

ANALISIS KERENTANAN SOSIAL DAN PENGARUHNYA TERHADAP MASALAH SOSIAL DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* (GWR) (STUDI KASUS:KOTA SEMARANG)

Ilmawan Muhammad Hida*), Abdi Sukmono, Hana Sugiastu Firdaus

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

ABSTRAK

Kota Semarang merupakan Ibu Kota Jawa Tengah dengan jumlah penduduk yang tinggi. Berdasarkan data BPS Jawa Tengah sebanyak 1.757.686 jiwa berada di Kota Semarang. Hal ini mempengaruhi banyaknya permasalahan sosial yang terjadi seperti kemiskinan dan kriminalitas dimana pada tahun 2018, sebanyak 73.600 jiwa masyarakat Kota Semarang masuk sebagai keluarga pra sejahtera. Kasus kriminalitas juga tinggi dengan jumlah 1.309 kasus, dengan hanya 40-50 persen diantaranya yang dapat terselesaikan. Kajian mengenai penentuan nilai kerentanan sosial diperlukan untuk mengetahui tingkat kerentanan suatu daerah dan pengaruhnya terhadap permasalahan sosial. Metode yang dapat digunakan yaitu *Social Vulnerability Index* (SVI) dan *Geographically Weighted Regression* (GWR). *Social Vulnerability Index* (SVI) dapat digunakan untuk memetakan kerentanan sosial, menggunakan faktor-faktor internal masyarakat. Pengaruh kerentanan sosial dengan permasalahan sosial dapat dimodelkan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR). Metode GWR menggunakan pembobotan spasial untuk menghilangkan efek heterogenitas spasial dalam analisis data geostatistik. Penelitian ini memodelkan hubungan antara kriminalitas dan kemiskinan sebagai variabel terikat dengan faktor kerentanan sebagai variabel bebas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Kota Semarang dapat diklasifikasikan menjadi empat kelas kerentanan yaitu tidak rentan, normal, rentan, dan sangat rentan dimana pada tahun 2015 Kecamatan Genuk, Gunungpati, Ngaliyan, Pedurungan, Tugu masuk kelas tidak rentan dan Semarang Timur masuk kelas sangat rentan. Banyumanik, Genuk, Ngaliyan, Pedurungan, Tembalang, dan Tugu pada tahun 2018 masuk kelas tidak rentan dan Candisari, Semarang Timur masuk kelas sangat rentan. Selain itu pola kerentanan berpola mengelompok dari kecamatan dengan kerentanan tinggi di pusat kota pada tahun 2015 (*Moran's I* = 0,534) dan semakin menyebar ke arah timur kota pada tahun 2018 (*Moran's I* = 0,323). Model GWR dalam pemodelan terhadap permasalahan sosial dapat digunakan, dimana model ini memiliki nilai determinasi lebih tinggi ($R^2 = 0,326$) dan RSS lebih rendah (15,733) dari model global, dengan variabel yang signifikan hanya pada faktor kepadatan penduduk dengan nilai $t_{hitung} = 2,065 \geq t_{0,025; 25,452} = 2,059$. Pemodelan ini diharapkan dapat membantu dalam menekan tingkat kerentanan sosial dalam masyarakat.

Kata Kunci : GWR, Kemiskinan, Kerentanan Sosial, Kriminalitas, SVI.

ABSTRACT

*Semarang City is a capital of Central Java with a high population. Based on data from BPS Central Java about 1,757,686 people are in Semarang. This affects the number of social problems that occur such as poverty and crime, where in 2018, 73,600 people was a poor family. Crime cases were also high with 1,309 cases, where only 40-50 percent of them could be resolved. Studies on determining the value of social vulnerability are needed to determine the level of vulnerability of an area and its influence on social problems. The methods that can be used are Social Vulnerability Index (SVI) and Geographically Weighted Regression (GWR). Social Vulnerability Index (SVI) can be used to map social vulnerability, using internal factors of the community. The effect of social vulnerability to social problems 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 crime and poverty as a dependent variable with vulnerability as an independent variable. The results of this study prove that social vulnerability in Semarang City can be classified as a not vulnerable, normal, vulnerable, and very vulnerable class where in 2015 Genuk, Gunungpati, Ngaliyan, Pedurungan, Tugu belonged to not vulnerable class and East Semarang very vulnerable class. Banyumanik, Genuk, Ngaliyan, Pedurungan, Tembalang, and Tugu in 2018 belonged to vulnerable class and Candisari, East Semarang belonged to very vulnerable class. In addition, the pattern of vulnerability is clustered from districts with high vulnerability in the center of the city in 2015 (*Moran's I* = 0.534) and increasingly spread towards the east of the city in 2018 (*Moran's I* = 0.323). GWR model in modeling of social problems can be used, where this model has a higher determination value ($R^2 = 0.326$) and RSS (15.733) lower than the global model, with significant variables only on the population density factor with $t_{count} = 2.065 \geq t_{0,025; 25,452} = 2,059$. This modeling is expected to help in reducing the level of social vulnerability in society.*

Keywords: GWR, Crime, Poverty, Social Vulnerability, SVI.

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kota Semarang merupakan salah satu kota yang berpengaruh dalam perkembangan penduduk di Indonesia dengan jumlah penduduk sebanyak 1.757.686 jiwa (BPS Provinsi Jawa Tengah, 2018). Sebagai pusat kota di Jawa Tengah dan dengan jumlah penduduk terbanyak, berpengaruh terhadap kerentanan sosial dan timbulnya masalah sosial seperti kemiskinan dan kriminalitas yang tinggi. Tercatat pada tahun 2018, sebanyak 73.600 jiwa masyarakat Kota Semarang masuk sebagai keluarga pra sejahtera. Sementara 1.309 kasus kriminalitas terjadi dimana hanya 40-50 persen dari kasus yang terselesaikan (BPS Kota Semarang, 2018). Pentingnya kajian mengenai kerentanan sosial perlu dilakukan dalam upaya penanggulangan risiko bencana akibat permasalahan sosial yang terjadi, seperti dimensi serta faktor-faktor kerentanan sosial itu sendiri.

