UJI KEAKURATAN SKEMA MODEL *WEATHER RESEARCH AND FORECASTING* PADA SAAT KEJADIAN *BORNEO VORTEX* TANGGAL 2 NOVEMBER 2021

REPI MARISKA
H1071211019

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

UJI KEAKURATAN SKEMA MODEL *WEATHER RESEARCH AND FORECASTING* PADA SAAT KEJADIAN *BORNEO VORTEX* TANGGAL 2 NOVEMBER 2021

REPI MARISKA
H1071211019

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Uji Keakuratan Skema Model *Weather Research And Forecasting* Pada Saat Kejadian *Borneo Vortex* Tanggal 2 November 2021
Nama	:	Repi Mariska
NIM	:	H1071211019
Jurusan/ Program Studi	:	Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	:	24 Juli 2025
SK Pembimbing	:	No. 4194/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 11 Desember 2024
SK Penguji	:	No. 2188/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 14 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Andi Ihwan, S.Si., M.Si.	Riza Adriat, S.Si., M.Si.
NIP197310082002121001	NIP198905162019031013

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Joko Sampurno, S.Si.,M.Si.	Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si.
NIP198408252008011004	NIP197910252005011002

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Andi Ihwan, S.Si., M.Si.	Riza Adriat, S.Si., M.Si.
NIP197310082002121001	NIP198905162019031013

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000003100

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Repi Mariska
NIM	: H1071211019
Jurusan/Program Studi	: Fisika/ Geofisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 10 Juli 2025



Repi Mariska
H1071211019

Uji Keakuratan Skema Model *Weather Research and Forecasting* Pada Saat Kejadian *Borneo Vortex* Tanggal 2 November 2021

Abstrak

Borneo Vortex merupakan sistem sirkulasi siklonik yang terbentuk di sekitar Kalimantan saat musim dingin belahan bumi utara dan berkontribusi terhadap peningkatan curah hujan ekstrem di wilayah Indonesia barat. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keakuratan tiga skema parameterisasi kumulus pada model numerik WRF-ARW—yaitu *Kain-Fritsch* (KF), *Grell-Devenyi Ensemble* (GD), dan *Betts-Miller-Janjic* (BMJ)—serta menganalisis kondisi atmosfer selama kejadian *Borneo Vortex* pada 2 November 2021. Simulasi dilakukan dengan data input FNL beresolusi spasial 9 km, dan dievaluasi terhadap lima parameter cuaca (angin, kelembapan, tekanan, suhu, dan curah hujan) serta indeks ketidakstabilan CAPE pada tiga titik verifikasi menggunakan data observasi ECMWF, GSMaP, dan Weather Underground. Verifikasi dilakukan menggunakan statistik *R, R*², RMSE, dan MAE. Hasil menunjukkan bahwa skema *Grell-Devenyi* (GD) memiliki performa paling unggul dengan dominasi pada 22 dari total 48 hasil verifikasi, yang setara dengan 45%. Skema GD terbukti lebih konsisten dalam merepresentasikan kelembapan dan curah hujan harian, serta mampu mengikuti pola fluktuasi atmosfer secara realistis selama kejadian vortex. Fenomena *Borneo Vortex* ditandai oleh sirkulasi siklonik pada lapisan 925–850 hPa, kelembapan tinggi (80–90%), tekanan permukaan rendah (920–1000 hPa), suhu minimum 20–26°C, dan nilai CAPE mencapai 2000 J/kg, yang mendukung terbentuknya awan konvektif dan hujan lebat hingga 20 mm/jam.

Kata kunci: Borneo Vortex, WRF-ARW, Skema GD

Accuracy Test Of Weather Research And Forecasting Model Scheme During The Borneo Vortex Event On November 2, 2021

