

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laju deforestasi di Indonesia menjadi salah satu polemik yang mendapatkan sorotan di tingkat nasional hingga internasional [1]. Berdasarkan informasi yang dipublikasikan oleh *World Resources Institute*, Indonesia menempati urutan kelima dalam hal kehilangan tutupan pohon global pada rentang tahun 2001 sampai 2023. Selain itu, Indonesia juga menempati urutan kedua sebagai negara dengan kehilangan hutan primer tropis lembab pada rentang tahun 2002 sampai 2023 [2]. Fenomena ini mengindikasikan bahwa deforestasi di Indonesia merupakan sebuah masalah besar yang telah menjadi perhatian dunia sehingga perlu adanya tindakan serius untuk menangani permasalahan ini.

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia mengalami laju deforestasi tertinggi secara global antara tahun 1996 dan 2000 dengan luas areal pembukaan lahan seluas 3,5 juta hektar. Pada tahun 2002 hingga 2014, angka ini menurun bernilai 0,75 juta hektar per tahun dengan setidaknya 104.000 hektar mengalami deforestasi pada tahun 2022 sebagai titik terendah [3]. Berdasarkan laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, laju deforestasi di Indonesia yang sebelumnya mengalami lonjakan yang tinggi telah mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir. Indonesia berhasil menekan laju deforestasinya dengan adanya upaya pemerintah seperti memberlakukan Moratorium Hutan Baru dan Program Reforestasi [4].

Deforestasi memberikan dampak ekologi, ekonomi, dan sosial sebagai pengaruh terjadinya pengurangan luas hutan dan penurunan fungsi hutan [5]. Selain itu, deforestasi memberikan dampak serius dengan adanya peningkatan emisi sehingga mengakibatkan terjadinya pemanasan global serta mengancam kehidupan makhluk hidup [6]. Deforestasi yang diakibatkan oleh adanya peningkatan perkebunan sawit dapat memberikan dampak pada beberapa aspek seperti sosial, ekonomi, dan ekologi. Perluasan perkebunan kelapa sawit telah mengakibatkan berbagai konsekuensi ekologis, termasuk perubahan suhu udara, hilangnya

keanekaragaman hayati, peningkatan banjir, erosi tanah, dan gangguan pada layanan ekosistem [7].

Kalimantan tercatat memiliki laju deforestasi sebesar 1,12% setiap tahunnya pada tahun 1990 hingga 2014 [8]. Kalimantan mengalami hampir separuh dari total deforestasi di Indonesia pada tahun 2023 yaitu seluas 124.611 hektar dari 230.760 hektar. Fakta ini juga menunjukkan bahwa kelima provinsi di Kalimantan termasuk kedalam 10 provinsi dengan deforestasi terparah pada tahun 2023 [9]. Sementara itu, Kalimantan Timur di prediksi akan mengalami deforestasi hingga 2,749.16 hektar dalam 10 tahun ke depan sebagai akibat dari adanya perpindahan ibu kota baru di Indonesia [10]. Hal ini menyatakan Kalimantan merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang terus mengalami deforestasi dengan kemungkinan peningkatan laju deforestasi yang diakibatkan oleh adanya perpindahan ibu kota negara.

Kegiatan pertambangan di Kalimantan sebagai salah satu aktivitas ekonomi yang signifikan berkontribusi dalam kerusakan ekologi serta peningkatan laju deforestasi [11]. Selain itu, aktivitas penebangan hutan juga memberikan pengaruh yang besar terhadap tingginya deforestasi di Kalimantan disertai dengan pengaruh dari kepadatan penduduk [12]. Adanya perpindahan ibu kota negara juga memicu potensi terjadinya deforestasi sebagai akibat dari adanya migrasi. Hal ini disebabkan dengan perubahan fungsi lahan hutan menjadi lahan pemukiman, industri, dan perkantoran [13]. Konversi hutan primer menjadi perkebunan kelapa sawit dalam memenuhi kebutuhan pasar juga merupakan salah satu penyebab terjadinya deforestasi di Kalimantan [14]. Penyebab lain terjadinya deforestasi di Kalimantan yang memberikan dampak luas yaitu kebakaran hutan dan lahan [15].

