



IDENTIFIKASI PEUBAH PENTING DENSITAS IKAN CAKALANG DI WPPNRI 572 DAN 573 MENGGUNAKAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED RANDOM FOREST*

TUBAGUS ACHMAD ADITYA



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
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 “Identifikasi Peubah Penting Densitas Ikan Cakalang di WPPNRI 572 dan 573 Menggunakan *Geographically Weighted Random Forest*” 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

Tubagus Achmad Aditya
G1401221006



ABSTRAK

TUBAGUS ACHMAD ADITYA. Identifikasi Peubah Penting Densitas Ikan Cakalang di WPPNRI 572 dan 573 Menggunakan *Geographically Weighted Random Forest*. Dibimbing oleh ANIK DJURAIDAH dan AULIA RIZKI FIRDAWANTI.

Random forest (RF) merupakan metode *machine learning* yang mampu menangkap hubungan nonlinier antarpeubah dan menghasilkan performa prediksi yang baik. Namun, RF belum secara eksplisit mempertimbangkan heterogenitas spasial. *Geographically weighted random forest* (GWRF) merupakan pengembangan RF dengan membentuk model lokal berdasarkan pembobotan spasial sehingga dapat mengidentifikasi keragaman hubungan antarpeubah pada lokasi yang berbeda. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi peubah penting oseanografi yang menentukan densitas ikan cakalang di WPPNRI 572 dan 573 menggunakan GWRF. Data yang digunakan berupa data *e-logbook* perikanan dan data oseanografi dengan periode Desember 2022 hingga November 2023. Densitas ikan direpresentasikan menggunakan *catch per unit effort* (CPUE) dan analisis dilakukan dalam empat periode berdasarkan pola musim di perairan Indonesia. Analisis diawali dengan eksplorasi data, pengujian heterogenitas spasial menggunakan uji *Breusch-Pagan*, dan pengujian autokorelasi spasial menggunakan *Moran's I*. Selanjutnya, *hyperparameter* RF dioptimalkan dan lebar jendela GWRF ditentukan melalui *grid search* menggunakan fungsi kernel adaptif *bisquare* dan *Gaussian*. Model global dan lokal dibentuk, kemudian kepentingan peubah dianalisis menggunakan *mean decrease impurity*. Hasil penelitian menunjukkan adanya heterogenitas dan autokorelasi spasial yang signifikan pada seluruh periode pengamatan. Model dengan $\alpha = 0,25$ menggunakan pendekatan *varying* menghasilkan galat prediksi terendah pada seluruh musim. Analisis peubah penting menunjukkan bahwa suhu potensial laut (θ_{tao}), produktivitas primer bersih (nppv), dan kedalaman lapisan tercampur (mlofst) merupakan peubah paling berkontribusi terhadap densitas ikan cakalang secara lokal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa GWRF mampu memberikan informasi lokal mengenai perbedaan kontribusi peubah oseanografi terhadap densitas ikan cakalang.

Kata kunci: densitas ikan, GWRF, heterogenitas spasial, oseanografi, peubah penting



ABSTRACT

TUBAGUS ACHMAD ADITYA. Identifying Important Variables Influencing Skipjack Tuna Density in WPPNRI 572 and 573 Using Geographically Weighted Random Forest. Supervised by ANIK DJURAIDAH and AULIA RIZKI FIRDAWANTI.

Random forest (RF) is a machine learning method capable of capturing nonlinear relationships among variables and providing good predictive performance. However, RF does not explicitly account for spatial heterogeneity. Geographically Weighted Random Forest (GWRF) is an extension of Random Forest (RF) that constructs local models based on spatial weighting, enabling the identification of spatially varying relationships between variables across different locations. This study aims to identify the key oceanographic variables influencing skipjack tuna density in WPPNRI 572 and 573 using GWRF. The data consisted of fisheries e-logbook and oceanographic data from December 2022 to November 2023. Fish density was represented by catch per unit effort (CPUE), and the analysis was conducted over four seasonal periods. The analysis included data exploration, spatial heterogeneity testing using the Breusch–Pagan test, and spatial autocorrelation testing using Moran's I. RF hyperparameters were optimized, while the GWRF bandwidth was determined through grid search using adaptive bisquare and Gaussian kernels. Global and local models were constructed, and variable importance was analyzed using mean decrease impurity. The results showed significant spatial heterogeneity and spatial autocorrelation in all observation periods. The model with $\alpha = 0.25$ using the varying approach produced the lowest prediction errors across all seasons. Potential temperature (thetao), net primary productivity (nppv), and mixed layer depth (mldst) were the most influential variables on local skipjack tuna density. These findings demonstrate that GWRF provides local information on the contributions of oceanographic variables to skipjack tuna density.

Keywords: GWRF, oceanographic, skipjack tuna density, spatial heterogeneity, variable importance



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.



