

ANALISIS TINGKAT KEKUMUHAN PADA PERMUKIMAN MENGGUNAKAN MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR)* (STUDI KASUS : KOTA SURAKARTA, JAWA TENGAH)

Rintyas Chandra Irawan*) Arief Laila Nugraha, Hana Sugiastu Firdaus

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email: rintyaschandra@gmail.com

ABSTRAK

Kota Surakarta merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Tengah yang sedang mengalami perkembangan yang pesat dari berbagai aspek. Aktivitas perekonomian yang meningkat akan menyebabkan peningkatan arus urbanisasi Kota yang berakibat penambahan penduduk. Meningkatnya penduduk kota menyebabkan permukiman yang semakin padat, eksploitasi sumber daya lingkungan dan kualitas permukiman yang semakin menurun sehingga menyebabkan terbentuknya permukiman kumuh. Menurut Surat Keputusan Walikota Surakarta 413.21/38.3/1/2016, Kota Surakarta memiliki 28 kawasan permukiman kumuh dengan luas total permukiman kumuh Kota Surakarta 359,55 Ha yang tersebar pada 51 Kelurahan di Kota Surakarta. Klasifikasi permukiman kumuh Kota Surakarta dapat dilakukan dengan metode *scoring* dengan 16 parameter permukiman kumuh yaitu Ketersesuaian terhadap tata ruang (X1), Kepadatan bangunan (X2), Kondisi bangunan temporer (X3), Ketidakteraturan bangunan (X4), Kepadatan Penduduk (X5), Cakupan pelayanan jalan lingkungan (X6), Kualitas permukaan jalan (X7), Ketidakmampuan mengalirkan limpasan air (X8), Ketersediaan saluran drainase (X9), Kualitas saluran drainase (X10), Ketersediaan akses aman air minum (X11), Tidak terpenuhinya kebutuhan minimal air minum layak (X12), Sistem pengelolaan air limbah (X13), Sarana prasarana pengelolaan air limbah (X14), Sarana prasarana persampahan (X15) dan Sistem pengelolaan persampahan (X16). Permukiman kumuh Kota Surakarta dapat di modelkan menggunakan *Geographically Weighted Regression (GWR)*. Metode GWR menggunakan pembobotan spasial untuk menghilangkan efek heterogenitas spasial dalam analisis data geostatistik. Penelitian ini memodelkan hubungan antara permukiman kumuh Kota Surakarta sebagai variabel terikatnya dengan 16 parameter permukiman kumuh sebagai variabel bebasnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa permukiman kumuh pada setiap Kelurahan di Kota Surakarta dapat diklasifikasikan menjadi tidak kumuh dan kumuh ringan. Kumuh ringan terdapat pada 13 Kelurahan yaitu Kelurahan Kestalan, Manahan, Nusukan, Gandekan, Kepatihan Kulon, Sewu, Kerten, Baluwarti, Joyotakan, Kemplayan, Kratonan, Serengan dan Tipes. Model GWR dalam pemodelan terhadap terjadinya permukiman kumuh dapat digunakan, dimana model ini memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,970543 serta nilai RSS lebih rendah sebesar 22,180616 dari model global regresi. Parameter yang paling berpengaruh signifikan terhadap terjadinya permukiman kumuh adalah cakupan pelayanan jalan lingkungan (X6) dimana variabel ini selalu muncul di 26 Kelurahan dan sistem pengelolaan persampahan (X16) yang paling kurang berpengaruh dimana hanya muncul pada 4 Kelurahan saat melakukan uji parsial model dengan nilai $|t_{hitung}| \geq t_{0,025;34} = 2,0324$.

Kata kunci : GWR, Klasifikasi Tingkat Kekumuhan, Kota Surakarta, Penilaian Kumuh

ABSTRACT

Surakarta City is one of the cities in Central Java Province that is experiencing rapid development from various aspects. Increased economic activity will cause an increase in the urbanization flow of the City resulting in population growth. An increase in urban population will lead to increasingly dense settlements, exploitation of environmental resources and a declining quality of settlements, leading to the formation of slums. According to the Decree of the Mayor of Surakarta 413.21 / 38.3 / 1/2016, Surakarta City has 28 slum areas with a total area of 359.55 hectares of Surakarta slum areas spread over 51 kelurahans in the city of Surakarta. The classification of Surakarta City slums can be done using the scoring method using 16 parameters of slum areas, namely Suitability to spatial (X1), Building density (X2), Temporary building conditions (X3), Building irregularity (X4), Population Density (X5), Coverage of environmental road services (X6), road surface quality (X7), ability to drain water runoff (X8). Availability of drainage channels (X9), Quality of drainage channels (X10), Availability of safe access to drinking water (X11), Non-fulfillment of minimum requirements for proper drinking water (X12), Wastewater management system (X13), Wastewater management infrastructure (X14), Solid waste infrastructure (X15) and Solid waste management system (X16). Surakarta City slums can be modeled using Geographically Weighted Regression (GWR). The GWR method uses spatial weighting to eliminate the effects of spatial heterogeneity in the analysis of geostatistical data. This study models the relationship between Surakarta City slums as the dependent variable with 16 slum parameters as the independent variable. The results of this study indicate that slums in each Kelurahan in Surakarta City can be classified as not slum and mild slum. Mild slums are found in 13 Subdistrict, namely Kestalan, Manahan, Nusukan, Gandekan, Kepatihan Kulon, Sewu, Kerten, Baluwarti, Joyotakan, Kemplayan, Kratonan, Serengan and Tipes. The GWR model in modeling the occurrence of slums can be used, where this model has a coefficient of determination ($R^2 = 0.970543$) and a lower RSS (22.180616) than the global model. The parameters that have the most significant influence on the occurrence of slums are the coverage of environmental road services (X6) where this variable always appears in 26 Subdistrict and the waste management system (X16) where its just appears in 4 Subdistrict when conducting partial test models with the value $|t \text{ count} | \geq t_{0,025; 34} = 2,0324$.

Keywords : Assesment Slum Level, Classification of Slum, GWR, Surakarta City

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar yang terdapat di Provinsi Jawa Tengah yang sedang mengalami perkembangan pesat pada aspek pembangunan dan dijadikan kiblat pembangunan oleh daerah-daerah yang terdapat di Karisidenan Surakarta. Selayaknya kota besar pada umumnya, Surakarta memiliki jumlah penduduk yang cukup banyak yaitu sebesar 511.887 jiwa tersebar pada 51 Kelurahan dengan tingkat kepadatan sebesar 11.759,31 jiwa/km² (BPS, 2019). Bagi kota yang mulai padat penduduknya, penambahan penduduk yang tidak selaras dengan adanya penyediaan kesempatan kerja akan menimbulkan permasalahan-permasalahan ekonomi. Permasalahan ekonomi dan kepadatan tempat tinggal bagi kaum *urban* menempati daerah-daerah pinggiran hingga membentuk permukiman kumuh.