Kerentanan sosial merupakan salah satu dimensi kerentanan yang perlu diperhatikan. Kerentanan sosial berpengaruh terhadap dampak dari resiko akibat adanya permasalahan sosial seperti kriminalitas dan kemiskinan. Semakin rentan kondisi sosial masyarakat, semakin besar dampak yang diberikan oleh permasalahan sosial baik kemiskinan atau kriminalitas. Maka dari itu, diperlukan metode dalam mengukur dan memodelkan kerentanan sosial suatu wilayah dengan faktor-faktor yang telah ditentukan. Salah satu metode tersebut adalah *Social Vulnerability Index* (SVI).

Social Vulnerability Index (SVI) mampu mengkalkulasi indeks kerentanan masing-masing wilayah pengamatan dengan menormalisasi parameter-parameter kerentanan sosial dan menghitung rerata dari total nilainya kemudian mengklasifikasikan kedalam kelas tertentu untuk menunjukkan nilai tingkat kerentanan sosial suatu wilayah.

Model hubungan antara faktor-faktor kerentanan terhadap permasalahan sosial dapat dilakukan dengan pengamatan simulatan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). GWR merupakan bentuk lokal dari regresi linier dan merupakan salah satu metode spasial yang menggunakan faktor geografis sebagai variabel bebas yang dapat mempengaruhi variabel respon. Apabila hubungan antara keduanya dapat dimodelkan, diharapkan pemerintah dan instansi yang berwenang dapat segera mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi risiko bencana dengan menekan nilai kerentanan sosial suatu wilayah.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengklasifikasian kerentanan sosial Kota Semarang tahun 2015 dan 2018 menggunakan metode SVI?
2. Bagaimana perubahan pola kerentanan sosial Kota Semarang tahun 2015 dan tahun 2018?
3. Bagaimana model parameter kerentanan sosial terhadap permasalahan sosial dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR)?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui klasifikasi kerentanan sosial Kota Semarang tahun 2015 dan 2018 menggunakan metode SVI.
2. Mengetahui perubahan pola kerentanan sosial Kota Semarang tahun 2015 dan tahun 2018.
3. Mengetahui model yang dihasilkan dari hubungan antara parameter kerentanan sosial terhadap permasalahan sosial dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR).

I.4 Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Daerah penelitian tugas akhir ini adalah wilayah administrasi Kota Semarang.
2. Metode yang digunakan adalah *Social Vulnerability Index* (SVI) untuk pengklasifikasian kerentanan sosial dan *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk pemodelan kerentanan sosial terhadap permasalahan sosial.
3. Variabel terikat (Y) adalah permasalahan sosial kemiskinan dan kriminalitas.
4. Variabel bebas adalah parameter kerentanan yaitu kepadatan penduduk (X_1), rasio jenis kelamin (X_2), angka ketergantungan hidup (X_3), rasio jumlah pengangguran (X_4), dan rata-rata lama sekolah (X_5).
5. Data kriminalitas yang digunakan adalah pencurian, perampokan, pembunuhan, dan kekerasan.
6. Penentuan titik pusat massa setiap kecamatan dilakukan dengan metode *kernel density*.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Kerentanan Sosial

Dimensi kerentanan umumnya dikenal dari dimensi biofisik dan sosial (Adger dkk., 2004). Dimensi

kerentanan biofisik adalah fungsi dari peluang terjadinya risiko bencana sedangkan kerentanan sosial bukan menjadi pemicu utama terjadinya risiko bencana. Berdasarkan konsep dari dimensi kerentanan dapat diartikan bahwa kerentanan sosial sebenarnya adalah turunan dari kerentanan biofisik yang berasal dari faktor internal masyarakatnya contohnya status sosial ekonomi, komposisi masyarakat, dan ras.

Meski kerentanan sosial sulit diukur dan bersifat dinamis, masih banyak jalan yang dapat dilakukan dalam menganalisis kerentanan suatu kelompok masyarakat dalam suatu daerah tertentu. Pengumpulan *historical data*, penggunaan analisis regresi, serta pemodelan dengan SIG menjadi alternatif dalam penentuan kerentanan sosial (Ye dkk., 2017).

II.2 Permasalahan Sosial

Setiap individu dalam masyarakat, kodratnya memiliki perbedaan karakteristik masing-masing yang dipengaruhi tingkat wawasan, suku, bahasa, dan status sosialnya. Perbedaan ini berisiko menimbulkan persaingan untuk memperoleh tujuan yang sama yang mampu menimbulkan permasalahan-permasalahan sosial dalam masyarakat. Salah satu permasalahan sosial yang banyak terjadi di negara berkembang seperti Indonesia adalah masalah kemiskinan dan kriminalitas.

Kriminalitas merupakan segala hal yang berkaitan dengan kejahatan dan melanggar hukum. Banyak bentuk-bentuk kriminalitas yang terjadi di Indonesia diantaranya pencurian, perampokan, pembunuhan, dan kekerasan. Kemiskinan di perkotaan sendiri diakibatkan urbanisasi yang tak terbendung dan tidak sejalan dengan meningkatnya jumlah lapangan pekerjaan menyebabkan masyarakat dengan kemampuan rendah menjadi miskin (Swastika dan Supriyatna, 2016).

II.3 Social Vulnerability Index (SVI)

Berbagai macam metode dalam memodelkan kerentanan sosial telah dikembangkan, salah satunya adalah model *Social Vulnerability Index* (SVI). SVI merupakan model penilaian terhadap faktor-faktor yang mampu mempengaruhi kerentanan sosial di satu wilayah lokal tertentu. Banyak sekali faktor kerentanan yang berpotensi mempengaruhi kerentanan sosial suatu kelompok masyarakat. Pada penelitiannya, (Cutter dan Finch, 2008) di Amerika, terdapat sekitar 11 faktor yang dapat dijadikan indeks dalam kerentanan sosial.

Langkah pertama dalam menghitung indeks kerentanan sosial adalah menormalisasi data lapangan dengan persamaan (1).

$$Z_{ij} = \frac{(x_{ij}-M_j)}{SD_j} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Z_{ij} : Nilai normalisasi faktor (j) pada area (i)
- X_{ij} : Nilai faktor kerentanan sosial (j) pada area (i)
- M_j : Nilai rata-rata faktor kerentanan sosial (j)
- SD_j: Simpangan Baku faktor kerentanan sosial (j)
- i : Area penilaian
- j : Faktor kerentanan sosial

kemudian nilai normalisasi dapat dihitung indeksnya untuk seluruh wilayah penelitian dengan persamaan (2).

$$SVI_i = \frac{\sum_{j=1}^N Z_{ij}}{N} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- SVI_i : *Social Vulnerability Index* pada area penilaian
- Z_{ij} : Nilai normalisasi faktor (j) pada area (i)
- N : jumlah faktor kerentanan sosial

Pengklasifikasian ditentukan dengan standar deviasi dari rata-rata masing-masing indeks (Cutter dan Finch, 2008).

