

Skripsi Geofisika

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



OLEH:

REIKA AULIA NABILAH

H061191047

PROGRAM STUDI S1 GEOFISIKA

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023



HALAMAN JUDUL

**VERIFIKASI CUACA EKSTREM DI WILAYAH BATAM, KEP. RIAU
MENGUNAKAN 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:

REIKA AULIA NABILAH

H061191047

PROGRAM STUDI S1 GEOFISIKA

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023



HALAMAN PENGESAHAN

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

Disusun dan Diajukan Oleh:

**REIKA AULIA NABILAH
H061191047**

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

Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc.
NIP. 196303151987101001

Pembimbing Pertama

Andika, S.Si., M.Si.
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 : Reika Aulia Nabilah

NIM : H061191047

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya ilmiah saya berjudul:

**Verifikasi Cuaca Ekstrem Di Wilayah Batam, 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


Reika Aulia Nabilah





ABSTRAK

Bencana alam akibat cuaca ekstrem telah menyebabkan kerusakan di seluruh wilayah Indonesia, salah satunya di Kota Batam, Kepulauan Riau. Peristiwa ini menarik perhatian masyarakat karena memiliki dampak yang cukup besar terhadap kehidupan manusia, serta dapat mempengaruhi kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu, prediksi atau peringatan dini sangat diperlukan karena dapat digunakan sebagai bentuk mitigasi bencana. Prediksi atau peringatan dini dapat diketahui keakuratannya dengan melakukan verifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi cuaca *Zoom Earth* dan Peringatan Dini yang dikeluarkan oleh BMKG dengan melakukan perhitungan nilai akurasi prediksi menggunakan *Peirce Skill Score* (PSS) dengan melihat parameter curah hujan. Metode *Peirce Skill Score* (PSS) merupakan metode yang dapat mengukur kemampuan dari suatu prediksi atau ramalan (*hindcast*). Hasil penelitian ini menunjukkan akurasi yang kurang baik dengan persentase 3,7% dimana dari 54 data hanya 2 data yang memiliki akurasi yang baik. Hal ini dikarenakan prediksi atau peringatan dini yang dikeluarkan dominan berbanding terbalik dengan observasi, sehingga hasil nilai metrik verifikasi yang dihasilkan tidak akurat.

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



ABSTRACT

Natural disasters caused by extreme weather have caused damage throughout Indonesia, including in Batam City, Riau Islands. These events attract public attention because they have a considerable impact on human life, and can affect daily activities. Therefore, prediction or early warning is needed because it can be used as a form of disaster mitigation. Predictions or early warnings can be known for their accuracy by verifying them. This research aims to verify the Zoom Earth weather and Early Warning issued by BMKG by calculating the prediction accuracy value using Peirce Skill Score (PSS) by looking at rainfall parameters. The Peirce Skill Score (PSS) method is a method that can measure the ability of a prediction or forecast (hindcast). The results of this study show poor accuracy with a percentage of 3.7% where out of 54 data only 2 data have good accuracy. This is because the prediction or early warning issued is dominantly inversely proportional to the observation, so that the resulting verification metric value is not accurate.

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



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, Rahmat dan hidayah-Nya yang telah dan senantiasa Ia limpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Verifikasi Cuaca Ekstrem Di Wilayah Batam, Kep. Riau Menggunakan Metode Peirce Skill Score (PSS)**” sebagai syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Geofisika Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam senantiasa terkirim kepada Rasulullah SAW. Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari hambatan serta rintangan yang penulis hadapi, namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat Ridho Allah SWT dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Izinkan pula penulis mengucapkan terma kasih sedalam-dalamnya kepada Orang Tua tercinta Ayahanda **Riswan Rosman** dan Ibunda **Almh. Euis Ratnasari**, serta saudara saya **Rei Restu Asy'ari** dan **Feby Fauziah Haya**, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik moril dan materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan

sih sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

uk **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc.** selaku dosen pembimbing Utama



yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi dalam setiap permasalahan dalam penulisan skripsi, memberikan bimbingan, kepercayaan yang sangat berarti serta motivasi kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.

2. Kakak **Andika, S.Si., M.Si.** selaku dosen pembimbing Pertama yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Muhammad Hamzah Syahrudin, S.Si., M.T.** dan Kakak **Aswar Syafnur, S.Si., M.Eng.** selaku dosen tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun kepada penulisan skripsi.
4. Seluruh **Dosen Departemen Geofisika, Staf FMIPA UNHAS, Staf Departemen Geofisika, Staf Laboratorium, Staf Perpustakaan FMIPA UNHAS dan Staf Perpustakaan Umum** atas semua bantuan dan ilmu yang telah diajarkan, pelayanan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Kepada **M. Fayyadh Arkaan Yunus** yang telah sabar mendengarkan setiap keluh kesah penulis, menemani dan memberikan dukungan penuh kepada penulis.
6. Kepada Kak **Aini Suci Febrianti, S.Si.,** yang telah memberikan bantuan serta saran kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada **Nur Anisa Muliana** teman seperjuangan penulis dalam bertukar an selama mengerjakan skripsi.



