

PENGARUH *BULK RICHARDSON NUMBER* (Ri_b) SEBAGAI INDIKATOR STABILITAS ATMOSFER TERHADAP FLUKTUASI KONSENTRASI $PM_{2.5}$ DI JAKARTA

FADHILAH HAFIDZ HADITAMA



**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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh *Bulk Richardson Number* (Ri_b) sebagai Indikator Stabilitas Atmosfer terhadap Fluktuasi Konsentrasi $PM_{2.5}$ di Jakarta” 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

Fadhilah Hafidz Haditama
G2401221038



@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

FADHILAH HAFIDZ HADITAMA. Pengaruh *Bulk Richardson Number* (Ri_b) sebagai Indikator Stabilitas Atmosfer terhadap Fluktuasi Konsentrasi $PM_{2.5}$ di Jakarta. Dibimbing oleh ANA TURYANTI dan GIVO ALSEPAN.

Jakarta merupakan salah satu kota besar dengan tingkat polusi tertinggi di Indonesia. Salah satu polutan yang menjadi indikator polusi udara di Jakarta adalah $PM_{2.5}$. Fluktuasi konsentrasi $PM_{2.5}$ secara umum dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Penelitian ini mengkaji hubungan antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dan stabilitas atmosfer menggunakan *Bulk Richardson Number* (Ri_b), studi kasus di Bundaran HI, DKI Jakarta, tahun 2023. Profil atmosfer vertikal diperoleh dari peluncuran radiosonde BMKG di Bandara Soekarno-Hatta pada pukul 06.30 dan 18.30 WIB, sedangkan data $PM_{2.5}$ menggunakan data dari stasiun pemantauan kualitas udara DLH DKI di Bundaran HI. Nilai Ri_b dihitung pada lima lapisan ketinggian, yaitu 10–50 m, 50–100 m, 100–300 m, 300–600 m, dan 600–1000 m, dengan korelasi Spearman sebagai metode analisis statistik. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada musim hujan di pagi hari, seluruh lapisan memiliki korelasi positif yang signifikan antara Ri_b dan $PM_{2.5}$, dengan korelasi terkuat (0,55) pada lapisan 100–300 m. Pengamatan sore hari pada kedua musim sebagian besar menghasilkan korelasi yang lemah dan tidak signifikan. Kondisi $PM_{2.5}$ di atas nilai baku mutu udara ambien (BMUA 24 jam) bersamaan dengan angin zonal yang lebih lemah dibandingkan dengan kondisi saat konsentrasi di bawah BMUA. Peningkatan konsentrasi $PM_{2.5}$ bersamaan dengan kondisi tidak stabil di lapisan permukaan dan persistensi kondisi stabil di ketinggian 100–300 m.

Kata kunci: Jakarta, $PM_{2.5}$, richardson number, stabilitas atmosfer



@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

FADHILAH HAFIDZ HADITAMA. The Influence of the Bulk Richardson Number (Ri_b) as an Indicator of Atmospheric Stability on $PM_{2.5}$ Concentration Fluctuations in Jakarta. Supervised by ANA TURYANTI and GIVO ALSEPAN.

Jakarta is one of the major cities with the highest levels of air pollution in Indonesia. One of the pollutants used as an indicator of air pollution in Jakarta is $PM_{2.5}$. Variations in $PM_{2.5}$ concentrations are generally influenced by meteorological conditions. This study examines the relationship between $PM_{2.5}$ concentrations and atmospheric stability using the Bulk Richardson Number (Ri_b), with Bundaran HI, DKI Jakarta, in 2023 as the case study. Vertical atmospheric profiles were obtained from BMKG radiosonde launches at Soekarno-Hatta Airport at 06.30 and 18.30 WIB, while $PM_{2.5}$ data were obtained from DLH DKI air quality monitoring station. Ri_b values were calculated for five altitude layers, namely 10–50 m, 50–100 m, 100–300 m, 300–600 m, and 600–1000 m, with Spearman correlation used as the statistical analysis method. The results showed that during wet-season mornings, all layers exhibited a significant positive correlation between Ri_b and $PM_{2.5}$, with the strongest correlation (0.55) occurring in the 100–300 m layer. Afternoon observations in both seasons generally showed weak and statistically insignificant correlations. $PM_{2.5}$ concentrations exceeding the 24-hour ambient air quality standard (BMUA) occurred simultaneously with weaker zonal winds than those observed when concentrations were below the standard. Increased $PM_{2.5}$ concentrations coincided with unstable conditions in the surface layer and persistent stable conditions at altitudes of 100–300 m.

