

**PEMBENTUKAN *MESOSCALE CONVECTIVE SYSTEM* (MCS)
PADA KEJADIAN HUJAN LEBAT DI KOTA SEMARANG
31 DESEMBER 2022**

RIFA AGNIA



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pembentukan *Mesoscale Convective System* (MCS) pada Kejadian Hujan Lebat di Kota Semarang 31 Desember 2022” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Rifa Agnia
G2401221027



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

RIFA AGNIA. Pembentukan *Mesoscale Convective System* (MCS) pada Kejadian Hujan Lebat di Kota Semarang 31 Desember 2022. Dibimbing oleh RAHMAT HIDAYAT dan ANIS PURWANINGSIH

Wilayah pesisir sangat rentan terhadap hujan ekstrem yang dapat dipicu oleh sistem konvektif. Kota Semarang mengalami hujan lebat pada 30-31 Desember 2022 dengan intensitas tinggi dan diduga berkaitan dengan aktivitas *Mesoscale Convective System* (MCS). Penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi curah hujan, mengidentifikasi karakteristik siklus hidup sistem konvektif penyebabnya, serta mengkaji kondisi atmosfer yang mendukung pembentukannya. Identifikasi dan pelacakan MCS dilakukan menggunakan algoritma PyFLEXTRKR dengan data suhu kecerahan NASA Global Merged IR V1 dan curah hujan GPM IMERG V06B, didukung parameter ERA5. MCS yang terdeteksi memiliki masa hidup 61 jam dan dikategorikan sebagai *long-lived* MCS dengan regenerasi konvektif berulang, lalu bergabung atau memisah dengan sistem terdekat. Sistem mengalami dua fase intensifikasi, pada fase kedua yaitu tanggal 31 Desember terbukti lebih berdampak karena area hujan terpusat tepat di atas Kota Semarang dengan pergerakan yang lambat 3-9 m/s dan curah hujan tinggi mencapai 28,2 mm/jam. Korelasi Spearman antara curah hujan yang dihasilkan MCS dan curah hujan GPM menunjukkan nilai signifikan 0,8-0,9 yang menunjukkan bahwa MCS sebagai penyebab utama hujan lebat. Parameter ERA5 menunjukkan kelembapan spesifik yang tinggi, konvergensi di lapisan bawah, dan dominasi *updraft* pada fase intensifikasi dua. Hal ini menegaskan bahwa MCS memicu hujan lebat di pesisir utara Jawa.

Kata kunci: dua intensifikasi, *long-lived* MCS, PyFLEXTRKR, siklus hidup



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

RIFA AGNIA. The Evolution of a Mesoscale Convective System (MCS) During the Heavy Rainfall in Semarang City on December 31, 2022. Supervised by RAHMAT HIDAYAT and ANIS PURWANINGSIH

Coastal areas are highly vulnerable to heavy rainfall triggered by convective systems. Semarang City experienced heavy rainfall on 30-31 December 2022 with high intensities, suspected to be related to Mesoscale Convective System (MCS) activity. This study aims to analyze rainfall distribution, identify the life cycle characteristics of the responsible convective system, and examine the atmospheric conditions. MCS identification and tracking were performed using the PyFLEXTRKR algorithm with brightness temperature data from NASA Global Merged IR V1 and precipitation data from GPM IMERG V06B, supported by ERA5 parameters. The detected MCS had a lifetime of 61 hours and was categorized as long lived MCS maintained by repeated convective regeneration, merging with nearby systems, or splitting processes. The system went through two intensification phases, where the second phase on 31 December proved more impactful as the rainfall area was concentrated directly over Semarang City with slow movement of 3-9 m/s and peak rainfall reached 28,2 mm/hour. Spearman Correlation between MCS rainfall and GPM rainfall showed significant values of 0,8-0,9, indicating MCS as the primary cause of the heavy rainfall. ERA5 parameters showed high specific humidity, low level convergence, and dominant updraft during the second intensification phase. These findings confirm that MCS triggered heavy rainfall along the northern coast of Java Island.

Keyword: life cycle MCS, long-lived MCS, PyFLEXTRKR, two intensification



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PEMBENTUKAN *MESOSCALE CONVECTIVE SYSTEM* (MCS)
PADA KEJADIAN HUJAN LEBAT DI KOTA SEMARANG
31 DESEMBER 2022**

RIFA AGNIA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., Ph.D.