ada **Atikah Hadiyanti** dan **A. Fidya Avissa Noviar** yang telah berikan memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

9. Kepada teman-teman seperjuanganku sejak 2011 hingga sekarang **Kisti, Mahar, Pope, Muti** yang telah kebersamai penulis sampai saat ini.
10. Kepada teman-teman di Geofisika 2019 **Afika, Akbar, Alif, Andry, Arsyih, Ashar, Asyifah, Ayul, Caca, Cindy, Dahlia, Devi, Dian, Diky, Fausta, Fatiha, Huda, Habib, Haerul, Haidir, Haikal, Haqqul, Ikki, Indah, Ita, Ismi, Jack, Jinaan, Liani, Lovely, Mey, Muji, Mulki, Muly, Nanda, Nanov, Nismul, Nude, Nur, Nurzakiyah, Pipit, Riman, Risda, Rodjil, Sarni, Sekar, Sindy, Suleha, Tiara, William, Wily, Yuli** yang telah memberikan dukungan dan berbagi ilmu selama perkuliahan.
11. Kepada saudara di organisasi **HMGF 2019** atas segala kebersamaan dan bantuannya mulai dari berproses bersama, mengemban amanah kepengurusan hingga menjadi kanda warga.
12. Kakak-kakak serta adik-adik **HMGF FMIPA Unhas** yang telah memberikan ilmu pengetahuan, mengajarkan arti kebersamaan, kekeluargaan serta pengalaman berharga yang didapatkan selama berproses.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mengerahkan segala kemampuan dalam proses penyusunan skripsi ini hingga selesai. Namun sebagai manusia biasa yang memiliki kekurangan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna

kesempurnaan 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	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Ruang Lingkup	4
I.3. Rumusan Masalah	4
I.4. Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Kondisi Geografis Wilayah	5
II.2. Curah Hujan	6
II.3. Cuaca Ekstrem	8
II.3.1 OGIMET	9
II.3.2 POWER <i>Data Access Viewer</i> NASA	10
II.3.3 ERA5	10
II.4. Prediksi Cuaca	11
II.4.1 <i>Zoom Earth</i>	12
II.5. Peringatan Dini BMKG	14
II.6. Verifikasi Prediksi	15
I.6.1 <i>Hindcasting</i>	16
I.6.2 <i>Peirce Skill Score</i> (PSS)	17
METODOLOGI PENELITIAN	20



III.1. Alat dan Bahan	20
III.1.1 Alat	20
III.1.2 Bahan	20
III.2. Prosedur Pengukuran.....	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. <i>Peirce Skill Score Time Series</i>	25
IV.1.2.1 <i>Peirce Skill Score</i> Zoom Earth Terhadap OGIMET	25
IV.1.2.2 <i>Peirce Skill Score</i> Zoom Earth Terhadap NASA.....	27
IV.1.2.3 <i>Peirce Skill Score</i> Zoom Earth Terhadap ERA5.....	29
IV.1.2.4 <i>Peirce Skill Score</i> Peringatan Dini Terhadap OGIMET	31
IV.1.2.5 <i>Peirce Skill Score</i> Peringatan Dini Terhadap NASA.....	33
IV.1.2.6 <i>Peirce Skill Score</i> Peringatan Dini Terhadap ERA5.....	35
IV.2. Pembahasan	37
IV.2.1. Peta Spasial Curah Hujan	37
IV.2.2. <i>Peirce Skill Score Time Series</i>	38
IV.2.2.1 <i>Peirce Skill Score</i> Zoom Earth Terhadap OGIMET	38
IV.2.2.2 <i>Peirce Skill Score</i> Zoom Earth Terhadap NASA.....	39
IV.2.2.3 <i>Peirce Skill Score</i> Zoom Earth Terhadap ERA5.....	40
IV.2.2.4 <i>Peirce Skill Score</i> Peringatan Dini Terhadap OGIMET	41
IV.2.2.5 <i>Peirce Skill Score</i> Peringatan Dini Terhadap NASA.....	42
IV.2.2.6 <i>Peirce Skill Score</i> Peringatan Dini Terhadap ERA5.....	44
BAB V PENUTUP	46
V.1. Kesimpulan	46
V.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
REKAM JEKALAN.....	5



