Bandar Lampung?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh suhu dan kelembaban udara berpengaruh terhadap prediksi curah hujan di Bandar Lampung
2. Untuk mengetahui relevansi suhu dan kelembaban udara terhadap fenomena hujan es di Bandar Lampung

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis
Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sebuah landasan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan dapat menjadi referensi buat penelitian selanjutnya.
2. Manfaat Praktis
Manfaat praktis penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang prakiraan cuaca yang akan terjadi dan apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan cuaca.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

1. Penelitian pertama yang dilakukan oleh Rumahorbo, Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan evaluasi dengan membandingkan dan menghitung besarnya nilai korelasi pearson dan penyimpangan prediksi curah hujan terhadap total

hujan aktualnya. Simulasi ini menggunakan regresi linier sederhana dan regresi linier berganda. Hasil dari pengolahan data menunjukkan bahwa simulasi prediksi curah hujan tahun 2018 di daerah Bengkulu diperoleh nilai korelasi $r = 0,68$ dan rerata RMSE = 14.8 mm/bulan menggunakan prediktor suhu udara, diperoleh nilai korelasi $r = 0,69$ dan RMSE = 14.5 mm/bulan menggunakan prediktor kelembapan udara, dan nilai korelasi $r = 0,71$ dengan RMSE = 14.9 mm/bulan menggunakan prediktor suhu udara dan kelembapan udara sekaligus.²²

2. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Muhammad Wildan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi banyaknya hujan yaitu kelembapan udara, suhu udara, tekanan udara dan kecepatan angin. Karena hujan merupakan komponen penting dalam proses hidrologi, maka dilakukan analisis regresi yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan mengukur hubungan temperatur dan kelembapan terhadap curah hujan di Kabupaten Sleman. Diperoleh model regresi $Y = -4912.01 + 62.29X_2$ dimana kelembapan yang berpengaruh positif terhadap curah hujan.²³
3. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Rahmah, hasil analisis terjadinya hujan es di wilayah Bandung, digunakan teknik analisa kondisi cuaca permukaan dan data citra satelit. Dari teknik tersebut dapat dilihat perilaku menyimpang dari hujan es. Sedangkan pengamatan melalui citra satelit digunakan agar dapat mengetahui gambaran citra awan yang menunjukkan munculnya awan cumulonimbus (Cb) yang dapat mengakibatkan hujan lebat hingga hujan es. Hasil dari analisis teknik kondisi cuaca permukaan didapat tanda-tanda indikasi hujan es dilihat dari grafik yang dirajah, seperti suhu udara dan kelembapan relatif yang menunjukkan kenaikan

²² Inlim Rumahorbo, et.al., "Persamaan Regresi Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Data Suhu dan Kelembapan Udara di Bengkulu". *Jurnal Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY* 2, no .27 (2020).

²³ Muhammad Wildan Al Azkia, et.al., "Analisis Temperature dan Kelembaban Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta". *Jurnal Prosiding* 2, no.2 (2019).

signifikan dan tekanan udara yang menunjukkan pola berulang dengan puncak pertama lebih rendah dibanding puncak kedua. Sedangkan citra satelit, didapat gambaran pertumbuhan awan Cb dan kenaikan suhu puncak awan.²⁴

4. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Marni, untuk mempelajari pengaruh kelembaban udara dan suhu udara terhadap ketebalan hujan serta menentukan sebuah persamaan tebal hujan menggunakan persamaan regresi linier berganda. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tebal hujan, kelembaban udara dan suhu udara rata-rata bulanan dari bulan Januari 2012 s.d Desember 2013 pada durasi yang berbeda yaitu 15, 30, 60, 120, 180 dan 360 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yang memiliki pengaruh sedang yaitu kelembaban udara dan suhu udara pada durasi hujan 30 dan 60 menit tahun 2012 dan 2013 dengan nilai koefisien korelasi 0,57 dan 0,55. Sementara hasil olahan dari kedua unsur cuaca yaitu kelembaban udara dan suhu udara tersebut telah diperoleh enam persamaan tebal hujan. Dari ke enam persamaan menunjukkan ada dua persamaan yang memiliki nilai koefisien parameter model kelembaban udara dan suhu udara terendah dan tertinggi secara berurut-urut pada durasi 30 dan 360 menit.²⁵
5. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Sulasmi. Penelitian ini bersifat deskriptif, menggunakan data sekunder berupa data curah hujan, kelembaban, temperatur dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Banjarbaru, juga data kasus malaria Kabupaten Tanah Bumbu selama kurun waktu 10 tahun. Hasil menunjukkan bahwa curah hujan mempengaruhi peningkatan kepadatan nyamuk. Temperatur optimum mendukung peningkatan kepadatan nyamuk pada

²⁴ Rahmah Hidayati, et.al., “Analisis Kejadian Hujan Es di Wilayah Bandung Berdasarkan Kondisi Atmosfer dan Citra Satelit Analysis Of Hailstone At Territorial Bandung Bases Atmospheric Condition And Satellite Image”. *Jurnal Fibusi (JoF)* 3, no. 1, (April 2015).

²⁵ Marnia, Muhammad Ishak Jumaranga, “Analisis Hubungan Kelembaban Udara dan Suhu Udara Terhadap Parameter Tebal Hujan di Kota Pontianak”. *Jurnal PRISMA FISIKA IV*, no. 03 (2016), 80 – 83.

26,5-27 oC. Kelembaban, temperatur, dan curah hujan optimum mendukung peningkatan kejadian malaria yang terlihat dari angka kasus. Peningkatan surveilan perlu dilakukan pada akhir bulan basah (bulan Februari hingga Mei). Kewaspadaan dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan curah hujan, kelembaban dan suhu skala mingguan.²⁶

Oleh karena itu, untuk membedakan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada konteks subjek, dan tujuan penelitian serta fokus penelitian yang menjadi sistem penganalisisan yaitu suhu dan kelembaban udara serta relevansinya terhadap fenomena hujan es di wilayah Bandar Lampung. Sehingga penelitian ini menarik judul penelitian yaitu **“Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara Terhadap Prediksi Curah hujan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung”**.

H. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan adalah struktur pembahasan penelitian yang dilakukan. Sistematika dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi penjabaran tentang pemaparan latar belakang yang memuat hal-hal yang mendasari perlu dilakukan penelitian tentang Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara terhadap Prediksi Curah Hujan dan Relevansi pada Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang pemaparan dan mendeskripsikan beberapa teori yang menjadi landasan penelitian yang dilakukan seperti teori tentang suhu, teori tentang kelembaban udara, teori tentang curah hujan dan teori tentang fenomena hujan es.

²⁶Sri Sulasmi, et.al., “Pengaruh Curah Hujan, Kelembaban, Dan Temperatur Terhadap Prevalensi Malaria Di Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan”. *Jurnal JHECDs* 1, no.3 (2017).

3. BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang uraian mengenai metode penelitian yang digunakan oleh peneliti. Bagian ini membahas mengenai tempat dan waktu penelitian, jenis penelitian, populasi, sampel, teknik pengumpulan data, definisi operasional variabel, instrument penelitian dan beberapa uji penelitian.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan. Pada bab ini memaparkan data-data yang diperoleh.

5. BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan rekomendasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan.





BAB II

LANDASAN TEORI

A. Suhu

1. Pengertian Suhu

Suhu adalah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan panas kebenda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain. Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air.²⁷ Pada pengertian yang lain, Suhu atau temperature udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Alat untuk mengukur suhu atau temperature udara atau derajat panas disebut thermometer. Biasanya pengukuran suhu atau temperature udara dinyatakan dalam skala Celcius(C), Reamur(R), dan Fahrenheit(F). Udara timbul karena adanya radiasi panas matahari yang diterima bumi.²⁸

Suhu dalam pengertian kualitatif merupakan ukuran untuk menyatakan dingin, panas, dan hangat dalam pembicaraan orang sehari-hari. Panas dapat dinyatakan sebagai energi yang diteansfer dari benda yang satu dengan benda yang lain dengan proses radiasi, konduksi, atau konveksi. Yang perlu ditekankan adalah bahwa panas dan suhu adalah dua hal yang berbeda. Suhu merupakan satuan intensitas panas dan bukan kualitas panas. Perubahan suhu udara di satu tempat dengan tempat lainnya bergantung pada ketinggian tempat dan letak astronomisnya (lintang). Perubahan suhu karena perbedaan ketinggian jauh lebih cepat daripada perubahan suhu karena perbedaan letak lintang. Biasanya, perubahan suhu terjadi berkisar 0,6 derajat celcius tiap kenaikan

²⁷Fardiaz, S., *Polusi Air & Udara* (Yogyakarta: Penerbit Kanisius).

²⁸Yuberti, Y., et.al., "The Effectiveness Of The Science, Environment, Technology, And Society Learning Model With Scientific Approach Vision On Students' Physics Learning Outcomes" in *AIP Conference Proceedings 2023*, vol. 2595, No. 1). AIP Publishing.