Abstract

The *Borneo Vortex* is a cyclonic circulation system that forms around the Kalimantan region during the Northern Hemisphere winter and contributes to increased extreme rainfall over western Indonesia. This study aims to evaluate the accuracy of three cumulus parameterization schemes within the WRF-ARW numerical model—namely Kain-Fritsch (KF), Grell-Devenyi Ensemble (GD), and Betts-Miller-Janjic (BMJ)—and to analyze atmospheric conditions during the *Borneo Vortex* event on November 2, 2021. Simulations were carried out using FNL input data with a spatial resolution of 9 km, and were evaluated against five meteorological parameters (wind, humidity, pressure, temperature, and precipitation) and the CAPE instability index, using three verification points with observational data from ECMWF, GSMaP, and Weather Underground. Verification was performed using statistical metrics: correlation (R), coefficient of determination (R^2), RMSE, and MAE. Results indicate that the Grell-Devenyi (GD) scheme showed the best overall performance, dominating in 22 out of 48 verification cases, equivalent to 45%. GD demonstrated greater consistency in representing daily humidity and precipitation, and more accurately captured atmospheric fluctuations during the vortex event. The *Borneo Vortex* was characterized by cyclonic circulation in the 925–850 hPa layer, high relative humidity (80–90%), low surface pressure (920–1000 hPa), minimum surface temperatures of 20–26°C, and CAPE values reaching 2000 J/kg—conditions conducive to convective cloud formation and heavy rainfall up to 20 mm/hour.

Keywords: *Borneo Vortex, WRF-ARW, GD Scheme*

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"Uji Keakuratan Skema Model *Weather Research And Forecasting* Pada Saat Kejadian *Borneo Vortex* Tanggal 2 November 2021".** Penelitian Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura. Penulis menyadari bahwa kritik, saran, motivasi dan bimbingan dari berbagai pihak sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Subiantoro dan Ibu Titin selaku orang tua tercinta yang telah banyak berkorban waktu, tenaga dan materi serta mendampingi dengan doa dalam setiap lelah dan keraguan menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura dan dosen Pembimbing Akademik yang banyak memberikan dukungan, nasihat dan motivasi yang berguna bagi penulis.
4. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura dan penguji II yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir..
5. Bapak Dr. Andi Ihwan, S.Si., M.Si selaku Pembimbing I dan Bapak Riza Adriat, S.Si., M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dalam memberikan saran, masukan serta membimbing penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

6. Bapak Dr. Joko Sampurno, S.Si., M.Si. selaku penguji I yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura atas ilmu dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
8. Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, serta ilmu yang sangat berharga selama pelaksanaan magang. Selama mengikuti kegiatan magang, penulis mendapatkan banyak pengalaman lapangan yang tidak hanya memperluas wawasan mengenai meteorologi maritim, tetapi juga membentuk sikap disiplin, tanggung jawab, dan kerja sama tim yang baik.
9. Riris Subekti selaku saudari tercinta yang memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis. Ponakan tersayang Gadira yang menjadi sumber kebahagiaan dan keceriaan penulis di tengah tekanan selama proses menyelesaikan Tugas Akhir, serta seluruh keluarga besar yang telah mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Aya, Dian, Erlina, Firna, Indah, Intan, Nurul, dan Rahma (Travelling) selaku sahabat semasa SMA yang selalu menjadi rumah, penghibur dan tempat berkeluh kesah penulis dimasa-masa terpuruk selama perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Sobat WRF yaitu Kartika, yang telah setia menemani saya dalam keseharian selama menyusun Tugas Akhir ini. Mulai dari berbagi semangat saat mengerjakan tugas, berdiskusi tentang model WRF, hingga menjalani hobi bersama sebagai sesama K-popers, kehadirannya menjadi salah satu sumber dukungan yang berarti bagi saya.
12. Caca, Nisa, Naura, selaku sahabat tercinta yang telah bersedia menemani penulis selama di perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
13. Sahabat Mancing yaitu Dhonan, Faiza, Humam, Imelda, Kartika, Namira, dan Rifki, yang memberikan semangat, dukungan, candaan, serta waktu yang telah diluangkan untuk saling membantu, berbagi informasi, dan saling menyemangati di masa-masa sulit.

