

**MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION* (GWPR)
PADA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
TRISNAWATI
H72217061

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Trisnawati
NIM : H72217061
Program Studi : Matematika
Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " *MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION (GWPR) PADA KEJAJIDAN TANAH LONGSOR DI PROVINSI JAWA TENGAH* ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 Januari 2022

Yang menyatakan,



Trisnawati
NIM. H72217061

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Trisnawati

NIM : H72217061

Judul Skripsi : MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION* (GWPR) PADA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI PROVINSI JAWA TENGAH

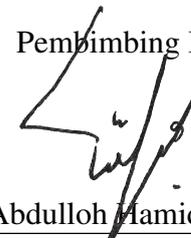
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 25 Januari 2022

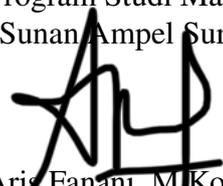
Pembimbing I


Putro Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Pembimbing II


Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya


Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : Trisnawati
NIM : H72217061
Judul Skripsi : MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION* (GWPR) PADA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI PROVINSI JAWA TENGAH

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 4 Februari 2022

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I



Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si, M.PMat
NIP. 198002042014031001

Penguji II



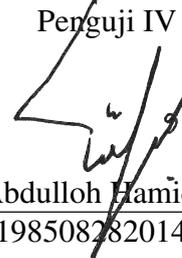
Yuniar Farida, MT
NIP. 197905272014032002

Penguji III



Putroe Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Hj. Fatmatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 1972005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : TRISNAWATI
NIM : H72217061
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : ninatrisna44@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION (GWPR)
PADA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI PROVINSI JAWA TENGAH

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 April 2022

Penulis

(TRISNAWATI)

ABSTRAK

MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION* (GWPR) PADA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI PROVINSI JAWA TENGAH

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan jumlah kejadian bencana tanah longsor tertinggi. Provinsi Jawa Tengah terdiri dari 35 kabupaten/kota dengan jumlah kejadian tanah longsor berbeda-beda. Perlu upaya untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya bencana tanah longsor di setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah. Faktor yang mempengaruhi jumlah kejadian tanah longsor selama beberapa periode waktu dengan memperhatikan faktor geografis dapat dilakukan menggunakan metode *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi data panel dengan model GWPR, hal ini ditunjukkan dengan hasil koefisien determinasi (R^2) pada model GWPR sebesar 13.89%.

Kata kunci: Bencana alam, Tanah longsor, *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION (GWPR) MODEL ON LANDSLIDES IN CENTRAL JAVA PROVINCE

Central Java Province is one of the provinces in Indonesia with the highest number of landslides. Central Java Province consists of 35 regencies/cities with different number of landslides events. Efforts are needed to find out what factors cause landslides in every district/city in Central Java Province. Factors that affect the number of landslide events over several time periods by taking into account geographical factors can be done using the *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) method. The results of this study indicate that there is significant difference between the panel data regression model and the GWPR model, this is indicated by the coefficient of determination (R^2) in the GWPR model of 13.89%.

Keywords: Disasters, Landslides, *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	8
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Manfaat Penelitian	8
1.5. Batasan Masalah	9
1.6. Sistematika Penulisan	9
II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Tanah Longsor	11
2.2. Curah Hujan	12
2.3. Penggunaan Lahan	12
2.4. Regresi Data Panel	13
2.4.1. Pendekatan dan Model Estimasi pada Model Regresi Data Panel	15
2.4.2. Pemilihan Model Regresi Data Panel	17
2.4.3. Uji Asumsi Model Regresi Data Panel	19
2.5. Aspek Data Spasial	21
2.5.1. <i>Spatial Dependence</i>	21

2.5.2. <i>Spatial Heterogeneity</i>	22
2.5.3. Pengujian Signifikansi Parameter	23
2.6. <i>Geographically Weigted Regression (GWR)</i>	23
2.6.1. Fungsi Pembobot Model GWR	24
2.6.2. Penentuan <i>Bandwidth</i>	26
2.7. <i>Geographically Weighted Panel Regression (GWPR)</i>	27
2.7.1. Pengujian Model GWPR	28
2.8. Integrasi Keilmuan	29
III METODE PENELITIAN	35
3.1. Sumber Data	35
3.2. Tahap Penelitian	35
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Deskripsi Data Penelitian	39
4.2. <i>Scatter Plot</i> dan Korelasi	44
4.3. Analisis Data	46
4.3.1. <i>Common Effect Model (CEM)</i>	46
4.3.2. <i>Fixed Effect Model (FEM)</i>	47
4.3.3. <i>Random Effect Model (REM)</i>	47
4.4. Uji Pemilihan Model Regresi Data Panel	48
4.5. Uji Asumsi Klasik Regresi Data Panel	49
4.5.1. Uji Normalitas	49
4.5.2. Uji Multikolinearitas	49
4.5.3. Uji Autokorelasi	50
4.5.4. Uji Heteroskedastisitas	50
4.6. Pemodelan <i>Geographically Weighted Panel Regression (GWPR)</i>	51
4.7. Model GWPR	53
4.8. Pengujian Model <i>Geographically Weighted Panel Regression</i> (GWPR)	54
4.8.1. Uji Kecocokan Model	54
4.8.2. Uji Signifikansi Parameter	55

4.9. Perbandingan Model Terbaik	57
4.10. Integrasi Keilmuan	57
V PENUTUP	61
5.1. Simpulan	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

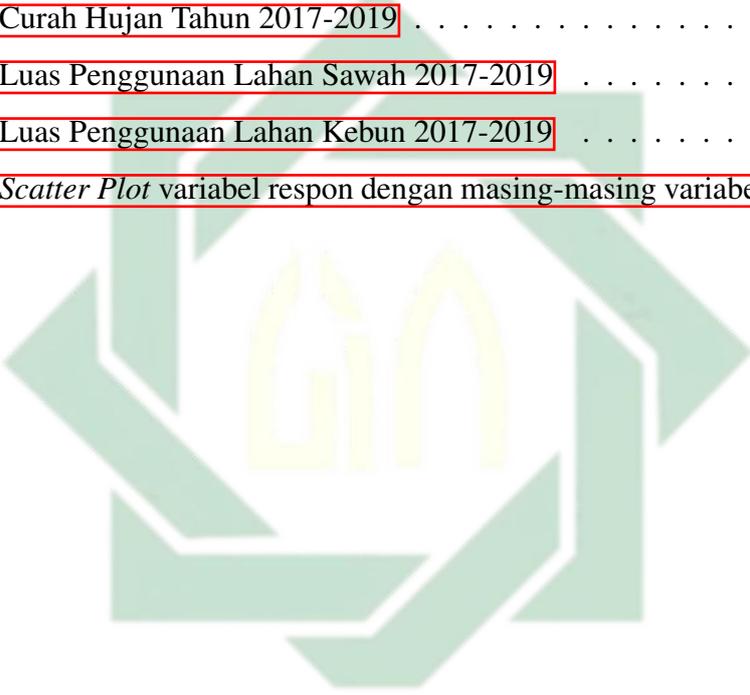
DAFTAR TABEL

3.1 Variabel Penelitian	35
4.1 Variabel Penelitian	39
4.2 Sampel Data Variabel Penelitian	40
4.3 Deskriptif Statistik Variabel Penelitian	40
4.4 Hasil Estimasi <i>Common Effect Model</i> (CEM)	46
4.5 Hasil Estimasi <i>Fixed Effect Model</i> (FEM)	47
4.6 Hasil Estimasi <i>Random Effect Model</i> (REM)	48
4.7 Nilai Koefisien Determinasi CEM, FEM, dan REM)	49
4.8 Uji Multikolinearitas	50
4.9 Jarak <i>Euclidean</i>	51
4.10 Pemilihan <i>Bandwidth</i> dan Nilai CV	52
4.11 Perbandingan Model Global dan GWPR	57

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

3.1 Diagram Alir Metode	38
4.1 Jumlah Kejadian Tanah Longsor Tahun 2017-2019	41
4.2 Curah Hujan Tahun 2017-2019	42
4.3 Luas Penggunaan Lahan Sawah 2017-2019	43
4.4 Luas Penggunaan Lahan Kebun 2017-2019	44
4.5 <i>Scatter Plot</i> variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor	45



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bencana alam merupakan suatu fenomena yang bisa terjadi setiap saat, dimanapun serta kapanpun sehingga bisa memunculkan efek ataupun bahaya terhadap kehidupan manusia, baik berupa kerugian harta benda ataupun korban jiwa (Nugroho, dkk., 2009). Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), bencana alam artinya bencana yang terjadi akibat suatu peristiwa atau serangkaian peristiwa yang ditimbulkan alam diantaranya yaitu gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, serta tanah longsor. Indonesia adalah negara kepulauan yang secara geografis terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik yang mempunyai pergerakan tektonik aktif yang menyebabkan terbentuknya gugusan gunung api dan morfologi yang bervariasi (Newcomb, 1987). Indonesia juga berada di garis khatulistiwa, hal tersebut membuat Indonesia memiliki iklim tropis serta dua musim yakni musim kemarau dan musim hujan. Kondisi iklim tersebut jika digabungkan dengan kondisi topografi permukaan serta batuan yang bermacam-macam menjadikan Indonesia memiliki potensi terjadinya bencana hidrometeorologi yaitu banjir, tanah longsor, serta kekeringan (Mukti, 2012).

BNPB mencatat sebanyak 3.768 kejadian bencana alam terjadi sepanjang tahun 2019 yang didominasi oleh bencana banjir, tanah longsor dan puting beliung.

Kejadian tersebut menyebabkan korban jiwa, sebanyak 478 orang meninggal dunia, 3.419 orang menderita luka-luka, dan 109 orang hilang. sementara itu, ada 6,1 juta orang yang mengungsi dan 73.427 unit rumah rusak. Bersumber pada catatan informasi kejadian bencana dari BNPB, tanah longsor masuk dalam kategori bencana yang mematikan, sebab memakan banyaknya korban jiwa yang disebabkan oleh bencana ini. BNPB juga menyatakan sebanyak 40,9 juta penduduk Indonesia menempati wilayah yang rawan terjadinya tanah longsor.

Bencana tanah longsor adalah suatu fenomena alam yang dapat menghasilkan kerugian material maupun non-material dan dapat terjadi setiap saat (Mukti, 2012). Tanah longsor atau pergerakan tanah merupakan akibat dari fenomena dinamis alam untuk mencapai kondisi baru akibat terganggunya keseimbangan lereng yang disebabkan oleh aktivitas alam maupun manusia (Akhirianto, 2016). Tanah longsor di suatu tempat bisa terlihat dari gejala-gejala umum, antara lain: 1) muncul retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, 2) terjadi longsor biasanya setelah turun hujan; 3) mata air baru tiba-tiba muncul; 4) Tebing mudah rapuh serta kerikil mulai runtuh (Isnaini, 2019). Tanah longsor terjadi karena intensitas curah hujan tinggi yang berlangsung secara terus menerus. Struktur tanah yang tidak stabil serta tidak merata berpotensi terhadap tanah longsor. Resiko kemungkinan terjadinya bencana tanah longsor dihadapi oleh masyarakat yang tinggal di lereng gunung yang curam. Selain itu, getaran gempa juga menimbulkan terjadinya tanah longsor hingga merusak struktur tanah di atasnya (Rahayu, 2018).

Faktor penyebab terjadinya tanah longsor disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi material itu sendiri seperti kondisi geologi,

kemiringan lereng, patahan dan retakan batuan. Faktor pemicu adalah faktor-faktor penyebab terjadinya pergerakan material, diantaranya curah hujan, gempa bumi, dan aktivitas manusia yang menyebabkan berubahnya bentang alam, antara lain kegiatan pertanian, pemotongan lereng sebagai kegiatan untuk mengubah kondisi lereng suatu tempat dan pertambangan (Naryanto et al., 2019).

Turunnya berbagai musibah bencana alam seperti gempa bumi, banjir, kekeringan, dan tanah longsor tidak lain karena ulah tangan mereka sendiri. Allah SWT firman dalam QS. Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ
لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali.

Berdasarkan ayat diatas, Allah mengingatkan manusia bahwa terjadinya bencana di daratan maupun di lautan adalah disebabkan oleh akibat dari kegiatan manusia yang merusak alam. Sebagai contoh manusia melakukan penebangan pohon di hutan secara berlebihan tanpa melakukan reboisasi, mengeksploitasi sumber daya yang ada di lautan dimana semua kegiatan tersebut dilakukan hanya untuk mencapai kesenangan dan kebutuhan manusia. Melakukan pengrusakan tanpa dibarengi upaya untuk menyeimbangkan alam agar ekosistem yang ada berjalan dengan dinamis. Kerusakan pada alam akan banyak menimbulkan dampak yang merugikan. Kejadian tanah longsor menimbulkan dampak yang cukup serius bagi keberlangsungan hidup manusia.

Berdasarkan data BNPB, sebanyak 918 lokasi rawan longsor ada di Indonesia, diantaranya 327 lokasi di Jawa Tengah, 276 lokasi di Jawa Barat, 100 lokasi di Sumatera Barat, 53 lokasi di Sumatera Utara, 30 lokasi di Yogyakarta, dan 23 lokasi di Kalimantan Barat, sisanya tersebar di NTT, Riau, Kalimantan Timur, Bali, dan Jawa Timur | (Prayetno, 2018). Berdasarkan data tersebut, Provinsi Jawa Tengah merupakan provinsi yang paling banyak mengalami longsor. Secara geografis Provinsi Jawa Tengah terletak pada titik koordinat antara 8° 30' - 5° 40' LS dan 108° 30' - 111° 30' BT, dengan ketinggian antara 25 sampai dengan 3.296 meter di atas permukaan laut dan luas wilayah 32.548,20 km persegi | (BPS Provinsi Jawa Tengah, 2019). Jawa Tengah merupakan wilayah dengan bentuk morfologi yang beragam, seperti dataran tinggi dan perbukitan sehingga menjadikan Jawa Tengah sebagai wilayah yang berpotensi besar akan terjadi longsor | (Isnaini, 2019). Dilansir dari situs resmi BNPB, sepanjang tahun 2019 telah terjadi bencana Tanah Longsor sebanyak 746 kejadian. Hampir di seluruh Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Tengah setiap tahunnya mengalami kejadian tanah longsor. Pada tahun 2019 Kabupaten Magelang menjadi daerah dengan jumlah kejadian tanah longsor tertinggi dengan total 113 kejadian, di ikuti oleh Kabupaten Temanggung dengan 98 kejadian, Kabupaten Semarang 86 kejadian, Kabupaten Banjarnegara 78 kejadian, dan Kota Semarang dengan 68 kejadian.

Bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah telah menyebabkan kerusakan lingkungan, kehilangan harta benda dan mengancam keberlangsungan hidup masyarakat yang akan datang. Berdasarkan Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI), bencana tanah longsor yang terjadi di Provinsi Jawa Tengah sepanjang tahun 2019 menyebabkan korban jiwa, diantaranya 33 orang meninggal dan hilang, 84 luka-luka, dan sebanyak 518.714 orang terdampak dan mengungsi.

Kerusakan juga terjadi pada rumah warga dan fasilitas umum. Sebanyak 728 rumah mengalami rusak berat, 1.856 rusak sedang dan 7.023 rusak ringan. Pada fasilitas umum terdapat 2 fasilitas kesehatan, 47 fasilitas peibadatan dan 72 fasilitas pendidikan mengalami kerusakan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pencegahan bencana longsor baik oleh masyarakat sendiri maupun pemerintah. Untuk mencegah terjadinya tanah longsor sebelumnya kita harus mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor.

Penelitian yang dilakukan oleh Reni Kusumo Tejo, dkk pada tahun 2016 dengan judul “Regresi Logistik Biner dan Rasional untuk Analisis Bahaya Tanah Longsor di Kabupaten Cianjur”. Penelitian tersebut menganalisa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tanah longsor dan bahaya yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor dengan menggunakan metode analisis regresi logistik biner dan analisis rasional. Parameter yang di gunakan antara lain Curah hujan, Kemiringan lereng, Beda ketinggian, Jenis batuan, Penggunaan lahan, dan Jenis tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan merupakan faktor terpenting yang mempengaruhi terjadinya longsor di wilayah penelitian. Hal itu ditunjukkan oleh nilai koefisien parameter curah hujan tertinggi diantara ketiga persamaan, yaitu hasil penggunaan SPSS sebesar 0.542, penggunaan Idris sebesar 0.920, dan hasil analisis rasional sebesar 0.29. Pada peta rawan longsor menggunakan SPSS untuk regresi logistik biner, tingkat kerawanan sedang hingga tinggi ditemukan di barat laut dan tenggara Cianjur. Pada peta hasil analisis menggunakan Idrisi dikategorikan berada di bagian tengah dan utara Kabupaten Cianjur. Peta rawan longsor hasil analisis rasional, kategori rawan longsor mendominasi dan tersebar di berbagai wilayah Kabupaten Cianjur | (Tejo, dkk., 2016).

Penelitian lain yang dilakukan Rizkyah Isnaini pada tahun 2019 dengan judul “Analisis Bencana Tanah Longsor di Wilayah Jawa Tengah”. Pada penelitian tersebut menganalisa penyebab, dampak, dan pengelolaan penanganan bencana. Dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi curah hujan yang tinggi, topografi lereng yang curam, kondisi tanah yang rawan erosi, dan penggunaan lahan merupakan penyebab terjadinya tanah longsor. Dampak longsor mengancam kelangsungan hidup masyarakat, oleh karena itu harus lebih diperhatikan lagi faktor-faktor penyebab tanah longsor untuk mencegah dan menanggulangi bencana longsor di kemudian hari (Isnaini, 2019).

Pada suatu penelitian tidak hanya melakukan pengamatan terhadap unit amatan dalam waktu tertentu saja, namun juga perlu mengamati unit tersebut dalam beberapa periode waktu. Struktur data pada penelitian tentang tanah longsor ini menggunakan bentuk data panel dimana kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah merupakan *cross section* dan data *time series* ditunjukkan oleh jumlah kejadian tanah longsor, jumlah curah hujan, jumlah hari hujan, dan luas penggunaan lahan yang diamati dalam kurun waktu tiga tahun. Metode statistika yang digunakan untuk mengatasi adanya efek spasial, khususnya masalah spasial pada data bertipe panel adalah *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR). *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) merupakan hasil modifikasi dari model regresi yang merupakan gabungan dari *Geographically Weighted Regression* (GWR) dan regresi data panel (Meutuah, 2017).

Penelitian dengan menggunakan metode GWPR pernah dilakukan oleh Dia Cahya Wati dan Herni Utami Pada tahun 2020 dengan judul “Model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) Dengan Fungsi *Kernel Fixed*

Gaussian Pada Indeks Pembangunan Manusia Di Jawa Timur” dalam penelitiannya membahas mengenai bagaimana penerapan model GWPR pada kasus indeks pembangunan manusia dan mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap indeks pembangunan manusia di provinsi Jawa Timur tahun 2013-2016. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa model terbaik adalah model GWPR dengan nilai koefisien determinasi sebesar 98.74%. Untuk faktor yang mempengaruhi IPM di Kabupaten Mojokerto adalah RLS, AHH, dan IKK (Wati, 2020).

Penelitian dengan menggunakan metode GWPR juga dilakukan oleh Siti Maulina Meutuah dan kawan-kawan pada tahun 2017 dengan judul ”Pemodelan *Fixed Effect Geographically Weighted Panel Regression* Untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah” dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa model *fixed effect* GWPR berbeda signifikan terhadap model regresi data panel. Model *fixed effect* GWPR menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar 92.27% (Meutuah, 2017).

Berdasarkan pada penelitian diatas dan mengingat setiap daerah memiliki faktor penyebab yang berbeda-beda, maka penelitian ini membahas bagaimana model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) yang terbentuk pada kejadian tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah. Salah satu alasan mengapa memilih Provinsi Jawa Tengah untuk diteliti adalah karena berdasarkan data BNPB terdapat 327 lokasi di Provinsi Jawa Tengah yang rentan akan terjadinya tanah longsor. Hasil dari model yang didapatkan nantinya akan menunjukkan bahwa faktor apa yang paling berpengaruh terhadap kejadian bencana tanah longsor di Jawa Tengah. Diharapkan setelah diketahui faktor-faktor yang menyebabkan tanah longsor akan memudahkan kita untuk melakukan upaya

mitigasi bencana tanah longsor agar di masa yang akan datang, terjadinya bencana tersebut akan berkurang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka muncul suatu rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) yang terbentuk pada data Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017-2019?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka didapatkan suatu tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) yang terbentuk pada data Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah?
2. Mendapatkan Faktor-faktor yang mempengaruhi Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017-2019?

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

a. Bagi Penulis

Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan serta Menambah pengetahuan tentang *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR)

dan dapat mengetahui faktor-faktor yang dapat menyebabkan tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah dari model yang dihasilkan.

b. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang dapat memicu terjadinya tanah longsor di tiap kabupaten/kota Provinsi Jawa Tengah sebagai upaya untuk mengurangi kerusakan serta kerugian dari bencana tanah longsor.

c. Bagi Pihak Lain

Dapat mengetahui faktor-faktor yang dapat memicu terjadinya tanah longsor tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah sehingga dapat membuat kebijakan untuk melakukan upaya mitigasi bencana yang tepat.

1.5. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Menggunakan pembobot pada model *Geographically Weighted Panel Regression (GWPR)* yaitu *Adaptive Bisquare*.
2. Menggunakan data jumlah kejadian tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2017-2019, data curah hujan, data luas penggunaan lahan sawah, dan data luas penggunaan lahan kebun.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam menyusun skripsi antara lain sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang permasalahan, rumusan

masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika dalam penyusunan skripsi.

2. BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang penjelasan teori yang digunakan dalam mendukung penyelesaian penelitian yaitu Model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) Pada Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode dan juga gambaran umum yang dirancang untuk menyelesaikan penelitian tentang Model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) Pada Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dari Model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) Pada Kejadian Tanah Longsor di Provinsi Jawa Tengah. Proses perhitungan GWPR dibantu dengan program untuk mengetahui hasil model GWPR pada kejadian tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil model GWPR pada kejadian tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah dan saran untuk penelitian ini agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Longsor

Longsor adalah suatu gerakan tanah pada lereng. Dimana pergerakan tanah disebabkan oleh massa tanah atau batuan yang menyusun lereng yang bergerak menuruni lereng akibat gangguan dari kestabilan tanah atau batuan yang menyusun lereng tersebut. Jika massa yang bergerak didominasi oleh massa tanah serta gerakannya melalui bidang pada lereng, baik bidang miring atau lengkung, maka proses pergerakannya disebut sebagai longsor tanah. Kondisi batuan serta tanah penyusunnya, curah hujan dan penggunaan lahan mempengaruhi terjadinya gerakan tanah pada lereng (Falahnsia, 2015).

Tanah longsor atau pergerakan tanah merupakan peristiwa geologi yang disebabkan oleh pergerakan masa batuan atau berbagai tipe dan jenis tanah (misalnya jatuhnya bebatuan atau bongkahan besar tanah (Yuniarta, dkk., 2015). Singkatnya, terjadinya tanah longsor yaitu bermula saat air meresap ke dalam tanah yang memicu bertambahnya bobot tanah. Jika air menembus ke dalam tanah dan bersifat kedap air, akibatnya tanah menjadi licin dan lapuk. Tanah yang berada di atasnya akan bergerak dengan cara mengikuti lereng dan keluar dari lereng (Ramadhan, 2017). Secara umum tanah longsor terjadi karena disebabkan oleh dua faktor diantaranya faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor yang mempengaruhi kondisi material itu sendiri disebut faktor pendorong, dan faktor pemicu ialah faktor yang menyebabkan material tersebut berpindah (Fanani et al.,

2018).

2.2. Curah Hujan

Salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor adalah air hujan (Karnawati, 2001). Peningkatan intensitas curah hujan yang terjadi saat musim hujan menjadikan ancaman terjadinya bencana tanah longsor. Musim kemarau yang berkepanjangan akan menjadikan banyak air menguap di permukaan tanah. Hal ini menimbulkan munculnya rongga pada tanah, yang menyebabkan adanya retakan-retakan dan merekahnya tanah di permukaan. Saat hujan, air akan merembes ke area retakan sehingga menyebabkan tanah mengembang dengan cepat. Intensitas hujan yang tinggi biasanya terjadi diawal musim hujan, sehingga dalam waktu singkat kandungan air pada tanah menjadi jenuh. Hujan deras di awal musim dapat menyebabkan longsor karena air yang melewati tanah akan masuk dan terakumulasi di dasar lereng sehingga terjadi pergerakan lateral (Subowo, 2003).

Terdapat dua tipe hujan yang bisa memicu terjadinya tanah longsor, yaitu hujan deras dan hujan kurang deras namun terjadi secara terus menerus dalam kurun waktu beberapa jam hingga beberapa hari kemudian disusul hujan. Longsoran tidak selalu turun waktu hujan deras saja, namun saat sudah reda (tinggal gerimis) selama beberapa jam longsoran baru terjadi. Dalam upaya evakuasi yang dilakukan penduduk supaya terhindar dari bahaya dari bencana tanah longsor, hal tersebut juga perlu diperhatikan (Karnawati, 2001).

2.3. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (*land use*) adalah segala bentuk kegiatan manusia yang berkaitan dengan lahan dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan hidupnya

(Siswanto, 2006). Pola penggunaan lahan sangat mempengaruhi stabilitas lereng. Penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kapasitas dapat menjadi penyebab tingginya potensi tanah longsor (Zaman, 2021). Perubahan tata guna lahan di daerah perbukitan pada daerah budidaya (lahan kering dan sawah) berperan penting dalam mempercepat pelapukan tanah dan ketidakstabilan lereng, hal tersebut berkontribusi signifikan terhadap tanah longsor (Ramadhan, 2016). Aktivitas manusia dalam penggunaan lahan seperti persawahan dan tegalan, terutama di daerah dengan kemiringan yang lebih curam umumnya rawan kejadian tanah longsor. Karena saat merubah penggunaan lahan menjadi sawah maupun tegalan tidak memperhatikan daerah resapan air sehingga menimbulkan berbagai bencana berupa banjir dan tanah longsor (Zaman, 2021).

2.4. Regresi Data Panel

Gabungan antara data *cross section* dan data *time series* disebut data panel. Analisis regresi data panel didasarkan pada regresi data panel untuk mengetahui hubungan antara variabel prediktor dengan satu atau lebih variabel respon (Jaya, 2009). Terdapat beberapa model regresi panel, salah satunya model dengan *intercept* bervariasi dan *slope* konstan. Model komponen satu arah adalah model regresi panel yang dipengaruhi oleh salah satu unit saja (unit *cross-sectional* atau unit waktu), dan model komponen dua arah adalah model regresi panel yang dipengaruhi oleh kedua unit (*unit cross-sectional* dan unit waktu) (Pangestika, 2015). Unit *cross section* meliputi individu, rumah tangga, perusahaan, dan lain-lain, sedangkan unit *time series* dapat berupa harian, bulanan, tahunan, dan lain-lain.

Secara umum model regresi data panel dapat dinyatakan sebagai berikut |

(Baltagi, 2005):

$$y_{it} = \alpha + X_{it}^T \beta + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.1)$$

dengan,

y_{it} : Variabel prediktor unit ke- i dan waktu ke- t

α : Koefisien *intercept*

β : Vektor parameter

X_{it}^T : Variabel respon pengamatan ke- i pada periode waktu ke- t

u_{it} : Residual pada unit ke- i dan waktu ke- t

Model komponen residual satu arah pada model regresi data panel adalah sebagai berikut:

$$u_{it} = \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2.2)$$

Sehingga didapatkan model umum regresi data panel yaitu:

$$y_{it} = \alpha + \mu_i + X_{it}^T \beta + \varepsilon_{it} \quad (2.3)$$

Dimana: μ_i : pengaruh spesifik individu yang tidak diamati

ε_{it} : residual pengamatan ke- i pada periode waktu ke- t .

Tabel 2.1 Struktur Data Panel Secara Umum

Lokasi (i)	Tahun (t)	Variabel Respon (y_{it})	Variabel Prediktor (x_{1it})	Variabel Prediktor (x_{2it})	...	Variabel Prediktor (x_{pit})
1	1	y_{11}	$x_{1.11}$		...	($x_{p.11}$)
2	1	y_{21}	$x_{1.21}$		...	($x_{p.21}$)
...
N	1	y_{N1}	$x_{1.N1}$		...	($x_{p.N1}$)
1	2	y_{12}	$x_{1.12}$		...	($x_{p.12}$)
2	2	y_{22}	$x_{1.22}$		...	($x_{p.22}$)
...
N	2	y_{N2}	$x_{1.N2}$		...	($x_{p.N2}$)
...
...
...
1	T	y_{1T}	$x_{1.1T}$	$x_{2.1T}$	...	($x_{p.1T}$)
2	T	y_{2T}	$x_{1.2T}$	$x_{2.2T}$	...	($x_{p.2T}$)
...
N	T	y_{NT}	$x_{1.NT}$	$x_{2.NT}$	...	($x_{p.NT}$)

2.4.1. Pendekatan dan Model Estimasi pada Model Regresi Data Panel

Dalam melakukan estimasi model regresi data panel, ada tiga pendekatan yang umum digunakan yaitu pendekatan *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM).

