Skripsi Geofisika

VERIFIKASI CUACA EKSTREM DI WILAYAH TANJUNGPINANG, KEP. RIAU MENGGUNAKAN METODE *PEIRCE SKILL SCORE* (PSS)

OLEH:

NUR ANNISA MULIANA

H061191088

PROGRAM STUDI GEOFISIKA

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

HALAMAN JUDUL

VERIFIKASI CUACA EKSTREM DI WILAYAH TANJUNGPINANG, KEP. RIAU MENGGUNAKAN METODE *PEIRCE SKILL SCORE* (PSS)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada program studi Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

OLEH:

NUR ANNISA MULIANA

H061191088

PROGRAM STUDI S1 GEOFISIKA

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

VERIFIKASI CUACA EKSTREM DI WILAYAH TANJUNGPINANG, KEP. RIAU MENGGUNAKAN METODE *PEIRCE SKILL SCORE* (PSS)

Disusun dan Diajukan Oleh:

NUR ANNISA MULIANA

H061191088

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada 16 November 2023
Dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama	Pembimbing Pertama
Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc.	**Andika, S.Si., M.Si.**
NIP. 196303151987101001	**NIP. 7306062804970003**

Ketua Departemen Geofisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin

Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng.
NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Annisa Muliana

NIM : H061191088

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya ilmiah saya berjudul:

Verifikasi Cuaca Ekstrem di Wilayah Tanjungpinang, Kep. Riau Menggunakan Metode *Peirce Skill Score* (PSS)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 November 2023

Yang Menyatakan

Nur Annisa Muliana

ABSTRAK

Wilayah tanjungpinang memiliki curah hujan yang cukup tinggi yaitu sekitar 1.000 hingga 4.000 mm pertahun. Curah hujan dengan intensitas yang ekstrem dapat menyebabkan terjadinya bencana banjir dan longsor di berbagai titik di Indonesia, begitu pula yang terjadi pada wilayah Tanjungpinang, Kep.Riau. Dampak tersebut dapat diminimalisir dengan adanya prediksi cuaca dan sistem peringatan dini yang baik. Untuk mengetahui apakah prediksi cuaca dan sistem peringatan dini akurat, perlu dilakukan verifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi prediksi *Zoom Earth* dan Peringatan Dini BMKG di Wilayah Tanjungpinang. Untuk memverifikasi atau menguji suatu prediksi, dilakukan pengolahan data untuk menghitung nilai akurasi prediksi menggunakan metode *Peirce Skill Score* (PSS) dengan melihat parameter curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi *Zoom Earth* dan Peringatan dini BMKG selama 9 hari memiliki akurasi yang tidak akurat dengan persentase 11,1% dimana dari 54 data hanya sebanyak 6 data yang memiliki akurasi yang akurat.

Kata Kunci: Cuaca Ekstrem, *Zoom Earth*, Peringatan Dini BMKG, *Peirce Skill Score* (PSS)

ABSTRACT

Climate change is a current issue of global concern. This is inseparable from the extreme weather that has resulted in natural disasters that have occurred in recent years. Heavy rains with extreme intensity cause floods and landslides. These impacts can be minimized with a good weather prediction and early warning system. To find out whether weather predictions and early warning systems are accurate, verification is necessary. This research aims to verify Zoom Earth predictions and BMKG Early Warnings. To verify or test a prediction, data processing is carried out to calculate the prediction accuracy value using the Peirce Skill Score (PSS) method by looking at rainfall parameters using MATLAB software. The results showed that the prediction of Zoom Earth and BMKG Early Warning for 9 days had an accuracy that was not good enough with a percentage of 11.1% where out of 54 data just 6 data had good accuracy.

Keywords: Extreme Weather, Zoom Earth, BMKG Early Warning, Peirce Skill Score (PSS)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin. Segala Puji bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan judul **Verifikasi Cuaca Ekstrem di Wilayah Tanjungpinang, Kep. Riau Menggunakan Metode *Peirce Skill Score* (PSS)** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Tak lupa pula sholawat serta salam kepada Baginda Muhammad SAW, *Khataman Nabiyyin* yang telah membawa manusia dari alam gelap gulita menuju zaman yang terang benderang seperti sekarang ini.

Terima kasih sebanyak-banyaknya saya ucapkan kepada kedua orang tua saya tercinta, **Alm. Ardin Burhan** dan **Hamriana** yang telah menyayangi dan membesarkan saya dengan baik. Serta kelima saudara saya **Nur Aisyah Putriana**, **Arman Hidayat**, **Roihan Abdillah Fattah**, **Alif Oktavia Aris** dan **Widi Uny** yang selalu menghibur dan memotivasi saya selama penulisan skripsi ini, serta seluruh keluarga yang telah memberi dukungan dan motivasi kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Selain itu, ucapan terima kasih juga saya berikan kepada:

1. Bapak Prof. **Halmar Halide, M.Sc**. Selaku dosen Pembimbing Utama dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih atas segala waktu, nasihat, ilmu dan segala hal yang diluangkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