Permukiman kumuh yang tercatat pada SK Walikota Surakarta Nomor 413.21/38.3/1/2016 tentang penetapan lokasi kawasan lingkungan perumahan dan permukiman kumuh di Kota Surakarta menyebutkan bahwa total luas permukiman kumuh yang terdapat di Kota Surakarta sebesar 359,55 Ha. Lokasi perumahan dan permukiman kumuh tersebut terbagi atas 28 Kawasan kumuh yang mencakup 51 Kelurahan yang ada di Kota Surakarta. Permukiman kumuh yang terdapat di Kota Surakarta perlu dilakukan pengklasifikasian tingkat kekumuhan agar mudah dalam penanganan kumuh tersebut oleh Kota. Pengklasifikasian tingkat kekumuhan permukiman dapat menggunakan metode *scoring* pada beberapa variabel kekumuhan yang mengacu pada Peraturan Daerah Kota Surakarta tahun 2016.

Hasil klasifikasi permukiman kumuh pada suatu wilayah tersebut perlu diketahui pula hubungan antara variabel kekumuhan terhadap permukiman kumuh yang terjadi pada suatu wilayah tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). Metode GWR merupakan bentuk lokal dari regresi linier dan merupakan salah satu metode regresi yang memperhatikan aspek spasial serta dapat menggambarkan hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikatnya. Apabila hubungan antara variabel kekumuhan terhadap terjadinya permukiman kumuh dapat dimodelkan, diharapkan pemerintah dan instansi yang berwenang dapat menangani terjadinya permukiman kumuh tepat pada sarasannya dan memperbaiki sesuai dengan parameter yang paling mempengaruhi kekumuhan pada suatu wilayah tertentu.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil klasifikasi tingkat kekumuhan pada permukiman yang terdapat pada setiap Kelurahan di Kota Surakarta?
2. Bagaimana model GWR yang terbentuk?
3. Apa sajakah indikator yang paling berpengaruh pada terjadinya permukiman kumuh pada setiap Kelurahan yang ada di Kota Surakarta?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui klasifikasi tingkat kekumuhan pada permukiman di Kota Surakarta
2. Mengetahui model GWR yang terbentuk dari permukiman kumuh di Kota Surakarta
3. Mengetahui indikator atau parameter yang menjadi penyebab utama dan paling berpengaruh dalam terjadinya permukiman kumuh di Kota Surakarta.

I.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian pada 51 Kelurahan di Kota Surakarta.
2. Penelitian ini membahas tentang klasifikasi tingkat kekumuhan permukiman dari 16 variabel pada tingkat Kelurahan dan mencari parameter paling berpengaruh penyebab kekumuhan pada tiap Kelurahan.
3. Metode yang digunakan adalah metode *scoring* untuk pengklasifikasian tingkat kekumuhan dan *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk memodelkan hubungan antara variabel bebas terhadap terjadinya permukiman kumuh.
4. Variabel terikat (Y) adalah total penilaian permukiman kumuh
5. Variabel bebas (X) adalah parameter kekumuhan yaitu Keteresuaian terhadap tata ruang (X1), Kepadatan bangunan (X2), Kondisi bangunan temporer (X3), Ketidakteraturan bangunan (X4), Kepadatan Penduduk (X5), Cakupan pelayanan jalan lingkungan (X6), Kualitas permukaan jalan (X7), Ketidakmampuan mengalirkan limpasan air (X8), Ketersediaan saluran drainase (X9), Kualitas saluran drainase (X10), Ketersediaan akses aman air minum (X11), Tidak terpenuhinya kebutuhan minimal air minum layak (X12), Sistem pengelolaan air limbah (X13), Sarana prasarana pengelolaan air limbah (X14), Sarana prasarana persampahan (X15) dan Sistem pengelolaan (X16).
6. Nilai koordinat yang digunakan dalam pemodelan GWR adalah *centroid* Kelurahan.
7. Pengolahan pada penelitian ini menggunakan *software* Ms. Excel 2013, GWR4 dan ArcGIS 10.4.1

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Permukiman Kumuh

Menurut Undang-Undang (UU) Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman menyebutkan bahwa Permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup diluar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan maupun pedesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal dan mendukung peri kehidupan dan penghidupan.

Menurut Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, kawasan kumuh merupakan kawasan yang secara fisik, ekonomi, sosial dan budaya mengalami degradasi dan atau melekat beberapa masalah sehingga daya dukung lahan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Pada SK Walikota Nomor 413.21/38.3/1/2016 tentang penetapan lokasi kawasan lingkungan perumahan dan permukiman kumuh di Surakarta dapat diketahui bahwa terdapat 28 kawasan di Kota Surakarta yang digolongkan sebagai permukiman kumuh, 28 kawasan ini mencakup 51 Kelurahan yang terdapat di Kota Surakarta dengan luas total sebesar 359,55 Ha dari luas Kota Surakarta sebesar 4044 Ha. Ciri permukiman kumuh di berbagai perkampungan yang terdapat di daerah Kota antara lain: (Budiharjo, 1991)

1. Penghuni dari desa yang sama yang memungkinkan suatu homogenitas yang agak besar, kebanyakan berasal dari desa miskin yang sama dengan tingkat pendapatan yang relatif rendah.
2. Tingkat pendidikan relatif rendah antara lain: tamatan Sekolah Dasar maupun tidak tamat sekolah karena putus di tengah jalan
3. Memenuhi kebutuhan pokok dengan modal utama berupa tenaga.