2.4.1.1. *Common Effect Model* (CEM)

Pendekatan yang menggabungkan (*pooled*) semua data *time series* dan *cross section* serta menggunakan pendekatan OLS (*Ordinary Least Square*) untuk menduga parameternya disebut model tanpa pengaruh individu (*common effect*) adalah (Baltagi, 2005). Nilai *intercept* dan *slope* koefisien untuk semua unit *cross section* dan *time series* dalam metode ini diasumsikan sama. Model *Common*

Effect Model (CEM) dapat dinyatakan sebagai berikut (Greene, 2000):

$$y_{it} = \alpha + x_{it}^T \beta + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T_i \quad (2.4)$$

dengan,

y_{it} : Variabel dependen pada unit ke- i dan waktu ke- t

x_{it}^T : $(x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{pit})$ Variabel independen untuk pengamatan ke- i pada periode waktu ke- t berukuran $1 \times p$

α : Koefisien *intercept*

β : Koefisien *slope*

ε_{it} : Galat

2.4.1.2. *Fixed Effect Model* (FEM)

Model *Fixed Effect* ialah model yang mengasumsikan bahwa setiap individu memiliki koefisien *intercept* yang berbeda (Rizki, 2015). Untuk memperhatikan unit *cross section*, salah satu cara yang bisa digunakan yaitu dengan mengijinkan nilai *intercept* yang berbeda untuk setiap unit *cross section*, tetapi masih mengasumsikan bahwa *slope* koefisien tetap. Model *Fixed Effect Model* (FEM) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y_{it} = x_{it}^T \beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T_i \quad (2.5)$$

dengan,

y_{it} : Variabel dependen pada unit ke- i dan waktu ke- t

x_{it}^T : $(x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{pit})$ Variabel independen untuk pengamatan ke- i pada periode waktu ke- t berukuran $1 \times p$

α_i : Koefisien *intercept*

β : Koefisien *slope*

ε_{it} : Galat

2.4.1.3. *Random Effect Model (REM)*

Model *Random Effect* ialah metode yang mengasumsikan perbedaan *intercept* pada unit *cross section* sebagai variabel acak. Model *Random Effect Model (REM)* dapat dinyatakan sebagai berikut (Mahabbi, 2019):

$$y_{it} = (\alpha + \mu_i) + \beta x_{it}^T + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T_i \quad (2.6)$$

dengan,

y_{it} : Variabel dependen pada unit ke- i dan waktu ke- t

α : Koefisien *intercept*

β : Koefisien *slope*

x_{it}^T : Variabel independen untuk pengamatan ke- i pada periode waktu ke- t berukuran $1 \times p$

ε_{it} : Galat

2.4.2. Pemilihan Model Regresi Data Panel

2.4.2.1. Uji Chow

Uji chow merupakan uji statistik yang digunakan untuk menentukan model regresi data panel, yaitu model (*fixed effect*) atau model (*common effect*). Prosedur uji chow sebagai berikut (Baltagi, 2005):

Hipotesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0$ (Model CEM)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \alpha_i \neq 0; i = 1, 2, \dots, n$ (Model FEM)

Statistik uji yang digunakan merupakan uji F , yaitu:

$$F_{hitung} = \frac{(RRSS - URSS)/(n - 1)}{URSS/(nT - n - K)} \quad (2.7)$$

dengan,

$RRSS$: *restricted residual sums of squares*

$URSS$: *unrestricted residual sums of squares*

n : Jumlah individu

T : Jumlah periode waktu

K : Jumlah variabel penjelas

Hipotesis awal (H_0) ditolak Jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan $F_{tabel} = F_{n-1, nT-n-K}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ (taraf signifikansi), artinya model yang terpilih adalah model efek tetap (*fixed effect model*).

2.4.2.2. Uji Hausman

Uji Hausman merupakan uji statistik yang digunakan untuk memilih antara model (*random effect*) dan model (*fixed effect*). Hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut (Baltagi, 2008).

Hipotesis:

$H_0 : \text{corr}(x_{it}, \varepsilon_{it}) = 0$ (Model REM)

$H_1 : \text{corr}(x_{it}, \varepsilon_{it}) \neq 0$ (Model FEM)

Statistik uji yang digunakan merupakan uji *chi-squared* berdasarkan kriteria *Wald*,

yaitu:

$$W = (\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM})^T [\text{var}(\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM})]^{-1} (\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM}) \quad (2.8)$$

dengan,

$\hat{\beta}_{FEM}$: vektor estimasi *slope* model efek tetap

$\hat{\beta}_{REM}$: vektor estimasi *slope* model efek acak

Hipotesis awal (H_0) ditolak jika nilai $W > X^2_{(\alpha, K)}$ atau $p - value < \alpha$ (taraf signifikansi) yang ditentukan, artinya model yang terpilih adalah model efek tetap (*fixed effect model*).

2.4.3. Uji Asumsi Model Regresi Data Panel

a. Normalitas

Dalam asumsi klasik regresi linear menyatakan bahwa tiap *error* (ε_i) berdistribusi normal dengan $E(\varepsilon_i) = 0$, varians $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2$, dan $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$ untuk $j \neq i$ (Gujarati, 2004). Secara ringkas dapat ditulis:

$$\varepsilon_j \sim N(0, \sigma^2) \quad (2.9)$$

b. Multikolinearitas

Multikolinearitas merupakan hubungan linear antara beberapa atau semua variabel prediktor dalam model regresi. Multikolinieritas merepresentasikan hubungan antar variabel independen. Jika tidak terdapat kolerasi antara variabel independen maka model regresi dianggap baik (Ghozali, 2009). Tidak terjadi multikolinearitas antar variabel prediktor yang terdapat dalam model adalah salah satu asumsi klasik dalam model regresi linier (Gujarati, 2004). Untuk

mendeteksi adanya multikolinearitas, salah satu cara yang bisa digunakan adalah dengan menghitung nilai *VIF* (*Variance Inflation Factor*) Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{(1 - R_K^2)} \quad (2.10)$$

dengan,

R_K^2 = Koefisien determinasi ke- k

Jika nilai $VIF > 10$ maka disimpulkan terjadi multikolinearitas pada variabel independen.

c. Heteroskedastisitas

Dalam model regresi linear terdapat salah satu asumsi penting bahwa *error* pada fungsi regresi adalah homoskedastik, yaitu mempunyai varians yang sama (Gujarati, 2004).

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.11)$$

Pelanggaran asumsi ini disebut heteroskedastisitas, yaitu kondisi dimana terjadi ketidaksamaan varian dari residual pada suatu observasi ke observasi lainnya dalam model regresi (Priyatno, 2012). Model regresi dikatakan baik jika tidak terjadi heteroskedastisitas. Salah satu uji yang dapat digunakan untuk menguji heteroskedastisitas adalah uji *Breusch Pagan*. Kriteria pada uji *Breusch Pagan* adalah sebagai berikut:

H_0 : jika nilai $p - value > \alpha$, tidak terjadi heteroskedastisitas

H_1 : jika nilai $p - value < \alpha$, terjadi heteroskedastisitas

d. Autokorelasi

Korelasi antara serangkaian pengamatan dan diurutkan berdasarkan waktu (*data time series*) atau ruang (*data cross section*) disebut dengan autokorelasi (Yuniarti, 2010).

$$E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0, \text{ untuk } j \neq s \quad (2.12)$$

2.5. Aspek Data Spasial

Data Spasial adalah data yang merepresentasikan aspek keruangan dari fenomena yang diteliti (Rahmawita, 2017). Data spasial merupakan data terkait dengan lokasi geografis (terdiri dari *longitude* dan *latitude*). Saat melakukan analisis data spasial, karena setiap lokasi memiliki karakteristiknya masing-masing, maka tidak dapat dilakukan secara global. Sebagian besar metode analisis data spasial merupakan eksplorasi data yang tersaji kedalam bentuk peta tematik. Peta tematik akan memberikan gambaran penggunaan ruang pada suatu lokasi tertentu sesuai dengan tema yang dibutuhkan (Rahmawati, 2015). Jika data yang digunakan memenuhi karakteristik spasial, yaitu memiliki sifat *error* yang saling berkorelasi *error* yang saling berkorelasi (*spatial dependence*) dan memiliki heterogenitas spasial (*spatial heterogeneity*) maka analisis spasial harus dilakukan.

2.5.1. *Spatial Dependence*

Adanya ketergantungan spasial merupakan salah satu permasalahan yang disebabkan oleh perbedaan lokasi (Rahayu, 2018). Tobler mengemukakan Hukum pertama tentang geografi yang mengatakan bahwa "*Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*". Segala sesuatu saling terkait, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai keterkaitan daripada sesuatu yang jauh. Untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh pada pengamatan di lokasi lain yang berdekatan maka dilakukan uji

ketergantungan spasial (Anselin, 1988).

2.5.2. Spatial Heterogeneity

Heterogenitas spasial adalah suatu kondisi dimana terdapat perbedaan kondisi antar satu lokasi dengan lokasi lain di suatu wilayah, dilihat dari segi geografis, kondisi sosial budaya dan kondisi lain yang dapat menimbulkan kondisi heterogenitas spasial pada lokasi yang diteliti (Munika, 2014). Untuk menguji heterogenitas spasial (*spasial heterogeneity*) dapat menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (Tidak terdapat heterogenitas spasial)

$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_1^2 \neq \sigma^2$ (Terdapat heterogenitas spasial)

Nilai uji *Breusch-Pagan* :

$$BP = \frac{1}{2} f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f \sim X_p^2 \quad (2.13)$$

dengan elemen vektor f :

$$f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \right) \quad (2.14)$$

dimana:

e_i^2 : Galat untuk observasi ke- i

Z : Matriks berukuran $n \times (p + 1)$ yang berisi vektor yang sudah distandarkan (z) untuk setiap observasi

H_0 ditolak jika nilai $BP > X_p^2$ atau jika $p - \text{value} < \alpha$ dengan p adalah banyaknya variabel independen,

2.5.3. Pengujian Signifikansi Parameter

Untuk melihat apakah parameter yang ada dimodel regresi data panel telah menunjukkan hubungan yang tepat antara variabel prediktor dan variabel respon, serta untuk melihat apakah model yang memuat parameter tersebut dapat menggambarkan kebenaran variabel tersebut maka dilakukan pengujian signifikansi regresi data panel (Rahayu, 2018).

2.6. Geographically Weighted Regression (GWR)

Geographically Weighted Regression (GWR) ialah pengembangan dari regresi linear sederhana, dimana setiap parameter digunakan untuk perhitungan pada setiap titik lokasi pengamatan, sehingga setiap titik lokasi memiliki nilai parameter regresi yang bervariasi (Mahabbi, 2019). GWR adalah metode untuk mengeksplorasi nonstationer spasial, yang didefinisikan sebagai sifat dan hubungan yang signifikan antara variabel yang berbeda dari satu lokasi ke lokasi lain (Fotheringham, 2002). Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.15)$$

dimana:

y_i : nilai observasi variabel respon ke- i

x_{ik} : nilai observasi variabel prediktor k pada pengamatan ke- i

β : koefisien regresi

(u_i, v_i) : titik koordinat lokasi i

ε_i : *error* ke- i

2.6.1. Fungsi Pembobot Model GWR

Pembobot dalam model GWR adalah komponen penting, karena nilai pembobot merepresentasikan lokasi data observasi (Mahabbi, 2019). Diasumsikan bahwa pengamatan yang berdekatan memiliki pengaruh yang lebih besar pada setiap estimasi parameter dibandingkan dengan pengamatan yang berjauhan (Gwarda, 2018). Untuk menentukan bobot setiap lokasi berbeda dalam model GWR dapat menggunakan beberapa metode yang berbeda. Salah satunya adalah dengan menggunakan fungsi kernel. Fungsi kernel digunakan untuk memperkirakan parameter dalam model GWR. Ada dua macam fungsi kernel, yaitu fungsi kernel tetap (*fixed kernel*) dan fungsi kernel adaptif (*adaptive kernel*).

a. Fungsi Kernel Tetap (*Fixed Kernel*)

Fungsi *fixed kernel* memiliki *bandwidth* yang sama untuk setiap lokasi pengamatan. Ada tiga macam fungsi kernel tetap, yaitu:

i. Fungsi Kernel *Gaussian*

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right) \quad (2.16)$$

ii. Fungsi Kernel *Bisquare*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right)^2 & , \text{ untuk } d_{ij} \leq h \\ 0 & , \text{ untuk } d_{ij} > h \end{cases} \quad (2.17)$$

iii. Fungsi Kernel Adaptif *Tricube*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^3\right)^3 & , \text{ untuk } d_{ij} \leq h \\ 0 & , \text{ untuk } d_{ij} > h \end{cases} \quad (2.18)$$

b. Fungsi Kernel Adaptif (*Adaptive Kernel*)

Fungsi *adaptive kernel* mempunyai *bandwidth* yang tidak sama pada setiap titik lokasi pengamatan (Maulani, 2016). Ada tiga macam fungsi kernel adaptif, yaitu:

i. Fungsi Kernel Adaptif *Gaussian*

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h_{i(p)}}\right)^2\right) \quad (2.19)$$

ii. Fungsi Kernel Adaptif *Bisquare*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_{i(p)}}\right)^2\right)^2 & , \text{ untuk } d_{ij} \leq h \\ 0 & , \text{ untuk } d_{ij} > h_{i(p)} \end{cases} \quad (2.20)$$

iii. Fungsi Kernel Adaptif *Tricube*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_{i(p)}}\right)^3\right)^3 & , \text{ untuk } d_{ij} \leq h_{i(p)} \\ 0 & , \text{ untuk } d_{ij} > h_{i(p)} \end{cases} \quad (2.21)$$

dimana :

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (2.22)$$

= jarak antar lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j)

h : parameter *bandwidth* ke- i

2.6.2. Penentuan *Bandwidth*

Bandwidth adalah lingkaran dengan radius b dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan bobot model regresi pada setiap pengamatan terhadap lokasi. Untuk pengamatan yang dekat dengan lokasi i akan berdampak lebih besar pada parameter yang membentuk model lokasi ke- i (Kurniati, 2015).

Pada fungsi pembobot kernel, terdapat parameter *bandwidth* yang nilainya tidak diketahui. Metode pemilihan *bandwidth* terbaik dalam GWR sangat penting untuk memperkirakan fungsi *kernel* yang sesuai, karena akan mempengaruhi keakuratan model terhadap data. Nilai *bandwidth* yang kecil akan mengakibatkan penaksiran parameter pada lokasi observasi ke- i semakin bergantung pada titik lokasi observasi lain yang jaraknya paling dekat dengan lokasi observasi ke- i , sehingga varian yang dihasilkan akan semakin besar. Sebaliknya, jika nilai *bandwidth* sangat besar maka akan mengakibatkan bias yang semakin besar, sehingga model yang didapat akan terlalu halus (Dwinata, 2012).