2. Kakak **Andika, S.Si, M.Si**. Selaku dosen Pembimbing Pertama dalam penulisan Skripsi ini. Terima kasih atas segala waktu dan ilmu serta segala hal yang diluangkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah A, M.Eng**. dan kakak **Aswar Syafnur, S.Si, M.Eng**. Selaku tim Dosen Penguji. Terima kasih telah memberikan nasihat, kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Departemen Departemen Geofisika FMIPA Unhas, Dosen Pembimbing Akademik, Seluruh staf FMIPA Unhas khususnya staf departemen Geofisika, staf Laboratorium FMIPA Unhas, staf Perpustakaan Pusat Unhas, staf Perpustakaan Fakultas FMIPA Unhas atas segala ilmu dan nasihat yang bermanfaat bagi penulis.
5. Kak **SAP**. yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan ilmu serta motivasi kepada penulis dari awal menyusun skripsi hingga tahap penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Kak **Aini Suci Febrianti, S.Si** yang telah banyak membantu penulis dan memberikan ilmu kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman seperjuanganku dalam menulis skripsi **Reika Aulia Nabilah**, terima kasih telah bertahan sampai sekarang.
8. Teman-teman Geofisika 2019 terkhususnya teman-teman **BATU 19 Reika, Nudia, Ita, Patio, Cici, Ayul, Devi, Maul, Risda, Syifa, Afikah, Indah,**

Akbar, Arsyih, Azhar, Caca, Dahlia, Jinaan, Sindy, Suleha, Yuli, Dian, Diky, Fausta, Habib, Haerul, Ismi, Jack, Jinaan, Mey, Mhuji, Muly, Nanda, Pipit, Sarni, Sekar, Tiara, William, Nur dan Nurzakiyah yang telah membersamai penulis dan memotivasi penulis selama penulisan skripsi ini.

9. Kakak-kakak serta adik-adik **HMGF FMIPA Unhas** dan **HIMAFI FMIPA Unhas** yang telah memberikan ilmu dan mengajarkan arti kebersamaan selama berada di Universitas Hasanuddin.
10. Teman-teman seperjuanganku sejak 2013 hingga sekarang **Azizah, Aida, Puput, Fina, Rara, Andy,** dan **Azimah** yang telah membersamai penulis dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Sahabat-sahabatku sejak maba **Reika, Nudia** dan **Cili**. Terima kasih telah membersamai penulis hingga saat ini.
12. Teman-teman **KKNT 108 KAKAO BULUKUMBA Posko 4 Fadilah, Ninis, Sari, Sinta, Putri, Nurul, Atun, Gunawan, Udin, Fito, Azan, Heri** dan **Rahmat** terima kasih atas cerita indahnya sampai sekarang.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mngerahkan segala kemampuan dalam proses penyusunan skripsi ini hingga selesai. Namun setiap manusia pasti memiliki kekurangan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaaan hanya milik Allah SWT.

DAFTAR ISI

SAMPUL ..... **i**
HALAMAN JUDUL ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iv**
ABSTRAK ..... **v**
ABSTRACT ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
I.1. Latar Belakang 1
I.2. Ruang Lingkup 3
I.3. Rumusan Masalah 3
I.4. Tujuan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
II.1. Topografi Wilayah 5
II.2. Curah Hujan 6
II.3. Cuaca Ekstrem 8
II.3.1 OGIMET 9
II.3.2 POWER *Data Access Viewer* NASA 9
II.3.3 ERA5 10
II.4. Prediksi Cuaca 11
II.4.1 *Zoom Earth* 13
II.5. Peringatan Dini BMKG 14
II.6. Verifikasi Prediksi 15
II.6.1 *Hindcasting* 16
II.6.2 *Peirce Skill Score* (PSS) 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **20**

III.1. Alat dan Bahan 20
III.1.1 Alat 10
III.1.2 Bahan 20
III.2. Prosedur Penelitian 20
III.2.1 Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data 21
III.2.2 Tahap Pengolahan Data 21
III.3. Bagan Alir 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
IV.1. Hasil 24
IV.1.1 Peta Spasial Curah Hujan 24
IV.1.2 *Peirce Skill Score Time Series* 25
IV.1.2.1 *Peirce Skill Score Zoom Earth* terhadap OGIMET 25
IV.1.2.2 *Peirce Skill Score Zoom Earth* terhadap NASA 27
IV.1.2.2 *Peirce Skill Score Zoom Earth* terhadap ERA5 29
IV.1.2.4 *Peirce Skill Score* Peringatan Dini BMKG OGIMET 32
IV.1.2.5 *Peirce Skill Score* Peringatan Dini BMKG terhadap NASA 34
IV.1.2.6 *Peirce Skill Score* Peringatan Dini BMKG terhadap ERA5. 36
IV.2. Pembahasan 38
IV.2.1 Peta Spasial Curah Hujan 38
IV.2.2 *Peirce Skill Score Time Series* 39
IV.2.2.1 *Peirce Skill Score Zoom Earth* terhadap OGIMET 39
IV.2.2.2 *Peirce Skill Score Zoom Earth* terhadap NASA 40
IV.2.2.2 *Peirce Skill Score Zoom Earth* terhadap ERA5 41
IV.2.2.4 *Peirce Skill Score* Peringatan Dini BMKG OGIMET 43
IV.2.2.5 *Peirce Skill Score* Peringatan Dini BMKG terhadap NASA 44
IV.2.2.6 *Peirce Skill Score* Peringatan Dini BMKG terhadap ERA5. 45
BAB V PENUTUP 46
V.1. Kesimpulan 46
V.2. Saran 47
DAFTAR PUSTAKA 48

Lampiran 51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Kriteria Hujan BMKG 7