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Intensitas Curah Hujan Standar Internasional	8
Tabel 2.2 Kategori Prakiraan Hujan BMKG	14
Tabel 2.3 Tabel Kontingensi <i>Yes/No Hindcast</i>	17
Tabel 4.1 Parameter <i>Peirce Zoom Earth</i> Terhadap OGIMET.....	25
Tabel 4.2 Parameter <i>Peirce Zoom Earth</i> Terhadap NASA	27
Tabel 4.3 Parameter <i>Peirce Zoom Earth</i> Terhadap ERA5	29
Tabel 4.4 Parameter <i>Peirce</i> Peringatan Dini BMKG Terhadap OGIMET.....	31
Tabel 4.5 Parameter <i>Peirce</i> Peringatan Dini BMKG Terhadap NASA	33
Tabel 4.6 Parameter <i>Peirce</i> Peringatan Dini BMKG Terhadap ERA5	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bencana Banjir Batam 28 Februari – 1 Maret 2023	3
Gambar 4.1 Peta Spasial Curah Hujan Batam Tanggal 26 Februari – 6 Maret 2023 Menggunakan ERA5	24
Gambar 4.2 Grafik <i>Peirce Skill Score Time Series Zoom Earth</i> Terhadap OGIMET Curah Hujan 26 Februari – 6 Maret 2023	26
Gambar 4.3 Grafik <i>Peirce Skill Score Time Series Zoom Earth</i> Terhadap NASA Curah Hujan 26 Februari – 6 Maret 2023	28
Gambar 4.4 Grafik <i>Peirce Skill Score Time Series Zoom Earth</i> Terhadap ERA5 Curah Hujan 26 Februari – 6 Maret 2023	30
Gambar 4.5 Grafik <i>Peirce Skill Score Time Series</i> Peringatan Dini BMKG Terhadap OGIMET Curah Hujan 26 Februari – 6 Maret 2023	32
Gambar 4.6 Grafik <i>Peirce Skill Score Time Series</i> Peringatan Dini BMKG Terhadap NASA Curah Hujan 26 Februari – 6 Maret 2023	34
Gambar 4.7 Grafik <i>Peirce Skill Score Time Series</i> Peringatan Dini BMKG Terhadap ERA5 Curah Hujan 26 Februari – 6 Maret 2023	36



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia terbentang dari lintang geografis 7° 20' U sampai 14° S dan bujur 92° T sampai 141° T. Wilayah maritim Indonesia jika dilihat dari aspek meteorologinya mempunyai kompleksitas dalam fenomena cuaca dan iklim. Wilayah Indonesia merupakan salah satu wilayah dengan kondisi cuaca dan iklim yang unik. Sebagai salah satu wilayah negara yang berada di daerah tropis, Indonesia sangat berpotensi dengan cuaca ekstrem seperti hujan lebat (Tjasyono dkk., 2007 dalam Swastiko dan Rifani, 2017).

Posisi Indonesia yang terletak di kawasan tropis menyebabkan suhu udara relatif hangat di sepanjang tahun serta penguapan dan curah hujan yang tinggi. Interaksi yang terjadi di laut dan daratan, skala lokal dan skala yang lebih besar di Indonesia ini bisa menyebabkan pola cuaca dan iklim di masing-masing wilayahnya berbeda satu dengan yang lain (Qian, 2017 dalam Swastiko dan Rifani, 2017).

Dalam aktivitas manusia sehari-hari sangat berkaitan erat dengan cuaca. Misalnya kegiatan perekonomian di pasar tradisional, pengerjaan proyek bangunan, penerbangan pesawat terbang, pembuatan garam tradisional dan lain sebagainya,

semua itu bergantung pada kondisi cuaca. Jika terdapat cuaca buruk hujan badai maka akan menghambat segala pekerjaan atau aktivitas di luar



Cuaca muncul setelah berlangsung suatu proses fisik dan dinamis yang kompleks yang terjadi di atmosfer bumi. Diperlukan informasi cuaca yang akurat sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan kondisi cuaca agar dapat meminimalisir efek negatif yang dapat ditimbulkan oleh suatu fenomena cuaca (Waluwanja dkk., 2019).

Prediksi cuaca ialah proses estimasi atau prediksi tentang kondisi atmosfer di masa depan, seperti terjadinya hujan ekstrem. Prediksi ini dapat diperoleh dari berbagai situs, salah satunya yaitu *Zoom Earth*.

Peringatan dini ialah salah satu kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat mengenai kemungkinan terjadinya bencana pada suatu wilayah. Peringatan dini ini biasanya dikeluarkan oleh lembaga yang berwenang. Salah satu pihak atau lembaga yang berwenang mengedarkan informasi peringatan dini bencana ialah Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika atau biasa dikenal dengan sebutan BMKG. Biasanya BMKG mengeluarkan peringatan dini melalui sosial media seperti *Instagram*, *Facebook*, *Website*, *Twitter*, dsb.

Definisi cuaca ekstrem menurut (Peraturan Kepala Badan Meteorologi 2010) ialah kejadian cuaca yang tidak sesuai dengan semestinya yang dapat mengakibatkan kerugian pada lingkungan, harta, keselamatan jiwa, dll. Cuaca ekstrem ini dapat menyebabkan seperti timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan,

harta benda dan dapat psikologis masyarakat seperti yang terdapat pada

1.1.