II.4 Regresi Global

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). Adapun variabel terikat dapat dihubungkan dengan sebanyak k variabel bebas dan variabel k kurang dari jumlah observasi (n). Persamaan dasarnya seperti pada persamaan (3)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1X_{i1} + \beta_2X_{i2} + \dots + \beta_kX_{ik} + \epsilon_i \dots(3)$$

Keterangan:

- Y_i : Variabel terikat pengamatan ke-i
- X_{ik} : Variabel bebas k pada pengamatan ke-i
- β : Parameter variabel

Estimasi parameter dilakukan dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS).

Pada pengujian kesesuaian 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 adalah uji signifikansi model serentak (Uji F Statistik), uji signifikansi model secara parsial (Uji Statistik t), dan koefisien determinasi (R²).

II.5 Geographically Weighted Regression (GWR)

II.5.1 Pemodelan GWR

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan sebuah metode non-stasioner yang dapat memodelkan heterogenitas hubungan keruangan (Fotheringham dkk., 2014). Dibandingkan dengan regresi global, metode GWR mampu memodelkan hubungan yang terbobot oleh komponen spasial yaitu

jarak. Efek spasial yang terjadi antar wilayah dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu *spatial dependence* dan *spatial heterogeneity* (Susanti dkk., 2016). Untuk itulah, metode GWR akan lebih akurat dalam menganalisis secara statistik hubungan spasial beberapa variabel, karena dapat mengatasi masalah keragaman spasial.

Persamaan umum GWR (Fotheringham dkk., 2002) seperti pada persamaan (4)

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_i, v_i)x_{ij} + \varepsilon_i, \dots\dots\dots(4)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

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 ke- i

p : jumlah variabel bebas

(u_i, v_i) : titik koordinat lokasi pengamatan ke- i

ε : *random error*

Daerah dengan jarak pengamatan titik- i mempunyai pengaruh yang besar terhadap estimasinya, sehingga koefisien regresi ditaksir dengan menambahkan pembobot dengan skema pembobotan fungsi kernel pada persamaan (5)

$$w_{ij} = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h_i}\right)^2\right) \dots\dots\dots(5)$$

keterangan:

w_{ij} : pembobot

d_{ij} : jarak titik pengamatan

h_i : *bandwidth*

Pada skema pembobotan persamaan (5), jarak (d) yang semakin jauh akan mendapatkan bobot semakin kecil. Penentuan *bandwidth* juga perlu dilakukan. *Bandwidth* ini diberikan untuk membatasi sejauh mana satu titik berpengaruh terhadap titik lain. Salah satu metode pemilihan *bandwidth* maksimum dengan pendekatan *Cross Validation* (CV) (6)

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$\hat{y}_{\neq i}(h)$: Prediksi y_i dengan pengamatan ke- i dikeluarkan

y_i : *fitted value* pengamatan ke- i

h_i : *bandwidth*

Bandwidth yang maksimum akan mendapatkan nilai CV yang minimum.

II.5.2 Estimasi Model

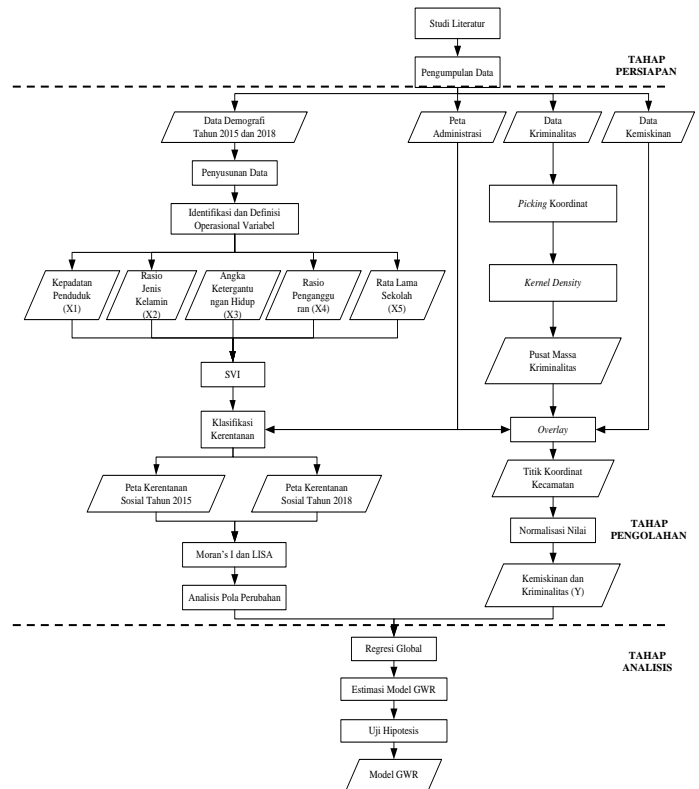
Metode penaksiran parameter pada GWR menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobotan yang berbeda pada setiap titik pengamatan (Fotheringham dkk., 2002). WLS berarti memberikan pembobot pada persamaan (4)

dan meminimumka jumlah kuadrat *error*nya serta disamakan dengan nol. Uji kesesuaian model dilakukan kemudian agar dapat diambil kesimpulan model mana yang dapat kita gunakan.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III.2 Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari instansi terkait. Data yang dibutuhkan meliputi:

1. Data Kependudukan
 - a. Jumlah penduduk
 - b. Jumlah penduduk menurut usia
 - c. Jumlah penduduk menurut jenis kelamin
 - d. Jumlah penduduk menurut tingkat pendidikan
 - e. Jumlah penduduk menurut pekerjaan
2. Data Penduduk Miskin
 - Data penduduk miskin adalah Data Keluarga Miskin tahun 2015 dari Badan Perencanaan dan

Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Semarang, dan BDT Dinas Sosial tahun 2018.