Tabel 2.2 Kategori Curah Hujan Perjam Standar Internasional 8

Tabel 4.1 Parameter *Peirce Zoom Earth* terhadap OGIMET 25

Tabel 4.2 Parameter *Peirce Zoom Earth* terhadap NASA 27

Tabel 4.3 Parameter *Peirce Zoom Earth* terhadap ERA5 29

Tabel 4.4 Parameter *Peirce* Peringatan Dini BMKG terhadap OGIMET 32

Tabel 4.5 Parameter *Peirce* Peringatan Dini BMKG terhadap NASA 34

Tabel 4.6 Parameter *Peirce* Peringatan Dini BMKG terhadap ERA5 36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bencana Banjir Tanjungpinang 3 dan 4 Maret 2023.....2

Gambar 4.1. Peta Spasial Curah Hujan Tanjungpinang Tanggal 26 Februari 2023-06 Maret 2023 Menggunakan ERA5 24

Gambar 4.2. Grafik *Peirce Skill Score Time Series* Curah Hujan *Zoom Earth* Terhadap OGIMET 26 Februari 2023 sampai 06 Maret 2023 26

Gambar 4.3. Grafik *Peirce Skill Score Time Series* Curah Hujan *Zoom Earth* Terhadap NASA 26 Februari 2023 sampai 06 Maret 2023 28

Gambar 4.4. Grafik *Peirce Skill Score Time Series* Curah Hujan *Zoom Earth* Terhadap ERA5 26 Februari 2023 sampai 06 Maret 2023 30

Gambar 4.5. Grafik *Peirce Skill Score Time Series* Curah Hujan Peringatan Dini BMKG terhadap OGIMET 26 Februari 2023 sampai 06 Maret 2023.....33

Gambar 4.6. Grafik *Peirce Skill Score Time Series* Curah Hujan Peringatan Dini BMKG terhadap OGIMET 26 Februari 2023 sampai 06 Maret 2023.....35

Gambar 4.7. Grafik *Peirce Skill Score Time Series* Curah Hujan Peringatan Dini BMKG terhadap ERA6 26 Februari 2023 sampai 06 Maret 2023 37

BAB I

PENDAHULUAN

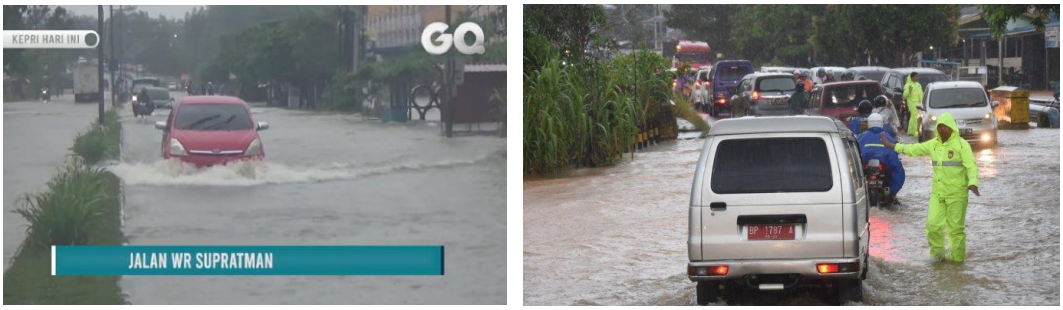
1.I Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar, mempunyai garis pantai 80.791 km, terdiri dari 17.508 pulau besar dan kecil, terletak antara benua Asia dan Australia dan antara samudera Pasifik dan Hindia (Tjasyono, 2012).

Berdasarkan proses terjadinya, paling tidak ada 3 tipe pola hujan yang terjadi di wilayah Indonesia, yakni tipe ekuatorial, monsun dan hujan lokal. Pola curah hujan di wilayah Tanjungpinang merupakan pola ekuatorial, dimana pada bulan Maret-April-Mei (MAM) dan September-Oktober-November (SON) curah hujannya tinggi (Aldrian dan Susanto, 2003). Adapun beberapa faktor *physis* yang memiiliki peran terhadap terjadinya proses hujan di wilayah Indonesia, beberapa factor di antaranya adalah posisi lintang, pola angin (angin pasat dan monsun), ketinggian tempat, serta pegunungan atau gunung gunung tinggi. Faktor-faktor inilah yang berpengaruh terhadap variasi dan tipe curah hujan (Tukidi, 2010).

Perubahan iklim merupakan isu terkini yang menjadi perhatian dunia. Hal ini tidak terlepas dari cuaca ekstrem yang mengakibatkan bencana alam yang terjadi belakangan ini. Kota Tanjungpinang sebagai Ibu Kota Provinsi Kepulauan Riau, tidak luput dari ancaman bencana akibat cuaca ekstrem yang terjadi. Pada Maret 2023, Tanjungpinang dilanda hujan dengan intensitas yang ekstrem. Dampak dari hujan ekstrem tersebut yaitu terjadinya Banjir dibeberapa titik di Kota Tanjungpinang yang tampak pada **Gambar 1.1**. Menurut Abdellatif, dkk., (2012) Peristiwa Cuaca Ekstrem memiliki dampak yang besar pada kehidupan masyarakat

yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari dalam segi kegiatan ekonomi, kegiatan pembelajaran disekolah dan lainnya.



Gambar 1.1 Bencana Banjir Tanjungpinang 3 dan 4 Maret 2023
(Sumber: https://batam.tribunnews.com/)

Resiko bencana yang diakibatkan oleh hujan ekstrem dapat diminimalisir dengan adanya sistem peringatan dini atau prediksi cuaca yang baik. Dengan adanya sistem peringatan dini, maka diharapkan masyarakat dapat melakukan respon yang sesuai untuk melakukan penyelamatan dan menghindari korban jiwa serta memperkecil dampak yang dapat diakibatkan bencana tersebut. Selain sistem peringatan dini juga diperlukan partisipasi aktif dari masyarakat yang berada di daerah beresiko, fasilitas kegiatan penyadaran publik dan kesiapsiagaan dari masyakarat, serta penyampaian peringatan yang terpercaya.

