ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER PADA KEJADIAN ANGIN PUTING BELIUNG DI PONTIANAK DENGAN MODEL WRF-ARW

WENI RIANDA
H1071201011

SKRIPSI

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

ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER PADA KEJADIAN ANGIN PUTING BELIUNG DI PONTIANAK DENGAN MODEL WRF-ARW

WENI RIANDA
H1071201011

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh GelarSarjana Pada
Program Studi Geofisika

SKRIPSI

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	Analisis Dinamika Atmosfer pada Kejadian Angin Puting Beliung di Pontianak dengan Model WRF-ARW
Nama Mahasiswa	Weni Rianda
NIM	H1071201011
Jurusan/Program Studi	Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	
SK Pembimbing	
SK Penguji	

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Andi Ihwan, S.Si., M.Si.	Randy Ardianto, SST., S.Si., M.Si.
NIP.197310082002121001	NIP.198803192009111001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. M. Ishak Jumarang, S.Si., M.Si.	Riza Adriat, S.Si., M.Si.
NIP.197409212003121004	NIP.198905162019031013
Pimpinan Sidang (Merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap anggota sidang)
Dr. Andi Ihwan, S.Si., M.Si.	Randy Ardianto, SST., S.Si., M.Si.
NIP.197310082002121001	NIP.198803192009111001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Weni Rianda
NIM	: H1071201011
Program Studi/Jurusan	: Geofisika/Fisika
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 MenteriPendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian 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, 17 Juli 2025

Weni Rianda

H1071201011

Abstrak

Pada tanggal 17 Juli 2020 terjadi angin puting beliung di Pontianak yang mengakibatkan kerusakan 300 rumah dan bangunan. Kajian fisis atmosfer sangat diperlukan untuk memahami penyebab angin puting beliung. Penelitian ini menerapkan model cuaca numerik *Weather Research and Forecasting-Advanced Research WRF* (WRF-ARW) dengan skema *Kain Fritsch* (KF) untuk menggambarkan kondisi atmosfer pada saat kejadian angin puting beliung. Data yang digunakan adalah data *Final Global Data Assimilation System* (FNL), data satelit dan data radar serta data AWS. Uji parameterisasi diverifikasi dengan data observasi menggunakan metode statistik, berupa RMSE, MAE dan koefisien korelasi determinan (R^2). Diperoleh nilai RMSE dan MAE yang rendah (0,45 dan 0,24) serta nilai R^2 yang tinggi (0,75) menandakan bahwa model dapat menggambarkan kondisi atmosfer yang mirip dengan kondisi dilapangan. Berdasarkan hasil keluaran skema KF-Lin et al pada tanggal 17 Juli 2020 diperoleh kondisi atmosfer cukup basah dengan nilai CAPE yang sangat tinggi (3000-3500 J/kg) dan CIN yang rendah (20 J/kg). Angin puting beliung yang terjadi ditandai dengan adanya perbedaan gradien suhu udara yang kontras terhadap daerah sekitarnya dengan perbedaan mencapai 8°C, kelembaban udara yang tinggi (85%-100%), perubahan tekanan permukaan yang signifikan mencapai 1,15 hPa serta adanya kecepatan angin yang tinggi mencapai 17,8 m/s dengan pola angin turbalensi. pada citra satelit menunjukkan kumpulan awan-awan konvektif yang menimbulkan proses konveksi, sedangkan citra radar menunjukkan reflektivitas berkisar antara 35-50 dBZ dan membentuk pola *bow echo*.