3. Data Kriminalitas

Data kriminalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kejadian kriminalitas yang terjadi pada tahun 2015 dan 2018 dari Polrestabes Semarang dengan rincian kasus meliputi:

- a. Pencurian kendaraan bermotor
- b. Pencurian dengan kekerasan
- c. Pencurian dengan pemberatan
- d. Pembunuhan
- e. Pengeroyokan
- f. Penganiayaan

4. Batas Administrasi

Batas administrasi Kota Semarang berupa data digital berformat *shapefile* dari Bappeda Kota Semarang.

III.3 Pengolahan SVI

III.3.1 Perhitungan Faktor Kerentanan Sosial

Sebelum memodelkan kerentanan sosial di setiap daerah uji, perlu dihitung nilai indeks setiap faktor kerentanan sosial pada tiap daerah yang akan diberi penilaian. Pertama yaitu menormalisasi nilai statistik dari setiap faktor yang ada dengan persamaan (1), dengan demikian dapat diketahui jarak masing-masing nilai pengamatan dari rata-rata faktor kerentanan, kemudian menghitung rata-rata skor dari kelima faktor kerentanan pada masing-masing daerah pengamatan / kecamatan. Rumus yang digunakan seperti pada persamaan (2).

III.3.2 Klasifikasi

Pengkelasan tingkat kerentanan dari nilai indeks dilakukan dengan standar deviasi dari rerata semua indeks. Untuk mendapatkan hasil yang merata pada setiap tahun digunakan kelas SD yang paling ekstrim dimana kerentanan tinggi bernilai $\geq +1,5$ SD, sedangkan kerentanan rendah bernilai $\leq -1,5$ SD.

III.4 Pengolahan GWR

III.4.1 Estimasi Parameter

Sebelum melakukan analisis menggunakan GWR, terlebih dahulu melakukan analisis deskriptif dari data yang akan digunakan. Dengan deskripsi ini, dapat ditentukan secara garis besar apakah data-data yang digunakan memiliki variansi yang tinggi. Setelah itu dilakukan regresi global dengan OLR untuk mengetahui nilai hubungan antar variabel, apakah memang dipengaruhi jarak atau tidak. Model OLR ini ditandai dengan jarak radius bobot (*bandwidth*) bernilai 0.

Model GWR adalah model yang terbobot, maka perlu ditentukan bobotnya dari fungsi pembobot

adaptive gaussian kernel yang ada pada persamaan (5). Berdasarkan persamaan tersebut, tentu sebelum menentukan nilai pembobot, perlu ditentukan *bandwidth* maksimum agar menghasilkan nilai pembobot yang mendekati kasus sebenarnya. Untuk menghasilkan *bandwidth* maksimum, dapat dengan metode *cross validation* (CV) pada persamaan (6). *Bandwidth* yang maksimum akan mendapatkan nilai CV yang minimum.

III.4.2 Uji Kesesuaian

Uji kesesuaian model dilakukan untuk mengetahui apakah faktor geografi benar-benar berpengaruh terhadap variabel yang diuji dengan hipotesis:

H_0 : $\beta_j(ui,vi) = \beta_j$ untuk setiap $j = 1, 2, \dots, k$ dan $I = 1, 2, \dots, n$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan GWR)

H_1 : minimal satu $\beta_j(ui,vi) \neq \beta_j$ untuk setiap $j = 1, 2, \dots, k$ dan $I = 1, 2, \dots, n$ (ada perbedaan signifikan antara regresi global dengan GWR)

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil Klasifikasi SVI

IV.1.1 Nilai Indeks Kerentanan

Hasil nilai indeks kerentanan masing-masing kecamatan pada tahun 2015 dan 2018 terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kerentanan Kota Semarang

No.	Kecamatan	Tahun	
		2015	2018
1	Banyumanik	-0,212	-0,230
2	Candisari	0,396	0,660
3	Gajahmungkur	0,388	0,063
4	Gayamsari	0,552	0,293
5	Genuk	-0,710	-0,306
6	Gunungpati	-0,414	-0,097
7	Mijen	-0,229	0,393
8	Ngaliyan	-0,727	-0,497
9	Pedurungan	-0,731	-0,613
10	Semarang Barat	0,267	-0,147
11	Semarang Selatan	0,472	0,376
12	Semarang Tengah	0,556	0,199
13	Semarang Timur	0,843	0,641
14	Semarang Utara	0,012	0,381
15	Tembalang	-0,021	-0,556
16	Tugu	-0,443	-0,559

Nilai negatif (-) menandakan distribusi berada di bawah rata-rata nilai faktor kerentanan dan merepresentasikan kelas nilai yang cenderung tidak rentan, sedangkan nilai yang positif menandakan distribusi nilai tersebut berada di atas rata-rata nilai faktor kerentanan dan merepresentasikan kelas nilai yang cenderung rentan.

IV.1.2 Pengklasifikasian SVI

Klasifikasi dilakukan dengan metode pengkelasan standar deviasi dimana pembagian menggunakan nilai $\pm 1,5$ Standard Deviasi dari nilai reratanya. Sehingga kelas yang didapatkan seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Nilai Kelas Kerentanan Kota Semarang

No	Kelas	Tahun	
		2015	2018
1.	Sangat Tidak Rentan	< -0,746	< -0,632
2.	Tidak Rentan	-0,746 s/d -0,249	-0,632 s/d -0,211
3.	Normal	-0,249 s/d 0,249	-0,211 s/d 0,211
4.	Rentan	0,249 s/d 0,746	0,211 s/d 0,632
5.	Sangat Rentan	> 0,746	> 0,632

Berdasarkan nilai kelas yang diberikan, maka dapat disimpulkan kelas-kelas kerentanan sosial dari tiap kecamatan di Kota Semarang pada tahun 2015 dan 2018 seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelas Kerentanan Kecamatan di Kota Semarang

