BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai pemodelan spasial Tingkat Pengangguran Terdidik di Provinsi Sumatera Utara menggunakan pendekatan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR), diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1) Metode *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) dan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR), berhasil diimplementasikan untuk menganalisis pola spasial serta faktor-faktor sosio-ekonomi yang berkaitan dengan tingkat pengangguran terdidik di Provinsi Sumatera Utara. Analisis LISA dilakukan menggunakan matriks pembobot spasial *K-Nearest Neighbors* (KNN) dengan k = 5 untuk mengidentifikasi keterkaitan spasial lokal antarwilayah. Selanjutnya, pemodelan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) dilakukan menggunakan data yang telah distandarisasi dengan z-score, matriks jarak *great-circle*, fungsi kernel *Adaptive Bisquare*, serta algoritma *backfitting*. Hasil pemilihan bandwidth menunjukkan perbedaan skala pengaruh antarvariabel, yaitu Indeks Pembangunan Manusia sebesar 13, PDRB per Kapita sebesar 26, Kepadatan Penduduk sebesar 31, Upah Minimum Kabupaten/Kota sebesar 31, dan Tingkat Kemiskinan sebesar 15. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) mampu mengakomodasi perbedaan skala spasial masing-masing variabel dalam menjelaskan tingkat pengangguran terdidik.
2) Hasil analisis menunjukkan adanya pola spasial pada tingkat pengangguran terdidik serta variasi pengaruh variabel sosio-ekonomi antarwilayah. *Global Moran's I* menghasilkan nilai sebesar 0,30022 dengan *p-value* 0,002, yang menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif dan signifikan. Berdasarkan analisis *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), terdapat enam wilayah dengan pola spasial lokal yang signifikan, yaitu Kota Medan,

Serdang Bedagai, dan Tebing Tinggi dengan pola *High-High*; Dairi dan Pakpak Barat dengan pola *Low-Low*; serta Tapanuli Tengah dengan pola *High-Low*. Hasil *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) menunjukkan bahwa PDRB per Kapita berpengaruh signifikan pada 9 kabupaten/kota, sedangkan Upah Minimum Kabupaten/Kota berpengaruh signifikan pada 1 kabupaten/kota. Dengan demikian, faktor yang berkaitan dengan tingkat pengangguran terdidik memiliki variasi antarwilayah dan tidak dapat dipandang sebagai pengaruh yang seragam secara global.

3) Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) menghasilkan RSS sebesar 4,51637, lebih rendah dibandingkan model *Ordinary Least Squares* (OLS) sebesar 19,78924. Nilai R^2 pada model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) sebesar 0,85886 dan $Adjusted\ R^2$ sebesar 0,59904 juga lebih tinggi dibandingkan model *Ordinary Least Squares* (OLS) yang masing masing sebesar 0,38159 dan 0,26707. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) memiliki kemampuan penyesuaian dan daya penjelas yang lebih tinggi terhadap variasi tingkat pengangguran terdidik serta mampu menangkap karakteristik lokal antarwilayah. Namun, nilai AICc pada model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) sebesar 115,71822 lebih tinggi dibandingkan model *Ordinary Least Squares* (OLS) sebesar 95,25476. Hal ini menjadi salah satu keterbatasan dalam evaluasi model penelitian ini. Oleh karena itu, hasil evaluasi tidak dapat diinterpretasikan sebagai keunggulan model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) secara mutlak atas model *Ordinary Least Squares* (OLS) melainkan menunjukkan adanya *trade-off* antara kemampuan model dalam menangkapp varasi spasial dan kompleksitas model.

4) Dashboard interaktif berbasis GUI berhasil dirancang dan dibangun menggunakan RShiny untuk memfasilitasi seluruh tahapan analisis secara terintegrasi. Aplikasi terdiri atas halaman Home, Unggah Data, Konfigurasi, dan Hasil Pemodelan. Sistem dapat digunakan untuk mengunggah dan

memeriksa data, melakukan analisis deskriptif, pemodelan OLS, pengujian aspek spasial, analisis LISA, pemodelan MGWR, pengujian signifikansi parameter lokal, evaluasi model, serta menampilkan dan menyimpan hasil analisis. Visualisasi hasil secara interaktif memudahkan pengguna dalam melihat pola spasial dan perbedaan pengaruh variabel antarwilayah, sehingga aplikasi dapat mendukung penyajian informasi yang lebih terstruktur sebagai bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan ketenagakerjaan berbasis wilayah.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) dan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola spasial dan perbedaan faktor yang berkaitan dengan tingkat pengangguran terdidik di Provinsi Sumatera Utara. Pendekatan *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) terutama memberikan keunggulan dalam menangkap perbedaan skala dan pengaruh antarwilayah yang tidak dapat sepenuhnya dijelaskan oleh model regresi global.

5.2 Saran Pengembangan

Berdasarkan temuan kesimpulan dan batasan masalah yang ada, berikut adalah saran pengembangan untuk penelitian maupun kebijakan pada masa mendatang:

1) Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas rentang waktu pengamatan dengan menggunakan data *time series* atau data panel dari beberapa tahun, sehingga dinamika perubahan pola spasial pengangguran terdidik dapat dianalisis secara historis dan komprehensif. Disarankan juga untuk menambahkan variabel sosio-ekonomi spesifik lainnya, seperti struktur lapangan usaha, tingkat urbanisasi daerah, atau kesesuaian kompetensi lulusan.
2) Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa meskipun model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) memiliki nilai RSS yang lebih rendah serta R^2 dan $Adjusted\ R^2$ yang lebih tinggi dibandingkan

model *Ordinary Least Squares* (OLS), nilai AICc pada model *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) lebih tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kompleksitas model yang relatif tinggi sebagai konsekuensi dari estimasi parameter lokal dan penggunaan *bandwidth* yang berbeda pada setiap variabel. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian sensitivitas terhadap spesifikasi model serta mempertimbangkan alternatif model yang memiliki keseimbangan yang lebih baik antara kesesuaian model dan kompleksitas.

3) Pada aspek implementasi, *dashboard* interaktif yang telah dikembangkan dapat ditingkatkan menjadi sistem berbasis *web* dengan integrasi *database* secara otomatis agar pembaruan data statistik berjalan secara *real-time*.