Gambar 1.1 Bencana Banjir Batam 28 Februari dan 1 Maret 2023
(Sumber: <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2023/03/01/satu-hari-diguyur-hujan-lebat-banjir-dan-longsor-terjadi-di-batam>)

Salah satu wilayah yang terdampak akibat cuaca ekstrem, yaitu wilayah Batam, Kep. Riau pada bulan Februari hingga Maret 2023. Cuaca ekstrem yang dimaksudkan disini adalah hujan lebat yang mengakibatkan terjadinya banjir dan longsor. Beberapa rumah dan fasilitas umum mengalami kerusakan sehingga mengharuskan masyarakat mengungsi. Dampak dari bencana yang terjadi pada kejadian tersebut dapat dicegah sehingga akibat kerusakannya dapat berkurang, jika sebelum bencana ini terjadi ada sebuah peringatan dini sehingga masyarakat dapat siap siaga dan dapat melakukan penyelamatan serta menghindari adanya korban jiwa pada bencana yang terjadi.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian terkait verifikasi cuaca ekstrem di daerah Batam, Kep. Riau menggunakan metode *Peirce Skill Score* (PSS) dengan memperhatikan parameter cuaca dalam hal ini curah hujan yang terjadi.

Penelitian mengenai verifikasi cuaca ekstrem juga telah dilakukan (Aini, 2021).



Penelitian ini tidak sama dengan penelitian sebelumnya, yakni adanya perbedaan dalam penambahan data. Pada penelitian ini, dilakukan juga verifikasi *Zoom* terhadap OGIMET dan terhadap NASA.

I.2 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada verifikasi cuaca ekstrem menggunakan data prediksi curah hujan Batam yang dikeluarkan oleh *Zoom Earth* melalui (<https://zoom.earth/maps/precipitation>) dan data peringatan dini BMKG cuaca Kepulauan Riau yang diperoleh dari situs BMKG. Data observasi yang dikeluarkan oleh OGIMET (<https://www.ogimet.com/gsynres.phtml.en>) dan *POWER Data Access Viewer NASA* (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Data prediksi dan observasi dalam penelitian ini diambil mulai dari 26 Februari 2023 – 6 Maret 2023. Untuk memverifikasi prediksi digunakan metode *Peirce Skill Score* (PSS).

I.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

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

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Memverifikasi prediksi cuaca *Zoom Earth* terkait curah hujan ekstrem yang terjadi di Batam.



verifikasi peringatan dini BMKG yang terjadi di Batam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kondisi Geografis Wilayah

Kota Batam secara geografis mempunyai letak yang sangat strategis, yaitu di jalur pelayaran dunia internasional yang terletak antara: $0^{\circ}.25'29''$ - $1^{\circ}15'00''$ LU dan $103^{\circ}.34'35''$ - $104^{\circ}26'04''$ BT. Luas wilayah Kota Batam sebesar 426,563.28 Ha. yang terdiri dari luas wilayah darat sebesar 108,265 Ha. dan luas wilayah perairan/laut sebesar 318,298.28 Ha. Melihat beberapa pulau yang menjadi perbatasan dengan negara tetangga. Terdapat dua kecamatan yang memiliki wilayah dengan Pulau Terluar, yaitu Kecamatan Belakang Padang dan Kecamatan Nongsa. Pulau yang berada di Kecamatan Belakang Padang meliputi: Pulau Nipah, Pulau Pelampong dan Pulau Beranti. Sedangkan Kecamatan yang memiliki wilayah Pulau Putri (Pulau terluar) adalah Kecamatan Nongsa (Rahayu dan Junior, 2021).

Kota Batam salah satu kota di Indonesia yang terletak di Propinsi Kepulauan Riau merupakan salah satu pintu gerbang bagi keluar masuknya barang dan jasa dari Indonesia ke negara tetangga seperti Singapura, Malaysia, Thailand dan lain-lain. Kota Batam sejak tahun 1983 berkembang sangat cepat sebagai salah satu konsekuensinya adalah terbentuknya “Kotamadya Batam” yang dipromosikan sebagai kota utama di Indonesia langsung berbatasan dengan negara tetangga (Rahayu dan Junior, 2009).



am mempunyai iklim tropis dengan suhu minimum pada tahun 2006

berkisar antara 21,2 C – 24,0 C dan suhu maksimum berkisar antara 29,6 C-34,1 C, sedangkan suhu rata rata sepanjang tahun 2006 adalah 25,6 C - 27,8 C. Keadaan tekanan udara rata rata untuk tahun 2006, minimum 1.006,14 MBS dan maksimum 1.014,1 MBS. Kelembaban udara di Kota Batam rata-rata antara 79 – 86 % (Heng, 2015).

Batam berada di daerah equatorial dan dikelilingi lautan. Hal ini menjadikan cuaca di Batam yang sering terjadi sangat unik iklim di wilayah Batam sepanjang tahun panas dan lembab serta banyak curah hujan (Prakoso dan Kristanto, 2016).

Permukaan tanah di Kota Batam pada umumnya dapat digolongkan datar dengan variasi disana-sini berbukit-bukit dengan ketinggian maksimum 160 m diatas permukaan laut. Sungai-sungai kecil banyak mengalir dengan aliran pelan dan dikelilingi hutan-hutan serta semak belukar yang lebat (Heng, 2015).