***Kata Kunci**: puting beliung, WRF-ARW, skema Kain Fritsch (KF), Pontianak.*

Abstrak

On July 17, 2020, a puting beliung struck Pontianak, damaging 300 houses and buildings. Physical atmospheric studies are essential to understand the causes of puting beliunges. This study applies the Weather Research and Forecasting-Advanced Research WRF (WRF-ARW) numerical weather model with the Kain Fritsch (KF) scheme to describe atmospheric conditions during the puting beliung event. The data used include Final Global Data Assimilation System (FNL) data, satellite data, radar data, and AWS data. The parameterization was verified using observational data through statistical methods, including Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and the coefficient of determination (R^2). The results showed low RMSE and MAE values (0.45 and 0.24) and a high R^2 value (0.75), indicating that the model can accurately represent atmospheric conditions similar to those observed in the field. Based on the output of the KF-Lin et al. scheme on July 17, 2020, atmospheric conditions were found to be quite humid with very high CAPE values (3000-3500 J/kg) and low CIN values (20 J/kg). The puting beliung was characterized by a contrast in air temperature gradients compared to the surrounding area, with a difference of up to 8°C, high humidity (85%-100%), significant changes in surface pressure reaching 1.15 hPa, and high wind speeds of up to 17.8 m/s with turbulent wind patterns. Satellite imagery shows a cluster of convective clouds causing convection, while radar imagery shows reflectivity ranging from 35-50 dBZ and forming a bow echo pattern.

Translated with DeepL.com (free version)***keywords***: *puting beliung, WRF-ARW, Kain Fritsch (KF) scheme, Pontianak.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan berkah, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER KEJADIAN ANGIN PUTING BELIUNG DI PONTIANAK DENGAN MODEL WRF-ARW**". Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam penyelesaian Program Sarjana (S1) dan mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) di Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak, Kalimantan Barat. Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak yang terlibat. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1) Orang tua tercinta yaitu Bapak Edy Mustika dan Ibu Asnah yang selalu memberikan doa terbaik untuk penulis, memberikan kasih sayang, nasehat serta sabar dalam menemani setiap langkah hidup penulis. Serta, kakak dan adik penulis tersayang yaitu Ade, Idtri, Abel, dan Azura yang memberikan doa dan dukungannya kepada penulis.
2) Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
3) Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
4) Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
5) Bapak Dr. Andi Ihwan, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I yang membimbing dengan penuh keikhlasan, memberikan saran, arahan dan selalu memberikan motivasi, sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik. Bapak Randy Ardianto, SST, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II yang membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan arahan sehingga skripsi ini bisa selesai dengan baik.

6) Bapak Dr. M. Ishak Jumarang, S.Si., M.Si., selaku Penguji I yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7) Bapak Riza Adriat, S.Si., M.Si., selaku Penguji II yang telah memberikan sarandan masukan yang membangun dalam menyelesaikan skripsi ini.
8) Bapak Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc., selaku Pembimbing Akademik
9) Seluruh dosen di lingkungan Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Unversitas Tanjungpura
10) Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak yang memberikan data observasi untuk melengkapi Tugas Akhir penulis.
11) Sahabat yang menemani penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yaitu Indah Gelisah Manurung, Qashasmae Arthur, Gilang Raga, yang selalu membantu, menemani, Dan memberikan semangat kepada penulis Selama masa perkuliahan hingga selesai.
12) Teman-teman WRF yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir yaitu Novi, Ely, Minuk, Tia, Deby, dan Tari
13) Teman-teman seperjuangan di Geofisika 2020 (QUARKIRVING)
14) Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dukungan dan masukan kepada penulis.

Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Pontianak, 17 Juli 2025

Weni Rianda
H1071201011

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
Abstrak iv
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 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Angin Puting Beliung 4
2.2 Fase Pembentukan Angin Puting Beliung 4
2.3 Parameter Cuaca Pendukung Terbentuknya Angin Puting Beliung 5
2.4 Dampak Angin Puting Beliung 7
2.5 Radar Cuaca 7
2.6 Indeks Labilitas Atmosfer 9
2.7 Weather Research Forecasting- Advanced Research WRF 11
2.8 Parameterisasi Kumulus WRF-ARW 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1 Lokasi Penelitian 17
3.2 Data Penelitian 17
3.3 Alat Penelitian 18
3.4 Prosedur Kerja 18
3.5 Diagram Alir Penelitian 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1 Identifikasi Kejadian Puting Beliung 22
4.2 Analisis Parameter Cuaca 23
4.2.1 Kecepatan dan Arah Angin 25
4.2.2 Kelembaban Relatif 37
4.2.3 Suhu Udara Permukaan 38