Mengingat pentingnya prediksi cuaca, banyak penelitian mengenai hal tersebut yang semakin berkembang. Penelitian mengenai verifikasi cuaca ekstrem juga telah dilakukan oleh Aini (2021). Penelitian ini tidak sama dengan penelitian sebelumya, yakni ada perbedaan lokasi dan sumber data, yaitu pada penelitian ini juga menambahkan verifikasi terkait Zoom Earth dengan dua data pembanding yang berbeda (OGIMET dan NASA). Sedangkan, pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan Peringatan dini BMKG terhadap satu data (NOAA).

Prediksi diharapkan memiliki keakuratan tinggi terhadap cuaca agar aktivitas manusia tidak terganggu misalnya pada sektor pertanian, penerbangan, dan lalu lintas ini sangat bergantung pada kondisi cuaca, agar kegiatan tersebut berjalan lancar. Pada hakekatnya, sistem informasi cuaca adalah salah suatu cara yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan dalam memantau, hingga menjadi bentuk evaluasi memprediksi cuaca. Verifikasi prediksi cuaca berperan sebagai proses agar bisa melihat keakuratan suatu data sehingga mampu dipercaya oleh para pengguna informasi cuaca (Siregar, 2020).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian terkait verifikasi cuaca ekstrem di wilayah Tanjungpinang menggunakan metode *Peirce Skill Score* (PSS) dengan memperhatikan parameter cuaca dalam hal ini curah hujan di wilayah tersebut.

I.2 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada verifikasi cuaca ekstrem menggunakan data prediksi curah hujan Tanjungpinang yang dikeluarkan oleh *Zoom Earth* (https://zoom.earth/maps/precipitation) dan data peringatan dini cuaca Kepulauan Riau yang diperoleh dari situs resmi BMKG. Data observasi yang dikeluarkan oleh OGIMET (https://www.ogimet.com/gsynres.phtml.en). *POWER Data Access Viewer* NASA (https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/) dan Data ERA5 (https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/) Data prediksi dan observasi dalam penelitian ini diambil mulai dari 26 Februari 2023 – 06 Maret 2023. Untuk verifikasi prediksi digunakan metode *Peirce Skill Score* (PSS).

I.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana akurasi skill prediksi *Zoom Earth* terkait curah hujan ekstrem yang terjadi di Tanjungpinang?
2. Bagaimana akurasi skill peringatan dini BMKG terkait curah hujan ekstrem yang terjadi di Tanjungpinang?

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Memverifikasi prediksi cuaca *Zoom Earth* terkait curah hujan ekstrem yang terjadi di Tanjungpinang.
2. Memverifikasi peringatan dini BMKG terkait curah hujan ekstrem yang terjadi di Tanjungpinang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kondisi Geografis Wilayah

Tanjungpinang adalah ibu kota dari provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Kota ini terletak di Pulau Bintan dan beberapa pulau kecil seperti Pulau Dompak dan Pulau Penyengat, dengan koordinat 0º55'08'' LU dan 104º27'20'' BT. Sebelum dimekarkan menjadi kota otonom, Tanjungpinang adalah ibu kota Kabupaten Kepulauan Riau. Kota ini juga awalnya adalah ibu kota Provinsi Riau (meliputi Riau daratan dan Riau kepulauan) sebelum dipindahkan ke Kota Pekanbaru.

Kota Tanjungpinang ditetapkan sebagai Kota Administratif dari Kabupaten Kepulauan Riau sejak awal kemerdekaan Indonesia (Peraturan Pemerintah Nomor 31 tahun 1983 Tentang Pembentukan Kota Administratif Tanjung Pinang). Kemudian berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 2001 Tentang Pembentukan Kota Tanjungpinang, pada tanggal 21 juni tahun 2001 dengan ditetapkannya Kota Tanjungpinang oleh Presiden Republik Indonesia, Abdurrahman Wahid, dengan wilayah yang terbagi atas 4 kecamatan yaitu; Kecamatan Tanjungpinang Barat, Kecamatan Tanjungpinang Timur, kecamatan Tanjungpinang Kota, dan Kecamatan Bukit Bestari. Kemudian terdapat Batasan wilayah Kota Tanjungpinang yaitu :

1. Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Teluk Bintan
2. Sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Bintan Timur
3. Sebelah selatan berbatasan dengan Selat Karas dan Kecamatan Galang
4. Sebelah barat berbatasan dengan Selat Karas dan Kecamatan Galang

Kota Tanjungpinang merupakan daerah kepulauan yang terdiri dari berbagai pulau-pulau besar hingga pulau-pulau kecil yang pada dasarnya memiliki topografi yang landai pada bagian pantainya, serta memiliki topografi yang beragam dengan ketinggian mulai dari 13,8-41,4 mdpl (Audy dan Haryani, 2022).

Pola curah hujan di wilayah Tanjungpinang merupakan pola ekuatorial, dimana pada bulan Maret-April-Mei (MAM) dan September-Oktober-November (SON) curah hujannya tinggi (Aldrian dan Susanto, 2003).