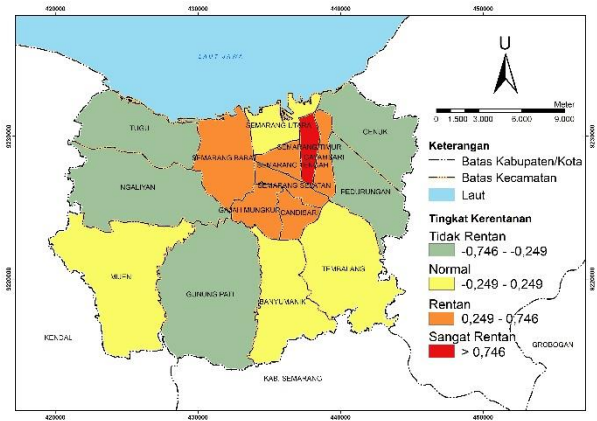
No.	Kelas	Kecamatan pada Tahun	
		2015	2018
1.	Sangat Tidak Rentan	-	-
2.	Tidak Rentan	Genuk, Gunungpati, Ngaliyan, Pedurungan, dan Tugu	Banyumanik, Genuk, Ngaliyan, Pedurungan, Tembalang, dan Tugu
3.	Normal	Banyumanik, Mijen, Semarang Utara, dan Tembalang	Gajahmungkur, Gunungpati, Semarang Barat, dan Semarang Tengah
4.	Rentan	Candisari, Gajahmungkur, Gayamsari, Semarang Barat, Semarang Selatan, dan Semarang Tengah	Gayamsari, Mijen, Semarang Selatan, dan Semarang Utara
5.	Sangat Rentan	Semarang Timur	Candisari Semarang Timur

Pada Tabel 4 menunjukkan kecenderungan indeks kerentanan sosial Kota Semarang masuk kedalam kelas rentan. Baik tahun 2015 maupun 2018, tidak ada kecamatan yang masuk ke dalam kelas sangat tidak rentan. Hal ini dikarenakan distribusi nilai indeks kerentanan sosial di Kota Semarang condong ke nilai positif. Hal ini dapat disebabkan nilai yang meningkat signifikan pada kelas rentan terutama pada Kecamatan Semarang Timur pada tahun 2015 dengan indeks kerentanan 0,843 serta Kecamatan Semarang Timur dan Kecamatan Candisari pada tahun 2018 dengan indeks kerentanan masing-masing 0,660 dan 0,641.

IV.2 Hasil Pola Perubahan Kerentanan Sosial

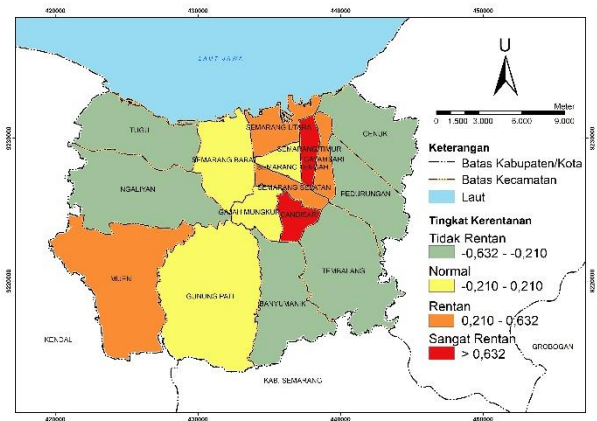
IV.2.1 Visualisasi SVI

Visualisasi menggunakan ArcGIS ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Visualisasi SVI Tahun 2015

Daerah dengan kerentanan rendah berada di bagian timur (Genuk dan Pedurungan), barat (Tugu, Ngaliyan) dan selatan (Gunungpati) dari kota, dan semakin rentan ke arah pusat (Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Timur, Gayamsari, Semarang Selatan, Gajahmungkur, dan Candisari).



Gambar 3. Visualisasi SVI Tahun 2018

Kecamatan dengan kerentanan rendah berada di bagian timur (Genuk dan Pedurungan), barat (Tugu, Ngaliyan), dan selatan (Tembalang) dari kota serta semakin rentan ke arah pusat (Semarang Timur, Gayamsari, Semarang Selatan, Semarang Utara, dan Candisari). Perbedaan terlihat pada Kecamatan Mijen yang berada pada Barat Daya Kota Semarang, memiliki kerentanan tinggi dan jauh dari pusat kota.

IV.2.2 Analisis Spatial Clustering

Global Moran's I mampu mengukur autokorelasi spasial berdasarkan lokasi dan nilai pengamatan secara bersamaan. Hasil perhitungan statistik menggunakan ArcGIS seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. *Global Moran's I*

Parameter	2015	2018
<i>Global Moran's I</i>	0,534	0,323
<i>z-score</i>	4,778	3,096

Berdasarkan Tabel 4 pada tahun 2015 menunjukkan nilai kluster yang kuat (*Moran's I* = 0,534). Tahun 2015 menunjukkan kluster yang kuat pada tingkat kerentanan tinggi. Pada tahun 2018 masih menunjukkan kluster yang signifikan pada tingkat kerentanan tinggi namun dengan nilai kluster yang tidak begitu kuat (*Moran's I* = 0,323).

LISA (*Local Indicator Spatial Autocorrelation*), dapat mengestimasi pola persebaran daerah kerentanan serta kecamatan-kecamatan dengan kelompok kerentanan yang berdekatan, dengan demikian dapat diketahui secara jelas kecamatan dengan pola yang mengelompok. Estimasi dilakukan dengan ArcGIS dan mendapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Local Spatial Autocorrelation

Th.	Kec.	LMI	Z-Sc.	P-Val.	Tipe Kluster
2015	Gajahmungkur	0,0012	2,224	0,026	HH
	Gayamsari	0,0016	2,200	0,028	HH
	Semarang Selatan	0,0018	2,677	0,007	HH
	Semarang Tengah	0,0024	3,298	0,001	HH
	Semarang Timur	0,0025	3,080	0,002	HH
2018	Semarang Selatan	0,0014	2,097	0,036	HH
	Semarang Timur	0,0018	2,308	0,021	HH

Berdasarkan Tabel 5 pada tahun 2015 menunjukkan kluster yang kuat pada tingkat kerentanan tinggi pada 5 kecamatan yaitu Kecamatan Gayamsari, Gajahmungkur, Semarang Selatan, Semarang Tengah, dan Semarang Timur. Namun demikian, sisa kecamatan lain tidak menunjukkan signifikansi secara statistik akan adanya pola yang mengelompok antar kecamatan dengan tingkat kerentanan rendah. Pada tahun 2018 menunjukkan kluster yang signifikan pada tingkat kerentanan tinggi hanya pada 2 kecamatan yaitu Kecamatan Semarang Selatan dan Semarang Timur, sedangkan sisanya tidak menunjukkan signifikansi sama sekali dengan pola yang mengelompok.