Salah satu metode yang dapat dipakai untuk memilih *bandwidth* optimum yaitu metode *Cross Validation* (CV) yang secara matematis didefinisikan adalah sebagai berikut:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (2.23)$$

dengan $\hat{y}_{\neq i}(h)$ adalah nilai penaksir y_i dimana pengamatan di lokasi ke- i dihilangkan dari proses estimasi. Nilai h yang optimal didapatkan dari h yang menghasilkan *CV* yang minimum.

2.7. Geographically Weighted Panel Regression (GWPR)

Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) merupakan modifikasi dari model regresi yang merupakan gabungan dari GWR dan data panel. Ide utama GWPR sama dengan analisis GWR *cross-sectional*. Dalam GWPR diasumsikan bahwa runtutan waktu (*time series*) dari observasi pada sebuah lokasi geografis merupakan realisasi dari proses *smooth spatiotemporal*. Dalam analisis GWPR, tujuannya adalah untuk menggabungkan keseluruhan lokasi (*cross sectional*) dan observasi (Yu, 2016). Model umum GWPR diperoleh dari kombinasi model GWR dengan regresi panel. Berikut merupakan persamaan umum model GWPR:

$$\ddot{y}_{it} = \beta_0(u_{it}, v_{it}) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_{it}, v_{it}) \ddot{x}_{itk} + \ddot{\varepsilon}_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } t = 1, 2, \dots, T \quad (2.24)$$

dengan,

\ddot{y}_{it} : variabel dependen di lokasi pengamatan ke- i pada waktu ke- t

\ddot{x}_{itk} : variabel independen ke- k di lokasi pengamatan ke- i pada waktu ke- t

$\beta_k(u_{it}, v_{it})$: koefisien regresi variabel independen ke- k di lokasi pengamatan ke- i dan waktu ke- t

(u_{it}, v_{it}) : titik koordinat letak geografis lokasi pengamatan ke- i dan waktu ke- t

$\ddot{\varepsilon}_{it}$: residual pengamatan ke- i pada waktu ke- t

k : jumlah variabel prediktor

2.7.1. Pengujian Model GWPR

2.7.1.1. Uji Kesesuaian Model GWPR (*goodness of fit*)

Uji kesesuaian model GWPR dilakukan dengan menguji kesesuaian parameter secara serentak. Hipotesis pengujiannya adalah sebagai berikut (Wati, 2020):

Hipotesis:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$ untuk setiap $k = 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$ (tidak terdapat perbedaan antara model regresi global dengan GWPR)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$ untuk setiap $k = 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$ (terdapat perbedaan antara model regresi global dengan GWPR)

Statistik uji yang digunakan merupakan uji F , yaitu:

$$F = \frac{RSS_{GWPR}/df_1}{RSS_{Global}/df_2} \quad (2.25)$$

Kesimpulan:

Apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau $p - value > \alpha$ (taraf signifikansi), artinya model GWPR mempunyai *goodness of fit* lebih baik daripada model regresi global.

2.7.1.2. Uji Parameter Model GWPR

Jika data telah sesuai dalam mendeskripsikan model GWPR, maka selanjutnya dilakukan suatu uji terhadap parameter model untuk melihat parameter mana saja yang berpengaruh terhadap variabel dependen secara signifikan. Berikut hipotesis pengujiannya (Wati, 2020):

Hipotesis:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$ untuk setiap $k = 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$ untuk setiap $k = 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$

Tingkat kepercayaan : α

Daerah kritis: jika diberikan tingkat signifikansi α , maka diambil keputusan untuk menolak hipotesis H_0 apabila $|T_{hitung}| > t_{(\alpha/2, df)}$ atau $p - value < \alpha$.

Statistik uji:

$$T_{hitung} = \frac{\beta_k(u_{ij}, v_{ij})}{\hat{\sigma} \sqrt{C_{kk}}} \quad (2.26)$$

Kesimpulan:

Apabila $|T_{hitung}| > t_{(\alpha/2, df)}$ atau $p - value < \alpha$ maka variabel tersebut berpengaruh secara signifikan.

2.8. Integrasi Keilmuan

Alam adalah sebuah ladang yang diciptakan oleh Allah SWT sebagai tempat tinggal manusia. Kemudian bagaimana kenyamanan yang didapatkan dari alam untuk manusia bergantung pada upaya manusia untuk melindungi dan memanfaatkan alam secara maksimal (Prayetno, 2018). Allah menjadikan manusia sebagai khalifah atau penguasa di bumi, yang artinya menunjukkan keutamaan dan kemuliaan umat manusia. Manusia adalah makhluk ciptaan Tuhan yang diberikan akal untuk berpikir. Melalui kecerdasannya, manusia harus bertanggung jawab atas alam semesta yang telah Allah SWT berikan kepada mereka untuk menjamin keberlangsungan hidupnya. Manusia harus memperlakukan alam dengan bijaksana, menjaga dan melindungi segala kelestariannya. Seperti yang dikatakan Allah SWT dalam Q.S Al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّىۤ جَاعِلٌ فِىۤ الْاَرْضِ خَلِیْفَةً ۗ قَالُوۡۤا اَتَجْعَلُ فِیۡهَا مَنْ یُّفْسِدُ فِیۡهَا وَیَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّىۤۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوۡنَ ﴿۳۰﴾

Artinya : “Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat: “Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi”. Mereka berkata: “Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?” Tuhan berfirman: “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui”.

Ayat ini menjelaskan posisi umat manusia di bumi sebagai khalifah. Kekhalifahan membutuhkan interaksi antara manusia dengan manusia dan manusia dengan alam. Manusia adalah bagian dari jagat raya (kosmos) yang diciptakan oleh Allah SWT dan merupakan hamba-Nya. Allah memberi manusia kemampuan untuk menggunakan, mengolah, dan memelihara potensi alam semesta yang diciptakan-Nya. Manusia juga bisa memperoleh ilmu dan pengetahuan dari Allah melalui alam. Oleh karena itu, Allah Swt sebagai pencipta dan yang diciptakan yaitu makhluk hidup dan alam memiliki keterkaitan hubungan yang tidak dapat dipisahkan (Samidi, 2016).

Dalam menjalankan tugasnya sebagai khalifah, manusia diharuskan untuk memanfaatkan lingkungannya dengan sebaik-baiknya dan menjauhi sifat buruk yang menyebabkan kerusakan pada alam. Allah dengan tegas melarang

manusia menyebabkan kerusakan di bumi, seperti yang dikatakan Allah SWT dalam Q.S Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا
 إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang-orang yang berbuat kebaikan.

Ayat ini dengan jelas menyebutkan bahwa Allah memerintahkan umat manusia untuk tidak merusak bumi setelah diciptakan-Nya alam semesta dengan sempurna dan seimbang untuk memenuhi dan mencukupi kebutuhan makhluk-Nya.

Al-Qur'an menguraikan secara jelas bencana yang terjadi pada umat manusia, termasuk bencana yang berhubungan dengan umat manusia itu sendiri, dan bencana yang terjadi di lingkungan sekitar umat manusia. Secara umum, bencana yang disebutkan dalam al-Qur'an terbagi menjadi dua aspek utama, yaitu (Suryadilangga, 2013): *Pertama*, bencana yang terjadi tanpa dipengaruhi oleh campur tangan umat manusia melainkan disebabkan oleh alam itu sendiri seperti gempa bumi, kekeringan, tsunami, dan lain-lain. *Kedua*, bencana non alam merupakan bencana yang terjadi akibat suatu peristiwa non alam antara lain adanya wabah penyakit, kecelakaan industri, gagal teknologi, dan lain sebagainya. *Ketiga*, bencana sosial yang terjadi akibat adanya suatu peristiwa yang disebabkan oleh umat manusia meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas.

Seperti yang diterangkan Allah SWT dalam Q. S. Asy-Syura ayat 30 berikut ini:

وَمَا أَصَابَكُمْ مِّنْ مُّصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُوا
عَنْ كَثِيرٍ ﴿٣٠﴾

Artinya: “Dan apa saja musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari kesalahan-kesalahanmu)”.

Ayat di atas menerangkan bahwa terjadinya bencana atau musibah yang menimpa manusia disebabkan oleh ulah tangan manusia itu sendiri. Baik itu ulah manusia secara fisik maupun manusia yang tingkah lakunya melampaui batas norma agama dan norma kemanusiaan.

Selain ayat-ayat Al-Quran diatas yang menjelaskan tentang bencana alam yang terjadi, terdapat juga hadis yang disinyalir oleh ulama menguraikan perihal bencana yang terjadi dan ditimpakan kepada manusia yakni dari Abu Hasin al-Qadi dari Yahya al-Hamani dari Abdurrahman bin Aslam dari Abu Hazim dari Sahl bin Sa’ad dia menuturkan bahwasanya Rasulullah SAW bersabda, “musik, biduwanita, dan dihalalkannya khamr adalah penyebab terjadinya tanah longsor, penyebaran nama baik dan Penyelewengan” (HR. al-Thabrani). Berdasarkan hadis tersebut sudah sangat jelas disebutkan bahwa bencana dan kerusakan di bumi terjadi karena disebabkan kezaliman, kemaksiatan, dan keburukan sifat umat manusia. Oleh karena itu, Allah akan menimpakan bencana kepada mereka tanpa terkecuali, jika mereka melakukan perbuatan yang merusak alam dan durhaka kepada Allah SWT.

Dengan adanya bencana alam ada beberapa hal yang bisa dilakukan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya bencana alam tersebut, selain mengingatkan kepada diri kita sendiri agar senantiasa selalu menjaga lingkungan dan tidak melakukan tindakan yang mengakibatkan kerusakan-kerusakan terhadap lingkungan, kegiatan lain yang bisa dilakukan salah satunya dengan bersedekah. Sebagaimana dalam banyak hadis, Rasulullah SAW sering mengingatkan kepada kita untuk membentengi diri dengan bersedekah agar bisa terhindar dari musibah. Ada beberapa hadis yang menjelaskan tentang sedekah dapat mencegah bala. Seperti hadis yang diriwayatkan oleh Imam Thabrani yang berbunyi:

”Bersegeralah bersedekah sebab bala bencana tidak pernah bisa mendahului sedekah. Belilah semua kesulitanmu dengan sedekah. Obatilah penyakitmu dengan sedekah. Sedekah itu sesuatu yang ajaib. Sedekah menolak 70 macam bala dan bencana dan yang paling ringan adalah penyakit kusta dan sopak (vitiligo).” (HR. Imam Thabrani)

Hadis tersebut menjelaskan bahwa sedekah bukan hanya membuat kita terhindar dari bencana akan tetapi jika ada orang-orang yang melakukan sedekah maka niscaya bencana tidak akan melewati mereka. Sedekah bisa kita lakukan agar tidak sedikitpun bencana melewati kita. Sedekah juga bisa menjauhkan dari penyakit dan berbagai kesulitan yang datang dalam kehidupan. Selain itu, ada 70 jenis bala dan bencana lainnya yang bisa ditolak dengan sedekah. Jika banyak kesulitan dan hal-hal yang membuat resah dan menjadikan hidup tidak tenang, bersedekah bisa meringankannya.

Perilaku pererusakan terhadap lingkungan hidup dan membuat kemudharatan untuk diri sendiri ataupun orang lain sangat bertolak belakang dengan kaidah-kaidah yang telah dirumuskan oleh para fuqaha (*al-Qawaid*

al-Fiqhiyyah), antara lain Kaidah:

لا ضرار ولا ضرار yang memiliki arti Tidak boleh melakukan kemudharatan terhadap diri sendiri maupun orang lain, Kaidah الضرر يزال بقدر الإمكان yang berarti Kemudharatan harus dihilangkan semampunya, dan kaidah درء المفاسد مقدم على جلب المصالح yang artinya Menolak kerusakan lebih diutamakan dari mengharap kemaslahatan.

Dari ketiga kaidah tersebut sudah sangat jelas disebutkan bahwa sebagai makhluk hidup kita tidak boleh melakukan segala sesuatu yang mengakibatkan kerugian entah terhadap diri sendiri ataupun orang disekitar kita. Karena segala sesuatu yang dilakukan tidak hanya memiliki dampak pada diri sendiri tetapi juga bisa berdampak pada orang sekitar. Oleh sebab itu sebisa mungkin menghindari hal-hal yang berdampak pada kemudharatan dan harus mampu untuk menghilangkan kemudharatan tersebut. Bukankah menolak sesuatu yang merugikan lebih diutamakan daripada mengharap kebaikan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Sumber Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan berupa data jumlah kejadian tanah longsor di tiap kabupaten/kota di Proinsi Jawa Tengah tahun 2017 sampai 2019. Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Data yang digunakan berbentuk panel, yaitu gabungan data antara *cross section* dan *time series*. Data *cross section* berupa data 35 kabupaten/kota di Proinsi Jawa Tengah dan data *time series* berupa data banyaknya kejadian tanah longsor dan variabel yang mempengaruhi tejadinya tanah longsor dengan jumlah observasi 105. Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Kode	Variabel
Y	Jumlah Kejadian Tanah Longsor
x_1	Curah Hujan (mm)
x_2	Lahan Sawah (Ha)
x_3	Lahan Kebun (Ha)
u	Lintang Utara
v	Lintang Selatan