4.2.4 Tekanan Permukaan 40
4.2.5 Convective Available Potensial Energy (CAPE) 42
4.2.6 Convective Inhibition (CIN) 44
4.2.7 Curah Hujan 45
BAB IV PENUTUP 49
5.2 Kesimpulan 49
5.3 Saran 49
DAFTAR PUSTAKA 50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Evolusi bentuk pola bow (Celiński-Mysław et al., 2020) 8
Gambar 2. 2 Pola hook echo (Yuan, H 2021) 9
Gambar 2. 3 Diagram Alir Sistem Pemodelan WRF-ARW (Wang et al., 2018) . 12
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian 17
Gambar 3. 2 Domain Penelitian 19
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian 21
Gambar 4. 1 Sebaran titik puncak awan dari Satelit Himawari 8 pada tanggal 17 Juli 2020 a. Pukul 9.30 UTC, b. Pukul 10.30 UTC dan c. Pukul 11.30 UTC 22
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan model prediksi dengan data observasi AWS.. 24
Gambar 4. 3 Peta vektor arah dan kecepatan angin pukul 9.30 UTC di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 500 mb, b. 700 mb, c. 850 mb, d. 950 mb e. Radar cmax pukul 9.36 UTC 26
Gambar 4. 4 Peta vektor arah dan kecepatan angin pukul 10 UTC di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 500 mb, b. 700 mb, c. 850 mb, d. 950 mb e. Radar cmax pukul 10.02 UTC 28
Gambar 4. 5 Peta vektor kecepatan dan arah angin Pukul 10.30 UTC di di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 500 mb, b. 700 mb, c. 850 mb, d. 950 mb e. Radar cmax pukul 10.37 UTC..... 30
Gambar 4. 6 Peta vektor kecepatan dan arah angin Pukul 11:0 di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 500 mb, b. 700 mb, c. 850 mb, d. 950 mb e. Radar cmax pukul 11.02 UTC 32
Gambar 4. 7 Peta vektor kecepatan dan arah angin Pukul 11.30 UTC di di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 500 mb, b. 700 mb, c. 850 mb, d. 950 mb e. Radar cmax pukul 11.37 UTC..... 33
Gambar 4. 8 Grafik kecepatan angin (m/s) dari 16 Juli 2020 pukul 00.00 UTC hingga 17 Juli 2020 pukul 23.00 UTC dalam interval waktu 30 menit di -0,02 LS dan 109,293 BT. 35
Gambar 4. 9 Diagram Wind Rose (a) Pukul 00.00 hingga 23.00 UTC, dan (b) Pukul 09.30 hingga 11.30 UTC tanggal 17 Juli 2020. Di -0,02 LS dan 109,293 BT 36
Gambar 4. 10 Diagram hovmoller Kelembaban Relatif tanggal 16 hingga 17 Juli 2020 dari pukul 00.00 hingga 23.00 UTC di -0,02 LS dan 109,293 BT 37
Gambar 4. 11 Grafik kelembaban relatif dengan interval 30 menit, dari tanggal 16 hingga 17 Juli 2020 pukul 00.00 hingga 23.00 UTC di -0,02 LS 109,293 BT 38
Gambar 4. 12 Suhu Udara tanggal 17 Juli 2020 beliung di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 09.30 UTC, b. 10.00 UTC, c. 10.30 UTC, d. 11.00 UTC, e. 11.30 UTC 39