Suatu permukiman dapat dikategorikan sebagai permukiman kumuh dapat dilihat dari berbagai indikator yang akan mempengaruhi kualitas hidup dari masyarakat dimana dapat dikatakan suatu bangunan seharusnya tidak layak huni. Indikator permukiman kumuh Kota Surakarta menurut Peraturan Daerah No 2 tahun 2016 tentang pencegahan dan peningkatan kualitas terhadap perumahan kumuh dan permukiman kumuh antara lain:

1. Ketidakteraturan bangunan
2. Kepadatan bangunan
3. Ketidaksesuaian dengan persyaratan teknis bangunan
4. Cakupan pelayanan jalan lingkungan
5. Kualitas permukaan jalan lingkungan
6. Ketidakterediaan akses aman air minum
7. Tidak terpenuhinya kebutuhan air minum
8. Ketidakmampuan mengalirkan limpasan air
9. Ketidakterediaan saluran drainase
10. Ketidakterhubungan dengan sistem drainase perkotaan

11. Tidak terpeliharanya saluran drainase
12. Kualitas konstruksi saluran drainase
13. Sistem pengelolaan air limbah yang tidak sesuai standar teknis
14. Sarana prasarana pengolahan air limbah tidak sesuai dengan persyaratan teknis
15. Sarana prasarana persampahan tidak sesuai dengan persyaratan teknis
16. Sistem pengelolaan persampahan yang tidak sesuai standar teknis
17. Tidakterpeliharanya sarana dan prasarana pengelolaan sampah
18. Ketidakterediaan prasarana proteksi kebakaran
19. Ketidakterediaan sarana proteksi kebakaran
20. Pertimbangan lain :
 - a. Nilai strategis lokal
 - b. Kepadatan penduduk
 - c. Kondisi sosial, ekonomi dan budaya
 - d. Identifikasi legalitas lahan

II.2 Regresi Linier

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel (Hasan, 2005).

Analisis regresi memiliki keunggulan tersendiri dibanding analisis korelasi biasa, dimana analisis regresi mampu memprediksi seberapa jauh perubahan nilai variabel terikat apabila nilai variabel bebas berubah (Sugiyono, 2007).

Model regresi linier untuk k variabel prediktor dan jumlah pengamatan sebanyak n dapat dilihat pada persamaan (1).

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^i \beta_j X_{ij} + \epsilon_i \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- Y_i : Variabel terikat pengamatan ke-i
- X_{ij} : Variabel bebas j pada pengamatan ke-i
- β : Parameter variabel
- ϵ_i : *random error*

dimana $i = 1,2,3, \dots, n$ dan errornya diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians konstan.

II.3 Regresi Global

Persamaan dasar dari regresi global dapat dilihat pada persamaan (2).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ij} + \epsilon_i \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- Y_i : Variabel terikat pengamatan ke-i
- X_{ij} : Variabel bebas j pada pengamatan ke-i
- β : Parameter variabel
- ϵ_i : *random error*

Estimasi parameter dilakukan dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Pada pengujian ketersesuaian model regresi OLS digunakan analisis variansi dengan menguraikan jumlah kuadrat total (JKT) menjadi jumlah kuadrat regresi (JKR) dan jumlah kuadrat galat (JKG). Uji yang dapat dilakukan pada model regresi antara lain:

1. Uji model serentak (Uji F)

$$F_{hitung} = \frac{KTR}{KTG} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2}{\frac{k}{n-1-k}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

KTR : Rata-rata kuadrat regresi

KTG : Rata-rata kuadrat galat

Jika $F_{hitung} > F_{tabel} (F_{\alpha; k; n-k-1})$ maka dapat diartikan bahwa variabel bebas mempengaruhi variabel terikat dengan tingkat signifikansi tertentu.

2. Uji signifikansi model secara parsial (Uji t)

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{Se(\hat{\beta}_j)} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$Se(\hat{\beta}_j)$: akar $var(\hat{\beta}_j)$

$\hat{\beta}_j$: perkalian nilai diagonal utama matriks $(X^T X)^{-1}$

Jika $|t_{hitung}| \geq |t_{tabel}| = (t_{\alpha/2; n-k-1})$ maka variabel bebas mempengaruhi secara signifikan variabel terikatnya.

3. Koefisien determinasi (R^2)

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

JKR : Jumlah kuadrat regresi

JKT : Jumlah kuadrat total

Rentang nilai dari koefisien determinasi adalah $0 \leq R^2 \leq 1$ dengan besaran non-negatif. R^2 mendekati 1 berarti kesesuaian sempurna dan sebaliknya jika nilai R^2 mendekati 0 mentakan tidak adanya hubungan antara varibel terikat dengan variabel bebasnya.

II.4 Geographically Weighted Regression (GWR)

Geographical Weighted Regression (GWR) merupakan perkembangan dari regresi linier sederhana dimana regresi linier sederhana memiliki parameter konstan pada setiap lokasi pengamatan sedangkan GWR memiliki parameter yang bersifat lokal pada setiap lokasi pengamatan.

II.4.1 Pemodelan GWR

Persamaan umum GWR (Fotheringham dkk., 2002):

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_i, v_i)x_{ij} + \varepsilon_i \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

- y_i : nilai variabel terikat pada pengamatan ke- i
- x_{ij} : nilai variabel bebas ke- j pada pengamatan ke- i
- $\beta_0(u_i, v_i)$: konstanta pada pengamatan ke- i
- $\beta_j(u_i, v_i)$: nilai fungsi variabel bebas x_j pada pengamatan
- p : jumlah variabel bebas
- (u_i, v_i) : titik koordinat lokasi pengamatan ke- i
- ε_i : *random error* yang diasumsikan berdistribusi

Daerah dengan jarak pengamatan titik- i mempunyai pengaruh yang besar terhadap estimasinya, sehingga koefisien regresi ditaksir dengan menambahkan bobot menggunakan skema fungsi kernel bi-square seperti persamaan berikut:

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right]^2 & \text{jika } d_{ij} < b \dots\dots\dots(7) \\ 0 & \text{jika } d_{ij} \geq b \end{cases}$$

Keterangan:

- w_{ij} : pembobot
- d_{ij} : jarak titik pengamatan
- b : parameter non-negatif (*bandwidth*)

Pada skema pembobotan, semakin jauh jarak akan mendapatkan bobot yang semakin kecil. Penentuan *bandwidth* sangat penting dilakukan, *bandwidth* ini diberikan untuk membatasi sejauh mana satu titik berpengaruh terhadap titik lain. Metode pemilihan *bandwidth* dengan nilai *Cross Validation* (CV) dan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC):

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- $\hat{y}_{\neq i}(b)$: Prediksi y_i dengan pengamatan ke- i dikeluarkan
- y_i : *fitted value* pengamatan ke- i
- b : *bandwidth*

$$AIC = D(G) + 2K(G) \dots\dots\dots(9)$$

dengan

$$D(G) = \sum_{i=1}^n (y_i \ln \hat{y}_i(\hat{\beta}(u_i, v_i)G) + (y_i - \hat{y}_i(\hat{\beta}(u_i, v_i)G)))$$

Keterangan:

- $D(G)$: nilai devians model dengan *bandwidth* (G)
- K : jumlah parameter dalam model dengan *bandwidth* (G)

Nilai *bandwidth* optimum akan memiliki nilai CV dan AIC yang minimum.