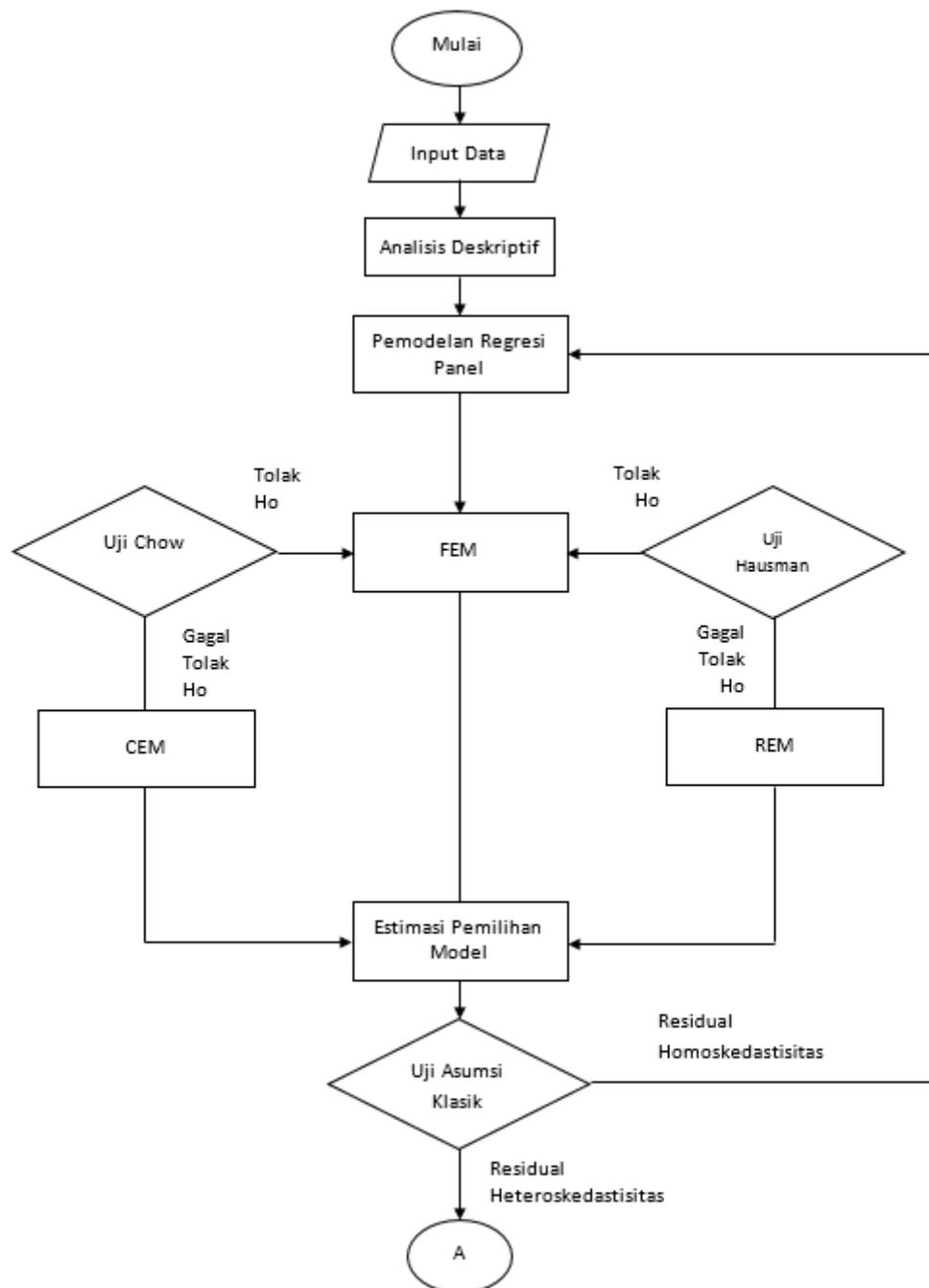
3.2. Tahap Penelitian

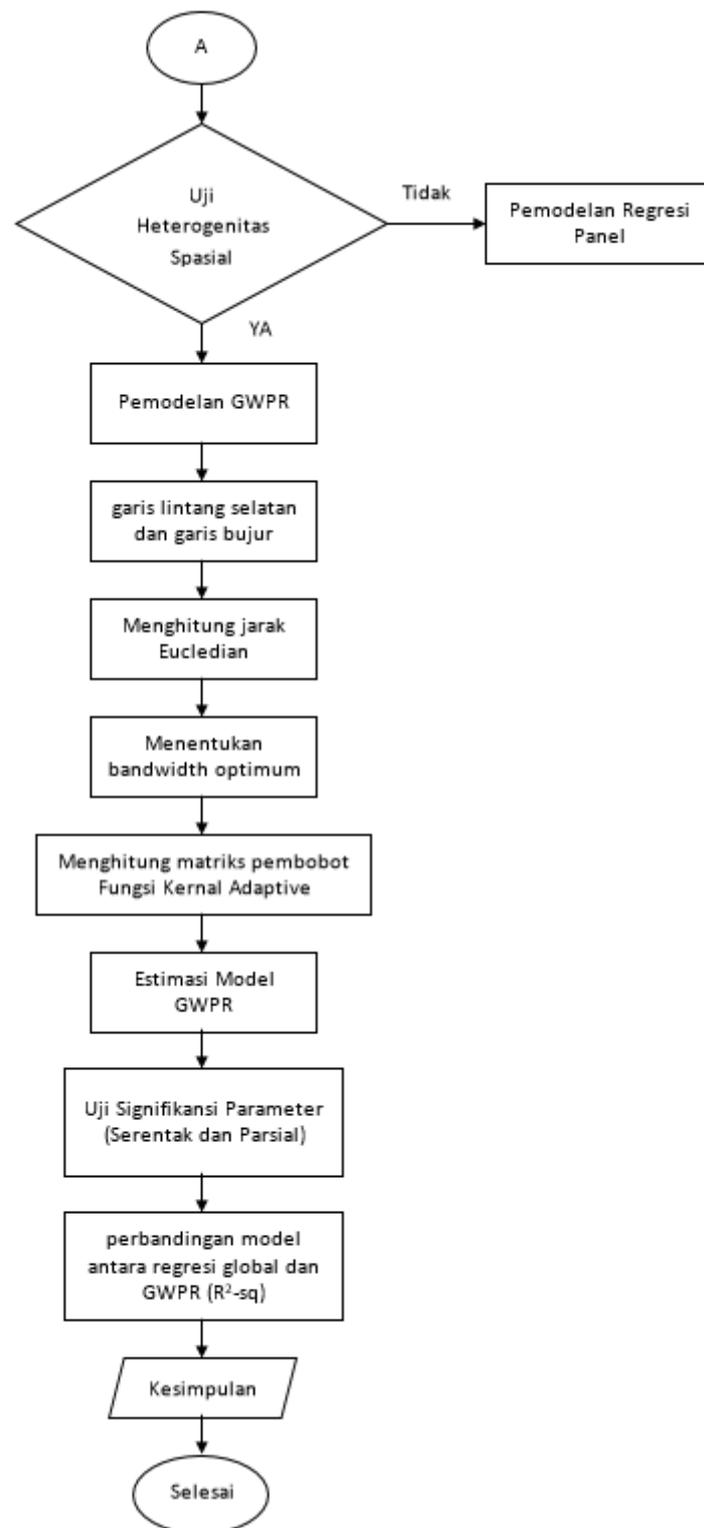
Tahapan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan data Jumlah kejadian tanah longsor beserta variabel-variabel yang mempengaruhinya.

2. Melakukan analisis deskriptif pada data
3. Mencari pemodelan regresi data panel:
 - 1) Model *Common Effect*
 - 2) Model *Fixed Effect*
 - 3) Model *Random Effect*
4. Melakukan uji chow dan uji hausman untuk memilih model terbaik regresi data panel
5. Melakukan pengujian asumsi regresi data panel, yaitu uji normalitas, multikolinieritas, autokorelasi, dan homoskedastisitas.
6. Melakukan Pemodelan GWPR
 - 1) Menghitung jarak *euclidean* antara lokasi.
 - 2) Menghitung *bandwidth* optimum dan matriks pembobot.
 - 3) Melakukan estimasi parameter model *Geographically Weighted Panel Regression*.
 - 4) Melakukan pengujian parameter model *Geographically Weighted Panel Regression*.
7. Perbandingan kebaikan model global dan GWPR

Berikut ini merupakan *flowchart* dari penelitian yang dilakukan.





Gambar 3.1 Diagram Alir Metode

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data yang berbentuk panel (*pooled*), yaitu gabungan antara data *time series* dan data *cross section*. Data yang digunakan adalah data 35 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 diantaranya data jumlah kejadian tanah longsor beserta variabel yang mempengaruhi. Dalam penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari publikasi tahunan Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah mengenai data banyaknya kejadian tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah beserta faktor-faktor yang mempengaruhi tahun 2017-2019 (Lampiran A). Berikut merupakan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Variabel Penelitian

Kode	Variabel
Y	Jumlah Kejadian Tanah Longsor
x_1	Curah Hujan (mm)
x_2	Lahan Sawah (Ha)
x_3	Lahan Kebun (Ha)

Pada penelitian ini tidak hanya menggunakan variabel-variabel diatas akan tetapi juga menggunakan data lintang (u) dan bujur (v) setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah. Berikut adalah sampel data yang digunakan pada penelitian di setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah.

Tabel 4.2 Sampel Data Variabel Penelitian

No.	Kab/Kota	Tahun	y	x_1	x_2	x_3	u	v
1	Kab. Cilacap	2017	45	3493.7	64692	39788	109.0095	-7.72593
2	Kab. Banyumas	2017	34	3308.17	31870	23057	109.2302	-7.42329
⋮								
35	Kota Tegal	2017	0	1698.5	610	42	109.1375	-6.87018
1	Kab. Cilacap	2018	32	2177.1	654782	388028	109.0095	-7.72593
2	Kab. Banyumas	2018	22	2534.1	30731	24144	109.2302	-7.42329
⋮								
35	Kota Tegal	2018	0	1377.6	521	42	109.1375	-6.87018
1	Kab. Cilacap	2019	43	1968.9	66527	38802	109.0095	-7.72593
2	Kab. Banyumas	2019	42	2244	30896	23805	109.2302	-7.42329
⋮								
35	Kota Tegal	2019	0	2006.6	593	42	109.1375	-6.87018

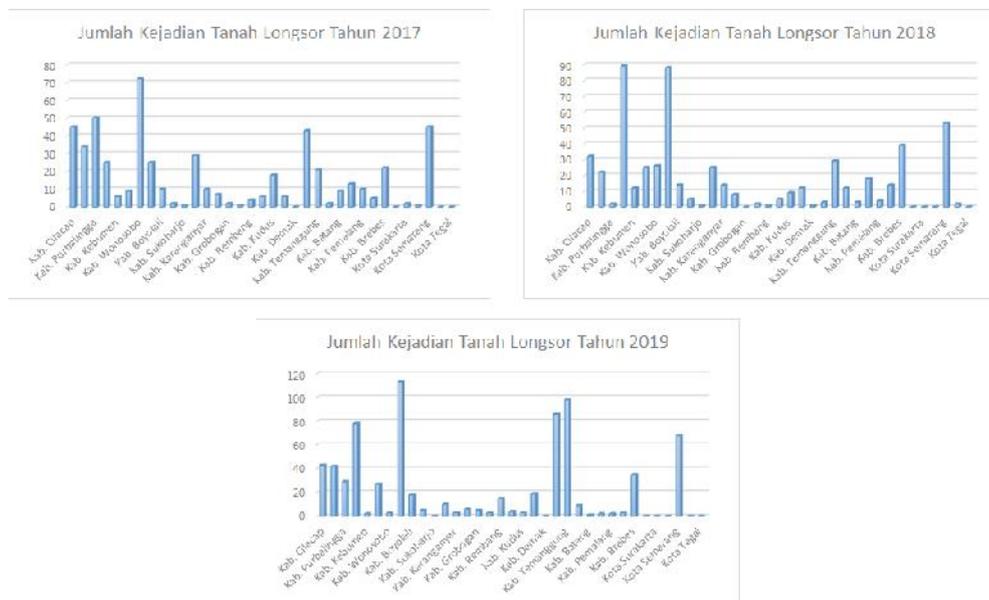
Berdasarkan Tabel 4.2 diatas, sebelum melakukan pemodelan dengan metode Regresi Data Panel akan dilakukan analisis data secara deskriptif. Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari masing masing variabel yang diteliti meliputi nilai minimum, maksimum dan rata-rata yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Deskriptif Statistik Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Deskriptif Statistik	Tahun		
		2017	2018	2019
Y	Rata-rata	15.29	16.29	20.91
	Maksimum	72	89	113
	Minimum	0	0	0
x_1	Rata-rata	2681.94	2314.79	2228.72
	Maksimum	8390	6773	5767
	Minimum	160.8	1021.2	1108
x_2	Rata-rata	27180	28017.66	29990.37
	Maksimum	80995	85441	90776
	Minimum	75	80	81
x_3	Rata-rata	20205.69	20221.66	20121
	Maksimum	85923	87739	78278
	Minimum	0	0	0

Dari hasil analisis deskriptif pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa jumlah rata-rata kejadian bencana tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah dalam kurun

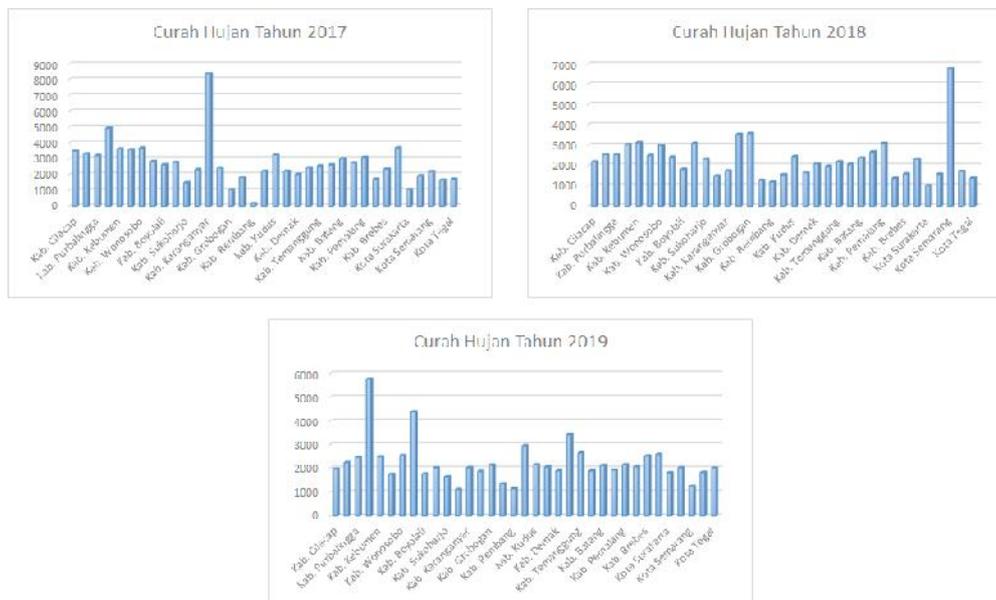
waktu 3 tahun mengalami kenaikan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 4.2 dibawah.



Gambar 4.1 Jumlah Kejadian Tanah Longsor Tahun 2017-2019

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat untuk kejadian tanah longsor terendah terjadi di Kabupaten Demak, Kota Magelang, Kota Pekalongan dan Kota Tegal pada tahun 2017, Kabupaten Grobogan, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga dan Kota Tegal pada tahun 2018, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Demak, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan dan Kota Tegal pada tahun 2019 yakni 0 atau dalam kata lain kabupaten/kota tersebut pernah dilanda kejadian bencana tanah longsor. Sedangkan untuk kejadian tanah longsor tertinggi terjadi di Kabupaten Magelang pada tahun 2019 yakni sebanyak 113 kali kejadian.