Judul Skripsi : Pembentukan *Mesoscale Convective System* (MCS) Pada
Kejadian Hujan Lebat di Kota Semarang 31 Desember 2022

Nama : Rifa Agnia
NIM : G2401221027

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:
Anis Purwaningsih, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.
NIP. 197107071998032002



Tanggal Ujian:
02 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2026 sampai bulan Mei 2026 ini ialah atmosferik sains, dengan judul “Pembentukan *Mesoscale Convective System* (MCS) pada Kejadian Hujan Lebat di Kota Semarang 31 Desember 2022”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si. dan Ibu Anis Purwaningsih, M.Sc. yang telah memberi bimbingan dan dukungan selama pengerjaan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, Bapak Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M.Si., penguji sidang, Bapak Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., Ph.D., serta dosen dan staf Departemen. Di samping itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bunda yang selalu memberikan penulis dukungan, doa, dan kasih sayang hingga detik ini. Terima kasih sudah menjadi ibu terbaik, serta berjuang dan bertahan sejauh ini. Terima kasih kepada keluarga besar, baik dari keluarga ayah maupun bunda yang selalu mendukung dan membantu penulis selama masa perkuliahan. Terima kasih juga kepada ayah yang sudah mendukung kelancaran perkuliahan penulis.
2. Penghuni Kos Bude (Caca dan Clar) yang selalu membersamai penulis hampir setiap hari. Terima kasih sudah menjadi tempat nyaman penulis dalam beradaptasi dengan banyak hal selama masa perkuliahan.
3. Sahabat BRIN yang selalu membersamai penulis sejak awal masuk departemen. Terutama Bila, Samor, dan Cesi, terima kasih sudah menjadi *support system* yang aman, berbagi keluh kesah, dan selalu direpotkan oleh penulis.
4. Rakyat Perwira (Rani, Ara, Gomo) yang membersamai penulis dari SMA hingga saat ini Walaupun sempat terpisah saat pertengahan masa studi. Terima kasih sudah menjadi tempat pulang bagi penulis.
5. Teman-teman GFM 59, terutama Nisa, Rani, Viola, Niza, serta rekan satu bimbingan sudah membersamai penulis selama masa perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
6. JJ ST25, teman-teman perempuan penulis yang membersamai penulis sejak awal perkuliahan. Walaupun berbeda departemen, terima kasih selalu mendukung penulis dari jauh.
7. Sahabat Gugus 6, *Girls Only*, Sainpres, adik dan kakak asuh, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala dukungan dan semangat yang diberikan selama masa perkuliahan penulis.

Bogor, Juli 2026

Rifa Agnia



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Mesoscale Convective System</i> (MCS)	3
2.2 Siklus Hidup dan Klasifikasi MCS	4
2.3 Mekanisme Propagasi MCS	4
2.4 Pengaruh Siklus Diurnal terhadap Perkembangan MCS	5
2.5 Kondisi Atmosfer pendukung MCS	6
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Karakteristik Hujan Kota Semarang pada Kejadian Hujan Lebat	17
4.2 Identifikasi Karakteristik <i>Mesoscale Convective System</i> (MCS)	18
4.3 Parameter ERA5 sebagai Faktor Pendukung Pembentukan MCS	28
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Data yang dipakai dalam penelitian	10
2	Klasifikasi parameter untuk deteksi MCS pada PyFLEXTRKR	12