II.2 Curah Hujan

Hujan merupakan endapan dalam bentuk cair, yang merupakan hasil langsung dari kondensasi atau perubahan wujud dari gas menjadi tetes air di dalam awan disertai dengan pertumbuhan ukuran yang cukup besar agar dapat mengatasi efek gaya apung udara. Jumlah hujan sebagian besarnya berasal dari salju yang mencair pada lintang tinggi atau saat musim dingin di lintang menengah. Hujan yang terdiri dari tetes-tetes kecil yang hampir tidak mencapai permukaan tanah atau dengan intensitas yang ringan disebut gerimis (*drizzle*). Sedangkan jika tetes-tetes air ini menguap sepenuhnya sehingga tidak sampai di permukaan tanah maka akan menjadi kabut (*mist*) atau kabut tipis (Tjasyono dan Harijono, 2012).

Kebanyakan orang menganggap hujan sebagai tetesan air cair yang jatuh. Namun, bagi ahli meteoroloogi, tetesan yang jatuh harus berdiameter 0,5 mm untuk dianggap sebagai hujan. Tetesan air yang jatuh dengan ukuran lebih kecil daripada 0,5 mm disebut sebagai gerimis. Terkadang hujan yang jatuh dari awan tidak pernah mencapai permukaan karena kelembapan yang rendah menyebabkan penguapan yang cepat. Saat tetesannya menjadi lebih kecil, lalu jatuhnya berkurang, dan

tampak menggantung di udara sebagai aliran hujan. Garis-garis ini disebut *virga* (Tjasyono dan Harijono, 2016).

Curah hujan adalah salah satu unsur cuaca yang dapat diperoleh dengan cara mengukurnya. Biasanya, curah hujan diukur menggunakan alat penakar hujan, sehingga kita dapat mengetahui jumlahnya dalam satuan millimeter (mm). curah hujan dapat diartikan sebagai tinggi curah hujan yang diterima oleh permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, penguapan dan peresapan ke dalam tanah. Disamping itu, intensitas curah hujan ialah ukuran jumlah hujan per satuan waktu tertentu selama hujan berlangsung, dimana satuan waktunya dapat berupa mm/menit, mm/jam atau mm/hari. Jika pada wilayah tertentu terdapat curah hujan yang tinggi dan berlangsung dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan terjadinya bencana banjir, sedangkan pada wilayah yang memiliki tingkat kemiringan topografi atau berada di sekitar area lereng bukit, sangat berpotensi terjadinya bencana longsor yang tentunya bencana tersebut akan merugikan masyarakat dan daerah sekitar (Chandra dan Suprapto, 2016).

Berikut adalah tabel kriteria curah hujan BMKG (Wicaksono, 2022):

Tabel 2.1 Tabel Kriteria Hujan BMKG

Kriteria Hujan	**Curah Hujan (mm/24jam)**	**Curah Hujan (mm/jam)**
Sangat Ringan	<5.0	0.1 – 5.0
Ringan	5.1 – 20	0.1 – 5.0
Sedang/Normal	20.1 – 50	5.1 – 10.0
Lebat	50.1 – 100	10.1 – 20.0
Sangat Lebat/ekstrem	>100	>20.0

Sedangkan menurut *Glossary of Meteorology*, Kategori curah hujan standar internasional sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kategori Curah Hujan Perjam Internasional

Kategori Curah Hujan	Jumlah Curah Hujan (mm/jam)
Ringan	0.5– 2.5
Sedang	2.6 – 7.6
Lebat	>7.6

II.3 Cuaca Ekstrem

Cuaca ekstrem merupakan peristiwa dimana atmosfer dengan unsur cuaca yang bersifat ekstrem atau tidak seperti kondisi normal (kondisi rata-rata) atau melebihi nilai rata-rata dari normalnya. Cuaca ekstrem cenderung memiliki periode waktu yang singkat, bisa terjadi dalam satuan detik, menit, jam, dan hari. Namun, cuaca ekstrem yang paling lama biasanya terjadi hingga 36 jam. Cuaca yang tergolong ekstrem dan dapat dilihat secara kasat mata yaitu fenomena cuaca yang memiliki potensi menimbulkan bencana atau yang menimbulkan kerugian secara materiil atau imateriil (Yushar dan Ariastuti, 2017).

Contoh cuaca ekstrem termasuk badai super, seperti topan atau badai petir yang sangat kuat, banjir bandang, kekeringan yang parah, gelombang panas yang ekstrem, tornado, badai salju yang parah, dan hujan es yang besar. Kondisi-kondisi ini dapat mengancam keselamatan dan menyebabkan kerusakan pada infrastruktur seperti rumah, jalan, dan aktivitas sehari-hari. Cuaca ekstrem dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk perubahan iklim, aktivitas atmosfer yang tidak biasa, atau

fenomena alam seperti El Niño atau La Niña. Perubahan iklim global juga dapat mempengaruhi frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem di berbagai wilayah (Dewi dkk., 2022).

II.3.1 OGIMET

OGIMET adalah situs web yang menyediakan akses ke berbagai data cuaca dan produk meteorologi. Situs ini merupakan inisiatif dari "*Observatoire des Grenouilles via Internet*" atau "Observatorium Kodok melalui Internet" dalam bahasa Inggris.

OGIMET menyediakan informasi terperinci tentang data cuaca dan atmosfer yang diambil dari berbagai sumber, termasuk data dari Balai Meteorologi Dunia (*World Meteorological Organization*) dan Badan Antariksa Eropa (*European Space Agency*), serta stasiun cuaca lainnya di seluruh dunia. Data yang tersedia di OGIMET mencakup informasi seperti suhu udara, tekanan atmosfer, kelembaban, arah dan kecepatan angin, kondisi cuaca, dan banyak lagi (OGIMET).