Pada dasarnya faktor-faktor penyebab deforestasi yang terjadi menunjukkan perbedaan di berbagai wilayah. Hal ini dipengaruhi oleh adanya interaksi antara manusia dengan lingkungannya yang berdasar kepada kondisi lokal dan dinamika yang ada. Wilayah yang bertindak sebagai pusat ekonomi dalam hal perkebunan dan pertambangan cenderung mengalami deforestasi lebih cepat dibandingkan dengan wilayah lainnya dikarenakan adanya dorongan untuk ekspansi lahan. Selain itu, faktor-faktor penyebab deforestasi cenderung berubah seiring waktu dengan mengalami peningkatan maupun penurunan sehingga memberikan dampak

terhadap laju deforestasi yang bervariasi dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, analisis mendalam untuk memahami dinamika deforestasi tidak hanya mempertimbangkan analisis pola spasial, akan tetapi juga memperhitungkan perubahan temporal yang terjadi.

Pendekatan yang mampu menangkap variasi spasial dan temporal secara bersamaan menjadi krusial dalam memahami pola dan penyebab deforestasi. Pemodelan dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) serta *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) mampu menangkap variasi spasial dalam model. Namun, kedua metode tersebut hanya mampu menangkap variasi spasial tanpa mempertimbangkan adanya variasi temporal sehingga model hanya mengasumsikan bahwa hubungan antar variabel tetap konsisten seiring berjalannya waktu. Penelitian terdahulu yang memperhitungkan variasi spasial dan temporal salah satunya menerapkan *Geographically and Temporally Weighted Regression* (GTWR). Metode tersebut mampu menangkap variasi hubungan antar variabel secara spasial maupun temporal secara bersamaan [16].

Berdasarkan penelitian terdahulu terkait metode *GTWR* telah dilakukan dalam objek memodelkan deforestasi hutan lindung di Indonesia pada rentang tahun 2013 hingga 2016. Hasil evaluasi dalam membandingkan kinerja penggunaan metode Regresi Global, GWR, dan *GTWR* menyatakan dengan nilai R^2 bernilai 0,251, MSE bernilai 0,7835, dan AIC bernilai 349,6917 dimana model *GTWR* mengungguli kedua metode lainnya [17]. Kemudian pada tahun berikutnya terdapat penelitian menggunakan metode serupa dengan fungsi pembobot *kernel Bisquare function* dalam menganalisis PDRB Sektor Konstruksi di Pulau Jawa [18]. Penelitian mengenai deforestasi juga dilakukan oleh Putra dkk dengan objek menganalisis faktor-faktor penentu deforestasi di Pulau Sumatera tahun 2011 hingga 2019 menggunakan *Robust Geographically and Temporally Weighted Regression* (*RGTWR*) dalam menangani adanya pelanggaran normalitas [19].

Sementara itu, terdapat penelitian yang membangun dua model *GTWR* menggunakan dua fungsi *kernel* yang berbeda yaitu *Kernel Gaussian* dan *Kernel Bisquare*. Penelitian tersebut menyimpulkan hasil pemodelan menggunakan dua fungsi pembobot yang berbeda menghasilkan nilai yang hampir sama dan tidak

berpengaruh secara signifikan terhadap hasil [20]. Pendekatan *GTWR* dengan mengintegrasikan konsep *Great Circle Distance* (GCD) pada fungsi *kernel* juga dilakukan dalam penelitian untuk menganalisis variabel yang berpengaruh pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Barat. Penelitian membandingkan empat fungsi *kernel* yaitu *Eksponensial*, *Gaussian*, *Bisquare*, dan *Tricube* dengan dan tanpa GCD. Temuan penelitian menyatakan model yang menggunakan *GTWR Great Circle Distance Fixed Exponential Kernel* menghasilkan kinerja yang lebih baik dibandingkan model lainnya [21].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai metode *GTWR* telah menunjukkan perkembangan dalam berbagai bidang dengan membahas aspek-aspek yang berbeda terutama terkait penggunaan fungsi pembobot. Namun, belum terdapat penelitian yang secara eksplisit membahas pemilihan metode untuk menentukan *bandwidth optimum* pada fungsi pembobot. Pemilihan metode antara *Cross Validation* (*CV*) dengan *Generalized Cross Validation* (*GCV*) dalam menentukan *bandwidth optimum* berpengaruh terhadap estimasi yang dihasilkan [22]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *Geographically and Temporally Weighted Regression* dengan *CV* dan *GCV* terhadap empat fungsi pembobot yang berbeda yaitu *Fixed Gaussian Kernel*, *Adaptive Gaussian Kernel*, *Fixed Bisquare Kernel*, dan *Adaptive Bisquare Kernel* dalam konteks deforestasi di Kalimantan. Harapannya penelitian ini dapat menghasilkan *Graphical User interface* (*GUI*) yang dapat mempermudah dalam memodelkan dan memahami hasil pemodelan deforestasi sehingga mendapatkan wawasan yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor penyebab serta pola deforestasi yang berbeda-beda antar daerah di Kalimantan.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka aspek permasalahan yang dirumuskan pada penelitian ini yaitu.