DAFTAR GAMBAR

3	Skema pembentukan MCS yang terdiri dari wilayah konvektif dan stratiform di bagian belakang. Menunjukkan proses pengangkatan udara hangat di sisi depan (<i>front-to rear flow</i>) yang memicu hujan konvektif, sel yang menua berpindah ke sisi belakang menjadi area hujan stratiform, serta mendapat suplai udara dingin dari belakang (<i>descending rear inflow</i>)	3
4	Mekanisme siklus diurnal pembentukan awan dan curah hujan di wilayah pesisir, a) pada siang hingga sore hari, pemanasan matahari menghangatkan daratan (<i>warm air</i>), sehingga awan konvektif tumbuh di darat, b) Pada tengah malam, daratan mendingin mendorong angin menuju laut, sehingga pembentukan konveksi terjadi di laut, c) Pada pagi hari, sistem terbentuk di atas permukaan laut membentuk hujan di atasnya	6
5	Wilayah kajian penelitian. Kota Semarang berada pada 110.42°BT–6.97°LS (simbol bintang)	9
6	Alur penelitian	11
7	Grafik perbandingan data curah hujan harian antara tiga stasiun BMKG dan curah hujan GPM IMERG di Kota Semarang pada 29-31 Desember 2022	17
8	Grafik curah hujan GPM IMERG per jam di Kota Semarang pada 27 Desember 2022 hingga 2 Januari 2022	18
9	Peta pergerakan lintasan (<i>track</i>) MCS terhadap wilayah Kota Semarang. Garis biru menunjukkan <i>track</i> MCS dari fase inisiasi (lingkaran hijau) hingga peluruhan (silang merah). Garis magenta menunjukkan lintasan MCS yang masuk ke dalam pengaruh radius 100 km (arsir merah) dari Kota Semarang (simbol bintang)	19
10	Karakteristik pertumbuhan sistem MCS pada 29-31 Desember 2022, a) luas area awan (<i>cold cloud shield/CCS</i>) (biru), suhu puncak awan/kecerahan (merah) (<i>brightness temperature/Tb</i>), dan area awan yang tepat diatas Kota Semarang (bayangan abu-abu) (b) kecepatan propagasi sistem c) distribusi luasan area penggabungan (<i>merge</i>) (hijau) dan pemisahan (<i>split</i>) (merah muda) pada sistem MCS	20
11	Diagram hovmöller curah hujan sistem MCS hasil PyFLEXTRKR pada 29-31 Desember 2022 a) pergerakan sistem -secara zonal terhadap waktu (<i>longitude-time</i>), b) pergerakan sistem secara meridional terhadap waktu (<i>latitude-time</i>). Garis putus-putus hitam menunjukkan lokasi Kota Semarang sebagai titik acuan	22

- 12 Peta siklus dan struktur spasial sistem MCS pada periode 29-31 Desember 2022. Kolom (a, d, g, j, m, p) menunjukkan nilai Tb, kolom (b, e, h, k, n, q) menunjukkan klasifikasi ambang batas awan (*core*, *cold*, dan *warm cloud*), kolom (c, f, i, l, o, r) menunjukkan intensitas curah hujan MCS terdeteksi. Pembagian baris didasarkan oleh fase perkembangan, baris (a-c): fase inisiasi 1 (29 Desember 2022, pukul 11.00 WIB), baris (d-f): fase *mature* 1 (30 Desember 2022, pukul 04.00 WIB), baris (g-i): fase pelemahan (30 Desember 2022, pukul 18.00 WIB), baris (j-l): fase inisiasi 2 (30 Desember 2022, pukul 21.00 WIB), baris (m-o): fase *mature* 2 (31 Desember 2022 pukul 05.00 WIB), baris (p-r): fase disipasi (31 Desember 2022 pukul 23.00 WIB) 24
- 13 Karakteristik area hujan (*precipitation feature*/PF) (biru), akumulasi curah hujan dari seluruh piksel yang terdeteksi pada sistem (oranye), dan area PF yang tepat diatas Kota Semarang (bayangan abu-abu) pada 29-31 Desember 2022 26
- 14 Peta akumulasi curah hujan dan uji korelasi selama MCS aktif a) peta akumulasi curah hujan GPM IMERG, b) peta akumulasi curah hujan dari MCS terdeteksi, c) peta korelasi spasial dengan arsir titik hitam menunjukkan wilayah yang memiliki hubungan signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) 27
- 15 Grafik fluktuasi parameter atmosfer selama periode pembentukan MCS pada 29-31 Desember 2022 a) kelembapan spesifik pada lapisan atmosfer bawah 850hPa, b) divergensi lapisan atmosfer bawah di 850 hPa (merah) dan lapisan atmosfer atas di 200 hPa (biru), c) kecepatan vertical (*vertical velocity*) lapisan atmosfer bawah di 850 hPa. Puncak fase *mature* ditandai dengan bayangan biru (*mature* 1) dan bayangan hijau (*mature* 2) 29