14. Penghuni Kontrakan Sad yaitu Feby, Heni, dan Indah yang selalu menjadi tempat bercerita penulis untuk masalah perkuliahan,percintaan, serta keluarga saat sedang tidak baik-baik saja, menemani penulis untuk menjelajahi tempat makan baru di Pontianak, memaklumi penulis saat malas membersihkan kontrakan dan selalu menyisihkan makanan untuk penulis.
15. BPH ABHINAYA HMG FMIPA Untan Periode 2023/2024 yang telah membantu dan mendukung penulis selama perkuliahan.
16. Teman-teman asisten Kuliah Lapangan 2025 yaitu Agung, Dhonan, Firly, Imelda, Mira, Naura, dan Sabila yang menjadi tempat bercanda gurau dan berbincang hal-hal menarik tentang dunia.
17. Teman-teman seperjuangan Geofisika Angkatan 2021 (Ignaiera).
18. Pemilik NIM H1071211019 yaitu penulis sendiri yang telah melalui berbagai proses panjang, tantangan, dan perjuangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan segenap kemampuan dan usaha terbaik. Semoga selesainya Tugas Akhir ini bukan hanya menjadi penanda akhir dari perjalanan akademik, tetapi juga menjadi awal dari perjalanan hidup yang lebih luas dan bermanfaat di masa depan. Penulis berharap ilmu dan pengalaman yang didapat selama proses ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi kehidupan pribadi maupun lingkungan sekitar.

Pontianak, 10 Juli 2025



Repi Mariska
H1071211019

DAFTAR ISI

Halaman

PRAKATA vi
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR ISTILAH xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II DASAR TEORI 5
2.1 *Borneo Vortex* 5
2.2 Parameter Cuaca 6
2.2.1 Tekanan Udara 6
2.2.2 Kelembapan Udara 7
2.2.3 Angin 7
2.2.4 Hujan 8
2.3 *Convective Available Potensial Energy* (CAPE) 10
2.4 Model *Weather Research and Forecasting* (WRF) 11
2.4.1 *Pre-Processing* 12
2.4.2 *Processing* 13
2.4.3 *Post-Processing* 13
2.5 Parameterisasi Kumulus 13
2.5.1 Skema *Grell-Devenyi* (GD) *Ensemble* 14
2.5.2 Skema *Kain-Fritcsh* (KF) 14
2.5.3 Skema *Betts-Miller-Janjic* (BMJ) 15
BAB III METODE PENELITIAN 17
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 17

3.2 Data Penelitian 17
3.3 Prosedur Penelitian 19
3.3.1 Identifikasi kejadian *Borneo Vortex* 19
3.3.2 Pengumpulan Data 19
3.3.3 Pengolahan Data 20
3.3.4 Menguji keakuratan model WRF-ARW 22
3.3.5 Menampilkan luaran model WRF 24
3.3.6 Analisis Kondisi Atmosfer 25
3.4 Diagram Alir Penelitian 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Identifikasi *Borneo Vortex* 27
4.2 Analisis Hasil Verifikasi Model WRF-ARW 28
4.3 Analisis Temporal Parameter Cuaca 32
4.3.1 Kelembapan Permukaan 33
4.3.2 Tekanan Permukaan 34
4.3.3 Suhu Permukaan 36
4.3.4 Angin 37
4.3.5 Curah Hujan 39
4.4 Analisis Spasial Parameter Cuaca 40
4.4.1 Kecepatan Angin 40
4.4.2 Kelembapan relatif 42
4.4.3 Tekanan Permukaan 43
4.4.4 Suhu Udara 44
4.4.5 CAPE 46
4.4.6 Curah Hujan 46
BAB V PENUTUP 48
5.1 Kesimpulan 48
5.2 Saran 48
DAFTAR PUSTAKA 49
LAMPIRAN 53