IDENTIFIKASI PEUBAH PENTING DENSITAS IKAN CAKALANG DI WPPNRI 572 DAN 573 MENGGUNAKAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED RANDOM FOREST*

TUBAGUS ACHMAD ADITYA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
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:
Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Identifikasi Peubah Penting Densitas Ikan Cakalang di WPPNRI
572 dan 573 Menggunakan *Geographically Weighted Random Forest*

Nama : Tubagus Achmad Aditya
NIM : G1401221006

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S.

Pembimbing 2:

Aulia Rizki Firdawanti, S.Stat., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data

Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.

NIP 197804112005011002

Tanggal Ujian:
25 Juni 2026

Tanggal Lulus:

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 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah analisis spasial, dengan judul “Identifikasi Peubah Penting Densitas Ikan Cakalang di WPPNRI 572 dan 573 Menggunakan *Geographically Weighted Random Forest*”. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah bereperan selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan karya ilmiah ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mama, Papa, Kaka, dan Mas selaku keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis;
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Anik Djuraidah dan Ibu Aulia Rizki Firdawanti, S.Stat., M.Si. selaku komisi pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak arahan, saran, dan dukungan dalam penulisan karya ilmiah ini;
3. Ibu Prihatin Ika Wahyuningrum, S.Pi, M.Si. selaku dosen perikanan yang telah membantu penulis memperoleh data penelitian serta memberikan banyak pengetahuan, arahan, dan saran terkait bidang perikanan;
4. Bapak Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si. selaku penguji sidang, Bapak Dr. Agus Mohammad Soleh, S.Si., M.T. selaku moderator seminar hasil, dan Ibu Laily Nissa Atul Mualifah, S.Si., M.Si. selaku moderator kolokium yang telah memberikan kritik serta saran untuk perbaikan karya ilmiah ini;
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Statistika dan Sains Data IPB yang telah menyampaikan ilmunya dan membantu selama proses perkuliahan hingga menyelesaikan studi;
6. Ria, Jodi, Bintang, dan Yayas yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu untuk membantu penulis selama penyusunan karya ilmiah ini;
7. Oci, Rizam, Hense, Akmal, dan Ilona yang selalu menemani dan memberikan dukungan selama penulisan karya ilmiah ini;
8. Supraption Family dan Marinestic Statistika 59 yang sudah kebersamaan perkuliahan dan menjadi rekan seperjuangan selama hampir 4 tahun masa perkuliahan; dan
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala kebaikan, doa, dukungan, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Juli 2026

Tubagus Achmad Aditya



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Random Forest</i>	3
2.2 <i>Geographically Weighted Random Forest (GWRF)</i>	4
2.3 Densitas ikan	5
III METODE	7
3.1 Data	7
3.2 Prosedur Analisis	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 <i>Preprocessing Data</i>	11
4.2 Eksplorasi Data	12
4.3 <i>Hyperparameter tuning</i> pada RF	14
4.4 Pemodelan GWRF	15
4.5 Prediksi titik amatan CPUE yang kosong	17
4.6 Peubah Penting GWRF	18
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	27



DAFTAR TABEL

1	Tabel 1 Peubah yang digunakan dalam penelitian	7
2	Tabel 2 Periode data penelitian	8
3	Tabel 3 Rentangan nilai <i>hyperparameter</i> RF	9
4	Tabel 4 Hasil uji efek spasial	14
5	Tabel 5 Hasil optimasi <i>hyperparameter</i> menggunakan <i>grid search</i>	15
6	Tabel 6 Hasil optimasi lebar jendela terbaik pada tiap periode	15
7	Tabel 7 Hasil evaluasi MAE dan RMSE di setiap periode	16

DAFTAR GAMBAR

1.	Gambar 1 Diagram garis CPUE ikan cakalang bulan Desember 2022 hingga November 2023	11
2.	Gambar 2 Diagram kotak garis sebaran CPUE tiap periode	12
3.	Gambar 3 Diagram kotak garis sebaran CPUE tiap periode setelah transformasi	12
4.	Gambar 4 Peta sebaran CPUE periode (a) des–feb, (b) mar–mei, (c) jun–agu, dan (d) sep–nov di WPPNRI 572 dan 573 (peta tidak berskala)	13
5.	Gambar 5 Peta sebaran prediksi CPUE periode (a) des–feb, (b) mar–mei, (c) jun–agu, dan (d) sep–nov di WPPNRI 572 dan 573 (peta tidak berskala)	17
6.	Gambar 6 Diagram batang kontribusi peubah penting global periode (a) des–feb, (b) mar–mei, (c) jun–agu, dan (d) sep–nov	18
7.	Gambar 7 Peta sebaran (a) dan diagram batang (b) kontribusi peubah penting GWRP periode Desember hingga Februari	19
8.	Gambar 8 Peta sebaran (a) dan diagram batang (b) kontribusi peubah penting GWRP periode Maret hingga Mei	20
9.	Gambar 9 Peta sebaran (a) dan diagram batang (b) kontribusi peubah penting GWRP periode Juni hingga Agustus	20
10.	Gambar 10 Peta sebaran (a) dan diagram batang (b) kontribusi peubah penting GWRP periode September hingga November	21