II.3.2 POWER *Data Access Viewer* NASA

POWER *Data Access Viewer* (DAV) adalah alat yang dikembangkan oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengeksplorasi data satelit dan informasi iklim dari berbagai misi observasi bumi. Melalui POWER *Data Access Viewer*, pengguna dapat memperoleh akses ke berbagai dataset iklim dan meteorologi yang dikumpulkan oleh satelit NASA, termasuk data mengenai suhu, presipitasi, radiasi matahari, angin, dan banyak parameter lainnya. Data ini sangat berharga untuk memahami iklim bumi, melakukan analisis dan penelitian, serta mendukung berbagai aplikasi

di bidang pertanian, energi terbarukan, manajemen sumber daya alam, dan lainnya (Kaunang dan Prayitno, 2023).

MERRA-2 (*Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, version 2*) adalah salah satu jenis produk analisis iklim yang dikembangkan oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Produk ini menyediakan data retrospektif global untuk berbagai parameter iklim dan cuaca, termasuk data presipitasi.

Presipitasi dalam konteks MERRA-2 adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah air (biasanya dalam bentuk hujan atau salju) yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi dalam suatu wilayah tertentu selama periode waktu tertentu. Data presipitasi yang disediakan oleh MERRA-2 dapat digunakan untuk memahami pola cuaca dan iklim di berbagai wilayah, serta untuk melakukan berbagai analisis dan penelitian terkait lingkungan, pertanian, hidrologi, dan lainnya (Kaunang dan Prayitno, 2023).

II.3.3 ERA5

ERA5 adalah singkatan dari "*Fifth generation of the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) *Re-Analysis*." Ini adalah satu set data reanalisis iklim global yang dikembangkan oleh ECMWF. Reanalisis adalah proses data observasi cuaca historis dikombinasikan dengan model iklim untuk menghasilkan dataset konsisten yang mencakup berbagai parameter cuaca iklim.

ERA5 merupakan salah satu produk reanalisis terbaru yang dirilis oleh ECMWF dan merupakan pengembangan dari produk ERA sebelumnya. Data ERA5 mencakup informasi cuaca dan iklim dalam tiga dimensi (spasial dan waktu)

dengan resolusi ruang dan waktu yang sangat tinggi. Dalam hal resolusi spasial, ERA5 memiliki grid global dengan jarak sekitar 31 kilometer.

Beberapa parameter yang tercakup dalam dataset ERA5 antara lain:

1. Temperatur udara (2 meter di atas permukaan)
2. Curah hujan
3. Angin (kecepatan dan arah)
4. Kelembaban relatif
5. Tekanan atmosfer
6. Radiasi matahari; dan banyak lagi.

ERA5 digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk pemodelan cuaca, penelitian iklim, analisis bencana alam, dan studi iklim masa lalu. Dataset ini sangat berharga bagi para ilmuwan, peneliti, dan praktisi yang berurusan dengan analisis cuaca dan iklim, serta untuk menginformasikan kebijakan dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan perubahan iklim dan dampaknya (ERA5).

II.4 Prediksi cuaca

Prediksi cuaca merupakan hal yang sangat penting bagi beberapa aktivitas. Dalam prediksi cuaca, terdapat banyak kondisi yang dapat diamati misalkan curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, intensitas matahari, dan sebagainya. Prediksi cuaca memungkinkan orang untuk merencanakan dan mengambil tindakan pencegahan terhadap berbagai bencana alam, seperti banjir dan angin topan sehingga dapat meminimalkan dampaknya; cuaca buruk seperti hujan deras atau angin kencang dapat merusak properti dan menyebabkan kematian, oleh karena itu jika ada prediksi bahwa cuaca buruk akan terjadi orang dapat mengambil tindakan

pencegahan seperti mengungsi dari daerah yang terkena bencana atau tinggal di dalam rumah. Peramalan cuaca pada dasarnya mensyaratkan memprediksi bagaimana keadaan atmosfer saat ini akan berubah. Maka dari itu, jika kita ingin membuat ramalan cuaca, kita harus mengetahui komdisi cuaca saat ini di area yang luas. Jaringan dari semua stasiun yang berlokasi di seluruh dunia memberikan peramal cuaca informasi ini. Peramal memiliki akses ke banyak peta dan grafik yang menunjukkan kondisi saat ini di berbagai ketinggian atmosfer, serta profil vertikal (disebut *sounding*) suhu, titik embun, dan angin (Ahrens, 2016).

Mengetahui cuaca hal yang sangat penting untuk kehidupan manusia, yang dinyatakan dengan parameter seperti suhu, kecepatan angin, tekanan udara, curah hujan, yang menjadi komponen utama untuk cuaca. Tujuan mengetahui cuaca adalah terutama bagi masyarakat pedesaan yang bergerak dibidang pertanian dan perkebunan dalam hal memberikan informasi besaran risiko kegagalan pertanian akibat dinamika cuaca dan iklim (Siregar, 2020).

Prediksi cuaca adalah alat penting untuk banyak bagian ekonomi. Prakiraan jangka pendek dapat membantu petani menghadapi ancaman atau memberi tahu perusahaan konstruksi tentang risiko penundaan pekerjaan. Dalam skala yang lebih luas, harga saham dan komoditas dapat berayun naik atau turun berdasarkan pendekatan badai besar, prakiraan perilakunya, dan kerusakan yang ditinggalkan. Prospek jangka panjang untuk El Niño dan La Niña dapat memberikan waktu tunggu yang berharga selama berbulan-bulan di mana suhu musim dingin di Amerika Serikat cenderung lebih hangat atau lebih dingin daripada rata-rata. Perlindungan paling langsung terhadap risiko penurunan keuangan terkait cuaca

datang dari asuransi hujan es, banjir, kekeringan, dan sejenisnya. Asuransi cuaca biasanya hanya mencakup ancaman meteorologi yang paling mengerikan, seperti rencana perawatan kesehatan bencana yang mencakup serangan jantung tetapi bukan penyakit kronis (Ahrens, 2016).