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Wilayah *Borneo Vortex* (Chang *et al*., 2005)..... 5
Gambar 2.2 *Modelling System* WRF-ARW (sumber : Wang *et al*., 2018)..... 12
Gambar 3.1 Peta Penelitian..... 17
Gambar 3.2 Pergerakan *Borneo Vortex* (Sumber: BOM)..... 19
Gambar 3.3 Proses *nesting* pada WRF-*Domain Wizard*..... 20
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian..... 26
Gambar 4.1 Pola angin lapisan 850 hPa (BOM) tanggal 1 November 2021: (a) 00.00 UTC (b) 12.00 UTC, 2 November 2021: (c) 00.00 UTC (d) 12.00 UTC dan 3 November 2021: (e) 00.00 UTC (f) 12.00 UTC..... 27
Gambar 4.2 Grafik kelembapan permukaan (%) 3 skema model WRF-ARW dengan data observasi pada titik : (a) 0.06°LS & 111.47°BT, (b) 0.14°LS & 109.41°BT dan (c) 1.47LS & 110.33°BT..... 33
Gambar 4.3 Grafik tekanan permukaan (hPa) 3 skema model WRF dengan data observasi pada titik : (a) 0.06°LS & 111.47°BT, (b) 0.14°LS & 109.41°BT dan (c) 1.47LS & 110.33°BT..... 35
Gambar 4.4 Grafik Suhu Permukaan (ºC) 3 skema model WRF dengan data observasi pada titik : (a) 0.06°LS & 111.47°BT, (b) 0.14°LS & 109.41°BT dan (c) 1.47LS & 110.33°BT..... 36
Gambar 4.5 Grafik kecepatan angin (m/s) 3 skema model WRF-ARW dengan data observasi pada titik : (a) 0.06°LS & 111.47°BT, (b) 0.14°LS & 109.41°BT dan (c) 1.47LS & 110.33°BT..... 38
Gambar 4.6 Grafik curah hujan (mm) 3 skema model WRF dengan data GSMaP pada titik : (a) 0.06°LS & 111.47°BT, (b) 0.14°LS & 109.41°BT dan (c) 1.47LS & 110.33°BT..... 39
Gambar 4.7 Distribusi kecepatan angin lapisan 950 hPa..... 41
Gambar 4.8 Distribusi kecepatan angin pada lapisan 850 hPa..... 42
Gambar 4.9 Diagram hovmoller kelembapan relatif (%)..... 43
Gambar 4.10 Distribusi tekanan udara (hPa)..... 44
Gambar 4.11 Distribusi suhu udara (ºC)..... 45
Gambar 4.12 Diagram hovmoller CAPE (J/Kg) dengan sumbu X waktu (UTC) dan Y ketinggian (hPa)..... 46
Gambar 4.13 Distribusi curah hujan (mm)..... 47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Kategori Curah Hujan per jam (sumber: BMKG) 9
Tabel 2.2 Kategori Curah Hujan Harian (sumber: BMKG)..... 9
Tabel 2.3 Kategori CAPE (sumber : *website* NOAA) 10
Tabel 3.1 Konfigurasi WRF..... 21
Tabel 3.2 Tabel Kontigensi 2x2 (Mahubessy and Purnama, 2022) 23
Tabel 4.1 Hasil verifikasi curah hujan perjam dari model WRF-ARW..... 28
Tabel 4.2 Hasil verifikasi MAE dan RMSE dari model WRF-ARW 30
Tabel 4.3 Hasil verifikasi *r* dan R^2 dari model WRF-ARW..... 31
Tabel 4.4 Skema terbaik berdasarkan parameter statistik (*r,* R^2, MAE, RMSE) .....
..... 32

DAFTAR ISTILAH

BBU	:	Belahan Bumi Utara
BOM	:	Bureau of Meteorology
CAPE	:	*Convective Available Potensial Energy*
BMJ	:	Betts Miller Janjic
FNL	:	*Final Global Data Assimilation System*
GD	:	Grell Devenyi Ensemble
GSMaP	:	*Global Satellite Mapping of Precipitation*
GrADS	:	Grid Analysis and Display System
KF	:	Kain Fritsch
MAE	:	*Mean Absolute Error*
NOAA	:	*National Oceanic and Atmospheric Administration*
RMSE	:	*Root Mean Square Error*
WRF-ARW	:	*Weather Research and Forecasting-Advanced WRF*
WU	:	*Weather Underground*