Keywords: atmospheric stability, Jakarta, $PM_{2.5}$, richardson number.



@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 2026
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

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

PENGARUH *BULK RICHARDSON NUMBER* (Ri_b) SEBAGAI INDIKATOR STABILITAS ATMOSFER TERHADAP FLUKTUASI KONSENTRASI $PM_{2.5}$ DI JAKARTA

FADHILAH HAFIDZ HADITAMA

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.



Judul Skripsi : Pengaruh *Bulk Richardson Number* (Ri_b) sebagai Indikator Stabilitas Atmosfer terhadap Fluktuasi Konsentrasi $PM_{2.5}$ di Jakarta

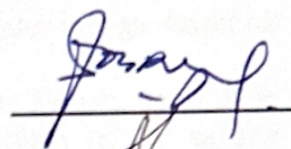
Nama : Fadhilah Hafidz Haditama

NIM : G2401221038

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T.



Pembimbing 2:

Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., Ph.D.

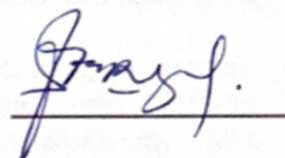


Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi

Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T.

NIP 197107071998032002



Tanggal Ujian:
9 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 November 2025 sampai bulan Juli 2026 ini ialah hubungan stabilitas atmosfer dan konsentrasi PM_{2.5} permukaan, dengan judul “Pengaruh *Bulk Richardson Number* (Ri_b) sebagai Indikator Stabilitas Atmosfer terhadap Fluktuasi Konsentrasi PM_{2.5} di Jakarta”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T. dan Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan, saran, dan nasihat kepada penulis mulai dari persiapan proposal penelitian hingga skripsi ini terselesaikan.
2. Keluarga tercinta yaitu Mama Sri Ramadani, Papa Tamaji, dan Kakak Putri Khairi Haditama. Terima kasih telah menjadi tempat pulang terhangat dan atas banyak pelukan yang nyaman. Terima kasih untuk doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tulus, serta dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah penulis hingga dapat sampai pada titik ini.
3. Dinda, Mellya, dan Nurul yang telah banyak kebersamai, memberikan dukungan, serta kebersamaan yang berarti dalam setiap proses yang dijalani sejak awal perkuliahan.
4. Teman seperbimbingan terutama Rani, Nisa, dan Nindy yang telah memberi dukungan dan motivasi serta menjadi pendengar di setiap cerita penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman GFM 59 yang telah berjuang bersama dan membantu penulis selama di departemen.
6. Teman-teman kestari GENUS atas kehangatannya di setiap pertemuan.
7. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri yang terus berusaha memberikan yang terbaik dari diri sendiri, bahkan ketika prosesnya tidak selalu mudah. Terima kasih karena tetap melangkah di tengah ketidakpastian, tetap percaya saat banyak hal tidak berjalan sesuai harapan, dan tetap memilih untuk tumbuh dari setiap pengalaman yang datang. Tidak semua perjalanan mudah, tetapi setiap langkah yang telah dilalui layak untuk dihargai.

Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juli 2026

Fadhilah Hafidz Haditama



@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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Karakteristik PM _{2.5}	3
2.2 <i>Bulk Richardson Number</i> (Ri _b)	3
2.3 Stabilitas Atmosfer	4
2.4 Hubungan Stabilitas Atmosfer terhadap Konsentrasi Polutan	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Tahapan Penelitian	8
3.4 Analisis Data	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Karakteristik Meteorologi Permukaan di Bundaran HI	13
4.2 Profil Vertikal Atmosfer dari Data Radiosonde	16
4.3 Karakteristik Stabilitas Atmosfer pada Lapisan Ketinggian	18
4.4 Karakteristik Konsentrasi PM _{2.5} di Bundaran HI	22
4.5 Hubungan Stabilitas Atmosfer (Ri _b) dan Konsentrasi PM _{2.5}	25
4.6 Interaksi Stabilitas Atmosfer, Kecepatan Angin, Curah Hujan, dan Konsentrasi PM _{2.5}	30
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	45



@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	Klasifikasi Richardon number	5
2	Daftar jenis dan sumber data penelitian	8

DAFTAR GAMBAR

1	Peta wilayah kajian	7
3	Diagram alir penelitian	9
4	Dasarian curah hujan Bundaran HI tahun 2023	12
5	Fluktuasi curah hujan bulanan Bundaran HI tahun 2023	13
6	Fluktuasi suhu udara pagi (06.30 WIB) dan sore (18.30 WIB) antarbulan di Bundaran HI tahun 2023	14
7	Fluktuasi kelembaban relatif pagi (06.30 WIB) dan sore (18.30 WIB) antarbulan di Bundaran HI tahun 2023	15
8	Grafik windrose Bundaran HI tahun 2023	15
9	Grafik profil vertikal suhu udara dan suhu potensial virtual rata-rata musim hujan dan kemarau pagi (06.30 WIB) dan sore (18.30 WIB)	16
10	Grafik profil vertikal (a) angin zonal dan (b) angin meridional rata-rata musim hujan dan kemarau pagi (06.30 WIB) dan sore (18.30 WIB)	18
11	Grafik nilai dan kategori R_{ib} pukul 06.30 WIB	19
12	Grafik nilai dan kategori R_{ib} pukul 18.30 WIB	20
13	Profil rata-rata vertikal stabilitas atmosfer resolusi 50 m bulanan tahun 2023	21
14	Profil rata-rata vertikal stabilitas atmosfer resolusi 50 m musiman tahun 2023	22
15	Fluktuasi konsentrasi $PM_{2.5}$ rata-rata diurnal Bundaran HI tahun 2023	23
16	Boxplot konsentrasi $PM_{2.5}$ bulanan Bundaran HI tahun 2023	24
17	Korelasi $PM_{2.5}$ terhadap faktor meteorologi pukul 06.30 WIB dan 18.30 WIB Bundaran HI tahun 2023	24
18	Korelasi R_{ib} dan konsentrasi $PM_{2.5}$ permukaan secara bulanan	25
19	Korelasi R_{ib} dan konsentrasi $PM_{2.5}$ permukaan secara musiman	26
20	Boxplot $PM_{2.5}$ per kategori stabilitas atmosfer pada musim hujan dan kemarau	27
21	Profil vertikal R_{ib} ketika konsentrasi $PM_{2.5}$ tinggi dan rendah	28
22	Profil harian R_{ib} pada keadaan hujan dan tidak hujan	29
23	Profil vertikal suhu udara saat kejadian hujan dan tidak hujan	30
24	Hubungan R_{ib} lapisan 100–300 m, kecepatan angin permukaan, curah hujan, dan konsentrasi $PM_{2.5}$ pada musim hujan dan musim kemarau	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Statistik nilai R_{ib} musim hujan dan kemarau setiap lapisan ketinggian	41
2	Lampiran 2 Curah hujan pada pukul 06.30 WIB dan 18.30 WIB	42

3 Lampiran 3 Rata-rata R_{ib} ketika $PM_{2.5}$ di atas BMUA dan di bawah BMUA 42

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