II.4.2 Estimasi Model

Estimasi parameter model GWR dihitung dengan regresi tertimbang dengan nilai pembobot untuk setiap unit wilayah pengamatan berupa fungsi jarak dari titik.

Metode penaksiran parameter model pada GWR menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobotan yang berbeda pada setiap titik pengamatan yang digunakan (Fotheringham dkk., 2002). Bentuk penaksir parameter model pada GWR sebagai berikut:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = [X(u_i, v_i)X]^1 X^T W(u_i, v_i)Y \dots\dots\dots(10)$$

Uji ketersesuaian model dipilih berdasarkan:

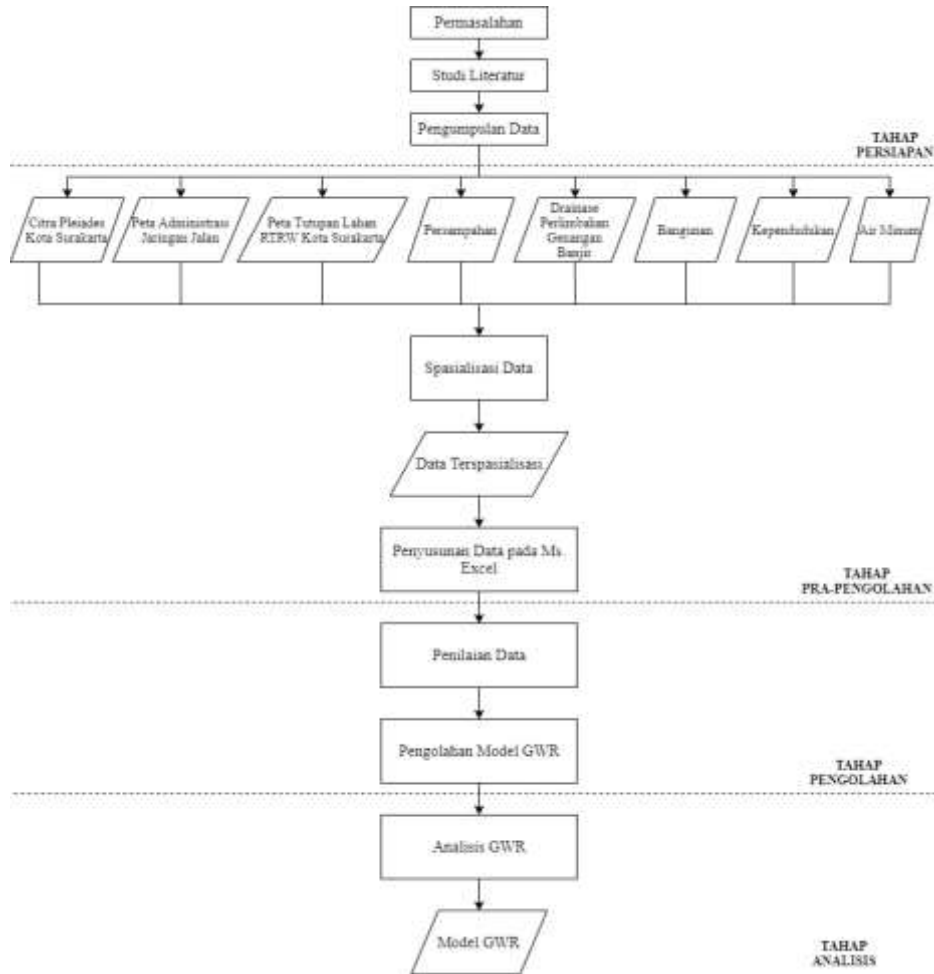
$$F_1 = \frac{RSS(H_1)/df_1}{RSS(H_0)/df_2} \dots\dots\dots(11)$$

jika $F_1 > F_{\alpha; df1; df2}$ maka tidak ada perbedaan signifikan antara model regresi global dan GWR.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pra-pengolahan data, tahap pengolahan data dan tahap analisis. Tahapan yang terdapat pada penelitian tingkat kemukiman pada permukiman di Kota Surakarta ini dapat dilihat pada diagram alir. Diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari berbagai instansi terkait yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Penelitian

DATA	RINCIAN DATA	SUMBER
Citra Satelit	Citra Satelit Pleiades	BIG
Administrasi Kota	Batas Administrasi hingga cakupan Kelurahan Tata guna lahan Peta RTRW	BAPPEDA
Kependudukan	Jumlah Penduduk Jumlah KK	BPS
Bangunan	Shapefile bangunan dan penggunaannya Jumlah bangunan temporer	Dinas PERUM PERKIM
Jalan	Shapefile jaringan jalan Data nama, panjang dan lebar jalan Data kondisi jalan kota	Dinas Binamarga PUPR
Saluran Drainase	Peta genangan dan banjir Masterplan dan Kondisi saluran drainase	Dinas SDA PUPR
Air Bersih	Jumlah masyarakat terlayani air bersih yang layak	RISPAM
Perlimbahan	Akses pengelolaan air limbah <i>off-site</i> dan <i>on-site</i>	DLH dan DKP
Persampahan	Lokasi TPS dan TPA	

III.3 Penilaian Permukiman Kumuh

III.3.1 Perhitungan indeks kumuh

Sebelum memodelkan tingkat kekumuhan pada setiap Kelurahan di Kota Surakarta, perlu dihitung nilai indeks dari setiap parameter yang digunakan. Hasil perhitungan di bentuk presentase yang kemudian akan diberikan bobot 5,3 dan 1 sesuai dengan aturan yang ada pada PERDA Kota Surakarta Nomor 2 tahun 2016 pada masing-masing daerah pengamatan.

III.3.2 Klasifikasi

Pengkelasan tingkat kekumuhan menggunakan metode *scoring* yang dilakukan dengan mencari rentang kelas dari nilai maksimal dan nilai minimalnya sehingga dihasilkan kelas pada Tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi Tingkat Kekumuhan

NILAI	KELAS
0-15	Tidak Kumuh
16-36	Kumuh Ringan
37-56	Kumuh Sedang
57-80	Kumuh Berat

III.4 Pengolahan GWR
III.4.1 Estimasi Parameter

Melakukan analisis deskriptif sebelum melakukan regresi global, melalui analisis deskriptif ini dapat ditentukan secara garis besar bahwa data-data variabel yang digunakan memiliki variansi yang tinggi. Selanjutnya, pengolahan GWR4 akan menghasilkan nilai perhitungan regresi global dengan OLR untuk mengetahui nilai hubungan antar variabel. Model OLR ini ditandai dengan jarak radius bobot (*bandwidth*) bernilai 0 (nol), sehingga diketahui model dipengaruhi oleh jarak atau tidak.