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Menjalankan Model WRF 53
Lampiran 2 Visualisasi GrADS 54
Lampiran 3 Distribusi Kecepatan Angin Permukaan..... 55
Lampiran 4 Distribusi Kecepatan Angin 700 hPa..... 55
Lampiran 5 Distribusi Kecepatan Angin 500 hPa..... 56
Lampiran 6 Distribusi Kecepatan Angin 300 hPa..... 56
Lampiran 7 Perhitungan verifikasi dikotomi skema KF 57
Lampiran 8 Perhitungan verifikasi dikotomi skema GD 57
Lampiran 9 Perhitungan verifikasi dikotomi skema BMJ 58
Lampiran 10 Perhitungan Kelembapan Permukaan MAE & RMSE di Sintang .. 59
Lampiran 11 Perhitungan Kelembapan Permukaan MAE & RMSE di Supadio.. 60
Lampiran 12 Perhitungan Kelembapan Permukaan MAE & RMSE di Kuching. 61
Lampiran 13 Perhitungan Tekanan Permukaan MAE & RMSE di Sintang..... 62
Lampiran 14 Perhitungan Tekanan Permukaan MAE & RMSE di Supadio..... 63
Lampiran 15 Perhitungan Tekanan Permukaan MAE & RMSE di Kuching 64
Lampiran 16 Perhitungan Suhu Permukaan MAE & RMSE di Sintang 65
Lampiran 17 Perhitungan Suhu Permukaan MAE & RMSE di Supadio 66
Lampiran 18 Perhitungan Suhu Permukaan MAE & RMSE di Kuching..... 67
Lampiran 19 Perhitungan Kelembapan Permukaan *r* dan R^2 di Sintang 68
Lampiran 20 Perhitungan Kelembapan Permukaan *r* dan R^2 di Supadio..... 68
Lampiran 21 Perhitungan Kelembapan Permukaan *r* dan R^2 di Kuching..... 69
Lampiran 22 Perhitungan Tekanan Permukaan *r* dan R^2 di Sintang..... 69
Lampiran 23 Perhitungan Tekanan Permukaan *r* dan R^2 di Supadio..... 70
Lampiran 24 Perhitungan Tekanan Permukaan *r* dan R^2 di Kuching 70
Lampiran 25 Perhitungan Suhu Permukaan *r* dan R^2 di Sintang 71
Lampiran 26 Perhitungan Suhu Permukaan *r* dan R^2 di Supadio..... 71
Lampiran 27 Perhitungan Suhu Permukaan *r* dan R^2 di Kuching..... 72

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cuaca ekstrem merupakan fenomena cuaca dan iklim di mana semakin meningkatnya fenomena alam yang tidak lazim atau biasa (Caraka, *et al*., 2015). Dampak dari kondisi cuaca ekstrem yang nyata dan sering terjadi di Indonesia antara lain: meningkatnya intensitas curah hujan dan kemarau panjang (Mananohas, *et al.,* 2019). Peningkatan curah hujan yang ekstrem tersebut dapat menyebabkan banjir atau kekeringan yang berkepanjangan (Nurlatifah, *et al*., 2023). Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah di dunia, terutama di daerah-daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan kondisi geografis tertentu. Banjir terjadi ketika air meluap melampaui batas alaminya, seperti sungai, danau, atau laut, sehingga menyebabkan genangan di area yang biasanya kering. Kejadian ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, mulai dari curah hujan yang tinggi, pencairan salju, kegagalan infrastruktur pengendali air, hingga fenomena meteorologi lainnya.

Di Indonesia, salah satu fenomena meteorologi yang sering dikaitkan dengan banjir adalah *Borneo Vortex*, sebuah sirkulasi siklonik yang terbentuk di sekitar wilayah Kalimantan selama musim dingin belahan bumi utara, khususnya antara bulan November hingga Januari (Trilaksono *et al.*, 2012). Fenomena ini sering kali berdampak pada peningkatan curah hujan di wilayah tersebut, termasuk di Kalimantan Barat. *Borneo Vortex* adalah sirkulasi angin tertutup yang terlihat dengan jelas di wilayah Laut Cina Selatan dekat ekuator dan kawasan maritim Indonesia bagian barat, khususnya di pesisir barat Pulau Kalimantan, selama musim dingin di Belahan Bumi Utara (BBU) (Braesicke *et al.*, 2012). *Borneo Vortex* memiliki masa hidup rata-rata 3-6 hari yang menunjukkan bahwa *Borneo Vortex* merupakan fenomena cuaca skala sinoptik (Anip *et al.*, 2011).

Berdasarkan analisis yang dikeluarkan oleh BMKG pada 4 November 2021 menyebutkan terdapat sirkulasi eddy (*Borneo Vortex*) di wilayah Kalimantan Barat pada rentang waktu 31 Oktober – 4 November 2021, yang berdampak pada

peningkatan frekuensi dan intensitas curah hujan di Kalimantan Barat dan sekitarnya. Kejadian banjir di wilayah Kapuas hulu, Sintang dan sekitarnya merupakan salah satu dampak dari tingginya curah hujan yang mempengaruhi ketinggian muka air sungai di wilayah tersebut. Sintang mengalami banjir terbesar dan terlama dalam sejarah sejak tahun 1963, dengan lebih dari 124.497 jiwa terdampak di 12 kecamatan, dengan ketinggian air banjir berkisar antara 100 hingga 300 cm selama kurang lebih 4 minggu (Ramdhani, 2021).