IV.3 Hasil Pemodelan GWR

IV.3.1 Analisis GWR

Estimasi model GWR dilakukan dengan perangkat lunak GWR 4. Sebelum mengestimasi model, perlu menentukan nilai *bandwidth* optimal dengan metode *Cross Validation* (CV). Berdasarkan hasil perhitungan CV, *bandwidth* yang digunakan adalah 31 dengan nilai CV = 1,000. Matriks pembobot ditentukan pada masing-masing kecamatan ke-*i* $W(u_i, v_i)$ dengan fungsi *Adaptive Gaussian Kernel* dengan terlebih dahulu menghitung jarak *euclidian* setiap kecamatan.

Pentuan koefisien $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ dilakukan untuk mengetahui nilai variabel bebas yang mempengaruhi variabel terikat. Estimasi koefisien dilakukan dengan meminimalkan kuadrat *error*-nya. Nilai parameter estimasi tiap kecamatan terdapat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Estimasi Parameter GWR Tahun 2015

Kecamatan	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
Banyumanik	7,911	0,000081	-6,927	-0,056	0,00739	0,067
Candisari	8,055	0,000084	-7,031	-0,057	0,00631	0,072
Gajahmungkur	7,201	0,000088	-6,562	-0,049	0,00654	0,071
Gayamsari	8,186	0,000083	-7,109	-0,058	0,00628	0,072
Genuk	8,191	0,000085	-7,142	-0,058	0,00605	0,073
Gunungpati	7,080	0,000089	-6,499	-0,048	0,00670	0,071
Mijen	6,254	0,000093	-6,090	-0,040	0,00711	0,069
Ngaliyan	7,092	0,000089	-6,507	-0,048	0,00663	0,071
Pedurungan	8,260	0,000083	-7,159	-0,059	0,00622	0,073
Semarang Barat	6,777	0,000093	-6,364	-0,045	0,00598	0,074
Semarang Selatan	8,058	0,000084	-7,035	-0,057	0,00628	0,072
Semarang Tengah	7,953	0,000085	-6,990	-0,056	0,00609	0,073
Semarang Timur	8,137	0,000084	-7,085	-0,058	0,00622	0,073
Semarang Utara	7,793	0,000088	-6,927	-0,054	0,00574	0,075
Tembalang	8,268	0,000082	-7,147	-0,059	0,00642	0,072
Tugu	6,457	0,000095	-6,219	-0,042	0,00612	0,074

Tabel 6 menunjukkan koefisien masing-masing variabel bebas pada model tahun 2015. Tahun 2018 akan membentuk model sendiri dengan estimasi koefisien seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Estimasi Parameter GWR Tahun 2018

Kecamatan	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
Banyumanik	8,143	0,000083	-7,080	-0,058	0,00633	0,072
Candisari	7,832	0,000087	-6,937	-0,055	0,00593	0,074
Gajahmungkur	8,124	0,000084	-7,087	-0,057	0,00611	0,073
Gayamsari	7,839	0,000088	-6,958	-0,054	0,00571	0,075
Genuk	8,401	0,000081	-7,216	-0,060	0,00662	0,071
Gunungpati	6,172	0,000097	-6,110	-0,038	0,00639	0,073
Mijen	8,143	0,000083	-7,080	-0,058	0,00633	0,072
Ngaliyan	7,832	0,000087	-6,937	-0,055	0,00593	0,074
Pedurungan	8,124	0,000084	-7,087	-0,057	0,00611	0,073
Semarang Barat	7,839	0,000088	-6,958	-0,054	0,00571	0,075
Semarang Selatan	8,401	0,000081	-7,216	-0,060	0,00662	0,071
Semarang Tengah	6,172	0,000097	-6,110	-0,038	0,00639	0,073
Semarang Timur	8,143	0,000083	-7,080	-0,058	0,00633	0,072
Semarang Utara	7,832	0,000087	-6,937	-0,055	0,00593	0,074
Tembalang	8,124	0,000084	-7,087	-0,057	0,00611	0,073
Tugu	7,839	0,000088	-6,958	-0,054	0,00571	0,075

Model yang dihasilkan berupa model regresi global dan GWR. Uji kesesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara regresi global dengan GWR. Hasil kesimpulan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Tabel Anova GWR

Sumber Keragaman	SS	Df	MS	F ₁	F _{Tabel}
Global Residuals	16,855	26			
GWR Improvement	1,121	1,029	1,090		
GWR Residuals	15,733	24,971	0,630	1,731	4,26

Berdasarkan Tabel 8 didapatkan bahwa $F_1 = 1,731 < F_{(0,05;1;24)} = 4,26$, maka uji menyatakan menerima H_0 dimana tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWR dengan regresi global.

Uji signifikansi parsial secara umum rata-rata pada tahun 2015 dan 2018 terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Signifikansi Parsial Model GWR

Variabel Bebas	t _{hitung}	Kesimpulan
Intercept	0,956348	Tidak Signifikan
Kepadatan Penduduk (X1)	2,065850	Signifikan
Rasio Jenis Kelamin (X2)	-0,934257	Tidak Signifikan
Ketertarikan Hidup (X3)	-1,064846	Tidak Signifikan
Jumlah Pengangguran (X4)	0,639092	Tidak Signifikan
Rata Lama Sekolah (X5)	1,739465	Tidak Signifikan

IV.3.2 Pemilihan dan Interpretasi Model

Perbandingan model regresi global dengan GWR terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Model Regresi

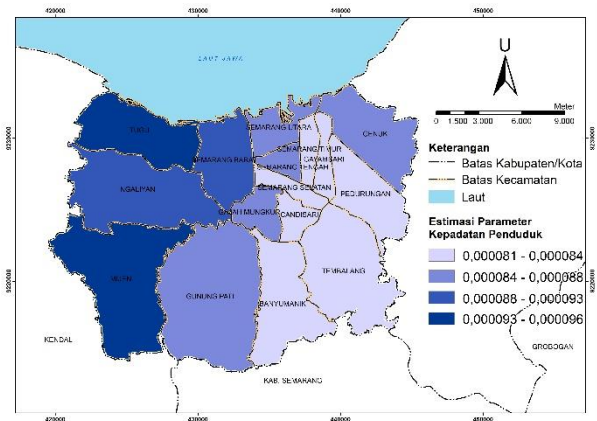
Model	Regresi Global	GWR
Statistik Uji		
Uji signifikansi keseluruhan	Tidak Signifikan	Tidak Signifikan
Uji signifikansi parsial	X ₁ berpengaruh signifikan	X ₁ berpengaruh signifikan
Uji kesesuaian model	-	Tidak Signifikan
		Terdapat Perbedaan dg Regresi Global
AIC	88,963	88,688
RSS	16,854	15,733
R ²	0,278	0,326
Adjusted R ²	0,105	0,129