Model GWR merupakan model yang terbobot, maka perlu ditentukan bobotnya dari fungsi kernel. Pada tahap ini dilakukan pengolahan berulang-ulang dengan menggunakan fungsi kernel *adaptive bi-square* dan *adaptive gaussian*. Berdasarkan nilai pengolahan dengan fungsi pembobot *adaptive bi-square* dan *adaptive gaussian* baik menggunakan kriteria AICc, AIC, BIC dan CV. Pada penelitian ini menggunakan fungsi kernel *adaptive bi-square* dengan interval *bandwidth* (1-51) dan kriteria AIC. *Bandwidth* yang optimum akan memiliki nilai AIC yang minimum. Hasil pemilihan pada Tabel 3.

Tabel 3 Pemilihan *Bandwidth* Optimal

Fungsi Kernel	Kriteria	BO	AIC	BIC	CV
<i>Adaptive bi-square</i>	AICc	51	286,4	334,4	42,0
	AIC	26	194,5	283,6	92173,1
	BIC/MDL	26	194,5	283,6	92173,1
	CV	46	286,5	334,9	36,6
<i>Adaptive Gaussian</i>	AICc	51	285,9	322,5	39,94
	AIC	8	266,3	347,1	2736,7
	BIC/MDL	51	285,9	322,5	39,9

III.4.2 Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan untuk menguji signifikansi dari faktor geografis yang merupakan inti dari model GWR. Pengujian ini dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : $\beta_j(u_i, v_i) = \beta_j$ untuk setiap $j = 1, 2, \dots, k$ dan $i = 1, 2, \dots, n$ (tidak ada pengaruh faktor geografis pada model)

H_1 : minimal satu $\beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j$ untuk setiap $j = 1, 2, \dots, k$ dan $i = 1, 2, \dots, n$ (ada pengaruh faktor geografis pada model)

Dimana $df_1 = n-p-1$ dan $df_2 = n - 2\text{trace}(S) + \text{trace}(S'S)$

III.4.3 Uji parameter secara parsial

Uji signifikansi parsial dilakukan untuk mengetahui apakah masing-masing parameter memiliki kontribusi yang signifikan terhadap model pada lokasi satu dengan lokasi lainnya. Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : $\beta_j(u_i, v_j) = 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, k$ dan $i = 1, 2, \dots, n$ (parameter $\beta_j(u_i, v_j)$ tidak signifikan)

H_1 : minimal satu $\beta_j(u_i, v_j) \neq 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, k$ dan $i = 1, 2, \dots, n$ (parameter $\beta_j(u_i, v_j)$ signifikan)

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil Klasifikasi Permukiman Kumuh

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan pada setiap parameter dan lokasi penelitian akan diperoleh total nilai dari setiap parameter. Pengkelasan tingkat kekumuhan permukiman ini mengacu pada Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 2 tahun 2016 tentang permukiman kumuh. Pada penelitian yang saya lakukan hanya menggunakan 16 variabel dan pada perda menggunakan 19 variabel sehingga perlu dilakukan perhitungan panjang kelas interval yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengkelasan Tingkat Kekumuhan

NILAI	PENELITIAN	PERDA NO 2 TAHUN 2016
Nilai minimal	0	0
Nilai maksimal	80	95
Rentang Kelas	81	96
Banyak Kelas	4	4
Panjang Kelas Interval	20.25	24
PENGKLASIFIKASIAN		
kumuh ringan	16-36	19-44
kumuh sedang	37-56	45-70
kumuh berat	57-80	71-95

Klasifikasi tingkat kekumuhan berdasarkan total skor pada 51 Kelurahan yang akan dipaparkan 10 Kelurahan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kelas Kemumuhan tiap Kelurahan

KELURAHAN	TOTAL NILAI	KELAS
Banyuanyar	13	Tidak Kumuh
Gilingan	15	Tidak Kumuh
Kadipiro	15	Tidak Kumuh
Keprabon	15	Tidak Kumuh
Kestalan	16	Kumuh Ringan
Ketelan	12	Tidak Kumuh
Manahan	17	Kumuh Ringan
Mangkubumen	15	Tidak Kumuh
Nusukan	20	Kumuh Ringan
Punggawan	5	Tidak Kumuh

Berdasarkan total skor tingkat kekumuhan yang terdapat di Kota Surakarta hanya tidak kumuh dan kumuh ringan. Dominan Kelurahan diklasifikasikan sebagai tidak kumuh yaitu terdapat 38 Kelurahan dan 13 Kelurahan lainnya diklasifikasikan sebagai kumuh ringan pada Tabel 6.

Tabel 6 Kelas Kekumuhan Kelurahan di Surakarta

NO	KELAS	KELURAHAN
1	Tidak Kumuh	Banyuanyar, Gilingan, Kadipiro, Keprabon, Ketelan, Mangkubumen, Punggawan, Setabelan, Sumber, Timuran, Jagalan, Jebres, Kepatihan Wetan, Mojosongo, Pucangsawit, Purwodiningratan, Sudiroprajan, Tegalarjo, Bumi, Jajar, Karangasem, Laweyan, Pajang, Penularan, Penumpang, Purwosari, Sondakan, Sriwedari, Gajahan, Joyosuran, Kampung Baru, Kauman, Kedung Lumbu, Pasar Kliwon, Sangkrah, Semanggi, Danukusuman, Jayengan
2.	Kumuh Ringan	Kestalan, Manahan, Nusukan, Gandekan, Kepatihan Kulon, Sewu, Kerten, Baluwarti, Joyotakan, Kemlayan, Kratonan, Serengan, Tipes

Klasifikasi tingkat kekumuhan yang terdapat pada tiap Kelurahan di Kota Surakarta dapat divisualisasikan menggunakan perangkat lunak ArcGIS yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Visualisasi Tingkat Kekumuhan

IV.2 Hasil Pemodelan GWR

IV.2.1 Deskripsi variabel

Variabel yang digunakan untuk pengolahan GWR pada perangkat lunak GWR4 pada Tabel 7.