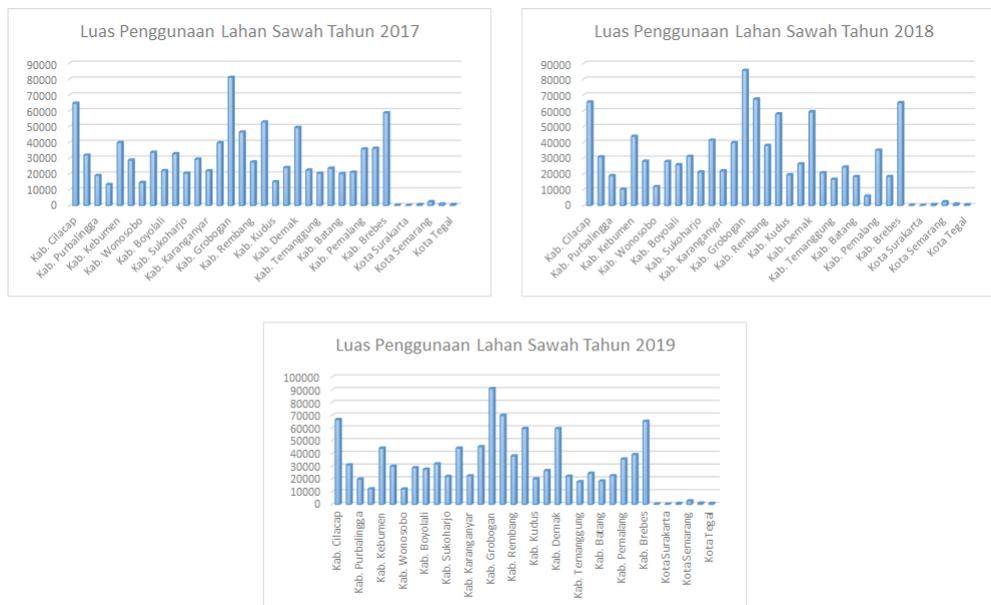
Untuk rata-rata curah hujan di Provinsi Jawa Tengah cenderung mengalami penurunan dalam 3 tahun terakhir. Curah hujan dari tahun 2017-2019 di Provinsi Jawa Tengah bisa dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Curah Hujan Tahun 2017-2019

Dari gambar diatas bisa dilihat bahwa curah hujan paling rendah terjadi di Kabupaten Rembang pada tahun 2017 yakni sebesar 160.8 mm dan curah hujan tertinggi sebesar 8390 mm terjadi di Kabupaten Karanganyar tahun 2019.

Untuk rata-rata luas penggunaan lahan sawah dari tahun 2017-2019 mengalami kenaikan. Pada tahun 2017 luas penggunaan lahan sawah di Provinsi Jawa Tengah seluas 27180 Ha. Pada tahun 2018 mengalami kenaikan menjadi 28017.66 Ha dan tahun 2019 seluas 29990.37 Ha. Untuk mengetahui luas penggunaan lahan sawah di kabupaten/kota Provinsi Jawa Tengah bisa dilihat pada Gambar 4.3 dibawah



Gambar 4.3 Luas Penggunaan Lahan Sawah 2017-2019

Dari Gambar 4.3 diatas bisa dilihat bahwa penggunaan lahan sawah paling rendah adalah sebesar 75 Ha yang merupakan luas penggunaan lahan sawah di Kota Surakarta dan luas penggunaan lahan sawah tertinggi sebesar 90776 Ha yang merupakan luas penggunaan lahan sawah di Kabupaten Grobogan tahun 2019.

Untuk rata-rata luas penggunaan lahan kebun dari tahun 2017-2019 cenderung mengalami naik turun. Pada tahun 2017 luas penggunaan lahan sawah di Provinsi Jawa Tengah seluas 20205.69 Ha. Pada tahun 2018 mengalami penurunan menjadi 20221.66 Ha dan pada tahun 2019 kembali mengalami kenaikan menjadi seluas 20121 Ha. Untuk mengetahui luas penggunaan lahan kebun di kabupaten/kota Provinsi Jawa Tengah bisa dilihat pada Gambar 4.4 dibawah

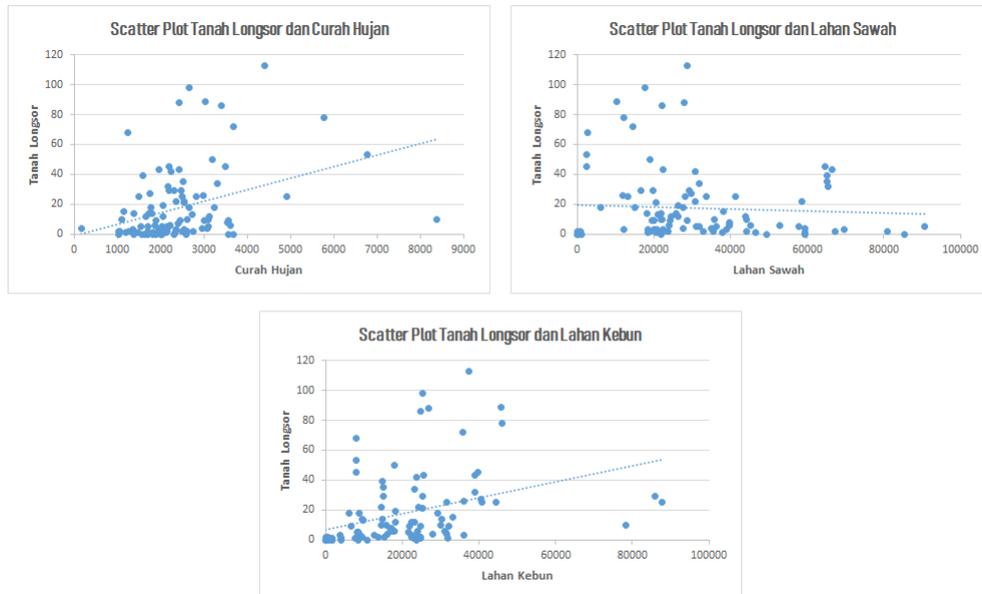


Gambar 4.4 Luas Penggunaan Lahan Kebun 2017-2019

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa luas penggunaan lahan perkebunan paling tinggi sebesar 87739 Ha yang merupakan luas penggunaan lahan perkebunan di Kabupaten Wonogiri tahun 2018. Sedangkan kabupaten/kota yang paling rendah untuk penggunaan lahan kebun adalah Kota Magelang Pada tahun 2017 dan 2019 dan Kota Surakarta pada tahun 2018.

4.2. Scatter Plot dan Korelasi

sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu lakukan eksplorasi pada data. salah satu yang bisa digunakan untuk eksplorasi data adalah *scatter plot*. *Scatter plot* atau diagram pencar dapat digunakan untuk melihat pola hubungan antara dua variabel. Hasil *scatter plot* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Scatter Plot* variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor

Pola *scatter plot* menunjukkan adanya kecenderungan hubungan linier antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor. Berdasarkan hasil *scatter plot* diatas dapat dilihat bahwa antara variabel jumlah kejadian tanah longsor dengan variabel curah hujan dan luas penggunaan lahan kebun memiliki korelasi yang positif, karena nilai dari variabel prediktor yakni curah hujan (X_1) dan luas penggunaan lahan kebun (X_3) dan variabel respon yaitu jumlah kejadian tanah longsor (Y) sama-sama meningkat. Sementara korelasi yang negatif terjadi antara variabel jumlah kejadian tanah longsor dengan variabel luas penggunaan lahan sawah, karena nilai dari variabel prediktor yakni luas penggunaan lahan sawah (X_2) meningkat sementara variabel respon yaitu jumlah kejadian tanah longsor (Y) menurun.

4.3. Analisis Data

4.3.1. Common Effect Model (CEM)

Hasil estimasi model CEM dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini,

Tabel 4.4 Hasil Estimasi Common Effect Model (CEM)

Variabel	Koefisien	Std. Error	<i>t</i> – value	<i>Pr</i>(> |<i>t</i>|)
C	-4.59775813	5.9954681	-0.7669	0.4449464
Curah Hujan	0.00660411	0.00188652	3.5007	0.0006922
Lahan Sawah	-0.00019314	0.00010589	-1.8239	0.0711216
Lahan Kebun	0.00057829	0.00013426	4.3073	$3.838\epsilon^{-05}$
<i>R-squared</i>	0.26067			

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil dari estimasi *common effect model* menggunakan *software R*, didapat model regresinya sebagai berikut:

$$y_{ij} = -4.59776 + 0.00660 \text{CurahHujan} - 0.00019 \text{LahanSawah} + 0.00058 \text{LahanKebun}$$

Berdasarkan persamaan model *common effect* diatas dapat diketahui variabel yang mempengaruhi kejadian tanah longsor adalah curah hujan dan luas penggunaan lahan kebun, dimana koefisien dari dua variabel tersebut bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa apabila curah hujan dan penggunaan lahan kebun naik, maka jumlah kejadian tanah longsor juga akan naik. Model *common effect* memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.26067, artinya model mampu menjelaskan variasi penyebab tanah longsor sebesar 26.07% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain yang tidak disebutkan dalam model.

4.3.2. Fixed Effect Model (FEM)

Hasil estimasi model FEM dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini,

Tabel 4.5 Hasil Estimasi Fixed Effect Model (FEM)

Variabel	Koefisien	Std. Error	<i>t</i> – value	<i>Pr</i>(> |<i>t</i>|)
Curah Hujan	0.00144897	0.00188856	0.7672	0.44564
Lahan Sawah	-0.00019695	0.00046348	-0.4249	0.67224
Lahan Kebun	0.00277728	0.00114471	2.4262	0.01796
<i>R-squared</i>	0.10135			

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil dari estimasi *fixed effect model* menggunakan *software R*, didapat model regresinya sebagai berikut:

$$y_{ij} = 0.00145CurahHujan - 0.00019LahanSawah + 0.00278LahanKebun$$

Berdasarkan persamaan model *fixed effect* diatas dapat diketahui variabel yang mempengaruhi kejadian tanah longsor adalah curah hujan dan luas penggunaan lahan kebun, dimana koefisien dari dua variabel tersebut bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa apabila curah hujan dan penggunaan lahan kebun naik, maka jumlah kejadian tanah longsor juga akan naik. Model *fixed effect* memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.10135, artinya model mampu menjelaskan variasi penyebab tanah longsor sebesar 10.13% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain yang tidak disebutkan dalam model.

4.3.3. Random Effect Model (REM)

Hasil estimasi model REM dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini,

Tabel 4.6 Hasil Estimasi *Random Effect Model* (REM)

Variabel	Koefisien	Std. Error	$t - value$	$Pr(> |t|)$
C	1.36982163	6.64487017	0.2061	0.8366759
Curah Hujan	0.00404149	0.00174935	2.3103	0.0208725
Lahan Sawah	-0.00022526	0.00013685	-1.6460	0.0997556
Lahan Kebun	0.00063361	0.00017670	3.5857	0.0003361
<i>R-squared</i>	0.16772			

Hasil estimasi *random effect model* menggunakan *software R*, didapat model regresinya sebagai berikut:

$$y_{ij} = 1.36982 + 0.00404 \text{CurahHujan} - 0.00023 \text{LahanSawah} + 0.00063 \text{LahanKebun}$$

Berdasarkan persamaan model *random effect* diatas dapat diketahui variabel yang mempengaruhi kejadian tanah longsor adalah curah hujan dan luas penggunaan lahan kebun, dimana koefisien dari dua variabel tersebut bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa apabila curah hujan dan penggunaan lahan kebun naik, maka jumlah kejadian tanah longsor juga akan naik. Model *random effect* memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.16772, artinya model mampu menjelaskan variasi penyebab tanah longsor sebesar 16.77% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain yang tidak disebutkan dalam model.

4.4. Uji Pemilihan Model Regresi Data Panel

Dalam pemilihan estimasi model terbaik dari regresi data panel dapat dilakukan suatu uji yaitu uji *chow* dan uji *hausman*. Selain melakukan kedua uji tersebut, dapat juga memilih model terbaik regresi data panel berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) dari masing-masing model.

Tabel 4.7 Nilai Koefisien Determinasi CEM, FEM, dan REM)

Model	Koefisien Determinasi (R^2)
CEM	26.07%
FEM	10.13%
REM	16.77%

Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) dari masing-masing model regresi data panel pada Tabel 4.7 diatas, dapat diketahui jika nilai koefisien determinasi (R^2) pada *Common Effect Model* (CEM) adalah yang paling tinggi dengan nilai 26.07%. Berdasarkan hasil tersebut, dalam penelitian ini model CEM terpilih sebagai model terbaik regresi data panel.

4.5. Uji Asumsi Klasik Regresi Data Panel

4.5.1. Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji asumsi normalitas menggunakan statistik uji *Jarque-Bera* menghasilkan nilai *Jarque-Bera* 41.99505 dengan probabilitas sebesar 0.000000. Dari hasil ini menunjukkan bahwa nilai probabilitas $< \alpha(0.05)$ maka tolak H_0 yang artinya residual yang diperoleh dari model regresi yang terbentuk dinyatakan tidak berdistribusi normal.

Uji normalitas bukan merupakan syarat BLUE (*Best Linear Unbias Estimator*) dan beberapa pendapat mengatakan jika uji normalitas tidak wajib pada pendekatan OLS ?.

4.5.2. Uji Multikolinearitas

Berikut hasil dari pengujian multikolinearitas menggunakan *VIF* dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF
Curah Hujan (X_1)	1.024708
Lahan Sawah (X_2)	1.155173
Lahan Kebun (X_3)	1.153583

Berdasarkan Tabel 4.8 hasil uji yang dilakukan dapat dilihat bahwa semua variabel bebas memiliki nilai *VIF* lebih kecil atau kurang dari 10. kesimpulannya, antar variabel bebas tidak terjerangkit masalah multikolinearita, yang artinya tidak ada keterkaitan antara satu variabel bebas dengan lainnya.

4.5.3. Uji Autokorelasi

Berdasarkan hasil dari uji autokorelasi didapatkan nilai $p - value = 0.3529$ atau $p - value > 0.05$, maka kesimpulannya residual tidak terjadi autokorelasi pada model yang dihasilkan.

4.5.4. Uji Heteroskedastisitas

Berdasarkan hasil uji Heteroskedastisitas didapatkan hasil nilai $p - value$ yaitu 0.008266 yang artinya $p - value < 0.05$ yang artinya tolak H_0 , yang artinya terdapat heteroskedastisitas pada sebaran data. Artinya asumsi homoskedastisitas pada regresi data panel tidak terpenuhi. Heteroskedastisitas kemungkinan terjadi akibat dari wilayah pengamatan yang berbeda sehingga terjadi heteroskedastisitas. Adanya masalah heteroskedastisitas pada penelitian ini, maka akan dilakukan analisis selanjutnya dengan memperhatikan efek spasial/lokasi yaitu dengan menggunakan metode GWPR.