1. Bagaimana cara mengimplementasikan model *GTWR* dengan empat fungsi pembobot yang berbeda berdasarkan pemilihan *bandwidth optimum* melalui *CV* dan *GCV* untuk memodelkan deforestasi di Kalimantan?

2. Bagaimana akurasi model *GTWR* dengan pembobotan yang berbeda ketika menggunakan metode pemilihan *bandwidth optimum* melalui *CV* dan *GCV* untuk memodelkan deforestasi di Kalimantan?
3. Bagaimana mengimplementasikan metode *GTWR* melalui *User interface* untuk memodelkan deforestasi di Kalimantan?

1.3. Batasan Masalah

Dalam mencapai tujuan penelitian dan memastikan penelitian serta pembahasan lebih terfokus dan terbebas dari asumsi yang terlalu umum, maka ditetapkan batasan-batasan khusus. Batasan masalah penelitian ini adalah.

1. Penelitian berfokus pada analisis deforestasi di Kalimantan dengan data sekunder yang diakses melalui platform resmi milik Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai angka deforestasi beserta faktor yang mempengaruhinya dari tahun 2014 sampai 2022.
2. Penelitian terbatas pada *GTWR* sebagai metode penelitian yang digunakan dengan memanfaatkan empat fungsi pembobot yang berbeda yakni *Fixed Gaussian Kernel*, *Adaptive Gaussian Kernel*, *Fixed Bisquare Kernel*, dan *Adaptive Bisquare Kernel*.
3. Metode *Cross Validation* dengan *Generalized Cross Validation* digunakan dalam menentukan *bandwidth optimum*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian didasarkan pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka penelitian ingin mencapai tujuan-tujuan berikut.

1. Mengimplementasikan model *GTWR* dengan empat fungsi pembobot disertai metode *CV* dan *GCV* dalam memilih *bandwidth optimum*nya untuk memodelkan deforestasi di Kalimantan.
2. Mengetahui akurasi *GTWR* dengan pembobotan yang berbeda ketika menggunakan metode pemilihan *bandwidth optimum* melalui *CV* dan *GCV* untuk memodelkan deforestasi di Kalimantan.
3. Mengimplementasikan metode *GTWR* melalui *User interface* untuk memodelkan deforestasi di Kalimantan.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat dari berbagai aspek yang meliputi aspek teoritis dan aspek praktis, diantaranya.

1. Manfaat teoritis

Penelitian diharapkan dapat menambahkan wawasan serta meningkatkan pemahaman teoritis mengenai penggunaan metode *Geographically and Temporally Weighted Regression* dalam pemodelan deforestasi berbasis GUI. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi teoritis terhadap perkembangan analisis spasial-temporal dalam memodelkan hubungan antara faktor-faktor penyebab deforestasi dan pola deforestasi.

2. Manfaat praktis

- a. Bagi penulis, penelitian diharapkan dapat meningkatkan pemahaman serta memberikan kontribusi ilmiah terhadap penerapan *Geographically and Temporally Weighted Regression* sebagai metode pemodelan deforestasi berbasis GUI terutama terkait pemilihan fungsi pembobot dan metode *bandwidth optimum*. Penelitian ini juga diharapkan dapat memperoleh pengalaman dalam menangani isu-isu di bidang analisis berbasis spasial-temporal sehingga dapat memperluas wawasan penulis.
- b. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian menjadi referensi dalam mengembangkan penelitian berikutnya dalam bidang analisis spasial-temporal. Penelitian ini dapat menjadi literatur bagi peneliti yang berminat pada topik serupa, terutama dalam konteks penggunaan *GTWR* untuk studi lingkungan.
- c. Bagi pemerintah, penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai deforestasi di Kalimantan berdasarkan hasil pemodelan sehingga mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang faktor-faktor penyebab dan pola deforestasi antar daerah di Kalimantan yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan hutan serta pengembangan kebijakan dalam menangani permasalahan deforestasi.