Tabel 7 Variabel Terikat dan Variabel Bebas

Variabel	satuan
Y	Total Skor Kekumuhan
X1	Ketersesuaian Terhadap Tata Ruang
X2	Kepadatan Bangunan
X3	Kondisi Bangunan Temporer
X4	Ketidakteraturan Bangunan
X5	Kepadatan Penduduk
X6	Cakupan Pelayanan Jalan Lingkungan
X7	Kualitas Permukaan Jalan Lingkungan
X8	Ketidakkemampuan Mengalirkan Air
X9	Ketersediaan Saluran Drainase
X10	Kualitas Saluran Drainase
X11	Ketersediaan Akses Aman Air Bersih
X12	Tidak Terpenuhinya Kebutuhan Minimal
X13	Sistem Pengelolaan Perlimbahan
X14	Sarana Prasarana Pengelolaan Limbah
X15	Sarana Prasarana Sistem Persampahan
X16	Sistem Pengelolaan Persampahan

Variabel terikat (Y) dan variabel bebas (X1 hingga X16) disusun dalam satu excel menggunakan format .csv bersama dengan titik koordinat dari setiap Kelurahan. Titik koordinat yang dimasukkan dalam bentuk *decimal degree* yang dibentuk dari penentuan *centroid* dari setiap area Kelurahan di Kota Surakarta.

IV.2.2 Analisis Regresi Global

Nilai regresi global diperoleh dari pengolahan menggunakan perangkat lunak GWR4, sebagai berikut:

- Estimasi Model Regresi Global

$$\hat{y} = 13,297648 + 0,343416X_1 - 0,122036X_2 - 1,468433X_3 + 1,27343X_4 + 3,588743X_5 - 2,442276X_6 + 0,421756X_7 + 0,099264X_8 - 4,22785X_9 + 0,286486X_{10} - 0,368304X_{11} - 1,633915X_{12} + 2,710781X_{13} + 2,322562X_{14} - 1,083439X_{15} - 0,518188X_{16}$$

- Uji Signifikansi Secara Parsial (Uji t)

Uji t juga dilakukan pada regresi global guna mengetahui variabel bebas apa saja yang

mempengaruhi permukaan kumuh $|t_{hitung}| \geq t_{(0,025;34)} = 2,0324$, hasil dapat dilihat pada Tabel IV-4. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa variabel kepadatan penduduk (X5) dan variabel ketersediaan saluran drainase (X9) terdapat pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya permukaan kumuh yang ada di Kota Surakarta.

Tabel 8 Uji Signifikansi Parsial Regresi Global

VARIABEL BEBAS	Ttabel	Thitung	KESIMPULAN
X1	2,0324	0,247053	Tidak Signifikan
X2	2,0324	0,219272	Tidak Signifikan
X3	2,0324	-1,461232	Tidak Signifikan
X4	2,0324	0,909314	Tidak Signifikan
X5	2,0324	2,094441	Signifikan
X6	2,0324	-1,103402	Tidak Signifikan
X7	2,0324	0,193655	Tidak Signifikan
X8	2,0324	0,154375	Tidak Signifikan
X9	2,0324	-2,843695	Signifikan
X10	2,0324	0,532624	Tidak Signifikan
X11	2,0324	-0,325789	Tidak Signifikan
X12	2,0324	-1,495287	Tidak Signifikan
X13	2,0324	1,409085	Tidak Signifikan
X14	2,0324	1,334208	Tidak Signifikan
X15	2,0324	-1,443030	Tidak Signifikan
X16	2,0324	-0,481274	Tidak Signifikan

IV.2.3 Analisis GWR

Estimasi model GWR dilakukan dengan perangkat lunak GWR4. Sebelum mengestimasi model, perlu menentukan nilai *bandwidth* paling optimal dengan melakukan pengolahan berulang-ulang dengan berbagai tipe pembobot dan kriteria yang digunakan namun masih menggunakan nilai interval *bandwidth* (1-51) dimana angka 51 diasumsikan sebagai nilai maksimal *bandwidth* yang mengacu pada 51 Kelurahan yang digunakan dalam penelitian ini. Penentuan *bandwidth* optimal dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Pemilihan *bandwidth* optimal

Fungsi Kernel	Kriteria	BO	AIC	BIC	CV
Adaptive bi-square	AICc	51	286,4	334,4	42,0
	AIC	26	194,5	283,6	92173,1
	BIC/MDL	26	194,5	283,6	92173,1
	CV	46	286,5	334,9	36,6
Adaptive Gaussian	AICc	51	285,9	322,5	39,94
	AIC	8	266,3	347,1	2736,7
	BIC/MDL	51	285,9	322,5	39,9

Model GWR yang paling baik dapat dilihat ketika telah melakukan pengolahan berkali-kali yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Pemilihan Model GWR terbaik

Fungsi Kernel	Kriteria	F	AIC	R ²	SSE
Adaptive bi-square	AICc	1,2	286,4	0,59	308,2
	AIC	2,3	194,5	0,97	22,1
	BIC/MDL	2,3	194,5	0,97	22,1
	CV	1,2	286,5	0,59	308,1
Adaptive Gaussian	AICc	1,3	285,9	0,48	387,0
	AIC	0,8	266,3	0,85	107,1
	BIC/MDL	1,3	285,9	0,48	387,0

Berdasarkan Tabel 9 dan Tabel 10 dapat ditentukan bahwa nilai pengolahan GWR menggunakan perangkat lunak GWR4 yang paling baik adalah pengolahan GWR dengan menggunakan fungsi kernel *adaptive bi-square* dengan interval *bandwidth* 1 (1-51) menggunakan kriteria AIC. *Bandwidth* optimal akan menghasilkan nilai AIC yang minimum, dapat diketahui pula *bandwidth* optimum pada fungsi ini adalah 26. Pemilihan model terbaik dapat dilihat dari nilai AIC, koefisien determinan (R^2) dan nilai *Sum of Square Error* (SSE). Model yang baik akan memiliki nilai AIC dan SSE yang paling minimum dari berbagai model GWR yang lain dan nilai koefisien determinasi yang baik adalah nilai yang mendekati satu. Nilai koefisien determinasi yang mendekati 1 menandakan bahwa model yang terbentuk dapat menggambarkan kondisi ketergantungan antar variabel terikat dan bebasnya. $R^2 = 0,971$ menandakan bahwa 97% variabel bebas dapat mewakili variabel terikatnya. Selanjutnya akan diperoleh nilai estimasi parameter yang ditunjukkan pada Tabel 11 hingga Tabel 13.