Berdasarkan Tabel 10, model GWR dapat dipilih karena memiliki statistik uji yang lebih baik dari model regresi global. Model GWR memiliki nilai RSS 15,733 yang lebih kecil dari 16,854 yang artinya memiliki galat kesalahan yang lebih kecil pula dalam mengestimasi nilai \hat{y} . Selain itu variabel bebas pada model GWR mampu mendeskripsikan lebih baik yaitu 32% terhadap variabel terikatnya. Uji statistik tersebut dapat dijadikan acuan dalam memilih model GWR sebagai model yang dapat digunakan dalam mengestimasi kemiskinan dan kriminalitas masing-masing kecamatan di Kota Semarang.

Nilai uji statistik pada Tabel 10 masih belum kuat. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal yang berasal dari data sampel yang diambil, sebagai contoh

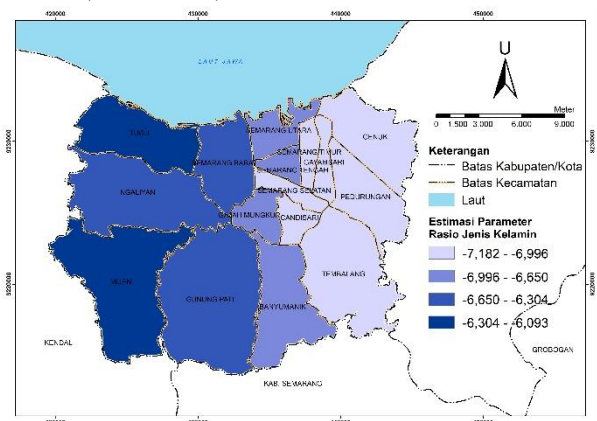
sampel data yang diambil terlalu kecil dan belum mampu memberikan dampak terhadap estimasi model secara baik, distribusi data yang tidak normal, dan beberapa hal lain yang dijelaskan pada Lampiran.

Pengaruh setiap variabel bebas terhadap variabel terikat pada masing-masing kecamatan dapat diinterpretasikan melalui Gambar 4 hingga Gambar 8.



Gambar 4. Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Kemiskinan dan Kriminalitas di Kota Semarang

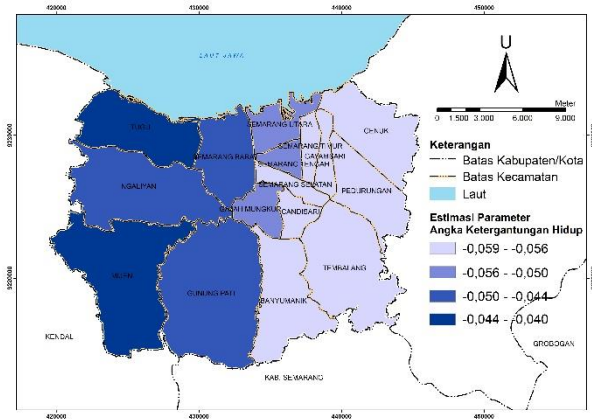
Pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa variansi nilai parameter kepadatan penduduk berkisar dari 0,000081 – 0,000096. Artinya setiap kenaikan satu angka kepadatan penduduk akan menambah sebesar koefisien tersebut terhadap kemiskinan dan kriminalitas. Nilai pengaruh tinggi terdapat pada Kecamatan Mijen dan Tugu dengan rentang pengaruh perubahannya antara 0,000093 – 0,000096. Nilai pengaruh rendah terdapat pada Kecamatan Banyumanik, Candisari, Gayamsari, Semarang Selatan, Semarang Timur, Pedurungan, dan Tembalang, dengan rentang pengaruh perubahannya antara 0,000081 – 0,000084.



Gambar 5. Pengaruh Rasio Jenis Kelamin Terhadap Kemiskinan dan Kriminalitas di Kota Semarang

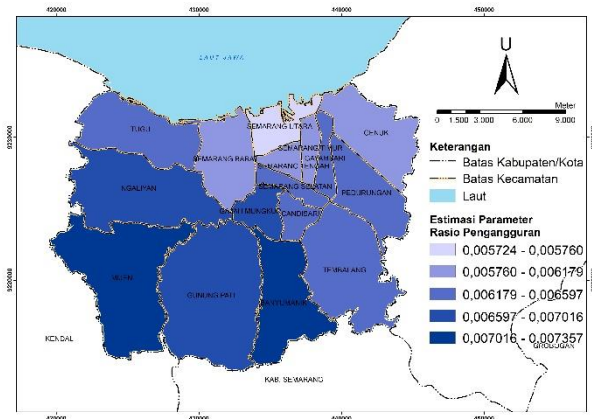
Pada Gambar 5 ditunjukkan bahwa variansi nilai parameter rasio jenis kelamin dari -7,182 – -6,093. Setiap kenaikan satu angka rasio jenis kelamin akan menurunkan sebesar koefisien tersebut terhadap

kemiskinan dan kriminalitas. Nilai pengaruh tinggi terdapat pada Kecamatan Gayamsari, Genuk, Candisari, Tembalang, Pedurungan, Semarang Selatan, dan Semarang Timur dengan rentang pengaruh perubahannya antara -7,182 – -6,996. Nilai pengaruh rendah terdapat pada Kecamatan Tugu dan Mijen, dengan rentang pengaruh perubahannya antara -6,304 – -6,093.