100 m. Menurut teori meteorologi, suhu dapat diartikan sebagai kondisi atmosfer yang dapat mempengaruhi cuaca dan iklim. Suhu udara diukur dengan menggunakan termometer dan satuan suhu yang umum digunakan adalah derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) atau Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

Suhu merupakan karakteristik *inherent* yang dimiliki oleh suatu yang berhubungan dengan panas dan energi. Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Suhu merupakan keadaan yang menentukan kemampuan benda untuk memindahkan panas benda ke benda lain. Suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata selama setiap periode 24 jam. Fluktuasi suhu udara dan suhu tanah berkaitan dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari, sebagian dari radiasi matahari akan diserap oleh gas-gas atmosfer dan partikel-partikel padat yang melayang di atmosfer. Serapan energi radiasi matahari akan menyebabkan suhu udara meningkat. Suhu udara harian maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai, intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya jatuh tegak lurus, yakni pada waktu tengah hari.²⁹

Di atas laut perubahan suhu udara dekat laut hampir sama. Sebaiknya di atas daerah pedalam dan padang pasir perubahan suhu udara permukaan antara siang dan malam mencapai 20 derajat celcius. Sedangkan daerah pantai variasinya tergantung dari arah angin yang ditiup, variasinya besar bila angin bertiup dari atas daratan dan sebaliknya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, suhu adalah panas atau dinginnya udara yang dinyatakan dengan satuan derajat tertentu. Suhu udara dibedakan menjadi dua antara suhu kering dan suhu basah. Suhu kering yaitu suhu yang ditunjukkan oleh termometer suhu ruangan setelah

²⁹ Roby Friadi dan Junadhi, "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry PI". *JTIS* 2, no. 1 (Februari, 2019).

diadaptasikan selama kurang lebih sepuluh menit, umumnya suhu kering antara $24 - 34^{\circ}\text{C}$ dan suhu basah, yaitu suhu yang menunjukkan bahwa udara telah jenuh oleh uap air, umumnya lebih rendah daripada suhu kering, yaitu antara $20 - 25^{\circ}\text{C}$.³⁰ Suhu udara akan menjadi masalah apabila suhu saat ini lebih baik pada sebelumnya. Fluktuasi suhu yang cukup tinggi akan menimbulkan keluhan.

Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat untuk mengukur suhu cenderung menggunakan indera peraba. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah termometer untuk mengukur suhu dengan valid. Pada abad 17 terdapat 30 jenis skala yang membuat para ilmuwan kebingungan. Hal ini memberikan inspirasi pada Anders Celcius (1701 – 1744) sehingga pada tahun 1742 dia memperkenalkan skala yang digunakan sebagai pedoman pengukuran suhu. Skala ini diberinama sesuai dengan namanya yaitu Skala Celcius. Apabila benda didinginkan terus maka suhunya akan semakin dingin dan partikelnya akan berhenti bergerak, kondisi ini disebut kondisi nol mutlak. Skala Celcius tidak bisa menjawab masalah ini maka Lord Kelvin (1842 – 1907) menawarkan skala baru yang diberi nama Kelvin. Skala kelvin dimulai dari 273 K ketika air membeku dan 373 K ketika air mendidih. Sehingga nol mutlak sama dengan 0 K atau -273°C . Selain skala tersebut ada juga skala Reamur dan Fahrenheit. Untuk skala Reamur air membeku pada suhu 0°R dan mendidih pada suhu 80°R sedangkan pada skala Fahrenheit air membeku pada suhu 32°F dan mendidih pada suhu 212°F .³¹

Suhu juga dapat disebut sebagai temperatur yang diukur dengan alat bernama termometer. Ada empat jenis termometer yang paling dikenal, yaitu Celcius, Fahrenheit, Reamur serta

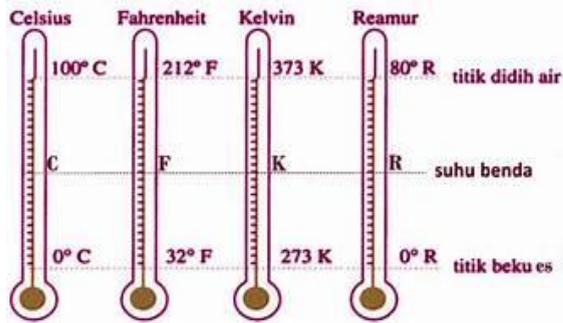
³⁰ Muhammad Wildan Al Azkia, et.al., “Analisis Temperature dan Kelembaban Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”. *Jurnal Prosiding* 2, no.2 (2019).

³¹ Setya Nurahmadani dan Samsul Hadi. *Ilmu Pengetahuan Alam (Terpadu) untuk SMP dan MTS kelas VII*. (Jakarta: Pusat Perbukuan Kementerian Pendidikan Nasional, 2010), 19-20.

Kelvin. Perbandingan antara satu macam termometer dengan yang lainnya mengikuti:

$$C : R : (F - 32) = 5 : 4 : 9$$

$$K = C + 273^{\circ}$$



Gambar 2.1
Perbandingan Suhu

Dari Kelvin ke derajat Celcius, Kelvin dimulai dari 273° , tidak dari -273° . Serta derajat Celcius dimulai dari 0° . Suhu Kelvin sama perbandingannya terhadap derajat Celcius yaitu 5:5, maka untuk mengubah suhu itu ke suhu yang lainnya, lebih baik memakai atau mengubahnya ke derajat Celcius terlebih dahulu, sebab jika memakai Kelvin akan lebih rumit untuk mengubahnya ke suhu yang lainnya.³²

2. Alat Pengukur Suhu

Pembuatan termometer pertama kali dipelopori oleh Galileo Galilei (1564 – 1642) pada tahun 1595. Alat tersebut disebut dengan termoskop yang berupa labu kosong yang dilengkapi pipa panjang dengan ujung pipa terbuka. Mula-mula dipanaskan

³²Nurdyansyah, N., “Pengembangan Bahan Ajar Modul Ilmu Pengetahuan Alam bagi Siswa Kelas Iv Sekolah Dasar”. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, 2018.

sehingga udara dalam labu mengembang. Ujung pipa yang terbuka kemudian dicelupkan kedalam cairan berwarna. Ketika udara dalam labu menyusut, zat cair masuk kedalam pipa tetapi tidak sampai labu. Beginilah cara kerja termoskop. Untuk suhu yang berbeda, tinggi kolom zat cair di dalam pipa juga berbeda. Tinggi kolom ini digunakan untuk menentukan suhu. Prinsip kerja termometer buatan Galileo berdasarkan pada perubahan volume gas dalam labu. Tetapi dimasa ini termometer yang sering digunakan terbuat dari bahan cair misalnya raksa dan alkohol. Prinsip yang digunakan adalah pemuaian zat cair ketika terjadi peningkatan suhu benda. Thermometer menurut isinya dibagi menjadi : termometer cair, termometer padat, termometer digital. Semua termometer ini mempunyai keunggulan dan kelemahan masingmasing. Sedangkan berdasarkan penggunaannya termometer bermacam-macam sebagai misal termometer klinis, termometer lab dan lain-lain.³³



Gambar 2.2

Termometer

3. Faktor yang Mempengaruhi Suhu

Suhu udara yang kita rasakan saat ini misal panas, belum tentu suhu di tempat lain akan sama meskipun berada di dalam waktu yang sama. Atau suhu udara saat di siang hari mungkin

³³Tugiyono Aminoto, et.al., “Pengembangan Termometer Gas sebagai Alat Peraga Pembelajaran Pokok Bahasan Skala Suhu Mutlak”. *Jurnal Pendidikan Fisika* 4, no. 2 (Desember, 2019).

tidak terlalu berbeda jauh dengan suhu di malam hari. Ada banyak faktor yang mempengaruhi perubahan suhu udara di setiap tempat dan agen yang sangat berperan dalam menentukan suhu udara tersebut yaitu matahari. Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi suhu:³⁴

a. Durasi atau lamanya waktu penyinaran matahari

Matahari memang memiliki peran yang amat penting dalam mempengaruhi suhu udara. Semakin lama matahari menyinari suatu wilayah, sudah dipastikan wilayah tersebut mempunyai suhu udara yang tinggi. Seperti contoh yang terjadi di daerah tropis yaitu Indonesia yang setidaknya mendapat sinar matahari selama kurang lebih 12 jam, tentu suhu udara terasa panas. Berbeda dengan yang terjadi di belahan bumi bagian utara atau belahan bumi bagian selatan, hanya waktu – waktu tertentu saja wilayah tersebut mendapatkan sinar matahari lebih lama, biasanya terjadi saat musim panas tiba. Dan saat musim dingin tiba, lamanya sinar matahari di kedua tempat tersebut berlangsung sangat singkat, sehingga suhu udara menjadi dingin.

b. Sudut atau arah datangnya sinar matahari

Sudut terkecil dari datangnya sinar matahari terjadi pada pagi dan sore hari, saat itu sinar matahari yang dipancarkan tidak terlalu besar sehingga suhu udara tidak terlalu panas. Semakin besar sudut sinar matahari yaitu tepat tengah hari, maka suhu udara akan semakin panas. Sudut datangnya sinar matahari merupakan sudut yang dibentuk dari sinar matahari terhadap bidang permukaan bumi. Sehingga sinar matahari yang membentuk tegak lurus dengan permukaan bumi akan menghasilkan sinar matahari yang banyak.

c. Adanya awan di langit

Peran awan juga ikut mempengaruhi suhu udara. Saat awan melintas besar kemungkinan sinar matahari akan terhalang oleh

³⁴Yadi Suryadi, et.al., "Identifikasi Perubahan Suhu dan Curah Hujan serta Proyeksinya di Kota Semarang". *Proceeding Biology Education Conference* 14, no. 1 (Oktober, 2017), 242.

awan tersebut. Akibatnya suhu udara di daerah tersebut perlahan menjadi turun. Hal lain yang bisa dirasakan oleh kita saat terjadi hujan sepanjang hari, sinar matahari akan terhalang oleh awan mendung sehingga suhu menjadi turun dan kita biasanya akan merasa kedinginan.

d. Ketinggian suatu tempat

Semakin rendah suatu tempat suhu udara akan semakin tinggi, dan sebaliknya semakin tinggi suatu tempat maka suhu udara menjadi rendah. Perbedaan suhu udara tersebut akibat adanya perbedaan tinggi rendahnya daerah yang lebih dikenal dengan sebutan amplitudo. Saat kita pergi ke dataran rendah seperti pantai, kita akan merasa jika udara di sana terasa panas dan menjadi sangat dingin ketika kita berada di dataran tinggi seperti gunung dan pegunungan, sehingga kita perlu memakai pakaian tebal untuk menghangatkan tubuh.