II.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah ketinggian dari air hujan yang jatuh pada luasan permukaan dengan anggapan bahwa air hujan tersebut tidak menguap dan meresap. Curah hujan biasanya diukur menggunakan alat penakar hujan, sehingga dapat diketahui jumlahnya dalam satuan milimeter (Chandra dan Suprpto, 2016).

Di Negara Indonesia curah hujan memiliki satuan yang dinyatakan dalam satuan milimeter (mm) atau inchi. Dalam artiannya jika air yang tertampung mencapai satu liter atau dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung

gi satu milimeter berarti bahwa curah hujan terdapat 1 mm. Sedangkan curah hujan, yaitu jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/tahun, dan



sebagaimana dimana biasanya data yang digunakan untuk analisis intensitas curah hujan ialah nilai maksimum, minimum, dan nilai rata-rata dari curah hujan (Nurasiah, 2019).

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Untuk mendapatkan intensitas curah hujan, alat penakar hujan harus mampu menangkap atau mencatat besarnya volume hujan dan jika waktu mulai berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Alat hujan yang digunakan pada umumnya adalah alat penakar hujan otomatis (Triangga, 2020).

Indonesia merupakan wilayah yang berada di kawasan tropik memiliki curah hujan tahunan yang tinggi serta curah hujan akan semakin tinggi di daerah pegunungan. Curah hujan yang tinggi di kawasan tropik pada umumnya disebabkan oleh proses konveksi dan juga pembentukan awan hujan panas. Pada dasarnya, curah hujan itu dapat dihasilkan dari gerakan massa udara lembab ke atas. Agar terjadinya gerakan ke atas, atmosfer harus berada dalam kondisi yang tidak stabil. Kondisi yang tidak stabil ini terjadi jika udara yang naik itu lembab dan *lapse rate* udara lingkungannya berada di antara *lapse rate* adiabatik jenuh dan *lapse rate* adiabatik kering. Jadi, kestabilan udara ini sangat ditentukan oleh



kelembaban. Oleh karena itu, jumlah hujan tahunan, intensitas, durasi, dan distribusinya terhadap ruang dan waktu sangat bervariasi. Intensitas hujan di wilayah tropis pada umumnya tinggi dikarenakan adanya proses

konveksi. Sementara itu di Indonesia, presentase curah hujan yang diterima bervariasi yakni kisaran 8-37% dengan rata-rata 22% (Mulyono, 2014).

Curah hujan tahunan memiliki rata-rata berkisar antara 2000-3000 mm, sedangkan rata-rata hujan bulanan 150-700 mm (Aldrian, 2000). Jika intensitas curah hujan lebih dari 100 mm/hari maka curah hujan tersebut di kategorikan ekstrem (Laurenz, dkk., 2019).

Berikut adalah tabel kategori curah hujan Standar Internasional menurut *Glossary of Meteorology* :

Tabel 2.1 Kategori Intensitas Curah Hujan Standar Internasional

No.	Kategori Curah Hujan	Jumlah Curah Hujan (mm/jam)
1.	Ringan	0,5 – 2,5
2.	Sedang	2,6 – 7,6
3.	Lebat	> 7,6

II.3 Cuaca Ekstrem

Cuaca ekstrem adalah sebuah kondisi dimana cuaca yang terjadi jika jumlah hari hujan yang terukur paling banyak yakni melebihi rata-rata dari normalnya (Mughozali dkk., 2017). Sesuai sifatnya dari definisi cuaca, cuaca ekstrem memiliki dimensi waktu yang cenderung singkat, bisa terjadi dalam satuan detik,

m, dan hari, namun cuaca ekstrem yang paling lama biasanya terjadi 6 jam. Cuaca yang tergolong ekstrem dan dapat dilihat secara kasat mata fenomena cuaca yang memiliki potensi menimbulkan bencana,



menghancurkan tatanan kehidupan sosial atau yang menimbulkan korban baik secara materiil maupun materiil (Yushar dan Ariastuti, 2017).

Menurut (Megalina 2014) cuaca ekstrem merupakan kondisi cuaca yang tidak normal yang terjadi dalam jangka waktu yang pendek, misalnya suhu rata-rata 32° - 46° C. Curah hujan melebihi nilai 100 mm.

II.3.1 OGIMET

Web OGIMET adalah layanan informasi cuaca yang dikembangkan oleh Guillermo Ballester Valor, meteorologis dari *Spanish Meteorological Institute*. Web OGIMET memberikan informasi beberapa jenis data seperti data hujan harian OGIMET yang diperoleh berdasarkan sinop. Data ini diperoleh dari situs www.ogimet.com dengan stasiun pengukuran di Bandara.

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. Ini adalah Layanan Informasi Cuaca yang disediakan oleh www.ogimet.com. Situs ini menggunakan data yang tersedia secara bebas dari internet, terutama dari NOAA, dan akan Perangkat Lunak Terbuka untuk memprosesnya. Tujuan dari situs h untuk menyediakan data tentang kondisi cuaca saat ini dengan cara at dan profesional (OGIMET).