Model numerik seperti *Weather Research and Forecasting* (WRF) adalah salah satu program meteorologi yang paling umum digunakan untuk menganalisis pola dan mekanisme cuaca yang mempengaruhi banjir. Model WRF adalah sebuah sistem pemodelan atmosfer yang canggih dan fleksibel, dirancang untuk berbagai aplikasi, mulai dari prakiraan cuaca operasional hingga penelitian meteorologi. Model ini bekerja dengan menstimulasikan kondisi atmosfer pada berbagai skala temporal dan spasial, sehingga memungkinkan peneliti untuk mempelajari interaksi kompleks antara atmosfer, topografi, dan faktor-faktor lain yang memengaruhi pola cuaca di suatu wilayah tertentu (Skamarock *et al.*, 2008). Dengan menggunakan model ini, peneliti dapat melakukan simulasi kondisi atmosfer selama periode banjir dan menganalisis faktor-faktor meteorologi yang berkontribusi terhadap tingginya curah hujan di wilayah tersebut. Hasil simulasi ini akan membantu dalam memperkirakan kemungkinan kejadian serupa di masa mendatang dan mendukung perencanaan manajemen risiko banjir yang lebih baik (Wang *et al.*, 2021). Skema parameterisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah skema *Grell-Devenyi* (GD), Skema *Kain-Fritcsh* (KF), dan Skema *Betts-Miller-Janjic* (BMJ) yaitu skema yang ada pada model *Weather Research and Forcasting – Advanced Research WRF* (WRF-ARW).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji keakuratan tiga skema parameterisasi kumulus dalam simulasi model WRF-ARW pada saat kejadian *Borneo Vortex* tanggal 2 November 2021, serta menganalisis kondisi atmosfer yang terjadi pada saat fenomena tersebut berlangsung. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai skema parameterisasi yang paling sesuai atau mendekati kondisi aktual

berdasarkan data observasi dan citra satelit, sehingga dapat menjadi acuan dalam analisis cuaca serta meningkatkan akurasi prediksi cuaca di masa mendatang, khususnya pada kejadian serupa di wilayah Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Bagaimana akurasi dari 3 skema parameterisasi kumulus dalam simulasi WRF pada saat kejadian *Borneo Vortex* tanggal 2 November 2021?
b) Bagaimana keadaan atmosfer saat kejadian *Borneo Vortex* tanggal 2 November 2021?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Untuk menguji keakuratan dari 3 skema parameterisasi kumulus dalam simulasi WRF pada saat kejadian *Borneo Vortex* tanggal 2 November 2021.
b) Menganalisis keadaan atmosfer saat kejadian *Borneo Vortex* tanggal 2 November 2021.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, maka dapat dibatasi permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Titik verifikasi dalam penelitian ini dibatasi sebanyak tiga titik, yaitu pada koordinat 0,06° LS dan 111,47° BT (Sintang), 0,14° LS dan 109,41° BT (Supadio), serta 1,47° LS dan 110,33° BT (Kuching).
b) Dalam penelitian ini skema parameterisasi WRF-ARW yang digunakan hanya 3 skema parameterisasi kumulus, yang dibatasi pada skema *Grell-Devenyi Ensemble* (GD), skema *Kain-Fritsch* (KF), skema *Betts Miller-Janjic* (BMJ).
c) Parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini hanya 5 parameter cuaca yaitu, tekanan udara, kelembapan udara, *streamline* angin, suhu

udara dan curah hujan, serta 1 indeks stabilitas atmosfer yaitu *Convective Available Potential Energi* (CAPE).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi skema parameterisasi kumulus yang paling sesuai atau mendekati kondisi aktual berdasarkan data observasi dan citra satelit, sehingga dapat dijadikan acuan atau referensi pada analisis cuaca berikutnya, khususnya dalam memodelkan kejadian serupa di wilayah Kalimantan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat dalam memahami karakteristik dinamika atmosfer saat *Borneo Vortex* terjadi.