Gambar 6. Pengaruh Angka Ketersantunan Hidup Terhadap Kemiskinan dan Kriminalitas di Kota Semarang

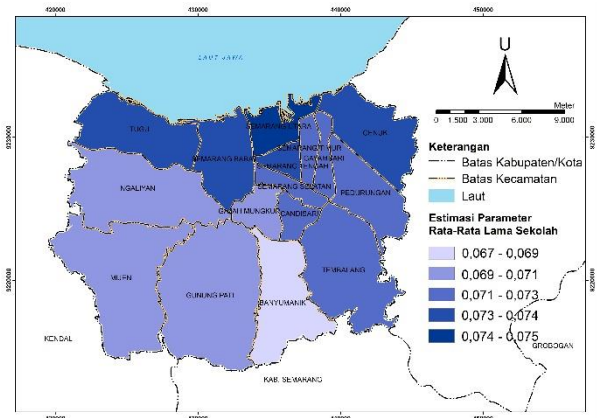
Pada Gambar 6 ditunjukkan bahwa variansi nilai parameter angka ketertahanan hidup berkisar dari -0,059 – -0,040. Artinya setiap kenaikan satu angka ketertahanan hidup akan menurunkan sebesar koefisien tersebut terhadap kemiskinan dan kriminalitas. Nilai pengaruh yang masih rendah terdapat Kecamatan Mijen dan Tugu, dengan rentang pengaruh perubahannya antara -0,044 – -0,040. Nilai pengaruh tinggi terdapat pada Kecamatan Genuk, Pedurungan, Tembalang, Banyumanik, Gayamsari, Candisari, Semarang Selatan, dan Semarang Timur dengan rentang pengaruh perubahannya antara -0,059 – -0,056.



Gambar 7. Pengaruh Jumlah Pengangguran Terhadap Kemiskinan dan Kriminalitas di Kota Semarang

Pada Gambar 7 ditunjukkan bahwa variansi nilai parameter rasio pengangguran berkisar dari 0,005724 – 0,007357, lebih memiliki variasi yang tinggi dibanding

parameter sebelumnya. Artinya setiap kenaikan satu angka pengangguran akan menambah sebesar koefisien tersebut terhadap kemiskinan dan kriminalitas. Nilai pengaruh tinggi terdapat Kecamatan Mijen dan Banyumanik, dengan rentang pengaruh perubahannya antara 0,007016 – 0,007357. Nilai pengaruh rendah terdapat pada Kecamatan Semarang Utara dengan rentang pengaruh perubahannya antara 0,005724 – 0,005760.



Gambar 8. Pengaruh Rata-Rata Lama Sekolah Terhadap Kemiskinan dan Kriminalitas di Kota Semarang

Pada Gambar 8 ditunjukkan bahwa variansi nilai parameter rata-rata lama sekolah berkisar dari 0,067 – 0,075, lebih memiliki variasi yang tinggi dibanding parameter sebelumnya. Artinya setiap kenaikan satu angka pengangguran akan menambah sebesar koefisien tersebut terhadap kemiskinan dan kriminalitas. Nilai pengaruh tinggi terdapat pada Kecamatan Semarang Utara dengan rentang pengaruh perubahannya antara 0,074 – 0,075. Nilai pengaruh rendah terdapat pada Kecamatan Banyumanik dengan rentang pengaruh perubahannya antara 0,067 – 0,069.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan faktor kerentanan menggunakan metode SVI, kerentanan sosial di Kota Semarang dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelas yaitu tidak rentan, normal, rentan, dan sangat rentan dengan rentang indeks tidak rentan -0,746 s/d -0,249 pada tahun 2015 dan -0,632 s/d -0,210 pada tahun 2018, serta indeks sangat rentan > 0,746 pada tahun 2015 dan > 0,632 pada tahun 2018.
2. Berdasarkan analisis spasial, Kota Semarang mengalami perubahan pola kerentanan sosial yang meningkatnya dari tahun 2015 ke tahun

2018 menuju arah barat daya yaitu Kecamatan Mijen dan Gunungpati. Statistik menunjukkan pola yang mengelompok dari kecamatan bernilai kerentanan tinggi di pusat kota pada tahun 2015, dengan nilai *Moran's I* = 0,534 dan semakin menyebar ke arah timur Kota Semarang pada tahun 2018 dengan nilai *Moran's I* = 0,323. Kecamatan yang mengalami peningkatan kelas adalah Kecamatan Candisari, Gunungpati, Mijen, dan Semarang Utara, sedangkan kecamatan yang mengalami penurunan kelas adalah Kecamatan Banyumanik, Gajahmungkur, Tembalang, Semarang Barat, dan Semarang Tengah.

3. Model GWR menunjukkan hubungan yang positif antara permasalahan sosial (Y) dengan kepadatan penduduk (X_1), jumlah pengangguran (X_4), dan rata-rata lama sekolah (X_5), sedangkan hubungan negatif terhadap rasio jenis kelamin (X_2) dan angka ketergantungan hidup (X_3). Model GWR menunjukkan tingkat signifikansi hanya pada faktor kepadatan penduduk dengan nilai $t_{hitung} = 2,065 \geq t_{0,025;25,452} = 2,059$, dan tidak berbeda signifikan dengan model regresi global. Meski demikian, model GWR memberikan model yang lebih baik dengan nilai koefisien determinasi lebih tinggi R^2 sebesar 0,326 dan RSS lebih rendah sebesar 15,733.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya:

1. Menambah jumlah data pengamatan dan variabel kerentanan untuk meningkatkan kekuatan model regresi.
2. Menggunakan data pengamatan dengan waktu yang berurutan untuk membentuk model regresi yang baik.
3. Melakukan uji asumsi klasik terhadap data pengamatan.
4. Menambahkan metode lain dari pengembangan GWR dengan memperhatikan variabel global dan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

Adger, W. N., N. Brooks, M. Kelly, G. Bentham, M. Agnew, dan S. Eriksen. (2004). *New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity*. BPS Kota Semarang. (2018). *Kota Semarang Dalam Angka 2018*. BPS Kota Semarang.

Cutter, S. L., dan Finch, C. (2008). *Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(7)*, 2301–2306.

Fotheringham, A. S., Brunson, C., dan Charlton, M. (2002). *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. Chichester, England ; Hoboken, NJ, USA: Wiley.

Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.

Susanti, D. S., Lestia, A. S., dan Sukmawaty, Y. (2016). *Pemodelan Tingkat Kesejahteraan Penduduk Propinsi Kalimantan Selatan dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016. Dipresentasikan pada Peran Penelitian Ilmu Dasar dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan, Jatinangor.

Swastika, D. K. S., dan Supriyatna, Y. (2016). *The Characteristics of Poverty and Its Alleviation in Indonesia*. Forum penelitian Agro Ekonomi, 26(2), 103.

Ye, Y., Wei, X., Fang, X., dan Li, Y. (2017). *Social Vulnerability Assessment by Mapping Population Density and Pressure on Cropland in Shandong Province in China during the 17th–20th Century*. Sustainability, 9(7), 1171.