

ANALISIS KESESUAIAN LOKASI OBSERVATORIUM ASTRONOMI DI KALIMANTAN DAN KARAKTERISASI LOKASI TERPILIH BERBASIS ANALISIS SPASIAL

CYRIL ZAMZAMI LULAIL



**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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kesesuaian Lokasi Observatorium Astronomi di Kalimantan dan Karakterisasi Lokasi Terpilih Berbasis Analisis Spasial” 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, Juni 2026

Cyril Zamzami Lulail
G2401221045



@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

Cyril Zamzami Lulail. Analisis Kesesuaian Lokasi Observatorium Astronomi di Kalimantan dan Karakterisasi Lokasi Terpilih Berbasis Analisis Spasial. Dibimbing oleh SONNI SETIAWAN dan IZATUL HAFIZAH.

Kalimantan memiliki potensi untuk pengamatan astronomi, tetapi belum pernah dievaluasi secara rinci pada skala lokal, sementara kajian sebelumnya belum memasukkan estimasi kuantitatif kualitas *seeing* berbasis model turbulensi atmosfer sebagai kriteria pemilihan lokasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi lokasi paling sesuai untuk observatorium astronomi di Kalimantan serta mengkarakterisasi kondisi atmosfer dan astronomisnya. Analisis dilakukan menggunakan *Multi-Criteria Decision Analysis* dengan metode *Weighted Linear Combination* yang mengintegrasikan 12 variabel meteorologis, astronomis, topografis, dan aksesibilitas. Hasil pemetaan menunjukkan indeks kesesuaian lokasi berkisar 0,098–0,704 dengan zona berindeks tertinggi terkonsentrasi di Kalimantan bagian utara. Lima kandidat terbaik dipilih melalui pendekatan *local maximum*, kemudian diuji homogenitasnya sebelum satu titik representatif, yaitu Titik 1 pada elevasi 1.704 m di pegunungan Kalimantan Utara, dikarakterisasi lebih lanjut. Titik 1 memiliki kegelapan langit dan *aerosol optical depth* lebih baik dibandingkan Observatorium Nasional Timau dan OAIL, tetapi memiliki *usable nights* kurang dari 20% sepanjang tahun, tidak terdapat lapisan inversi suhu, serta estimasi *seeing* sebesar 5,92 arcsec. Temuan ini menunjukkan bahwa iklim tropis basah Kalimantan menjadi kendala utama bagi observasi astronomi optik profesional jangka panjang. Kajian selanjutnya disarankan diperluas ke wilayah Indonesia yang secara klimatologis lebih prospektif, seperti Nusa Tenggara Timur, Sulawesi, atau Papua.

Kata kunci: Kalimantan, karakterisasi lokasi, MCDA, observatorium astronomi turbulensi optik



@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

Cyril Zamzami Lulail. Astronomical Observatory Site Suitability Analysis in Kalimantan and Characterization of the Selected Site Using Spatial Analysis. Supervised by SONNI SETIAWAN and IZATUL HAFIZAH.

Kalimantan has potential for astronomy but has not been evaluated, while previous studies did not include quantitative seeing estimates based on atmospheric turbulence models as a site-selection criterion. This study aimed to identify the most suitable observatory site in Kalimantan and characterize its atmospheric and astronomical conditions. Site suitability was assessed using Multi-Criteria Decision Analysis with the Weighted Linear Combination method, integrating 12 meteorological, astronomical, topographic, and accessibility variables. The suitability index ranged from 0.098 to 0.704, with the highest values concentrated in northern Kalimantan. The five best candidate sites were identified using a local maximum approach and tested for homogeneity before one representative site, Point 1, at 1,704 m in the mountains of North Kalimantan, was characterized further. Point 1 exhibited darker skies and lower aerosol optical depth than the National Timau Observatory and OAIL but had less than 20% usable nights, lacked a temperature inversion layer, and had an estimated seeing of 5.92 arcsec. These results indicate that Kalimantan's humid tropical climate is the main limitation for long-term professional optical astronomy. Future studies should extend the assessment to climatologically more promising regions of Indonesia, such as East Nusa Tenggara, Sulawesi, and Papua.

Keywords: *astronomical observatory, Kalimantan, MCDA, optical turbulence, site characterization*



@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

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.

ANALISIS KESESUAIAN LOKASI OBSERVATORIUM ASTRONOMI DI KALIMANTAN DAN KARAKTERISASI LOKASI TERPILIH BERBASIS ANALISIS SPASIAL

CYRIL ZAMZAMI LULAIL

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana 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.