Tabel 11 Estimasi Parameter X1- X5

Kelurahan	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
Banyuwanyar	-29,4	1,1	-9,7	-3,4	14,1	8,3
Gilangan	305,9	-6,2	2,4	9,1	-11,4	30,0
Kadipiro	-30,6	1,1	-9,9	-3,4	14,1	8,2
Keprabon	47,0	-7,3	4,3	13,9	-0,2	7,5
Kestalan	241,0	-11,1	3,9	13,7	-11,5	10,1
Ketelan	23,0	14,5	5,2	12,1	-21,8	7,8

Tabel 12 Estimasi Parameter X6-X10

Kelurahan	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}
Banyuwanyar	-107,8	-121,2	-3,6	-27,4	-0,8
Gilangan	-11,5	-14,0	-0,5	1137,8	-1,2
Kadipiro	-109,7	-123,4	-3,6	-29,7	-0,8
Keprabon	36,4	82,8	-3,9	5,4	-3,0
Kestalan	-10,4	89,5	-2,1	787,1	-1,8
Ketelan	90,9	20,7	-26,4	1,2	1,1

Tabel 13 Estimasi Parameter X11-X16

Kelurahan	β_{11}	β_{12}	β_{13}	β_{14}	β_{15}
Banyuwanyar	-8,6	-6,1	6,9	3,4	3,2
Gilangan	-3,4	3,4	5,5	1,5	5,5
Kadipiro	-8,7	-6,1	7,2	3,5	3,2
Keprabon	-13,4	1,6	-2,2	12,0	8,3
Kestalan	-8,2	0,6	14,2	9,8	3,9
Ketelan	9,3	-3,9	-15,6	12,5	-1,7

Menggunakan nilai estimasi parameter pada Kelurahan Gandekan sebagai Kelurahan yang memiliki nilai Kekumuhan tertinggi, sebagai berikut $\hat{y} = 20,6087 - 2,1764X_1 + 3,3434X_2 + 6,3480X_3 - 0,5878X_4 + 8,6046X_5 + 31,6313X_6 + 8,8370X_7 - 3,5261X_8 - 7,1611X_9 - 1,3670X_{10} - 7,9640X_{11} - 2,3879X_{12} + 0,6084X_{13} + 8,9838X_{14} + 1,6261X_{15} + 0,6819X_{16}$

Uji ketersesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan untuk menguji signifikansi dari regresi global dan model GWR. Kesimpulan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Tabel ANOVA

Sumber Keragaman	SS	Df	MS	F ₁	F _{tabel}
Global Residuals	412,935	34,00			
GWR Improvement	390,755	30,007	13,022		
GWR Residuals	22,181	3,993	5,555	2,0079	5,738

Berdasarkan tabel 14, didapatkan bahwa $F_1 = 2,007923 < F_{(0,05;34;4)} = 5,738$, maka uji menyatakan menerima H_0 dimana tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWR dengan regresi global. Uji signifikansi parsial Kelurahan Gandekan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Uji signifikansi parsial Model GWR

VARIABEL BEBAS	T _{hitung}	KESIMPULAN
X1	-0,456	Tidak Signifikan
X2	2,24071	Signifikan
X3	1,18138	Tidak Signifikan
X4	-0,23315	Tidak Signifikan
X5	1,177722	Tidak Signifikan
X6	2,15696	Signifikan
X7	1,69463	Tidak Signifikan
X8	-1,2563	Tidak Signifikan
X9	-1,8686	Tidak Signifikan
X10	-1,4455	Tidak Signifikan
X11	-2,7473	Signifikan
X12	-1,1929	Tidak Signifikan
X13	0,1251	Tidak Signifikan
X14	2,71907	Signifikan
X15	0,74029	Tidak Signifikan
X16	0,41272	Tidak Signifikan

Uji heterogenitas spasial digunakan untuk menunjukkan bahwa variabel bebas secara signifikan memiliki heterogenitas spasial secara lokal jika nilai dari *DIFF of criterion* bernilai negatif (-) yang dapat ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Uji heterogenitas spasial model GWR

VARIABEL	F	DOF for F test	DIFF of Criterion	Kesimpulan	
X1	7,3	0,6	5,8	-28,7	Signifikan
X2	72,7	0,5	5,8	-100,0	Signifikan
X3	123,1	0,8	5,8	-147,3	Signifikan
X4	24,8	1,1	5,8	-86,7	Signifikan
X5	50,8	1,0	5,8	-114,6	Signifikan
X6	54,8	0,9	5,8	-114,6	Signifikan
X7	30,0	0,9	5,8	-90,0	Signifikan
X8	13,3	1,2	5,8	-64,8	Signifikan
X9	19,5	0,9	5,8	-70,0	Signifikan
X10	2,5	1,0	5,8	-16,6	Signifikan
X11	15,4	1,1	5,8	-68,6	Signifikan
X12	4,5	1,5	5,8	-36,8	Signifikan
X13	48,4	1,0	5,8	-112,5	Signifikan
X14	7,6	0,9	5,8	-39,9	Signifikan
X15	29,0	1,3	5,8	-100,2	Signifikan
X16	3,4	0,5	5,8	-13,8	Signifikan

Tabel 17 Perbandingan Model Regresi Global dan Model GWR

Model	Regresi Global	GWR
Statistik Uji		
Uji signifikansi keseluruhan	Tidak Signifikan	Tidak Signifikan
	X_5, X_9	

Model	Regresi Global	GWR
Statistik Uji		
Uji signifikansi parsial	berpengaruh signifikan	X_2, X_6, X_{11}, X_{14} Berpengaruh signifikan
Uji kesesuaian model	-	Tidak Signifikan Perbedaan dengan Regresi Global
AIC	251,396460	194,527005
RSS	412,93297	22,180616
R ²	0,451599	0,970543
Adjusted R ²	0,169089	0,507940

Berdasarkan Tabel 17, dapat dilihat bahwa model GWR lebih baik dibanding model regresi global dimana nilai R² yang ditunjukkan oleh model GWR lebih besar dan mendekati 1, nilai RSS lebih kecil dari nilai RSS model regresi global dan nilai AIC yang dihasilkan lebih kecil dari regresi global. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model GWR lebih dapat memodelkan permukiman kumuh menggunakan 16 variabel bebas yang telah dipilih.

IV.3 Interpretasi Model

Model ini menggunakan nilai estimasi parameter yang dihasilkan pada setiap lokasi artinya setiap kenaikan/penurunan 1 variabel bebas tersebut akan mempengaruhi naik/turunnya sebesar estimasi terhadap terjadinya permukiman kumuh.