4.6. Pemodelan *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR)

Setelah dilakukan uji heteroskedastisitas terdapat keragaman spasial pada data, langkah selanjutnya adalah memilih pembobot optimum yang nantinya akan dimasukkan ke dalam pemodelan GWPR. Sebelum membuat matriks pembobot terlebih dahulu menghitung jarak antar kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah dan menentukan *bandwidth optimum*. Perhitungan jarak antar kabupaten/kota menggunakan rumus *Euclidean* yang didefinisikan sebagai persamaan (2.25). Misal, mencari jarak antara Kabupaten Cirebon (u_1, v_1) ke Kabupaten Banjarnegara (u_2, v_2) yang disimbolkan dengan d_{12} .

$$\begin{aligned}
 d_{ij} &= \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \\
 &= \sqrt{(-7.72593 - (-7.42329))^2 + (109.0095 - 109.2302)^2} \\
 &= \sqrt{(-0.30264)^2 + (-0.2207)^2} \\
 &= \sqrt{0.0915909696 + 0.04870849} \\
 &= \sqrt{0.1402994596} \\
 &= 0.37457
 \end{aligned}$$

Banyaknya kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah adalah sebanyak 35 kabupaten/kota. Oleh karena itu jarak antar kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah akan membentuk matriks 35x35 yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Jarak *Euclidean*

Kabupaten/Kota	Kab. Cilacap	Kab. Banyumas	...	Kota Tegal
Kab. Cilacap	0	0.37457	...	0.86527
Kab. Banyumas	0.37457	0	...	0.56082
Kab. Purbalingga	0.4892	0.13782	...	0.56526
Kab. Banjarnegara	0.76144	0.46587	...	0.76571
Kab. Kebumen	0.65329	0.49667	...	0.95675
⋮	⋮	⋮	...	⋮
Kota Tegal	0.86527	0.56082	...	0

Selanjutnya mencari *bandwidth* optimum dengan menggunakan *Cross Validation* (CV). Pada penelitian ini, pemilihan pembobot optimum menggunakan fungsi pembobot *Adaptive bisquare* karena menghasilkan nilai CV yang paling minimum diantara fungsi kernel lain, hasil pemilihan *bandwidth* optimum ditunjukkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pemilihan *Bandwidth* dan Nilai CV

Fungsi Pembobot Kernel	Nilai CV
<i>Adaptive Gaussian</i>	18959
<i>Adaptive Bisquare</i>	18841.2

Nilai *bandwidth* yang dihasilkan dari fungsi pembobot *Adaptive bisquare* adalah berbeda-beda setiap lokasi, dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.11 Nilai *Bandwidth* pada setiap lokasi pengamatan

Kab/Kota	<i>Bandwidth</i>	Kab/Kota	<i>Bandwidth</i>
Kabupaten Cilacap	1.830124	Kabupaten Kudus	1.270434
Kabupaten Cilacap	1.830124	Kabupaten Kudus	1.270434
Kabupaten Banyumas	1.626514	Kabupaten Jepara	1.262549
Kabupaten Purbalingga	1.501468	Kabupaten Demak	1.055938
Kabupaten Banjarnegara	1.176283	Kabupaten Semarang	0.915855
Kabupaten Kebumen	1.250682	Kabupaten Temanggung	0.900374
Kabupaten Purworejo	1.054871	Kabupaten Kendal	0.987387
Kabupaten Wonosobo	0.99546	Kabupaten Batang	1.179002
Kabupaten Magelang	1.003575	Kabupaten Pekalongan	1.270434
Kabupaten Boyolali	1.111892	Kabupaten Pemalang	1.463444
Kabupaten Klaten	1.212189	Kabupaten Tegal	1.72458
Kabupaten Sukoharjo	1.349174	Kabupaten Brebes	1.806679
Kabupaten Wonogiri	1.500591	Kota Magelang	0.988803
Kabupaten Karanganyar	1.391405	Kota Surakarta	1.275948
Kabupaten Sragen	1.39338	Kota Salatiga	0.957026
Kabupaten Grobogan	1.26256	Kota Semarang	0.978542
Kabupaten Blora	1.770459	Kota Pekalongan	1.237426
Kabupaten Rembang	1.780558	Kota Tegal	1.705898
Kabupaten Pati	1.474711		

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa pada fungsi kernel *Adaptive*

Bisquare menghasilkan nilai *bandwidth* yang berbeda-beda di setiap lokasi pengamatan. Hal itu disebabkan karena pada jenis fungsi pembobot *Adaptive Bisquare* dalam perhitungannya menggunakan titik pada lokasi pengamatan. Salah satu kriteria fungsi pembobot terbaik adalah dengan melihat dari nilai CV yang minimum. Selanjutnya, membentuk matriks pembobot untuk penaksiran parameter pada setiap lokasi pengamatan. Matriks pembobot yang diperoleh pada setiap lokasi pengamatan akan digunakan untuk membuat model GWPR, sehingga model yang dimiliki oleh tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah berbeda-beda.

4.7. Model GWPR

Pemodelan menggunakan GWPR dengan fungsi pembobot *Adaptive Bisquare* menghasilkan model yang berbeda-beda untuk setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah. Model GWPR dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{itk} + \epsilon_{it}, i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } t = 1, 2, \dots, T$$

Model GWPR yang didapatkan pada salah satu kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah yaitu Kabupaten Banyumas dengan menggunakan fungsi pembobot *Adaptive Bisquare* adalah sebagai berikut:

$$y_{2t} = 7e^{-16} + 0.00239X_{2t1} - 0.00056X_{2t2} + 0.00342X_{2t3}$$

Dengan:

X_{2t1} : nilai curah hujan untuk wilayah ke-2 tahun ke-t

X_{2t2} : luas penggunaan lahan sawah untuk wilayah ke-2 tahun ke-t

X_{2t3} : luas penggunaan lahan kebun untuk wilayah ke-2 tahun ke-t

Model GWPR pada Kota Semarang adalah sebagai berikut:

$$y_{33t} = 9e^{-16} + 0.001894594X_{33t1} - 0.000203669X_{33t2} + 0.002646553X_{33t3}$$

X_{33t1} : nilai curah hujan untuk wilayah ke-33 tahun ke-t

X_{33t2} : luas penggunaan lahan sawah untuk wilayah ke-33 tahun ke-t

X_{33t3} : luas penggunaan lahan kebun untuk wilayah ke-33 tahun ke-t

Dari dua persamaan model yang telah didapatkan diatas, dapat diketahui jika curah hujan (X_1) meningkat dengan menganggap variabel respon yang lain konstan maka jumlah kejadian tanah longsor pada Kabupaten Banyumas dan Kota Semarang akan meningkat. Sementara itu juga, jika ada peningkatan pada luas penggunaan area kebun (X_3) maka berdampak juga pada bertambahnya jumlah kejadian tanah longsor di Kabupaten Banyumas dan Kota Semarang dengan syarat variabel respon lain konstan.

4.8. Pengujian Model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR)

4.8.1. Uji Kecocokan Model

Uji kecocokan Model dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi data panel dengan model GWPR. Dalam penelitian ini menggunakan $\alpha = 0.05$. Berikut hasil uji kecocokan model dengan bantuan *software R* yang disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Uji Kecocokan Model

Hasil	Kesimpulan
$F = 1.0124; F_{tabel} = 2.6937; p\text{-value} = 0.4758 > 0.05$	H_0 ditolak

Berdasarkan hasil uji kecocokan model pada Tabel 4.12 menggunakan $\alpha = 0.05$, diperoleh nilai $F_{hitung} = 1.0124$, nilai $F_{tabel} = 2.6937$ dan nilai $p\text{-value} = 0.4758$, dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau $p\text{-value} > \alpha$, artinya terdapat perbedaan signifikan antara model regresi data panel dengan model GWPR.

4.8.2. Uji Signifikansi Parameter

Untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap banyaknya kejadian tanah longsor untuk setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah dilakukan uji signifikansi parameter model GWPR. Variabel prediktor dinyatakan berpengaruh terhadap variabel respon di setiap lokasi jika nilai $p - value < \alpha$, dalam penelitian ini menggunakan $\alpha = 0.05$. Tabel hasil uji signifikansi parameter di kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah disajikan pada lampiran G. Berikut merupakan salah satu contoh hasil perhitungan uji signifikansi parameter model GWPR untuk lokasi (u_{2t}, v_{2t}) yaitu Kabupaten Banyumas. Berikut hasil uji signifikansi model GWPR dengan bantuan *software R* yang disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Uji Signifikansi Parameter Kabupaten Banyumas

Parameter	Estimator	p -value	Keterangan
$\beta_1(u_{2t}, v_{2t})$	0.00239	0.238	Tidak Signifikan
$\beta_2(u_{2t}, v_{2t})$	-0.0056	0.315	Tidak Signifikan
$\beta_3(u_{2t}, v_{2t})$	0.00342	0.001	Signifikan

Berdasarkan informasi yang disajikan pada Tabel 4.13 adalah di Kabupaten Banyumas hanya terdapat satu variabel prediktor yang signifikan terhadap variabel respon untuk model GWPR. Variabel prediktor yang signifikan merupakan luas penggunaan lahan kebun (X_3) itu artinya kejadian tanah longsor di Kabupaten Banyumas dipengaruhi oleh luas penggunaan lahan kebun. Variabel curah hujan (X_1) dan luas penggunaan lahan sawah (X_2) tidak berpengaruh signifikan terhadap kejadian tanah longsor di Kabupaten Banyumas.

Setelah dilakukan uji signifikansi parameter model di tiap lokasi pengamatan untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh terhadap banyaknya kejadian tanah longsor, didapatkan 2 kelompok kabupaten/kota di

Provinsi Jawa Tengah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Variabel Signifikansi pada Setiap Kabupaten/Kota

Variabel Prediktor yang Berpengaruh	Nama Kabupaten/Kota
X_3	Cilacap, Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolali, Klaten, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Blora, Pati, Kudus, Demak, Semarang, Temanggung, Kendal, Batang, Pekalongan, Pemalang, Tegal, Brebes, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Pekalongan, Kota Tegal
Tidak ada	Rembang dan Jepara

Berdasarkan Tabel 4.14, kelompok 1 merupakan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah dengan variabel prediktor luas penggunaan lahan kebun (X_3) yang berpengaruh signifikan terhadap kejadian bencana tanah longsor. Diantaranya yaitu Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, Kabupaten Pati, Kabupaten Kudus, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Tegal, Kabupaten Brebes, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Pekalongan, Kota Tegal.

Kelompok 2 merupakan kelompok kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah dengan tidak ada satupun variabel prediktor yang mempengaruhi kejadian tanah longsor yaitu baik variabel prediktor curah hujan (X_1), luas penggunaan lahan sawah (X_2) maupun luas penggunaan lahan kebun (X_3). Kelompok ini terdiri

dari Kabupaten Rembang dan Kabupaten Jepara.

4.9. Perbandingan Model Terbaik

Tabel 4.11 Perbandingan Model Global dan GWPR

Model	$R^2\%$
Model Global	26.07
Model GWPR	13.89

Berdasarkan Tabel 4.15 didapatkan model terbaik antara model GWPR dan model global (regresi data panel) berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2). Dari kedua model tersebut didapatkan model terbaik yaitu model regresi data panel karena memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) lebih besar dari model GWPR yaitu sebesar 26.07%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini model GWPR tidak lebih baik dari model regresi data panel. Salah satu yang menyebabkan hal tersebut terletak pada faktor spasial, yaitu *longitude* (u) dan *latitude* (v) yang tidak berubah setiap tahunnya atau dalam kata lain nilai variabel *longitude* (u) dan *latitude* (v) konstan.

4.10. Integrasi Keilmuan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terkait model kejadian bencana alam tanah longsor didapatkan model yang berbeda di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah sehingga faktor-faktor pemicu terjadinya bencana tanah longsor juga berbeda antara kabupaten/kota satu dengan yang lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa bencana alam yang terjadi di dunia ini bukan hanya semata-mata karena ulah dari kecerobohan dan keserakahan manusia terhadap alam. Akan tetapi setiap bencana yang terjadi di muka bumi ini juga atas izin Allah Swt. Sebagaimana Allah Swt berfirman dalam surat At-Taghabun ayat 11,

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ وَمَنْ يُؤْمِنْ بِاللَّهِ يَهْدِ
 قَلْبَهُ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿١١﴾

Artinya : “Tidak ada suatu musibah pun yang menimpa seseorang kecuali dengan izin Allah; dan barangsiapa yang beriman kepada Allah niscaya dan akan memberi petunjuk kepada hatinya. Dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu.” (Qs. Al-Taghabun: 11)

Berdasarkan ayat di atas dapat kita ketahui jika segala sesuatu yang terjadi di muka bumi ini termasuk bencana alam yakni atas izin Allah Swt. Namun demikian kita harus ingat bahwa izin Allah, bukan berarti Allah merestui. Hal ini terjadi karena musibah atau bencana alam yang terjadi akibat dari kecerobohan dan keserakahan umat manusia dan bukan semata-mata Allah merestui terjadinya bencana alam tersebut tanpa adanya ulah manusia.

Sebagai umat yang baik dan taat kepada Allah Swt, sudah menjadi kewajiban kita untuk menjaga alam yang telah Allah Swt ciptakan dengan sebaik-baiknya. Terdapat riwayat hadis Rasulullah Saw yang berisi anjuran untuk melestarikan alam dan melarang umat manusia melakukan kerusakan terhadap lingkungan. Dari Anas bin Malik Rodhiyallahu ‘Anhu bahwa Rasulullah Saw bersabda:

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا، أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ
 طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ بَهِيمَةٌ إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya : “Tidaklah seorang muslim pun yang menanam satu tanaman lalu

burung atau manusia makan dari tanaman tersebut melainkan itu menjadi shadaqah baginya.” (HR. Imam Bukhari)

Dari hadis di atas bisa diambil kesimpulan bahwa dengan menanam pohon sama dengan kita sudah melakukan suatu kegiatan reboisasi yang tidak hanya memberikan manfaat untuk menjaga alam namun juga menjadi jalan bagi keselamatan kita di akhirat. Hanya dengan melakukan satu perbuatan baik yakni menanam pohon, kita mendapatkan dua manfaat sekaligus yakni manfaat di dunia dan di akhirat.

Selain hadis yang menjelaskan tentang menjaga lingkungan di atas, ada juga kaidah fiqih yang menjelaskan tentang lebih baik menghilangkan kemudharatan yaitu:

دَرءُ الْمَفَاسِدِ أَوْلَىٰ مِنْ جَلْبِ الْمَصْلِحِ

Artinya : “Menolak kerusakan harus didahulukan daripada menarik kemaslahatan.”