e. Perbedaan garis lintang di suatu wilayah

Adanya garis lintang ini membagi bumi menjadi empat wilayah yaitu tropis, sub tropis, sedang dan dingin. Daerah yang berada di wilayah tropis atau garis khatulistiwa akan merasakan suhu udara yang sangat panas, sedangkan di daerah dingin tepatnya di kawasan kutub, suhu udara akan terasa sangat dingin. Hal ini disebabkan karena sinar matahari lebih cenderung mengarah pada wilayah khatulistiwa atau tropis.

f. Pergerakan arus laut dan angin

Arus laut dan juga angin juga turut mempengaruhi suhu udara. Seperti yang bisa terjadi ketika Australia mengalami musim dingin, angin dan arus laut yang mengarah ke Indonesia akan menyebabkan beberapa wilayah di Indonesia akan terasa dingin akibat suhu udara yang menurun. Sebaliknya jika angin dan arus laut yang datang berasal dari daerah yang bersuhu panas, bisa jadi daerah yang dilalui akan terasa panas juga dan suhu udara menjadi meningkat.

g. Kondisi geografis suatu wilayah

Bagi Indonesia yang sebagian besar pulaunya dikelilingi oleh perairan. Perairan sendiri lama dalam menyerap panas dari

sinar matahari tetapi lama pula dalam melepas panas sinar matahari. Akibatnya, perbedaan suhu udara antara malam dan siang hari tidak terlalu besar. Perbedaan suhu udara yang besar terjadi pada daerah yang letaknya jauh dari perairan atau laut, seperti di Gurun Sahara. Perbedaan suhu antara siang dan malam malam hari di gurun sangat besar, jika di siang hari suhu udara bisa sangat tinggi dan panas sedangkan pada malam hari suhu udara akan menurun sangat drastis bahkan bisa mencapai minus 0 derajat celsius. Untuk mengukur suhu udara tersebut dibutuhkan sebuah alat ukur yang bernama termometer atau termograf.

4. Pengukuran Suhu pada Stasiun Klimatologi

Suhu udara yang dilaporkan oleh stasiun klimatologi adalah suhu udara yang diukur dengan menggunakan thermometer air raksa yang diletakkan di dalam sangkar meteorologi yang berwarna putih pada ketinggian 1,2 – 1,5 meter dari permukaan tanah yang ditanami dengan rumput. Pengukuran suhu udara secara kontinu dapat dilakukan dengan menggunakan thermometer pita metal ganda yang dilengkapi dengan kertas grafik yang khusus dirancang untuk itu.

Suhu udara harian rata-rata adalah dihitung berdasarkan rata-rata suhu pada beberapa kali pengamatan dalam setiap periode 24 jam (sehari semalam). Frekuensi pengamatan dapat dilakukan sebanyak 8 kali, yakni setiap 3 jam sekali dan dimulai pada tengah malam. Suhu udara maksimum dan minimum diukur dengan menggunakan thermometer maksimum dan thermometer minimum.³⁵

5. Variasi Suhu di Indonesia

Suhu di permukaan bumi makin rendah dengan bertambahnya lintang seperti halnya penurunan suhu menurut

³⁵Aliadi, Arif, dkk. *Perubahan Iklim Hutan dan REED : Peluang atau Tantangan* (Kemitraan Bogor, 2018).

ketinggian. Pada penyebaran suhu secara vertikal, permukaan bumi merupakan sumber pemanasan sehingga makin tinggi tempat makin rendah suhunya (sampai troposfer). Sedangkan pada penyebaran suhu menurut letak lintang, sumber energi utama berasal dari daerah tropika (antara 30° LU-30°LS) yang merupakan penerima energy radiasi surya terbanyak. Fluktuasi suhu musiman untuk masing-masing lokasi di Indonesia sangat kecil karena terletak di daerah tropis. Variasi suhu di Indonesia lebih dipengaruhi oleh ketinggian tempat (*altitude*). Suhu maksimum di Indonesia menurun sebesar 0,6° C untuk setiap kenaikan elevasi setinggi 100 meter. Sedangkan suhu minimum menurun 0,5°C setiap kenaikan elevasi 100 meter. Suhu maksimum tertinggi umumnya tercapai pada sekitar bulan Oktober bulan Juli dan Agustus. Suhu maksimum rata-rata di Indonesia umumnya tidak melebihi 32°C. Karena sebagian besar wilayah Indonesia merupakan perairan. Permukaan air yang luas akan berperan penting dalam memperkecil fluktuasi suhu, karena sebagian besar energi radiasi matahari terpakai untuk penguapan air (evaporasi), berbeda dengan pada lokasi yang terletak di tengah benua yang luas, misalnya bagian interior Benua Australia, Gurun Gobi yang terletak di tengah daratan Cina, Gurun Sahara di bagian tengah Afrika Utara, atau Gurun di Negara bagian Arizona di Amerika Utara.

B. Kelembaban Udara

1. Pengertian Kelembaban Udara

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif. Alat untuk mengukur kelembapan disebut *higrometer*. Sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembapan udara dalam sebuah bangunan dengan sebuah pengawalembab (dehumidifier). Dapat dianalogikan dengan sebuah termometer dan termostat untuk suhu udara. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat

mencapai 3% pada 30 °C (86 °F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0 °C.³⁶

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volum. Menurut Wirohamidjojo, kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara.³⁷ Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual.

2. Faktor yang Mempengaruhi Kelembaban

Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi kelembaban udara di suatu wilayah, antara lain:³⁸

a. Suhu Udara

Semakin tinggi suhu udara, maka semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara. Sedangkan, semakin rendah suhu udara, semakin rendah kapasitas uap air dari udara tersebut. Hal ini terjadi karena saat udara panas, maka jarak antara molekulnya lebih lebar sehingga mampu mengakomodasi banyak uap air. Ketika udara dingin, maka jarak antar molekulnya menjadi kecil sehingga kesulitan mengakomodasi uap air.

³⁶ Sri Sulasmi, et.al., “Pengaruh Curah Hujan, Kelembaban, Dan Temperatur Terhadap Prevalensi Malaria Di Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan”. *Jurnal JHECDs* 1, no.3 (2017), 45.

³⁷ Wirjohamidjojo, S. & Swarinoto, Y.S (2010). *Iklim Kawasan Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.

³⁸ Muhammad Wildan Al Azkia, et.al., “Analisis Temperatur dan Kelembaban Terhadap Curah Hujandi Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”. *Jurnal Prosiding* 2, no.2 (2019), 43.

b. Tekanan Udara

Jika suatu wilayah memiliki tekanan udara yang semakin tinggi, maka udara yang berada di sekitarnya juga akan memiliki kelembapan yang tinggi pula. Hal tersebut dapat terjadi karena uap air yang ada di udara tersebut tetap, namun volume udaranya mengecil, sehingga kelembapan udaranya meningkat. Sebaliknya jika tekanan udara diturunkan, maka kelembapan udara di wilayah tersebut akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena volume udara, namun jumlah uap air tetap sama.

c. Pergerakan Angin

Pergerakan angin ternyata juga dapat mempengaruhi kelembapan pada udara. Hal ini dipengaruhi oleh proses penguapan dan kondensasi yang terjadi. Air yang menguap, cara nama saya yang kecil akan terbawa oleh angin dan membentuk awan serta meningkatkan kelembapan udara di suatu wilayah. Angin berperan untuk menggeser uap air dari suatu wilayah ke daerah lainnya.

d. Vegetasi

Vegetasi dapat mempengaruhi kelembapan pada udara karena tumbuhan melakukan transpirasi ketika berfotosintesis. Proses fotosintesis ini akan menghasilkan uap air, yang nantinya dapat menguap ke udara, meningkatkan kelembapan udara. Oleh karena itu, tidak jarang kita melihat hutan-hutan besar memiliki iklimnya sendiri.

e. Ketersediaan air

Air mengalami penguapan akan memberikan sejumlah uap air ke dalam udara. Uap air ini kemudian akan naik dan menetap di atmosfer membuat atmosfer menjadi lebih jenuh. Seiring dengan berjalannya waktu, uap air akan berubah menjadi awan-awan. Jika atmosfer sudah mencapai kapasitas udaranya, maka akan terjadi hujan. Kandungan air pada suatu wilayah bisa memengaruhi kelembapan di udara.

Semakin tinggi ketersediaan air di suatu tempat semakin tinggi pula kelembapan di wilayah tersebut.

3. Alat Ukur Kelembaban Udara

Secara umum kelembaban (*Relative Humidity*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah uap air yang ada di udara dan dinyatakan dalam persen dari jumlah uap air maksimum dalam kondisi jenuh. Alat yang dapat digunakan untuk mengukur kelembaban udara (*Relative Humidity*) adalah *higrometer*. *Higrometer* rambut adalah sebuah alat pengukur kelembaban udara dengan satuan persen yang menggunakan prinsip muai panjang rambut dimana rambut akan memanjang ketika kelembaban udara bertambah. Rambut yang digunakan adalah rambut manusia atau kuda yang sudah dihilangkan lemaknya yang kemudian dikaitkan dengan pengungkit (engsel) yang dihubungkan dengan jarum yang menunjuk kepada skala sehingga memperbesar perubahan skala dari perubahan kecil dari panjangnya rambut.³⁹



Gambar 2.3
Higrometer

³⁹Agusto & Toruna, "Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembapan dan Tekanan Udara *Portable* Berbasis Mikrokontroler Atmaga16" Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika 3, No.2, (2016).