II.3.2 POWER *Data Access Viewer* NASA

The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications (MERRA-2) adalah hasil analisis ulang atmosfer dari NASA yang dimulai pada tahun 1980. Satelit MERRA-2 merupakan pengganti satelit MERRA asli (*Global Modeling and Assimilation*) GMAO. Menggunakan versi pembaruan dari *Goddard Earth Observing System Model, Version 5* (GEOS-5) data assimilation system yang mampu menggunakan *microwave sounders* dan instrumen radiasi inframerah hiperspektral, serta jenis data lainnya.

Model ini membawa rasio pencampuran massa tiga dimensi dari lima dimensi macam aerosol ini sebagai pelacak aerosol prognostik. AOD pada 550 nm dengan resolusi $0,5^\circ \times 0,625^\circ$ memiliki kuantitas optik yang telah terintegrasi dengan kolom dan spesies, yang dihitung sebagai produk yang dapat dijumlahkan dari setiap massa spesies dan koefisien kepunahannya berdasarkan sifat optik aerosol yang sebagian besar berasal dari data OPAC (Alfiandy dan Permana, 2020).

II.3.3 ERA5

ERA5 adalah analisis ulang ECMWF generasi kelima untuk iklim dan cuaca global selama 8 dekade terakhir. ERA5 menggantikan analisis ulang ERA-Interim. Analisis ulang menggabungkan data model dengan pengamatan dari seluruh dunia menjadi kumpulan data yang lengkap dan konsisten secara global dengan menggunakan hukum fisika. Prinsip ini, yang disebut asimilasi data,



in pada metode yang digunakan oleh pusat prediksi cuaca numerik, di setiap beberapa jam (12 jam di ECMWF) prakiraan sebelumnya dikoreksi dengan pengamatan yang baru tersedia dengan cara yang optimal

untuk menghasilkan estimasi terbaik yang baru tentang keadaan atmosfer, yang disebut analisis, yang kemudian diterbitkan prakiraan yang diperbarui dan lebih baik. Analisis ulang bekerja dengan cara yang sama, namun dengan resolusi yang lebih rendah untuk memungkinkan penyediaan kumpulan data yang mencakup beberapa dekade sebelumnya. Analisis ulang tidak memiliki kendala dalam mengeluarkan prakiraan yang tepat waktu, sehingga ada lebih banyak waktu untuk mengumpulkan pengamatan, dan ketika melangkah lebih jauh ke masa lalu, untuk memungkinkan penggunaan versi yang lebih baik dari pengamatan asli, yang semuanya bermanfaat bagi kualitas produk analisis ulang (ERA5).

II.4 Prediksi Cuaca

Banyak orang yang menggantungkan hidupnya pada keadaan cuaca, seperti petani, nelayan, pedagang, pekerja kantoran hingga siswa sekolah, bahkan pilot pesawat terbang. Dikarenakan banyaknya tuntutan dari berbagai pihak yang membutuhkan informasi kondisi cuaca yang lebih cepat, lengkap dan akurat maka muncullah berbagai metode untuk melakukan prediksi cuaca (Mahmud dkk., 2016).

Prediksi cuaca adalah salah satu contoh permasalahan yang sering sekali memiliki jawaban yang tidak pasti. Metode *Peirce Skill Score* (PSS) merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan memverifikasi data prediksi.



(Irmawan dan Herusantoso, 2008) prediksi cuaca merupakan suatu hasil pengamatan kondisi fisis dan dinamis udara dari berbagai tempat dan yang kemudian dikumpulkan, di mana kumpulan hasil pengamatan

dilakukan secara matematis dengan memperhatikan ruang dan waktu kecenderungan kondisi fisis udara sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu prediksi.

Metode yang dapat digunakan untuk memprediksi curah hujan adalah metode objektif dan subyektif. Metode objektif adalah prediksi yang dibuat menggunakan prosedur statistik atau numerik, sedangkan pada metode subyektif ialah prediksi yang dilakukan dengan berdasarkan pertimbangan atau penilaian dari seseorang prakirawan (Murphy dan Brown, 1984).

Prakirawan ketika akan membuat suatu prediksi cuaca sehingga menghasilkan peringatan dini dengan cepat, tepat dan akurat serta mudah dipahami perlu memperhatikan beberapa hal, yaitu (Peraturan Kepala Badan Meteorologi, 2010):

- a. Data pengamatan dapat dilihat melalui radar, satelit, AWS/ARG, alat pengamatan lainnya dengan memperhatikan kondisi dari dinamika atmosfer.
- b. Mencatat *log book*, melaporkan kondisi atmosfer dan menganalisis data.
- c. Menyampaikan prediksi cuaca ekstrem menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat.

II.4.1 Zoom Earth

Zoom earth adalah sebuah situs web interaktif yang memungkinkan untuk



meta dunia dan citra satelit berbagai tempat di Bumi, *Zoom Earth* dapat digunakan untuk memeriksa detail yang lebih kecil, seperti meneliti wilayah kota, atau tempat khusus dengan lebih mendalam. Dalam hal ini, *Zoom*

Earth memperlihatkan fitur untuk waktu yang nyata, sehingga pengguna dapat melihat perubahan cuaca, iklim dan kondisi bumi seiring berjalannya waktu.