Parameter yang paling mempengaruhi pada tiap Kelurahan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 Parameter Berpengaruh tiap Kelurahan

No	Variabel Bebas	Signifikan pada
X1	Ketersesuaian Terhadap Tata Ruang	8 Kelurahan
X2	Kepadatan Bangunan	23 Kelurahan
X3	Kondisi Bangunan Temporer	16 Kelurahan
X4	Ketidakteraturan Bangunan	16 Kelurahan
X5	Kepadatan Penduduk	12 Kelurahan
X6	Cakupan Pelayanan Jalan Lingkungan	26 Kelurahan
X7	Kualitas Permukaan Jalan Lingkungan	21 Kelurahan
X8	Ketidakmampuan Mengalirkan Air	12 Kelurahan
X9	Ketersediaan Saluran Drainase	17 Kelurahan
X10	Kualitas Saluran Drainase	8 Kelurahan
X11	Ketersediaan Akses Aman Air Bersih	15 Kelurahan
X12	Tidak Terpenuhinya Kebutuhan Air Minimal (60 Liter/Hari/Orang)	18 Kelurahan
X13	Sistem Pengelolaan Perlimbahan	18 Kelurahan
X14	Sarana Prasarana Pengelolaan Perlimbahan	19 Kelurahan
X15	Sarana Prasarana Sistem Persampahan	16 Kelurahan
X16	Sistem Pengelolaan Persampahan	4 Kelurahan

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan terhadap 16 indikator permukiman kumuh, permukiman kumuh di Kota Surakarta dapat diklasifikasikan menjadi 2 kelas yaitu tidak kumuh dan kumuh ringan dengan rentang nilai pada klasifikasi tidak kumuh 5 hingga 15 serta 16 hingga 22 untuk klasifikasi kumuh ringan. Kota Surakarta memiliki 38 Kelurahan yang masuk pada klasifikasi tidak kumuh meliputi Kelurahan Banyuwangi, Gilingan, Kadipiro, Keprabon, Ketelan, Mangkubumen, Punggawan, Setabelan, Sumber, Timuran, Jagalan, Jebres, Kepatihan Wetan, Mojosongo, Pucangsawit, Purwodiningratan, Sudiroprajan, Tegalharjo, Bumi, Jajar, Karangasem, Laweyan, Pajang, Penularan, Penumping, Purwosari, Sondakan, Sriwedari, Gajahan, Joyosuran, Kampung Baru, Kauman, Kedung Lumbu, Pasar Kliwon, Sangkrah, Semanggi, Danukusuman dan Jayengan. Kota Surakarta juga memiliki 13 Kelurahan yang masuk pada klasifikasi kumuh ringan meliputi Kelurahan Kestalan, Manahan, Nusukan, Gandekan, Kepatihan Kulon, Sewu, Kerten, Baluwarti, Joyotakan, Kemlayan, Kratonan, Serengan dan Tipes.

- Model GWR dipilih sebagai model yang dianggap lebih baik dari model regresi global karena memiliki nilai AIC yang lebih kecil, RSS yang lebih kecil dan nilai koefisien determinasi (R² dan adj_R²) nilai R² sebesar 0,970543, adj_R² 0,507940 yang menunjukkan bahwa variabel terikat mampu dijelaskan sebanyak 97% oleh variabel bebasnya pada model. Berdasarkan nilai estimasi parameter pada Kelurahan Gandekan yang memiliki nilai kekumuhan paling besar diperoleh persamaan model GWR sebagai berikut:

$$\hat{y} = 20,6087 - 2,1764X_1 + 3,3434X_2 + 6,3480X_3 - 0,5878X_4 + 8,6046X_5 + 31,6313X_6 + 8,8370X_7 - 3,5261X_8 - 7,1611X_9 - 1,3670X_{10} - 7,9640X_{11} - 2,3879X_{12} + 0,6084X_{13} + 8,9838X_{14} + 1,6261X_{15} + 0,6819X_{16}$$

Berdasarkan model ini dapat dilihat bahwa setiap penurunan X1 akan menurunkan 2,1764 terjadinya permukiman kumuh, setiap kenaikan X2 akan menaikkan 3,3434 terjadinya permukiman kumuh dan seterusnya.

- Model GWR yang telah terbentuk akan memiliki nilai t_{hitung} pada setiap variabel pada tiap lokasi penelitiannya, variabel

yang signifikan berpengaruh terhadap terjadinya permukiman kumuh di tiap Kelurahan di lihat dari nilai $|t_{hitung}| > t_{(0,025;34)}$ dengan tingkat signifikansi 5% dimana $t_{(0,025;34)} = 2,0324$ menunjukkan indikator yang paling berpengaruh dan sering muncul adalah variabel cakupan jalan lingkungan (X6) dimana berpengaruh pada 26 Kelurahan yang ada di Kota Surakarta dan variabel kepadatan bangunan (X2) cukup berpengaruh dikarenakan berpengaruh secara signifikan pada 23 Kelurahan yang ada di Kota Surakarta. Variabel sistem pengelolaan sistem persampahan (X16) merupakan variabel yang hanya mempengaruhi 4 Kelurahan di Kota Surakarta.

V.2 Saran

Beberapa saran atau masukan yang dapat penulis rekomendasikan dalam penelitian yang berkaitan dengan tingkat kekumuhan menggunakan metode GWR untuk mendapatkan hasil yang lebih baik adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan model GWR semakin banyak variabel yang digunakan maka model akan semakin baik, maka dalam penggunaan variabel bebas diusahakan banyak agar model dapat menggambarkan hubungan variabel bebas dan terikatnya semakin baik.
2. Penggunaan data pada setiap variabel yang digunakan sebaiknya dengan standar tahun yang sama agar model yang dihasilkan akurat.
3. Pengambilan data parameter indikator tingkat kekumuhan permukiman sebaiknya pada tahun yang sama saat melakukan penelitian.
4. Membandingkan model GWR sebaiknya dengan metode GWR yang lain agar dapat ditemukan model terbaik karena memiliki persamaan regresi linier yang bersifat lokal.
5. Penelitian selanjutnya sebaiknya dalam cakupan RT atau RW agar keberagaman tingkat kumuh lebih bisa terlihat dan data tidak terlalu global.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2019. "Kota Surakarta Dalam Angka." *Kota Surakarta Dalam Angka Tahun 2019*, November.
- Budiharjo, Eko. 1991. *Fenomena Metropolis : Kepadatan Bangunan Tinggi*. Jakarta: IMA Universitas Taruma Negara.
- Fotheringham, A. S., Charlton, M., Harris, P., & Lu, B. 2014. Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: a case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(4), 660–681.
<https://doi.org/10.1080/13658816.2013.865739>
- Hasan, Iqbal. 2005. *Pokok-Pokok Materi Statistik (Statistik Deskriptif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman
- Surakarta. SK Walikota Surakarta Nomor 413.21/38.3/1/2016 tentang Penetapan Lokasi Kawasan Lingkungan Perumahan Dan Permukiman Kumuh Di Kota Surakarta
- Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.