4. Hubungan Antara Kelembaban Udara dan Suhu

Suhu dan kelembaban udara sangat erat hubungannya, karena jika kelembaban udara berubah, maka suhu juga akan berubah. Di musim penghujan suhu udara rendah, kelembaban tinggi, memungkinkan tumbuhnya jamur pada kertas, atas kertas menjadi bergelombang karena naik turunnya suhu udara.

Kelembaban udara berbanding terbalik dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara, maka kelembaban udaranya semakin kecil. Hal ini dikarenakan dengan tingginya suhu udara akan terjadi presipitasi (pengembunan) molekul. Hubungan kelembaban dengan suhu udara, antara lain:⁴⁰

- a. Jika dipanaskan, udara akan memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga terjadi kenaikan. Oleh karena itu, berakibat tekanan udara menjadi turun karena udaranya berkurang.
- b. Volume berbanding terbalik dengan tekanan.
- c. Kelembaban adalah konsentrasi uap air udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif.

C. Curah Hujan

1. Pengertian Curah Hujan

Menurut Tjasyono, Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dengan cara mengukurnya dengan menggunakan alat penakar hujan, sehingga dapat diketahui jumlahnya dalam satuan millimeter (mm). Curah hujan 1 mm adalah jumlah air hujan yang jatuh di permukaan per satuan luas (m²) dengan catatan tidak ada yang menguap, meresap atau mengalir. Jadi, curah hujan sebesar 1 mm setara dengan 1 liter/ m². Curah hujan dibatasi sebagai tinggi air

⁴⁰ Elita Dwi Saputri, "Optimasi Distribusi Air pada Daerah Irigasi Wilayah Pelayanan Wuluhan Kabupaten Jember Menggunakan Program WEAP". (Skripsi, Universitas Jember, 2019).

hujan yang diterima di permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi dan peresapan ke dalam tanah.⁴¹

Curah hujan merupakan salah satu parameter cuaca yang mana datanya sangat penting diperoleh untuk kepentingan BMKG dan masyarakat yang memerlukan data curah hujan tersebut. Hujan memiliki pengaruh yang sangat besar bagi kehidupan manusia, karena dapat memperlancar atau malah menghambat kegiatan manusia. Oleh karena itu kualitas data curah hujan yang didapat haruslah bermutu dan memiliki keakuratan yang tinggi. Maka seorang observer / pengamat haruslah mengetahui tentang alat penakar hujan yang sering dipakai ialah penakar hujan jenis Hellman.

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi millimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Indonesia merupakan Negara yang memiliki curah hujan yang bervariasi dikarenakan daerahnya yang berbeda pada ketinggian yang berbeda-beda. Curah hujan 1 (satu) millimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.⁴²

2. Metode pengukuran Curah Hujan

a. Metode Perhitungan Rata-rata Aljabar

Metode perhitungan rata-rata Aljabar merupakan cara yang paling sederhana Metode ini biasanya dipergunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah

⁴¹ Tjasyono B, *Klimatologi Bandung* (Bandung, ITB, 2004).

⁴² Sosrodarsono, S. Dan K, Takeda., *Hidrologi untuk Pengairan*. (Jakarta: Penerbit PT. Pradnya Paramita), 55.

hujan di daerah tersebut bersifat seragam (*uniform distribution*).⁴³

- 1) Untuk memilih metode ini ada hal yang harus dipertimbangkan, yaitu :
- 2) Apabila stasiun pencatatan hujan berjarak kurang dari 10 km dari lokasi, maka data hujan pada stasiun tersebut dapat digunakan dalam perhitungan 24.
- 3) Apabila tidak ada stasiun pencatat hujan dengan jarak kurang dari 10 km, maka digunakan stasiun pencatat hujan dengan jarak 10-20 km dengan syarat minimal 2 stasiun pencatat hujan. Dalam kasus ini hujan rerata Kawasan dapat dicari dengan metode aritmatik.

b. Metode Ishoyet

Ishoyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Ishoyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah diantara dua garis Ishoyet adalah merata dan sama dengan 25 nilai rata-rata dari kedua garis garis Ishoyet tersebut. Metode Ishoyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun curah hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Ishoyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibandingkan dengan metode lainnya.

c. Metode Poligon Thiessen

Metode tersebut digunakan jika ada setidaknya 3 hujan yang ditinjau dan koordinat stasiun hujan diketahui. Metode tersebut dilakukan dengan menganggap bahwa setiap stasiun hujan dalam suatu daerah mempunyai luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan di daerah yang bersangkutan. Data yang diperlukan adalah stasiun-stasiun curah hujan yang berpengaruh terhadap DPS beserta besarnya curah hujan. Caranya adalah dengan memplot letak stasiun-stasiun curah hujan ke dalam gambar daerah

⁴³Soewarno, *Hidrometri dan Aplikasi Teknosabo dalam Pengelolaan Sumber Daya Air* (Yogyakarta: Graha Ilmu), 38.

pengaliran sungai yang bersangkutan. Kemudian dibuat garis penghubung diantara garis-garis stasiun dan ditarik garis sumbuanya.

3. Validasi data Curah Hujan

a. Metode Kurva Massa Ganda

Metode kurva massa ganda merupakan suatu metode paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Dalam pengujian menggunakan metode kurva massa ganda akan memberikan suatu hasil yang baik jika dalam satu das terdapat banyak stasiun curah hujan, karena dalam jumlah stasiun yang banyak akan memberikan nilai rata-rata hujan tahunan sebagai pembanding terhadap stasiun yang akan diuji lebih dapat mewakili secara baik. Oleh itu jumlah minimal stasiun hujan untuk pengujian ini adalah 3 stasiun hujan atau lebih, maka bisa digunakan stasiun referensi tersebut adalah nilai rerata dari stasiun didekatnya. dan jika hanya terdapat 2 stasiun hujan atau bahkan 1 stasiun hujan, maka tidak dapat dilakukan pengujian. Nilai kumulatif nantinya akan digambarkan pada sistem koordinat kartesian $x - y$, apabila kurva yang berbentuk merupakan garis relatif lurus berarti pencatatan di stasiun tersebut akan bias dikatakan konsisten.⁴⁴ Apabila kurva yang berbentuk garis panah, berarti pencatatan distasiun tersebut tidak konsisten dan perlu koreksi. koreksi dilakukan dengan mengalirkan data setelah kurva berubah dengan perbandingan kemiringan setelah dan sebelum kurva patah.

b. Metode Raps (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Dalam uji konsistensi tersebut yang mana dimaksudkan adalah kita dapat mengetahui kebenaran data lapangan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang ada, faktor tersebut sebagai berikut spesifikasi alat penakar berubah, perubahan

⁴⁴Soewarno, *Hidrometri dan Aplikasi Teknosabo dalam Pengelolaan Sumber Daya Air* (Yogyakarta: Graha Ilmu), 28.

lingkungan disekitar alat penakar, tempat alat pengukur dipindah. Jika hasil pengujian data ternyata data tersebut konsisten berarti tidak terjadi perubahan lingkungan dengan cara penakaran, dan apabila sebaliknya data tersebut tidak konsisten berarti terjadi perubahan lingkungan dengan cara penakaran.⁴⁵

Langkah- langkah perhitungan uji validasi data dengan menggunakan metode Raps adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung hujan tahunan.
- 2) Menghitung rerata hujan tahunan.
- 3) Menghitung sk.
- 4) Menghitung qmaks dan rmaks.
- 5) Untuk menghitung qmaks dan rmaks menggunakan nilai kritik q dan r dengan syarat ($q_{maks} < q_{tabel}$) dan ($r_{maks} < r_{tabel}$).

4. Karakteristik Curah Hujan

Cuaca adalah keadaan dimana atmosfer pada saat waktu tertentu di suatu tempat, yang dalam waktu begitu singkat berubah keadaanya (udara yang bergerak). Sedangkan iklim ialah kondisi dimana rata-rata atmosfer pada suatu tempat dan dalam keadaan waktu yang berjangka panjang. Dari parameter cuaca dan iklim yang ada, curah hujan merupakan bagian yang paling penting.

Berdasarkan dari faktor dan variable yang sangat mempengaruhi pembentukan cuaca, maka secara umum pola iklim di Indonesia berdasarkan distribusi curah hujan bulanan maupun dasarian (sepuluh harian) dibagi menjadi 3 pola hujan, yaitu diantaranya :

a. Pola Hujan Monsoon

Pola hujan monsoon ini dicirikan oleh adanya distribusi curah hujan bulanan berbentuk V dengan jumlah curah hujan

⁴⁵Sosrodarsono, S. Dan K, Takeda, *Hidrologi untuk Pengairan*. (Jakarta. Penerbit PT. Pradnya Paramita), 18.

musiman yang rendah terjadi pada bulan Juni, Juli atau Agustus. Pada saat kondisi normal, dimana monsun barat akan mendapat curah hujan yang berlimpah atau yang lebih dikenal dengan (musim hujan), sedangkan pada saat monsun timur terjadi curah hujan yang sangat sedikit atau yang dikenal dengan (musim kemarau). Pada pola hujan monsun wilayahnya memiliki perbedaan yang sangat signifikan antara musim hujan dan musim kemarau. Secara umum musim kemarau terjadi pada bulan April sampai bulan September, sedangkan musim hujan terjadi dari bulan Oktober sampai bulan Maret. Puncak maksimum musim hujan yaitu terjadi disaat bulan Januari /Desember. Pola hujan Monsun terdapat di Pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, dan sebagian Sumatera.

b. Pola Hujan Equatorial

Pola hujan equatorial dicirikan oleh pola hujan yang berbentuk bimodal, yaitu mempunyai dua puncak musim hujan (berbentuk M) yang dimana biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan bulan Oktober dimana posisi matahari dekat equator atau saat terjadinya ekinoks. Ekinoks terjadi dua kali selama periode 1 tahun yaitu pada saat tanggal 21 Maret dan 23 September. Selain itu, wilayah inipun memiliki pola dua lembah minimum pada musim kemarau yang biasanya terjadi pada bulan Januari dan bulan Juli yang hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Wilayah Indonesia di sepanjang garis equator sebagian besar mempunyai pola hujan equatorial, seperti Padang dan Pontianak.

c. Pola Hujan Lokal

Pola hujan lokal ini dipengaruhi oleh kondisi suatu wilayah dan memiliki satu puncak maksimum yang terjadi pada musim hujan. Pada pola hujan lokal ini wilayahnya memiliki distribusi hujan bulanan berkebalikan dengan pola hujan monsun. Pola hujan lokal memiliki ciri bentuk satu puncak hujan, tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe

hujan monsun. Salah satu wilayah yang mempunyai pola hujan lokal adalah Ambon (Maluku).