Perlu dicatat bahwa *Global Forecast System* (GFS) dan *ICOsahedral Nonhydrostatic model* (ICON) adalah dua model numerik cuaca yang berbeda yang digunakan oleh badan meteorologi dan lembaga penelitian untuk memprediksi cuaca di seluruh dunia. Pada penelitian ini, digunakan model GFS karena jangka waktu pada GFS dalam memberikan prediksi lebih lama dibanding ICON, yaitu beberapa minggu kedepan, yang bermanfaat untuk perencanaan panjang dan pemantauan kondisi iklim secara global.

Dimana, GFS dalam *Zoom Earth* adalah salah satu model numerik global yang digunakan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) di Amerika Serikat untuk memprediksi cuaca dan iklim di seluruh dunia. Saat mengamati peta atau citra satelit di *Zoom Earth*, informasi cuaca yang ditampilkan dapat didasarkan pada data dari GFS dan model lainnya. Pengguna *Zoom Earth* dapat memperbesar tampilan untuk melihat prediksi cuaca lebih mendalam, mengamati perkembangan sistem cuaca, melacak badai dan melihat perubahan kondisi atmosfer di berbagai wilayah di dunia (*Zoom Earth*).

Pada penelitian ini menggunakan data *Zoom Earth* dari website <https://zoom.earth/> yang memiliki nilai curah hujan dalam periode dalam kurun waktu. Data dari website ini sangat dianggap penting oleh peneliti ampu mengetahui riwayat variabel penelitian ini selama kurun waktu 9 tanggal 26 Februari – 6 Maret 2023.



II.5 Peringatan Dini BMKG

Peringatan dini merupakan pemberian informasi mengenai prediksi akan terjadinya cuaca ekstrem kepada masyarakat dengan waktu sesegera mungkin (Peraturan Kepala Badan Meteorologi, 2010). Sistem peringatan dini cuaca akan menginformasikan mengenai kondisi cuaca di suatu wilayah yang akan terkena cuaca ekstrem mengalami hujan dengan intensitas yang tinggi. Peringatan dini cuaca ekstrem dilakukan untuk kejadian cuaca ekstrem di darat maupun di laut. Menurut Peraturan Kepala BMKG No. KEP. 009 Tahun 2010, peringatan dini cuaca ekstrem ini perlu dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal seperti kecermatan, sikap hati-hati dan dalam waktu yang singkat sehingga dapat sampai dengan baik kepada masyarakat melalui media massa, instansi terkait dan lain-lain (Peraturan Kepala Badan Meteorologi, 2010).

Sistem dari peringatan dini menjadi bagian penting dari mekanisme kesiapsiagaan masyarakat, karena peringatan dini dapat menjadi faktor dan kunci penting yang menghubungkan antara tahap kesiapsiagaan dan tanggapan darurat. Secara teoretis, bila peringatan dini tersampaikan tepat waktu, maka suatu peristiwa yang dapat menyebabkan bencana dahsyat maka dampak negatif yang ditimbulkan dapat diperkecil (BNPB, 2012).

Tentunya masyarakat sangat berperan dalam efektifitas sistem peringatan dini ini.

Peran ini dicerminkan dengan adanya kesadaran atau kepedulian masyarakat itu serta pemahaman terhadap sistem peringatan, ditambah dengan peran masyarakat dalam kegiatan-kegiatan terkait (tindakan antisipatif, evakuasi dan sebagainya). Perlu diperhatikan juga bahwa terlalu banyak



peringatan yang salah dapat mengakibatkan kejenuhan atas peringatan yang terus menerus, sehingga akhirnya sistem peringatan menjadi tidak efektif lagi (BNPB, 2012).

Tabel 2.2 Kategori Prakiraan Hujan BMKG (Gustari dkk., 2012)

No.	Kategori	Intensitas Curah Hujan	
		Setiap Jam (mm/jam)	Setiap Hari (mm/hari)
1.	Tidak Hujan (Berawan)	-	-
2.	Hujan Ringan	0.1 – 4.9	0.1 – 19.9
3.	Hujan Sedang	5.0 – 9.9	20.0 – 49.9
4.	Hujan Lebat	10.0 – 20.0	50.0 - 100
5.	Hujan Sangat Lebat	> 20.0	> 100

II.6 Verifikasi Prediksi

Verifikasi menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari penelitian meteorologi dan kegiatan prakiraan operasional. Verifikasi merupakan suatu kegiatan yang digunakan untuk memastikan suatu prediksi. Jika metodologi dibuat secara benar maka hasil dari verifikasi tersebut dapat secara efektif memenuhi kebutuhan dari berbagai kelompok termasuk dalamnya yaitu peramal cuaca, pengguna informasi prakiraan dan juga masyarakat umum (Casati dkk., 2008). Verifikasi prakiraan cuaca merupakan suatu penilaian atau menilai kualitas suatu prediksi dengan membandingkan dengan hasil pengamatan yang bersesuaian dengan kejadiannya

ikk., 2012).