Gambar 4. 13 Grafik Suhu Udara mulai dari tanggal 16 Juli 2020 pukul 00.00 UTC hingga 17 Juli 2020 pukul 23.00 UTC di koordinat -0,02 LS 109,293 BT 40
Gambar 4. 14 Peta tekanan permukaan 17 Juli 2020 di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 09.30 UTC, b. 10.00 UTC, c. 10.30 UTC, d. 11.00 UTC, e. 11.30 UTC 41
Gambar 4. 15 Grafik tekanan permukaan tanggal 16 Juli 2020 dari pukul 00 UTC hingga 17 Juli 2020 pukul 23 UTC di koordinat -0,02 LS dan 109,293 BT 41
Gambar 4. 16 Diagram hovmoller CAPE pada tanggal 16 Juli 2020 pukul 00 UTC hingga 17 Juli 2020 pukul 23.00 UTC. 43
Gambar 4. 17 Diagram hovmoller CIN pada tanggal 16 Juli 2020 pukul 00 UTC hingga 17 Juli 2020 pukul 23.00 UTC 44
Gambar 4. 18 Sebaran curah hujan tanggal 17 Juli 2020 di -0,02 LS dan 109,293 BT a. 09.30 UTC, b. 10.00 UTC, c. 10.30 UTC, d. 11.00 UTC, e. 11.30 UTC 45
Gambar 4. 19 Grafik curah hujan dalam interval 30 menit, tanggal 16 hingga 17 Juli 2020 pukul 00.00 23.00 UTC di -0,02 LS 109,293 BT 46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Kategori ketidakstabilan atmosfer berdasarkan nilai CAPE 10
Tabel 2. 3 Kategori ketidakstabilan atmosfer berdasarkan nilai CIN 11
Tabel 4. 1 Verifikasi parameter model terhadap data observasi 23
Tabel 4. 2 Syarat terjadinya puting beliung 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Konfigurasi Model WRF-ARW 57
Lampiran 2. Data kecepatan dan arah angin 58
Lampiran 3. Data kelembaban relatif..... 59
Lampiran 4. Data suhu permukaan 60
Lampiran 5. Data tekanan udara 61
Lampiran 6. Data curah hujan..... 62
Lampiran 7. Sebaran titik puncak awan satelit himawari 8 64
Lampiran 8. Data Radar CMAX 68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, secara geografis Indonesia terletak antara dua Samudra (Samudra Hindia dan Samudra Pasifik) dan juga dua Benua (Benua Asia dan Benua Australia). Indonesia juga merupakan daerah tropis, yang terdapat dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau peralihan diantara kedua musim ini disebut dengan masa transisi atau pancaroba, masa ini sering kali ditemukan bencana alam salah satunya adalah angin puting beliung. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya angin puting beliung diantaranya adalah disebabkan perbedaan temperatur antara daratan dan permukaan udara di dekat awan yang kontras dan signifikan kemudian terjadinya tekanan udara yang rendah, kelembaban tinggi, curah hujan, kondisi tanah dan topografi, serta tata-guna lahan seperti pemukiman penduduk (Nugraheni et al., 2022).

Angin puting beliung umumnya terjadi dengan durasi kejadian yang singkat namun bersifat sangat merusak bagi daerah yang dilewatinya (Satriyabawa & Pratama, 2016). Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pada 2010 menyatakan bahwa angin puting beliung adalah definisi dari kejadian angin kencang yang bergerak memutar mengarah keluar dari awan Cumulonimbus (Cb) dengan kecepatan lebih dari 34,8 knots atau 64,4 km/jam atau 17,7 m/s dan terjadi dalam durasi yang singkat sekitar 5 hingga 30 menit. Angin dapat dikatakan angin puting beliung apabila memenuhi beberapa syarat, yaitu adanya suhu puncak awan yang sangat dingin dan suhu permukaan yang hangat yang merupakan daerah penyerap panas yang bersuhu lebih rendah berada di atas dan sumber panas yang bersuhu lebih tinggi di permukaan bumi. pemanasan permukaan untuk menghasilkan konveksi yang dalam, adanya uap air yang cukup tinggi yang ditunjukkan dengan kelembaban relatif yang tinggi, dan adanya anomali lokal kecepatan angin permukaan untuk menghasilkan *wind shear* (Nugraheni et al., 2022)