5. Proses Terjadi Hujan Secara Fisika

Terjadinya hujan dipengaruhi oleh konveksi di atmosfer bumi dan lautan. Konveksi adalah proses pemindahan panas oleh gerak massa suatu fluida dari suatu daerah ke daerah lainnya. Air-air yang terdiri dari air laut, air Sungai, air limbah dan sebagainya tersebut umumnya mengalami proses penguapan atau *evaporasi* akibat adanya bantuan dari panas sinar matahari. Air tersebut kemudian menjadi uap melayang ke udara dan akhirnya terus bergerak menuju langit bersama uap-uap air yang lain.⁴⁶

Sesampai di atas, uap-uap mengalami proses pemadatan atau biasa disebut juga *kondensasi* sehingga terbentuklah awan. Akibat terbawa angin yang bergerak, awan-awan tersebut saling bertemu dan membesar dan kemudian menuju atmosfer bumi yang suhunya lebih rendah dan dingin dan akhirnya membentuk butiran es dan butiran air. Karena terlalu berat dan tidak mampu lagi ditopang angin akhirnya butiran-butiran es atau air tersebut jatuh ke permukaan bumi, proses ini juga disebut proses *presipitasi*. Karena semakin rendah kelembaban udara, mengakibatkan suhu semakin naik maka es/salju akan mencair. Namun jika suhunya sangat rendah, maka akan turun tetap menjadi salju.

Berikut merupakan 3 hal dasar yang menjadi latar belakang terjadinya hujan:⁴⁷

- a. Udara hangat naik (seperti: keluar udara panas dari teko air panas menuju wadah), udara dingin turun (seperti: udara dari lemari es terasa dingin di kaki).
- b. Udara naik meluas dan mendingin (mendingin secara *adiabatis*), udara menetes secara termampatkan dan memanas (memanas secara *adiabatis*)

⁴⁶ Muhammad Alie Muzakki, "Kajian Proses Terjadi Hujan dalam Perspektif Fisika". Tugas Matakuliah IPBA.

⁴⁷ Ibid.

- c. Udara panas memiliki kapasitas untuk menahan air, udara dingin memiliki sedikit kapasitas untuk menahan air.

6. Alat Ukur Hujan

a. Alat Penangkar Hujan Biasa

Alat penangkar hujan biasa yang terdiri dari corong dan botol penampung yang berada di dalam suatu tabung silinder. Alat ini ditempatkan di tempat terbuka yang tidak dipengaruhi pohon-pohon dan gedung-gedung yang ada di sekitarnya. Air hujan yang jatuh pada corong akan terampung di dalam tabung silinder. Dengan mengukur volume air yang terampung dan luas corong akan dapat diketahui kedalaman hujan. Curah hujan kurang dari 0.1 mm dicatat sebagai 0.0 mm, yang harus dibedakan dengan tidak ada hujan yang dicatat dengan garis (-). Pengukuran dilakukan setiap hari. Biasanya pembacaan pada pagi hari, sehingga hujan tercatat adalah hujan yang terjadi selama satu hari sebelumnya, yang sering disebut hujan harian. Dengan alat ini tidak dapat diketahui kekerasan hujan (intensitas) hujan, durasi (lama waktu) hujan dan kapan terjadinya.⁴⁸



Gambar 2.4
Alat Penangkar Hujan Biasa

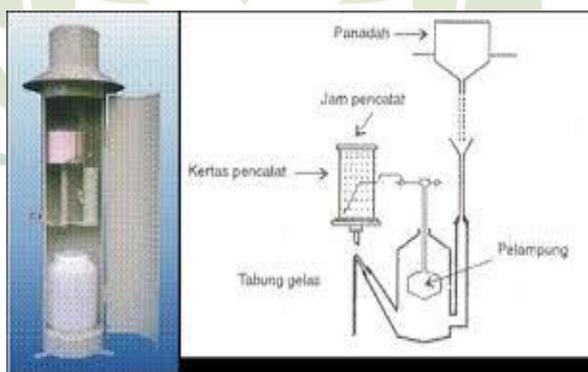
⁴⁸M Pramono Hadi, "Pemahaman Karakteristik Hujan Sebagai Dasar Pemilihan Model Hidrologi (Studi Kasus di Das Bengawan Solo Hulu)," *Forum Geografi* 20, no.1 (2016): 13–26, <https://doi.org/10.23917/forgeo.v20i1.1804>.

b. Alat Penangkar Hujan Otomatis

Alat ini mengukur hujan secara kontinu sehingga dapat diketahui intensitas hujan dan lama waktu hujan. Ada beberapa macam alat penangkar hujan otomatis yaitu alat penangkar hujan jenis pelampung, alat penangkar hujan jenis timba jungkit, dan alat penangkar hujan jenis timbangan.

1) Alat Penangkar Hujan Jenis Pelampung

Hujan yang jatuh masuk ke dalam tabung yang berisi pelampung. Jika muka air di dalam tabung naik, pelampung bergerak ke atas dan bersamaan dengan pelampung tersebut sebuah pena yang dihubungkan dengan pelampung melalui suatu tali penghubung juga ikut bergerak. Gerakan pena tersebut memberi tanda pada kertas grafik yang digulung pada silinder yang berputar. Jika tabung telah penuh, secara otomatis seluruh air akan melimpas keluar melalui mekanisme sifon yang dihubungkan.⁴⁹



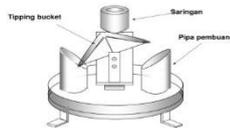
Gambar 2.5
Alat Penangkar Hujan Jenis Pelampung

⁴⁹Lesik, Elisabet Marlin, Hery Leo Sianturi, Apolinaris S Geru, and Bernandus Bernandus. "Analisis Pola Hujan dan Distribusi Hujan Berdasarkan Ketinggian Tempat di Pulau Flores." *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya* 5, no. 2 (2020): 118–28. <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i2.2451>.

2) Alat Penangkar Hujan Jenis Timba Jungkit

Jenis alat ini terdiri dari silinder penampung yang dilengkapi dengan corong. Di bawah corong ditempatkan sepasang timba penakar kecil yang dipasang sedemikian rupa sehingga jika salah satu timba menerima curah hujan sebesar 0.25mm, timba tersebut akan menjungkit dan menumpahkan isinya ke dalam tangki. Timba lainnya kemudian menggantikan tempatnya, dan kejadian serupa akan berulang. Gerakan timba mengaktifkan suatu sirkuit listrik dan menyebabkan suatu silinder dan berputar sesuai dengan perputaran jarum jam.

ALAT PENAKAR HUJAN JENIS TIMBA JUNGKIT



Gambar 2.6
Alat Penangkar Hujan Jenis Timba Jungkit

D. Fenomena Hujan Es

1. Pengertian Hujan Es

Hujan es, dalam ilmu meteorologi disebut juga hail, adalah presipitasi yang terdiri dari bola-bola es. Salah satu proses pembentukannya adalah melalui kondensasi uap air lewat dingin di atmosfer pada lapisan di atas freezing level. Es yang terjadi dengan proses ini biasanya berukuran besar. Karena ukurannya, walaupun telah turun ke arah yang lebih rendah dengan suhu yang relatif hangat tidak semuanya mencair. Proses lain yang dapat menyebabkan hujan adalah riming, dimana uap air lewat dingin tertarik ke permukaan benih-benih

es. Karena terjadi pengembunan yang mendadak maka terjadilah es dengan ukuran yang besar.⁵⁰

Menurut ilmu fisika, hujan es terjadi pada daerah dengan ketinggian *freezing level* yang rendah, dimana ketika partikel es melalui *freezing level* dilapisan ketinggian yang cukup rendah maka partikel es tersebut akan mengalami proses pelelehan dan gesekan dengan partikel udara yang hanya sesaat sehingga ketika mencapai permukaan bumi, bentuknya masih akan berupa batuan es atau *hailstone*. *Freezing level* adalah ketinggian di lapisan atmosfer dengan suhu 0°C yang membuat tetestetes air berubah menjadi es. Pada umumnya, *hydrometeor* yang jatuh ke permukaan bumi memiliki diameter yang sama, baik di wilayah tropis maupun di wilayah ekstra-tropis. Akan tetapi, karena wilayah tropis memiliki *freezing level* yang tinggi, maka selama partikel es jatuh, partikel es tersebut akan meleleh karena bergesekan dengan udara di atmosfer, sehingga saat mencapai permukaan bumi akan mencair menjadi air hujan. Hujan es terbentuk pada awan cumulonimbus ketika puncak awan tersebut telah melewati *freezing level*. Agar terbentuk awan cumulonimbus, kondisi atmosfer harus mendukung dengan labilnya lapisan udara sehingga mudah terjadi proses konveksi. Selain itu, harus ada suplai uap air yang cukup sehingga massa udara yang terangkat oleh proses konveksi mengandung uap air yang banyak dan akan mempermudah terbentuknya awan cumulus yang berkembang menjadi awan cumulonimbus.⁵¹ Di wilayah tropis, ketinggian *freezing level* cukup tinggi, yaitu antara 4500 sampai dengan 5000 meter dengan variabilitas bulanan dan tahunan yang rendah, sedangkan ketinggian *freezing level* di wilayah ekstra-tropis lebih rendah daripada wilayah tropis dengan variabilitas bulanan dan tahunan yang tinggi.