lihat kesesuaian dari hasil prediksi dan observasi itu sendiri maka dapat



dilakukan dengan cara kualitatif, sedangkan untuk menentukan tingkat akurasi model sekaligus kesalahan dalam memprediksi maka dapat dilakukan dengan cara kuantitatif menggunakan seperangkat formulasi matematis. Ada 3 alasan utama verifikasi itu dilakukan, yaitu (Halide, 2009):

1. Untuk memantau (monitor) akurasi dari prediksi dan juga melihat apakah prediksi itu semakin lama semakin baik atau malah sebaliknya.
2. Untuk meningkatkan kualitas prediksi. Hal ini bisa dimulai dengan cara menyelidiki kesalahan apa saja yang kita lakukan dalam memprediksi.
3. Untuk membandingkan hasil – hasil prediksi dari beberapa model dalam memprediksi besaran/fenomena yang sama. Dari hasil perbandingan inilah nantinya kita akan menemukan model yang unggul dibanding dengan model – model lainnya dan mengetahui letak/alasan keunggulan model tersebut.

Untuk menguji atau memverifikasi suatu prediksi, pada penelitian ini dilakukan perhitungan nilai akurasi prediksi menggunakan *Peirce Skill Score* (PSS).

II.6.1 Hindcasting

Hindcast adalah proses retrospektif dalam pemodelan cuaca atau iklim di mana model digunakan untuk melakukan simulasi atau prediksi tentang kondisi atmosfer atau iklim di masa lalu, dengan menggunakan data observasi yang telah ada. Dengan menggunakan metode ini, para ilmuwan dapat menguji keakuratan model cuaca atau iklim dengan membandingkan hasil simulasi dengan data observasi yang tercatat.



Verifikasi cuaca ekstrem, hindcast digunakan untuk membandingkan hasil simulasi cuaca ekstrem yang dilakukan oleh model dengan data observasi cuaca

ekstrem yang terjadi di masa lalu. Metode ini membantu dalam mengevaluasi keakuratann model dan kemampuannya dalam memprediksi cuaca ekstrem (Mohr dkk., 2015).

II.6.2 Peirce Skill Score (PSS)

Peirce Skill Score (PSS) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis akurasi perkiraan. PSS biasanya digunakan dalam mengukur kemampuan prediksi/prediksi untuk membedakan atau mengklasifikasi antara kejadian dan non-kejadian (WMO, 2014). Pada penelitian ini, keterampilan dalam memverifikasi suatu prediksi cuaca ekstrem ditentukan oleh skor *Peirce*-nya dengan melihat tabel kontingensi seperti pada **Tabel 2.3**. 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 cuaca tidak ekstrem (false alarms), prediksi menunjukkan cuaca tidak ekstrem, tetapi observasi menunjukkan cuaca ekstrem (misses), dan prediksi dan observasi menunjukkan cuaca tidak ekstrem (correct rejection). *Peirce Skill Score* dapat dihitung menggunakan data yang ada pada **Tabel 2.3**,

Tabel 2.3 Tabel Kontingensi *Yes/No Hindcast* (Halide and Ridd 2008).

<i>Hindcast</i>	<i>Observed</i>	
	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Yes</i>	<i>a</i> <i>(hits)</i>	<i>b</i> <i>(false alarm)</i>
<i>No</i>	<i>c</i> <i>(misses)</i>	<i>d</i> <i>(correct rejection)</i>



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.

Peirce Skill Score (PSS) *random* adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model prediksi atau sistem klasifikasi dengan membandingkannya dengan prediksi yang dihasilkan secara acak atau “kesempatan acak” sebagai acuan. PSS *random* membantu dalam menentukan sejauh mana model atau sistem klasifikasi yang sebenarnya dapat dibedakan atau mengidentifikasi hasil yang sebenarnya lebih baik daripada jika prediksi dilakukan secara acak. PSS *random* biasanya dihitung dengan menghasilkan sejumlah prediksi acak yang sama dengan jumlah pengamatan yang sebenarnya dan kemudian mengukur sejauh mana hasil prediksi model melebihi hasil prediksi acak ini.

Peirce Skill Score dapat dihitung menggunakan data dari Tabel 2.1 dan rumus berikut ini (Halide and Ridd 2008):

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



an pada rumus sesuai dengan keterangan pada **Tabel 2.1**

rror *Peirce Skill Score* (ePSS) dirumuskan sebagai berikut:

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

dengan jumlah total 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 :

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

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

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

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

Kemudian untuk rumus *No-skill Peirce Skill Score random* yaitu sebagai berikut:

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

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

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

Jika nilai $PSS \pm ePSS$ berbeda dengan nilai $PSSr \pm ePSSr$ maka dapat disimpulkan bahwa akurasi perkiraan memiliki hasil yang bagus dengan tingkat keyakinan yang digunakan yaitu 95%.