Makna dari kaidah fiqih di atas adalah apabila dalam suatu perbuatan terdapat manfaat dan kerusakan sekaligus, maka tindakan yang kita pilih untuk didahulukan adalah menghilangkan kerusakan yang lebih besar. Dengan kata lain, kita masih bisa melakukan suatu tindakan yang lebih bermanfaat untuk menjaga lingkungan daripada merusaknya. Karena akibat dari kerusakan itu akan menimbulkan bencana alam yang nantinya juga akan berdampak buruk pada kehidupan umat manusia.

Dari ayat Al-Quran, hadis dan kaidah fiqih di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa, sejatinya alam yang telah Allah Swt ciptakan untuk tempat kita tinggal tidak sepatutnya dirusak, alam tidak semata-mata hanya digunakan untuk kepentingan

hidup manusia tanpa melakukan upaya pelestarian. Jika kita sebagai umat manusia terus menerus melakukan kerusakan, semesta yang terlihat diam pun akhirnya akan bertindak, salah satunya yaitu terjadi bencana alam banjir dan tanah longsor.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dapat diambil penulis setelah menyelesaikan pembuatan skripsi ini adalah:

1. Model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) dengan fungsi pembobot *Adaptive Bisquare* sebagai contoh pada Kabupaten Banyumas adalah sebagai berikut:

$$y_{2t} = 7e^{-16} + 0.00239X_{2t1} - 0.00056X_{2t2} + 0.00342X_{2t3}$$

Dengan:

X_{2t1} : nilai curah hujan untuk wilayah ke-2 tahun ke-t

X_{2t2} : luas penggunaan lahan sawah untuk wilayah ke-2 tahun ke-t

X_{2t3} : luas penggunaan lahan kebun untuk wilayah ke-2 tahun ke-t

Berdasarkan model GWPR pada Kabupaten Banyumas diatas, dapat diartikan jika jumlah curah hujan (X_1) Kabupaten Banyumas bertambah dengan menganggap variabel respon yang lain konstan maka jumlah kejadian tanah longsor akan meningkat. Sementara itu juga, jika ada peningkatan pada luas area kebun maka berdampak juga pada bertambahnya jumlah kejadian tanah longsor dengan syarat variabel respon lain konstan. Terjadinya peningkatan maupun penurunan jumlah kejadian tanah longsor di

setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah bergantung pada variabel bebas.

2. Faktor yang mempengaruhi terjadinya bencana tanah longsor di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah berbeda-beda. di Kabupaten Cilacap, Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolai, Klaten, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Blora, Pati, Kudus, Demak, Semarang, Temanggung, Kendal, Batang, Pekalongan, Pemalang, Tegal, Brebes, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Pekalongan, dan Kota Tegal terjadinya bencana tanah longsor disebabkan oleh luas penggunaan lahan kebun (X_3). akan tetapi di Kabupaten Rembang dan Jepara tidak dipengaruhi oleh ketiga variabel prediktor, artinya terjadinya bencana tanah longsor di Kabupaten Rembang dan Jepara dipengaruhi oleh faktor lain.
3. Model regresi data panel *Common Effect Model* (CEM) merupakan model yang lebih baik dari model GPWR karena memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar yaitu 26.07%.

5.2. Saran

Setelah membahas dan mengetahui hasil model pada kejadian tanah longsor di Provinsi Jawa Tengah, penulis ingin menyampaikan beberapa saran yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan fungsi pembobot *Kernel* yang lain, diantaranya *Fixed Kernel Bisquare* atau *Kernel Adaptive Tricube*
2. Penelitian selanjutnya dengan memperluas data di seluruh Provinsi di Indonesia agar dapat mengetahui lebih lanjut mengenai bencana alam tanah

longsor di Indonesia supaya dapat melakukan upaya mitigasi bencana lebih baik lagi.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Akhirianto, N. A. dan Naryanto, H. S. 2016. *Kajian Kapasitas Dan Persepsi Masyarakat Terhadap Bencana Tanah Longsor Di Desa Margamukti, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung*. Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia, 2(2), 117-126.
- Anselin, Luc, dan Anil Bera. 1998. *Spatial Dependence In Linear Regression Models With An Introduction To Spatial Econometrics*. New York: Dalam Ullah, A. & Gilles, D Handbook of Applied Economics Statistic. Selected reading, pp. 273-289, Marcel Dekker.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometrics Analysis of Panel Data (3 ed)*. Chicester, England: John Wiley & Sons Ltd.
- BPS Provinsi Jawa Tengah. (2019). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2019*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Dwinata, A. (2012). *Model Regresi Logistik Terboboti Geografis*. Institut Pertanian Bogor.
- ADNINDYA RIZKA Falahnsia, Adnindya Rizka. (2015). *Analisis Bencana Analisa Bencana Longsor Berdasarkan Nilai Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Aster Dan Landsat 8 (Studi Kasus : Sekitar Sungai Bedadung, Kabupaten Jember)*. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Fanani, F. C., Surendro B., Amin, M. (2018). *Pengaruh Ketinggian Lereng*

- Terhadap Gaya Longsor Pada Tanah Homogen*. World Of Civil And Environmental Engineering, 1(1), 1-8.
- Fotheringham, A. S., Brundson, C., & Charlton, M. E. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Chichester: Willey.
- Ghozali, I. (2009). *EKONOMETRIKA*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Greene, W. (2000). *Econometric Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics*. New York: MCGraw-Hill.
- Gwarda, K L. (2018). *Geographically Weighted Regression in the Analysis of Unemployment in Poland*. *International Journal of Geo-Information*.
- Isnaini, R. (2019). *Analisis Bencana Tanah Longsor di Wilayah Provinsi Jawa Tengah*. *Islamic Management and Empowerment Journal*, 1(2), 143–160. <https://doi.org/10.18326/imej.v1i2.143-160>
- Jaya, I. G., dan Sunengsih, N. (2009). *Kajian Analisis Regresi dengan Data Panel*. Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA 2009. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Karnawati, D. (2001). *Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000 (Evaluasi dan Rekomendasi)*. Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kurniati, Dewi Fenny. (2015). *REGRESI SPASIAL DENGAN PENDEKATAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED LOGISTIC REGRESSION (GWLRL)*. Universitas Pendidikan Indonesia: repository.upi.edu.

- Mahabbi, Abdita Vina. (2019). *PERBANDINGAN FUNGSI PEMBOBOT PADA MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR) DALAM TINGKAT KEMISKINAN DI KABUPATEN SAMPANG* [Skripsi]. Surabaya: UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Maulani, A., Herrhyanto, N., & Suherman, M. (2016). *Aplikasi Model Geographically Weighted Regression (Gwr) Untuk Menentukan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita Di Jawa Barat*. *Jurnal EurekaMatika*, 4(1), 46–62.
- Meutuah, S. M., Yasbin, H., & Maruddani, D. (2017). *Pemodelan Fixed Effect Geographically Weighted Panel Regression Untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah*. *Jurnal Gaussian* 6(2): 241-250.
- Mukti, A. B. (2012). *Pola Sebaran Titik Longsor Dan Keterkaitannya Dengan Faktor-Faktor Biogeofisik Lahan* [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Munikah, T., Pramoedyo, H., & Fitriani, R. (2014). *Pemodelan Geographically Weighted Regression dengan Pembobot Fixed Gaussian Kernel pada Data Spasial (Studi Kasus Ketahanan Pangan di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan)*. *Natural B*, 2(3), 296-302.
- Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisastra, F., & Kristijono, A. (2019). *Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran , Kecamatan Pulung , Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017*, 17(2), 272–282. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- Newcomb KR, McCan WR. (1987). *Seismic History and Seismotectonics of the Sunda Arc*. *Journal of Geophysical Research*, 92, 421-439.

- Nugroho, J.A., Bangun, M.S.dan Inggit, L.S. (2009). *Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Hutan Lindung kabupaten Mojokerto)*. Surabaya: ITS.
- Pangestika, S. 2015. *Analisis Estimasi Model Regresi Data Panel dengan Pendekatan Common Effect Model (CEM), Fixed Effect Model (FEM), dan Random Effect Model (REM)*. Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Pasektiono, Wahyu Widy. (2016). *APLIKASI SIG UNTUK IDENTIFIKASI DAERAH RAWAN LONGSOR DI KECAMATAN TEMBALANGKOTA SEMARANG*. Sripsi, Universitas Negeri Semarang.
- Prayetno, Eko. (2018). *Kajian Al-Quran dan Sains Tentang Kerusakan Lingkungan*. Jurnal Studi Ilmu Al-Quran dan Al-Hadits, Vol. 12, No. 1, 1-20.
- Priyatno, D. (2013). *Analisis Korelasi, Regresi, dan Multivariate dengan SPSS*. GAVE MEDIA. Yogyakarta
- Rahayu, B., & Hakim, R. B. F. (2018). *Longsor Di Indonesia Menggunakan Kohonen Self Organizing Maps (Som)* . 1–17.
- Rahayu, Nunik Sri. (2017). *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION UNTUK PEMODELAN PERSENTASE PENDUDUK MISKIN DI PROVINSI JAWA TENGAH*. Masters thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahmawati, R., Safitri, D., & Fairuzdhiya, O. U. (2015). *ANALISIS SPASIAL PENGARUH TINGKAT PENGANGGURAN TERHADAP KEMISKINAN DI INDONESIA (Studi Kasus Provinsi Jawa Tengah)*. Media Statistika, 8(1), 23–30.
<https://doi.org/10.14710/medstat.8.1.23-30>

- Rahmawita, M., & Afdal, M. (2017). *Sistem Informasi Geografis Untuk Pemantauan Penyebaran Tenaga Pengajar (Studi Kasus: Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Kampar)*. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 3(2), 9–16.
- Ramadhan Risky, Widiatmaka, & Sudadi, U. (2016). *PERubahan Penggunaan Lahan dan Pemanfaatan Ruang Pada Wilayah Rawan Longsor di Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah*. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Volume 6, Nomor 2.
- Ramadhan Taufik E., Suprayogi Andri, Nugraha, A. L. (2017). *Pemodelan Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Analisis Sig Di Kabupaten Semarang*. *Jurnal Geodesi Undip* Volume 6, Nomor 1, Tahun 2017, 118-127.
- Rizki, M, Rusgiyono, A, & Mukid, M. A. (2015). *Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Tengah tahun 2008-2013 dengan menggunakan Regresi Data Panel*. *Jurnal Gaussian*, 4, (2): 345-354.
- Rudiyanto. (2010). *Analisis Potensi Bahaya Tanah Longsor Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Samidi. (2016). *Tuhan, Manusia, dan Alam: Analisis Kitab Primbon Atassadhur Adammakna*. *Jurnal Shahih*, Vol. I, Nomor I, 13-26.
- Siswanto. (2006). *Ealuasi Sumber Daya Lahan*. Surabaya: UPN Press.
- Subowo, E. (2003). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Bandung : Pusat Volkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

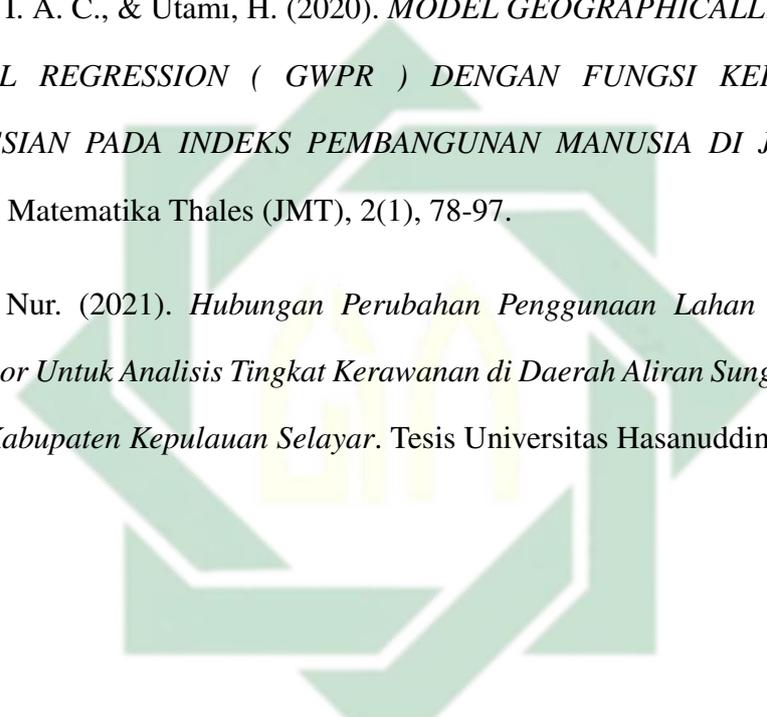
- Suryadilaga, Muhammad Alfatih. (2013). *Pemahaman Hadits Tentang Bencana (Sebuah Kajian Teologis Terhadap Hadits-Hadits Tentang Bencana)*, dalam *essensia* Vol. XIV No. 1 April 2013, 83-102
- Susanti, P. D., Miardini, A., Harjadi, B. (2017). *Analisis Kerentanan Tanah Longsor Sebagai Dasar Mitigasi Di Kabupaten Banjarnegara*. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1), 49–59.
- Susiatiningsih. (2008). *ESTIMASI PARAMETER DAN STATISTIK UJI MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Tejo, R. K., Baskoro, D. P. T., & Barus, B. (2016). *Regresi Logistik Biner Dan Rasional Untuk Analisis Bahaya Tanah Longsor Di Kabupaten Cianjur*. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 18(1), 35. <https://doi.org/10.29244/jitl.18.1.35-41>
- Tondobala, L. (2011). *Pendekatan Untuk Menentukan Kawasan Rawan Bencana di Pulau Sulawesi*. *Jurnal Sabua* Vol.3, No.3: 40-52.
- Yu, D. (2010). *Explorating Spatiotemporally Varying Regressed Relationships: The Geographically Weighted Panel Regression Analysis*. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, Vol. 38, Part II.
- Yunarto . (2010). *Penyusunan Peta Zona Potensi Bencana Alam Geologi Gerakan Tanah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Wilayah Cianjur Selatan, Jawabarat*. Laporan Akhir Program Insentif Peneliti dan Perakayasa LIPI.

Yuniarta, H., Saido, A. P., & Purwana, Y. M. (2015). *Kerawanan bencana tanah longsor kabupaten ponorogo*. e-journal MATRIKS TEKNIK SIPIL, hal 194–201.

Yuniarti, D. (2010). *emodelan Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur Tahun 2004-2008 dengan Regresi Panel*. Tesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Wati, D. I. A. C., & Utami, H. (2020). *MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION (GWPR) DENGAN FUNGSI KERNEL FIXED GAUSSIAN PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA TIMUR*. Jurnal Matematika Thales (JMT), 2(1), 78-97.

Zaman, Nur. (2021). *Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan dan Kejadian Longsor Untuk Analisis Tingkat Kerawanan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bua-Bua Kabupaten Kepulauan Selayar*. Tesis Universitas Hasanuddin.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A