⁵⁰ Karmini, Mimin, "Hujan Es (Hail) di Jakarta, 20 April 2000". *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 1, no. 1, (2000), 27-32.

⁵¹ Harris, Gettys N. Jr., Kenneth P. Bowman, Dan Dong-Bin Shin. (2000). Comparison of Freezing-Level Altitudes from the NCEP Reanalysis with TRMM Precipitation Radar Brightband Data. *Journal of Climate* Volume 13, 4137-4148.

Hujan es merupakan bentuk presipitasi berupa bola-bola, potongan, maupun butir-butir es yang terpisah-pisah atau bergabung menjadi gumpalan dan memiliki diameter antara 5-50 mm. Menurut Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor : Kep. 009 Tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrem, hujan es adalah hujan yang berbentuk butiran es yang mempunyai garis tengah paling rendah 5 (lima) milimeter (mm) dan berasal dari awan cumulonimbus.

Hujan es terbentuk dari sistem konvektif kuat dimana batuan es yang jatuh pada saat hujan es disebut *hailstone*. Hujan es terjadi pada daerah dengan ketinggian *freezing level* yang rendah, dimana ketika partikel es melalui *freezing level* dilapisan ketinggian yang cukup rendah maka partikel es tersebut akan mengalami proses pelelehan dan gesekan dengan partikel udara yang hanya sesaat sehingga ketika mencapai permukaan bumi, bentuknya masih akan berupa batuan es atau *hailstone*. *Freezing level* adalah ketinggian di lapisan atmosfer dengan suhu 0°C yang membuat tetes air berubah menjadi es.⁵²

Pada umumnya, hidrometeor yang jatuh ke permukaan bumi memiliki diameter yang sama, baik di wilayah tropis maupun di wilayah ekstra-tropis. Akan tetapi, karena wilayah tropis memiliki *freezing level* yang tinggi, maka selama partikel es jatuh, partikel es tersebut akan meleleh karena bergesekan dengan udara di atmosfer, sehingga saat mencapai permukaan bumi akan mencair menjadi air hujan. Hujan es terbentuk pada awan cumulonimbus ketika puncak awan tersebut telah melewati *freezing level*. Agar terbentuk awan cumulonimbus, kondisi atmosfer harus mendukung dengan labilnya lapisan udara sehingga mudah terjadi proses konveksi. Selain itu, harus

⁵²Rahmah Hidayati , et.al., “Analisis Kejadian Hujan Es di Wilayah Bandung Berdasarkan Kondisi Atmosfer dan Citra Satelit Analysis Of Hailstone At Territorial Bandung Bases Atmospheric Condition And Satellite Image”. Jurnal Fibusi (JoF) 3, no. 1, (April 2015).

ada suplai uap air yang cukup sehingga massa udara yang terangkat oleh proses konveksi mengandung uap air yang banyak dan akan mempermudah terbentuknya awan cumulus yang berkembang menjadi awan cumulonimbus.⁵³

Fenomena hujan es terjadi di Kota Lubuklinggau, Sumatra Selatan pada tanggal 15 Oktober 2018 sekitar pukul 16.20 WIB. Berdasarkan data pengamatan AWS Tugu Mulyo, curah hujan pada tanggal 15 Oktober 2018 tercatat sebesar 26,8 mm yang termasuk kategori hujan sedang menurut BMKG.⁵⁴ Fenomena hujan es juga sering terjadi di Bogor, Jawa Barat pada tanggal 23 September 2020 sekitar pukul 16.00 hingga 16.30 WIB. Hujan es disertai dengan hujan lebat dan petir. Pada tanggal 24 Januari 2022-25 Januari 2022, Kawasan Bogor dan Tasikmalaya di guyur hujan es disertai dengan angin kencang dan petir selama dua hari berturut-turut.

2. Alat Ukur Hujan Es

Fenomena hujan es yang terjadi secara mendadak ini sering kali mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit bagi masyarakat, misalnya kerusakan pada bangunan maupun lahan pertanian. Berdasarkan peraturan Kepala BMKG Nomor Kep. 009 tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan desiminasi Informasi Cuaca Ekstrem, hujan es termasuk dalam kategori cuaca ekstrem.⁵⁵

Analisis suatu kejadian fenomena cuaca ekstrem perlu dilakukan sebagai langkah awal dalam memprediksi cuaca ekstrem tersebut kedepannya, sehingga dapat mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan. Untuk mendeteksi potensi

⁵³Ibid.

⁵⁴ Heriyanto Wicaksono, et.al., "Analisis Hujan Es di Kota LubukLinggai dengan Memanfaatkan Data Citra Satelit Himawari-8 dan Radiosone". *Prosiding SNFA: Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*. E-ISSN: 2548-8325 / P-ISSN 2548-8317, (2018).

⁵⁵ Suwignyo Prasetyo, et.al., "Studi Awan Konvektif Penyebab Hujan Es Menggunakan Radar Cuaca Doppler *Single Polarization* di Bogor". *JAM: Jurnal Meteorologi* 1, no.1, (Mei, 2022), 32-42.

terjadinya hujan es ada beberapa alat, yaitu menggunakan data radiosonde, data satelit, dan data radar. Karena kejadian hujan es yang berlangsung cepat maka metode yang paling tepat digunakan adalah dengan menggunakan data radar.

Oleh karena keterbatasan pengamatan secara spasial, hujan es tidak dapat diamati secara komprehensif oleh stasiun cuaca. Khususnya di Indonesia, hal ini yang menjadi permasalahan utama. Satu-satunya sistem pengamatan yang memiliki area luas di bawah pengawasan realtime dan mencapai resolusi spasial dan temporal yang tinggi adalah radar cuaca. Salah satu jenis radar yang dapat digunakan untuk memprediksi hujan es adalah radar single-polarization. Dalam menggunakan data radar single-polarization untuk estimasi hujan es ini sendiri ada beberapa metode yang dapat diterapkan, yaitu metode CAPPI, metode maxPPI, metode Auer, metode Waldvogel, metode Echotop, metode Severe Hail Index (SHI), metode Vertically Integrated Liquid (VIL), dan metode VIL density.⁵⁶ Pemanfaatan data radar ini diharapkan dapat mendeteksi kondisi atmosfer sebelum terjadi maupun saat terjadinya hujan es di Indonesia, sehingga dapat dijadikan peringatan dini guna mengantisipasi dampak buruk yang diakibatkan.

3. Proses Terjadinya Fenomena Hujan Es

Menurut ilmu fisika, berikut adalah proses terjadinya hujan es:

a. *Strong updraft and downdraft*

Adanya proses pergerakan massa udara naik dan turun yang sangat kuat. Pergerakan massa udara naik (*updraft*) yang cukup kuat dapat membawa uap air naik hingga mencapai ketinggian di mana suhu udara menjadi sangat dingin hingga uap air membeku menjadi partikel es. Partikel

⁵⁶ Aries Kristianto, et.al., "Identifikasi Kejadian Hujan Es Menggunakan Citra Radar dan Satelit Cuaca". Prosiding Pit Ke-5 Riset Kebencanaan Iabi (Universitas Andalas Padang, Mei 2018), 350, https://meteorologi.stmkg.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/Fullpaper_PIT5_2018-halaman-2-15.pdf

es dan partikel air super dingin akan bercampur dan teraduk-aduk akibat proses *updraft and downdraft* sehingga membentuk butiran es yang semakin membesar. Saat butiran es sudah terlalu besar, maka pergerakan massa udara naik tersebut tidak akan mampu lagi mengangkatnya sehingga butiran es akan jatuh ke permukaan bumi menjadi hail atau hujan es. Strong updraft di suatu daerah dapat terbentuk dan terjadi akibat adanya pemanasan matahari yang intens (pemanasannya sangat optimal/kuat), antara pagi hingga siang hari dan dapat juga dipengaruhi oleh topografi suatu daerah.

b. *Lower Freezing Level*

Selain itu, terdapat lapisan yang tingkat pembekuan lebih rendah atau *lower freezing level*. Pada fenomena hujan es, lapisan tingkat pembekuan mempunyai kecenderungan turun lebih rendah dari ketinggian normalnya. Inilah yang membuat butiran es yang jatuh ke permukaan bumi tidak mencair sempurna. Lapisan tingkat pembekuan merupakan lapisan pada ketinggian tertentu diatas permukaan bumi dimana suhu udara bernilai nol derajat Celsius. Pada ketinggian ini, butiran air umumnya akan membeku menjadi partikel es. Di Indonesia, umumnya lapisan tingkat pembekuan berada pada kisaran ketinggian antara 4-5 km di atas permukaan laut.⁵⁷

Adapun kesimpulan dari proses terjadinya hujan es secara ilmu fisika adalah sebagai berikut: (Dapat dilihat pada gambar 2.7)

1. Bermula dari awan Cumulonimbus (Cb) berdimensi tinggi yang diakibatkan ketidakstabilan dari lapisan atmosfer dan terjadi Turbulensi.
2. Kondisi labilitas udara signifikan salam sistem awan tersebut membentuk bongkahan es berukuran besar.