II.4.1 *Zoom Earth*

Zoom Earth adalah sebuah aplikasi dan situs web interaktif yang memungkinkan pengguna untuk menjelajahi bumi secara virtual melalui gambar satelit dan peta yang akurat. Dengan *Zoom Earth* kita dapat melihat pemandangan Bumi dari sudut pandang yang berbeda, memperbesar dan memperkecil gambar, serta menjelajahi tempat-tempat tertentu di dunia. *Zoom Earth* memiliki beberapa fungsi :

1. Eksplorasi virtual: *Zoom Earth* memungkinkan untuk menjelajahi Bumi secara virtual dengan menggunakan gambar satelit yang akurat. Kita dapat memperbesar dan memperkecil gambar, serta memilih sudut pandang yang berbeda untuk melihat tempat-tempat di seluruh dunia.
2. Penelitian dan eksplorasi: Bagi peneliti dan ahli geografi, *Zoom Earth* menyediakan akses ke gambar satelit aktual yang diperbarui secara berkala. Ini memungkinkan mereka untuk mempelajari perubahan lingkungan dari waktu ke waktu, melacak deforestasi, memantau perubahan iklim, dan mengamati gejala alam seperti erupsi gunung berapi atau pergerakan es.
3. Pemantauan cuaca: Aplikasi ini menampilkan lapisan cuaca yang memungkinkan melihat kondisi cuaca saat ini dan prakiraan cuaca di berbagai daerah. Kita dapat melihat ikon cuaca, radar, dan informasi cuaca lainnya pada peta interaktif.

Adapun yang digunakan dalam penelitian ini ialah data GFS. Dalam konteks *Zoom Earth*, data GFS digunakan untuk memberikan perkiraan cuaca termasuk parameter seperti suhu udara, kelembaban, tekanan atmosfer, arah dan kecepatan angin, dan lain-lain. Data GFS ini biasanya diperbarui beberapa kali sehari dan dapat membantu pengguna memantau dan memahami perkiraan cuaca untuk berbagai wilayah di dunia.

II.5 Peringatan Dini BMKG

Peringatan dini merupakan serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana pada suatu tempat oleh lembaga berwenang. Undang-Undang Nomor 24 No. 25 2007 tentang Penanggulangan Bencana mengamanatkan peringatan dini sebagai bagian dari penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi ada potensi terjadinya bencana, disamping upaya kesiapsiagaan dan mitigasi bencana (Pasal 34 huruf b; BNPB, 2017).

Seberapa besar peringatan dini dapat mengurangi dampak suatu peristiwa bencana akan sangat bergantung pada banyak faktor, diantaranya:

1. Ketepatan peringatan yang disampaikan;
2. Jarak waktu yang tersedia antara keluarnya peringatan sampai dengan datangnya peristiwa yang dapat menimbulkan bencana;
3. Seberapa siap perencanaan pra bencana dan kesiapsiagaan masyarakat, termasuk kemampuan masyarakat untuk menanggapi peringatan tersebut dan melakukan tindakan antisipasi secara tepat.

Prakiraan cuaca atau peringatan dini yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dihasilkan berdasarkan hasil pengamatan cuaca terakhir, analisis hasil luaran model resolusi rendah, serta dari pengalaman prakirawan dalam menganalisis cuaca. Penggunaan kemampuan analisis dan pengalaman prakirawan dalam memberikan penelitian yang dinilai terbaik dalam proses prediksi cuaca ini mengakibatkan prakiraan yang dihasilkan ini diklasifikasikan sebagai metode subjektif. Dalam pembuatan prakiraan ini telah memperhatikan pengamatan atmosfer yang tersedia (peta sinoptik, radar, satelit, dan lain-lain), kondisi cuaca sebelumnya termasuk klimatologi sederhana, serta pengalaman prakirawan dalam situasi meteorologi yang sama. Tipe prakiraan ini dapat diubah menjadi tipe dikotomi (*binary events*), yaitu suatu bentuk prakiraan hujan atau tidak hujan, sedangkan verifikasinya dapat dilakukan dengan cara visual, dikotomi, kontinyu, probabilistik, dan spasial (Gustari dkk., 2012).

II.6 Verifikasi Prediksi

Verifikasi merupakan salah satu proses untuk menilai kualitas dari sebuah prakiraan/prediksi/ramalan (*forecast*). Verifikasi dilakukan agar dapat mengetahui keserasian antara model dan data. Untuk melihat keserasian dari hasil observasi dan prediksi dapat dilakukan dengan cara kualitatif, sedangkan untuk menentukan tingkat akurasi model dan kesalahan dalam memprediksi maka dilakukan dengan cara kuantitatif menggunakan seperangkat formulasi matematis. Banyak macam metode yang dapat digunakan untuk melakukan proses verifikasi.

Prediksi tidak harus memberikan jawaban yang secara pasti untuk suatu kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin

dari kejadian yang akan terjadi. Dalam proses verifikasi, suatu hasil prediksi dibandingkan dengan nilai observasi (Halide, 2009). Untuk memverifikasi prediksi, penelitian ini menggunakan metode *Peirce Skill Score* (PSS).