Kota Pontianak merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi bencana angin puting beliung. Secara astronomis kota Pontianak terletak antara 0º 02’ 24” Lintang Utara dan 0º 05’ 37” Lintang Selatan dan antara 109º 16’ 25” Bujur Timur sampai dengan 109º 23’ 01” Bujur Timur. Pada tanggal 17 Juli 2020 terjadi angin puting beliung. Berdasarkan kompas.dan tribun, Kota Pontianak diterpa bencana alam berupa angin puting beliung dengan durasi 30 menit, yang terjadi pada pukul 17.30 WIB (10.30 UTC). Peristiwa ini mengakibatkan kerusakan pada rumah penduduk sekitar yakni mencapai sekitar 300 rumah warga. Menurut data dari BMKG menjelaskan bahwa pada tanggal 17 Juli 2020 terjadinya cuaca ekstrim angin puting beliung, hal ini karena beberapa faktor diantaranya adalah adanya sirkulasi angin tertutup (*eddy circulation*) yang menyebabkan *shear-horizontal* di sekitar permukaan bumi**.**

Berdasarkan studi kasus angin putting beliung yang terjadi di Pontianak pada tanggal 17 Juli 2020, sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemodelan numerik seperti WRF-ARW mampu memberikan gambaran mengenai dinamika atmosfer pada saat terjadinya puting beliung. Yuliandri (2016) menemukan bahwa analisis angin vertikal pada kasus di Juanda memperlihatkan adanya massa udara turun dengan kecepatan 12–20 knot yang berpotensi memicu angin kencang. Utama (2018) mengkaji kejadian di Yogyakarta dan menunjukkan bahwa terbentuknya puting beliung berkaitan erat dengan penurunan tekanan permukaan yang signifikan, sementara Satriyabawa (2016) membuktikan bahwa metode WRF-ARW dapat menampilkan pola hook echo dan ketinggian awan Cumulonimbus melalui citra radar cuaca. Namun, kajian serupa masih terbatas dilakukan untuk wilayah Pontianak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika atmosfer pada kejadian angin puting beliung di Kota Pontianak tanggal 17 Juli 2020 pukul 10.30 UTC dengan menggunakan model WRF-ARW dan parameterisasi kumulus skema Kain Fritsch (KF) sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pemahaman karakteristik fenomena tersebut di wilayah tropis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah minimnya gambaran mengenai kondisi atmosfer saat terjadinya fenomena puting beliung, khususnya sebagaimana direpresentasikan dalam pemodelan WRF-ARW pada kejadian puting beliung di Pontianak pada tanggal 17 Juli 2020

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi atmosfer saat terjadi fenomena puting beliung dengan merekonstruksi kondisi atmosfer yang memanfaatkan pemodelan WRF-ARW pada kejadian angin puting beliung di Pontianak pada tanggal 17 Juli 2020

1.4 Batasan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Batas wilayah geografis penelitian ini adalah wilayah Pontianak yang mengalami kejadian angin puting beliung pada tanggal 16 Juli 2020 hingga 18 Juli 2020.
2. Penelitian ini fokus pada waktu kejadian angin puting beliung, yaitu pada tanggal 16 Juli 2020 hingga 18 Juli 2020
3. Pemodelan pada penelitian ini menggunakan model WRF-ARW menggunakan skema parameterisasi kumulus *Kain-Fritsch*
4. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah kecepatan dan arah angin, kelembaban, tekanan udara, CAPE, CIN, serta curah hujan

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah

1. Memberikan gambaran menggunakan model WRF-ARW terkait kondisi atmosfer di Kota Pontianak saat puting beliung terjadi pada tanggal 17 Juli 2020
2. Hasil akhir dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan mengenai kondisi atmosfer pada saat terjadinya angin puting beliung