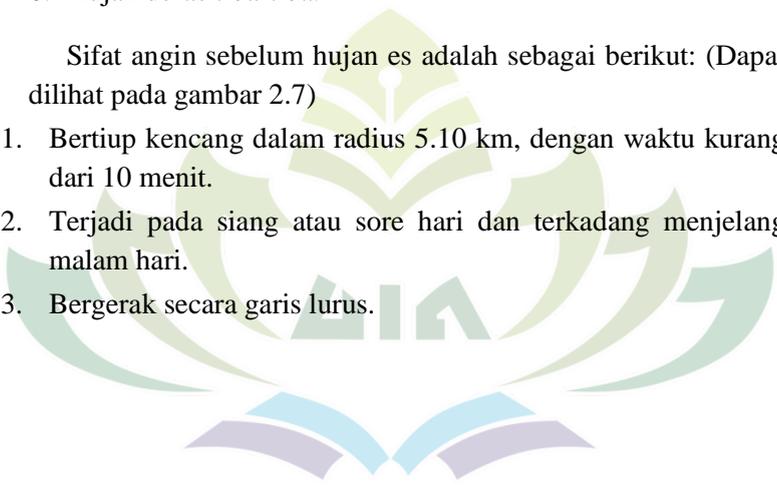
⁵⁷ Kompas.com, “Hujan Es Melanda Bogor dan Tasikmalaya, Begini Proses dan Dampaknya”, Kompas.com, 2022, <https://www.kompas.com/sains/read/2022/01/26/175000623/hujan-es-melanda-bogor-dan-tasikmalaya-begini-proses-hingga-dampaknya?page=2>

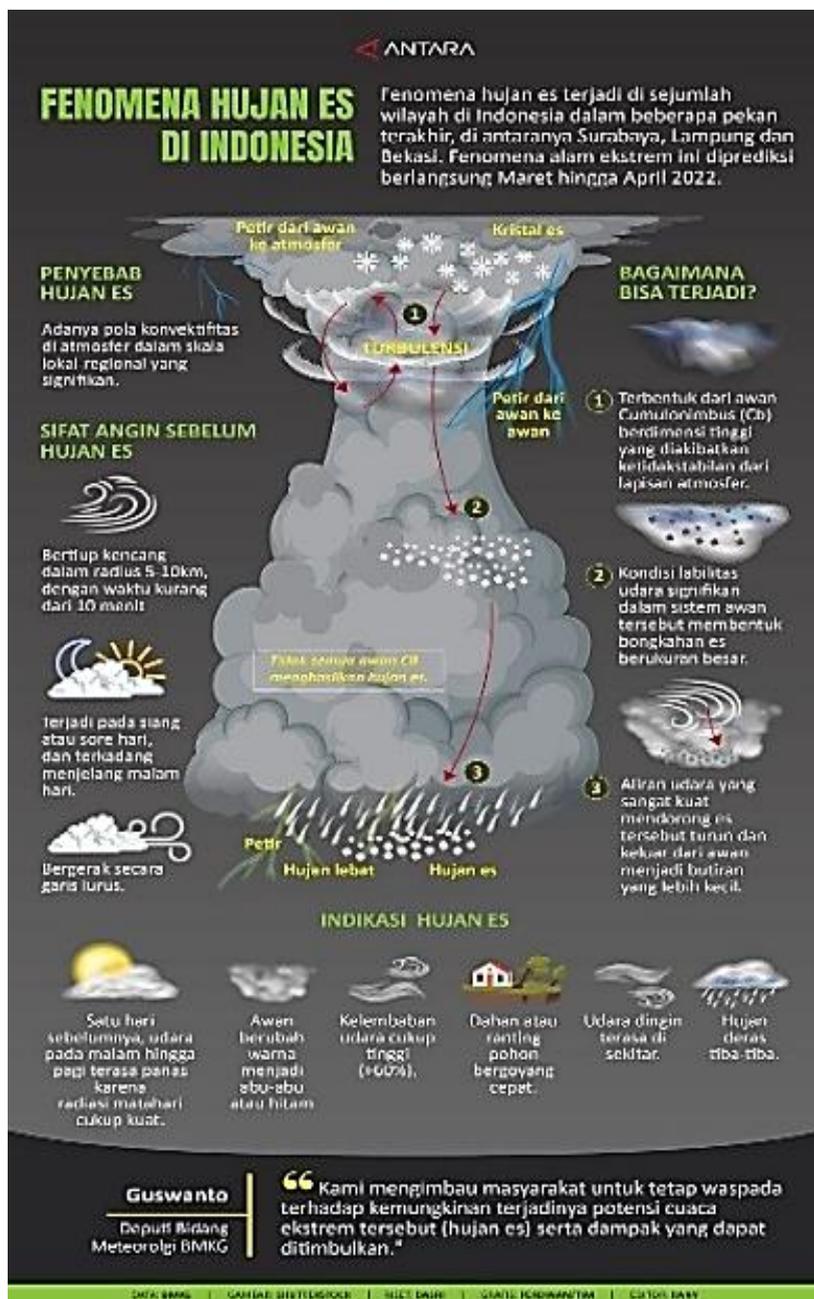
3. Aliran udara yang sangat kuat mendorong es tersebut turun dan keluar dari awan menjadi butiran es yang lebih kecil.

Indikasi terjadinya fenomena hujan es adalah sebagai berikut: (Dapat dilihat pada gambar 2.7)

1. Satu hari sebelum terjadinya hujan es, udara pada malam hingga pagi terasa panas karena radiasi matahari cukup luas.
2. Awan berubah warna menjadi abu-abu atau hitam.
3. Kelembaban udara cukup tinggi (+60%)
4. Dahan atau ranting pohon bergoyang cepat.
5. Udara dingin terasa di sekitar.
6. Hujan deras tiba-tiba.

Sifat angin sebelum hujan es adalah sebagai berikut: (Dapat dilihat pada gambar 2.7)

1. Bertiup kencang dalam radius 5.10 km, dengan waktu kurang dari 10 menit.
 2. Terjadi pada siang atau sore hari dan terkadang menjelang malam hari.
 3. Bergerak secara garis lurus.
- 



Gambar 2.7.
Proses Terjadi Hujan Es

4. Fenomena Hujan Es di Bandar Lampung

Pada tanggal 19 September 2022 sempat terjadi hujan es yang cukup besar di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung sekitar pukul 12.12 WIB. Dari kondisi angin 3000 feet jam 00 dan 12 UTC terdapat gangguan cuaca skala regional yaitu *konfluen* (perlambatan kecepatan angin) disebelah Lampung bagian Selatan hingga Barat dan ini menjadi salah satu pemicu terjadinya hujan es di wilayah Kecamatan Kemiling. Dari pantauan citra satelit menunjukkan suhu puncak awan $-73,60^{\circ}\text{C}$ termasuk jenis awan Cumulonimbus (CB). Analisis sounding yang diperoleh dari *cross section* didapat bahwa kondisi labilitas wilayah Kecamatan Kemiling Bandar Lampung dan sekitarnya sangat labil dan RH (Kelembaban Udara) lapisan dari 850 s.d 500 mb sangat lembab berkisar antara 70 s.d 80%, artinya energi untuk pembentukan awan CB sangat mendukung.⁵⁸



Gambar 2.8
Hujan Es di Kemiling Bandar Lampung

⁵⁸ Adi Saputra, "Analisis Kondisi Cuaca Saat Terjadi Hujan Es di Kec. Kemiling Bandar Lampung (Studi Kasus Tanggal 19 September 2022)", Buletin Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II, ISSN 2581-0790.

E. Pengajuan Hipotesis

Menurut Sugiyono, hipotesis adalah pendapat atau kesimpulan yang sifatnya masih sementara. Hipotesis dapat diuji kebenarannya melalui analisis dan penelitian. Hipotesis ini dapat berupa pengaruh positif maupun negatif teragtung variabel yang diuji.⁵⁹ Dalam penelitian ini peneliti mengangkat hipotesis sebagai berikut:

- H1 : Suhu Udara berpengaruh secara signifikan terhadap Prediksi Curah Hujan
- H2 : Kelembaban Udara berpengaruh secara signifikan terhadap Prediksi Curah Hujan
- H3 : Suhu dan Kelembaban Udara berpengaruh secara signifikan terhadap Prediksi Curah Hujan



⁵⁹Sugiono, *Statistik Untuk Penelitian* (Bandung: Alfabeta, 2010), 34.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah Ali, 2014. Ilmu Alamiah Dasar. (Jakarta: Bumi Aksara, 2014).
- Achi Rinaldi, Novalia, Muhammad Syzali, 2020. Statistika Inferensial untuk Ilmu Sosial dan Pendidikan, (Bogor: IPB Press, 2020).
- Adi Saputra, “Analisis Kondisi Cuaca Saat Terjadi Hujan Es di Kec. Kemiling Bandar Lampung (Studi Kasus Tanggal 19 September 2022), Buletin Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II, ISSN 2581-0790.
- Adiningsih ES, Soenarmo SH. Mujiasih S. 2001. Kajian Perubahan Distribusi Spasial Suhu Udara Akibat Perubahan Penutup Lahan (Studi Kasus Cekungan Bandung). Warta LAPAN Vol.3.
- Agusto & Toruna, “Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembapan dan Tekanan Udara *Portable* Berbasis Mikrokontroler” *Atmaga16 Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol.3 No.2.*(2016).
- Akhmad Fahdoli, “Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Pangkalpinang”. *Stasiun Meteorologi Depati Amir Pangkal Pinang* 1. 13, no. 1 (2013).
- Ali, A. 2014. Analisa Dinamika Atmosfer Fenomena Hujan Es di Jakarta.
- Aliadi, Arif, dkk. 2008. Perubahan Iklim Hutan dan REED : Peluang atau Tantangan Kemitraan Bogor.
- Anggraini, W., Susanti, A., Prihantini, N. N., Rahmawati, F., Aflaha, D. S., & Mukaromah, W. (2023, May). “*The effect of vehicle fuel and temperature changes to air pollution in the surrounding area of pesawaran*” (SAP). In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2595, No. 1). AIP Publishing.
- Anggraini, W., Wahyudi, A. Z., & Sugiarta, I. (2020, November). “*The Effectiveness of Using A Qur’an-Integrated Pop-Up Learning Media Book for Studying the Temperature and Change Materials.* In *1st Raden Intan International Conference*

on *Muslim Societies and Social Sciences*” (RIICMuSSS 2019) (pp. 129-132). Atlantis Press.