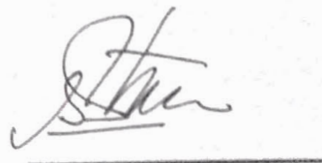
Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Dr. Idung Risdiyanto, S.Si, M.Sc.

Judul Skripsi : Analisis Kesesuaian Lokasi Observatorium Astronomi di
Kalimantan dan Karakterisasi Lokasi Terpilih Berbasis Analisis
Spasial

Nama : Cyril Zamzami Lulail
NIM : G2401221045

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Sonni Setiawan, S.Si., M.Si.

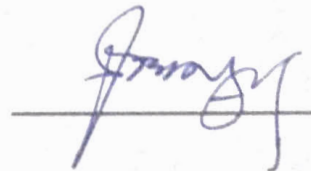


Pembimbing 2:
Izatul Hafizah, S.Si., M.Si.



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

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.



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 Mei 2026 ini ialah analisis kesesuaian lokasi observatorium astronomi, dengan judul “Analisis Kesesuaian Lokasi Observatorium Astronomi di Kalimantan dan Karakterisasi Lokasi Terpilih Berbasis Analisis Spasial”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, bapak Sonni Setiawan, S.Si., M.Si. dan ibu Izatul Hafizah, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Di samping itu, ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ibu dan kakak penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya, kepada Much. Aldi Firmansyah yang telah menemani kehidupan perkuliahan penulis sejak semester 1, serta kepada teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu karena telah bersedia berteman dengan penulis selama masa perkuliahan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Cyril Zamzami Lulail



@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
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Observatorium Astronomi	5
2.2 Karakteristik Atmosfer Kalimantan	5
2.3 Faktor Meteorologis dalam Observasi Astronomi	6
2.4 Turbulensi Optik Atmosfer dan Kualitas Seeing	7
2.5 Kecerlangan Langit Malam dan Polusi Cahaya	8
2.6 Analisis Kesesuaian Lahan Berbasis MCDA	8
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Wilayah Kajian	11
3.3 Alat dan Bahan	11
3.4 Prosedur Kerja	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Sebaran Spasial Variabel di Kalimantan	19
4.2 Indeks Kesesuaian Lokasi Berbasis MCDA	20
4.3 Pemilihan Titik Lokasi Terbaik	21
4.4 Analisis Homogenitas	23
4.5 Karakterisasi Lokasi	25
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	40



@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 penelitian	12
2	Variabel akhir yang digunakan dalam pemetaan	16
3	Sistem pembobotan parameter	17
4	Koordinat, elevasi, dan nilai indeks kesesuaian lokasi (SSI) kelima titik	22
5	Nilai variabel lingkungan di kelima titik serta di Observatorium Nasional Timau dan OAIL sebagai pembandingan	22
6	Statistik deskriptif kelima titik	24

DAFTAR GAMBAR

1	Wilayah kajian penelitian	11
2	Diagram alir penelitian	13
3	Sebaran spasial rata-rata klimatologis variabel meteorologis, astronomis, dan elevasi di Kalimantan periode 2002–2025. Peta variabel <i>Night Sky Brightness</i> disusun berdasarkan rata-rata nilai median tahunan periode 2021–2025	19
4	Peta indeks kesesuaian lokasi di Kalimantan	21
5	Peta elevasi Kalimantan dan peta isometrik topografi dengan fokus kelima titik. Simbol bintang (★) merepresentasikan lokasi kelima titik, garis merah (–) merepresentasikan jaringan jalan, dan garis kuning (–) merepresentasikan jaringan listrik	22
6	Hasil analisis kemiripan multivariat kelima titik terpilih berupa (a) matriks <i>Euclidean distance</i> dan (b) dendrogram <i>hierarchical clustering</i>	24
7	Grafik persentase <i>usable nights</i> Titik 1 yang dibandingkan dengan Timau (Priyatikanto <i>et al.</i> 2023), La Silla (Cavazzani <i>et al.</i> 2020), serta Sutherland, Sierra SPM, dan Devasthal (Ningombam <i>et al.</i> 2021)	25
8	Profil vertikal suhu, kecepatan angin, dan konstanta struktur indeks bias di Titik 1 pada musim (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA, dan (d) SON	27
9	Visualisasi vertikal penyebaran cahaya akibat turbulensi optik atmosfer	28
10	Simulasi keburaman citra bintang dan grafik <i>point spread function</i> (PSF) Moffat pada kondisi atmosfer ideal, di Timau, dan Titik 1	29
11	Visualisasi pengaruh <i>sky background</i> terhadap kontras objek langit di Observatorium Nasional Timau, Observatorium Bosscha, dan Titik 1	30
12	Peta observabilitas di Titik 1	31

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

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.