II.6.1 *Hindcasting*

Hindcasting adalah metode yang digunakan untuk memvalidasi atau menguji model atau prediksi dengan menggunakan data historis. Ini melibatkan penggunaan model atau teknik yang dikembangkan pada data yang ada sebelumnya untuk melihat sejauh mana model tersebut dapat mereplikasi hasil yang sebenarnya atau kejadian yang terjadi pada periode waktu tersebut. *Hindcasting* sering digunakan dalam bidang ilmiah, seperti meteorologi dan oseanografi, untuk memvalidasi model cuaca atau model iklim. Dalam hal ini, data cuaca atau iklim dari masa lalu digunakan sebagai input untuk model yang ada. Kemudian, hasil yang dihasilkan oleh model tersebut dibandingkan dengan data sebenarnya untuk melihat sejauh mana model tersebut dapat mereproduksi kondisi yang terjadi pada masa lalu (Krakauer dan Fekete, 2014).

II.6.2 *Peirce Skill Score* (PSS)

Peirce skill Score (PSS) biasanya digunakan dalam mengukur kemampuan suatu prediksi/ramalan (*forecast*) yang memiliki tujuan untuk membedakan atau mengklasifikasi antara kejadian dengan non-kejadian. Pada kejadian ini, keterampilan pada verifikasi sebuah prediksi cuaca ekstrem ditentukan oleh skor *Peirce*-nya dengan melihat tabel kontigensi pada **Tabel II.2.** Dalam tabel tersebut a, b, c, dan d masing-masing mengacu pada prediksi dan observasi menunjukkan cuaca ekstrem (*hits*), prediksi menunjukkan cuaca ekstrem, tetapi observasi

menunjukkan tidak ekstrem (*false alarm*), prediksi menunjukkan cuaca tidak ekstrem, tetapi observasi menunjukkan cuaca ekstrem (*misses*), dan prediksi dan observasi menunjukkan cuaca tidak ekstrem (*correct rejection*).

Tabel 2.3 Tabel Kontingensi Yes/No Hindcast (Halide,2009)

Forecast	***Observed***	
	Yes	*No*
Yes	*a* ***(hits)***	*b* ***(false alarm)***
No	*c* ***(misses)***	*d* ***(correct rejection)***

Adapun rumus *Peirce Skill Score* (PSS) sebagai berikut.

$$PSS = \frac{ad-bc}{(a+c)(b+d)} \tag{2.1}$$

Keterangan :

a = Prediksi dan observasi menunjukkan cuaca ekstrem.

b = Prediksi menunjukkan cuaca ekstrem, tetapi observasi menunjukkan cuaca tidak ekstrem.

c = Prediksi menunjukkan cuaca tidak ekstrem, tetapi observasi menunjukkan cuaca ekstrem

d = Prediksi dan observasi menunjukkan cuaca tidak ekstrem.

Standar *Error Peirce Skill Score* (ePSS) dirumuskan sebagai berikut:

$$ePSS = \sqrt{\frac{(n^2-4(a+c)(b+d)xPSS^2)}{4n(a+c)(b+d)}} \tag{2.2}$$

Dengan total jumlah kejadian $n = a + b + c + d$

Model prediksi kemudian dibandingkan dengan random skill prediksi dengan mengubah parameter a,b,c dan d dengan rumus sebagai berikut:

$$a_r = (a + c)(a + b)/n \quad (2.3)$$

$$b_r = (b + c)(a + b)/n \quad (2.4)$$

$$c_r = (a + c)(c + d)/n \quad (2.5)$$

$$d_r = (b + d)(c + d)/n \quad (2.6)$$

Kemudian untuk *No-skill Peirce Skill Score random-forecast* (PSSr) dirumuskan sebagai berikut:

$$PSSr = \frac{(a_r x d_r) - (b_r x c_r)}{(4n(a_r + c_r)(b_r + d_r)} \quad (2.7)$$

Standar *error No-skill Peirce Skill Score random-forecast* (ePSSr) durumuskan sebagai berikut :

$$ePSSr = \sqrt{\frac{(n^2 4(a_r + c_r)(b_r + d_r) x PSS^2)}{4n(a_r + c_r)(b_r + d_r)}} \quad (2.8)$$

Peirce Skill Score Random (PSSr) adalah model prediksi acak atau metode referensi yang menghasilkan prediksi yang tidak memiliki dasar ilmiah atau pengetahuan cuaca. Fungsi *Peirce Skill Score Random* (PSSr) Membandingkan performa *Peirce Skill Score* (PSS) dengan *Peirce Skill Score Random* (PSSr) untuk memberikan gambaran tentang seberapa baik *Peirce Skill Score* (PSS) bekerja dibandingkan dengan hanya menebak secara acak (PSSr). Ini membantu dalam menentukan apakah model memiliki nilai prediksi yang signifikan atau hanya memanfaatkan kebetulan.

Jika nilai PSS±ePSS memiliki nilai yang cenderung tinggi maka akurasi dari sebuah prediksi memiliki hasil akurasi yang bagus, sedangkan jika nilai PSSr±ePSSr

cenderung rendah maka dapat dikatakan bahwa prediksi yang dilakukan memiliki nilai akurasi yang rendah dengan kata lain prakiraan yang dilakukan memiliki tingkat keyakinan yang rendah. jika nilai PSS±ePSS berbeda dengan nilai PSSr±ePSSr maka dapat disimpulkan bahwa akurasi prakiraan memiliki hasil yang bagus dengan keyakinan yang digunakan yaitu 95% (Halide, 2009).