- Armansyah, “Ciri-ciri akan Terjadinya Fenomena Hujan Es”, *Wawancara*, September 25, 2023.
- Bina Nusantara, “Uji Validitas dan Reliabilitas”, BINUS University, 2014, <https://qmc.binus.ac.id/2014/11/01/u-j-i-v-a-l-i-d-i-t-a-s-d-a-n-u-j-i-r-e-l-i-a-b-i-l-i-t-a-s/>
- BMKG.2023. *Perubahan Iklim* diakses pada 2 Februari 2023, <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>.
- BPLH. 2009. “Status Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup”.
- Departemen Agama RI. (2019). *Al Quran dan Terjemahnya*. Bandung: Syamil Cipta Media.
- Djauhari Noor. 2011. *Geologi untuk Perencanaan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.1
- Eka susi. *Dinamika Hidrosfer*. (Klaten: Saka Mitra Kopetensi, 2018).
- Elita Dwi Saputri (2019). “Optimasi Distribusi Air pada Daerah Irigasi Wilayah Pelayanan Wuluhan Kabupaten Jember Menggunakan Program WEAP”. Skripsi. Universitas Jember.
- Esi Rosita, et.al., “Uji Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Perilaku Prososial”. *Fokus* 4, no. 4 (2021).
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air & Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Fauzian Prima Aditya Putra Rachman, et.al., “Penentuan Jumlah Replikasi Bootstrap Menggunakan Metode Pretest Pada Independent Sampel T Test (Pendapatan Asli Daerah Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara Tahun 2015)”, *Jurnal EKSPONENSIAL* 9, no. 1, (Mei 2018).
- Ghozali, Imam, *Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23 (Edisi 8)*. Cetakan ke VIII, (Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2016).

- Harris, Gettys N. Jr., Kenneth P. Bowman, Dan Dong-Bin Shin. (2000). Comparison of Freezing-Level Altitudes from the NCEP Reanalysis with TRMM Precipitation Radar Brightband Data. *Journal of Climate* Volume 13, 4137-4148.
- Hidayat, A. M., Efendi, U., & Rahmadini, H. N. (2017). "Identifikasi Kejadian Hujan Es Berbasis Analisis Faktor Cuaca, Citra Satelit dan Model Numerik dengan Aplikasi GrADS (Studi Kasus: Kejadian Hujan Es Tanggal 19 dan 23 April 2017 di Bandung)". In *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4*.
- Herdianto,(2013), "Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation", Tesis, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Inlim Rumahorbo, Ricko Yudistira, Dedi Sucahyono, 2013. "Persamaan Regresi Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Data Suhu dan Kelembapan Udara di Bengkulu". *Jurnal Seminar matematika dan Pendidikan matematika UNY vol.2*.
- Iskandar, F. (2012). "Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas". Depok: Skripsi Universitas Indonesia.
- Iwantoro, S. (2008). "Pengaruh perubahan iklim global terhadap eksistensi spesies invasif dan perdagangan global". *Prosiding Seminar Nasional PEI dan PFI Komda Sumsel*. Palembang, 18 Oktober 2008.
- Karmini, Mimin., "Hujan Es (Hail) di Jakarta, 20 April 2000". *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 1, no. 1 (2000).
- John Creswell, *Research Design* New York: Globe.2016.
- Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2016.(e-Journal)Volume 4, Nomor 5, Oktober 2016.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2001. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan ' u Karang. Jakarta.
- Kolarič, D., Skok, G., dan Rakovec, J., 2013. *Hail Detection Methods Using Radar Data*, Ljubljana.

- Lakitan, Benyamin, 1994. *Dasar dasar klimatologi* Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lesik, Elisabet Marlin, Hery Leo Sianturi, Apolinaris S Geru, and Bernandus Bernandus, 2020. "Analisis Pola Hujan dan Distribusi Hujan Berdasarkan Ketinggian Tempat di Pulau Flores." *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya* 5, no. 2. <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i2.2451>.
- Marnia, Muhammad Ishak Jumaranga, 2016. "Analisis Hubungan Kelembaban Udara dan Suhu Udara Terhadap Parameter Tebal Hujan di Kota Pontianak". *Jurnal PRISMA FISIKA*, Vol. IV, No. 03.
- Menteri Kesehatan dan Republik Indonesia, 2011. "Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011"
- M Pramono Hadi, (2016) "Pemahaman Karakteristik Hujan Sebagai Dasar Pemilihan Model Hidrologi (Studi Kasus di Das Bengawan Solo Hulu)," *Forum Geografi* 20, no.1: <https://doi.org/10.23917/forgeo.v20i1.1804>.
- Muhammad Alie Muzakki, "Kajian Proses Terjadi Hujan dalam Perspektif Fisika". Tugas Matakuliah IPBA.
- Muhammad Wildan Al Azkia, Nurul Hitayuwana, Zulfa Aulia Khusna, Edy Widodo, 2019. "Analisis Temperatur dan Kelembaban Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta". *Jurnal Prosiding* Vol.2.no.2.2019.
- Muhaniroh, Riad Syech, 2018. "Analisis Pengaruh Suhu Udara, Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin Terhadap Arah Penyebaran dan Akumulasi Particulate Matter (Pm10): Studi Kasus Kota Pekanbaru". *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*. Vol.18.no.1.2018.
- Nabila Ramadhani, "Hujan Es: Penyebab, Proses Terjadi dan Dampaknya ke Lingkungan," Zenius 2018, <https://www.zenius.net/blog/hujan-es>
- Onong Uchjana Effendy, 1989. *Kamus Komunikasi*.

- Pemerintah Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung, 2023. "Laporan Status Lingkungan Hidup daerah Kota Bandar Lampung". 2009 diakses pada 20 Januari 2023.
- Rahmah Hidayati, Taufik Ramlan Ramalis, Muhammad Iid Mujtahiddin, 2015. "Analysis Of Hailstone At Territorial Bandung Bases Atmospheric Condition And Satellite Image" Jurnal Fibusi (JoF) Vol. 3 No. 1, April 2015.
- Saepul Hamdi, E. Bahruddin, *Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan*, (Yogyakarta: DEEPUBLISH, 2014).
- Santoso, singgih. 2012. *Panduan Lengkap SPSS Versi 2.0*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- S. d. Idawati, 2016. "Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas pada Material yang Berbeda," jurnal dinamika, vol. 07 no 1.
- Schmidt, F. H dan Ferguson, J. H. A. 1951. "Rainfall Types Based On Wet and Dry Period Rations for Indonesia With Western New Guinea". Jakarta: Kementerian Perhubungan Meteorologi dan Geofisika.
- Soedomo, M. (2001). *Pencemaran udara*. Bandung: Penerbit ITB.
- Soewarno. (2014). *Hidrometri dan Aplikasi Teknosabo dalam Pengelolaan Sumber Daya Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sosrodarsono, S. Dan K, Takeda. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Editor: Sosrodarsono, S. Jakarta. Penerbit PT. Pradnya Paramita.
- Sri Sulasmi, Dian Eka Setyaningtyas, Akhmad Rosanji, Nita Rahayu, 2017. "Pengaruh curah hujan, kelembaban, dan temperatur terhadap prevalensi Malaria di Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan". Jurnal JHECDs Vol. 1 no. 3.
- Sugiyono, (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabet.
- Sugiyono, 2017. *Penelitian kombinasi*. Jakarta : Grafindo Press.
- Syafizal Helmi Situmorang, et.al, *Analisis Data: untuk riset manajemen dan bisnis*, (Medan: USU Press, 2010).

- Syarifah Nadya Soraya, et.al., “Kajian Tingkat Kenyamanan Berdasarkan Suhu Udara, Kelembaban OLR dan Angin”. *Prisma Fisika* 8, no.2 (2020).
- Tjasyono B, *Klimatologi* (Bandung: ITB, 2004).
- Usmadi, “Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas dan Uji Normalitas”. *Inovasi Pendidikan* 7, no. 1 (Maret 2020), 58.
- Wirjohamidjojo, S. & Swarinoto, Y.S (2010). *Iklim Kawasan Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- WMO,2011. *Proceedings of the World Climate Conference*. Geneva: WMO-No. 537.
- Yadi Suryadi, et.al.”Identifikasi Perubahan Suhu dan Curah Hujan serta Proyeksinya di Kota Semarang”. *Proceeding Biology Education Conference* 14, no. 1 (Oktober, 2017).
- Yuberti, Y. (2017). “Peer Review Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains”.
- Yuberti, Y., Anggraini, W., Octafiona, E., Yusnita, E., Suryani, Y., Sodikin, S., & Andini, N. S. (2023, May). “*The effectiveness of the science, environment, technology, and society learning model with scientific approach vision on students’ physics learning outcomes*”. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2595, No. 1). AIP Publishing.
- Yoyok Dewantara, “Ciri-ciri akan Terjadinya Fenomena Hujan Es”, *Wawancara*, September 25, 2023.