

Mikrozonasi Rawan Gempabumi Sebagai Bahan Evaluasi RDTR Kecamatan Kasihan Tahun 2018 – 2038

Bambang Puji Sepriyanto¹, Dyah Rahmawati Hizbaron², Muhammad Anggri Setiawan³

¹⁾ Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu Lingkungan, Minat Studi Geo-Informasi untuk Manajemen Bencana Universitas Gadjah Mada ^{2,3)} Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

*Koresponden Email: ashevamuh06@gmail.com

Direvisi: 2021-12-10 Diterima: 2022-08-11

©2022 Fakultas Geografi UGM dan Ikatan Geograf Indonesia (IGI)

Abstrak. Peta rawan gempabumi pada RDTR Kecamatan Kasihan Tahun 2018-2038 belum memiliki kedetailan informasi skala mikro. Penelitian ini bertujuan menganalisis kerawanan gempabumi dan mengidentifikasi pola ruang terhadap kerawanan gempabumi. Metode penelitian adalah interpolasi spasial dan analisis Kg pada satuan bentuklahan menggunakan data Indeks Kerentanan Seismik (Kg), metode overlay dengan unit analisis adalah Sub BWP. Hasil penelitian adalah (1) analisis kerawanan gempabumi berdasarkan satuan bentuklahan memiliki validitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode Interpolasi. Hasil analisis di wilayah kajian menunjukkan bahwa 56% berada di kerawanan rendah, 33% kerawanan sedang dan 11% kerawanan tinggi; (2) Sub BWP I didominasi berada di kerawanan gempabumi tinggi seluas 186,41 Ha, Sub BWP II didominasi berada di kerawanan sedang seluas 484,64 Ha, Sub BWP III, IV dan V didominasi kerawanan rendah. Zona perumahan pada rencana pola ruang secara berturut-turut berada di kerawanan gempabumi rendah, sedang dan tinggi yaitu seluas 924,38 Ha, 469,57 Ha dan seluas 187,63 Ha.

Kata kunci: Gempabumi, Indeks Kerawanan seismik (Kg), Interpolasi, Bentuklahan, Sub BWP

Abstract. Earthquake hazard map in Kasihan District RD 2018-2038 does not yet have detailed micro scale information. This study aims to analyze the earthquake vulnerability and identify the spatial pattern of earthquake vulnerability. The research method is spatial interpolation and Kg analysis on landform units using Seismic Vulnerability Index (Kg) data, the overlay method with the unit of analysis is Sub BWP. The results of the study are (1) earthquake hazard analysis based on landform units has better validity compared to the Interpolation method. The results of the analysis in the study area show that 56% are in low vulnerability, 33% in moderate vulnerability and 11% in high hazard; (2) Sub BWP I is dominated at high earthquake hazard area of 186.41 Ha, Sub BWP II is dominated at medium vulnerability at 484.64 Ha, Sub BWP III, IV and V are dominated by low vulnerability. Residential zones in the planned spatial pattern are respectively in low, medium and high earthquake hazards of 924.38 Ha, 469.57 Ha and 187.63 Ha.

Keywords: Earthquake, Seismic Vulnerability Index (Kg), Interpolation, Landform, Sub BWP

PENDAHULUAN

Kecamatan Kasihan memiliki tiga isu permasalahan lingkungan yaitu keberadaan di daerah rawan gempa, konversi lahan yang cepat dan didominasi kelompok berpenghasilan rendah (Hizbaron et al., 2012). Berdasarkan Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi D.I. Yogyakarta yang disusun oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Kecamatan Kasihan berada di kawasan rawan gempa level sedang hingga tinggi dan pada saat kejadian gempa pada tahun 2006 di daerah DIY dan sekitarnya, Kecamatan Kasihan mengalami dampak kerusakan yang cukup besar yaitu total sejumlah 18.393 rumah mengalami kerusakan, baik itu rusak ringan, berat hingga rata tanah (Buku Profil Kebencanaan Provinsi DIY, 2018). Isu lingkungan yang kedua adalah konversi lahan yang cepat hal ini disebabkan letak Kecamatan Kasihan yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta berdampak pada perubahan penggunaan lahan menjadi areal terbangun begitu cepat (Wijaya & Purnama, 2018), tahun 2010 luas

areal terbangun di Kecamatan Kasihan adalah 2.477 Ha (76,50%), sedangkan pada tahun 2015 sebesar 2.520 Ha (77,82%), atau meningkat sebesar 43 Ha (BPS, 2018). Selain permasalahan tersebut Kecamatan Kasihan didominasi dengan tingkat penghasilan rendah yaitu penghasilan dibawah Rp.1.000.000 dan penghasilan diantara Rp 2.000.000 sampai Rp. 3.000.000 (Hizbaron, 2012).

Berbagai isu lingkungan yang telah dijelaskan sebelumnya diiringi dengan peningkatan potensi risiko bencana gempabumi di daerah tersebut dimasa yang akan datang. Salah satu strategi pengurangan risiko bencana secara non struktural adalah penyusunan rencana tata ruang yang melibatkan integrasi analisis risiko kedalam analisis pola dan struktur ruang (Hizbaron et al., 2012). Hal tersebut juga dikemukakan oleh Nugroho dkk (2016) bahwa perencanaan tata ruang berbasis bencana merupakan upaya meminimalisir risiko serta meningkatkan keselamatan.

Pemerintah Daerah Kabupaten Bantul telah menyusun rencana tata ruang berbasis bencana yaitu dengan dikeluarkannya Peraturan Daerah Kabupaten Bantul No 9 tahun 2018 tentang Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dan Peraturan Zonasi Bagian Wilayah Perkotaan (BWP) Kasihan tahun 2018 – 2038 sebagai implementasi dari Undang-Undang Nomor 24 dan 26 Tahun 2007. RDTR tersebut dikatakan berbasis bencana karena salah satu unsur mitigasi yang ada didalam dokumen tata ruang adalah tersedianya peta rawan bencana Gempabumi (Godschalk,1991).

Peta rawan gempabumi yang terdapat pada lampiran RDTR Kecamatan Kasihan kurang tepat digunakan untuk analisis tata ruang yang lebih detail karena menggunakan metode untuk pemetaan skala makro. Dasar perhitungan zonasi yang dilakukan Pemkab. Bantul merujuk pada Permen PU No. 21 Tahun 2007 (Marsell, 2013). Oleh karena itu kajian evaluasi produk tata ruang perlu dilakukan.

Salah satu bentuk evaluasi pada penelitian ini adalah dengan menganalisis potensi rawan gempabumi di wilayah penelitian dengan mikrozonasi seismik dan menganalisa persebaran pola ruang terhadap peta kerawanan gempabumi. Analisis mikrozonasi rawan gempabumi dan mengetahui persebaran pola ruang dalam RDTR terhadap zona rawan gempabumi merupakan upaya meningkatkan kualitas rencana tata ruang terkait aspek pengurangan risiko bencana gempabumi.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul Provinsi DIY. Secara geografis terletak antara 110°16' - 110°22' BT dan 7°46' - 7°52' LS (Gambar 1). Data yang digunakan untuk analisis zona rawan gempabumi ini adalah data Indeks Kerentanan Seismik (Kg). Yogyakarta yang berjumlah sebanyak 41 titik dan bersistem grid dengan jarak antar titik adalah 1 km, selain itu beberapa data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis Zona Rawan Gempabumi

Teknik analisis yang digunakan dalam menganalisis zona rawan gempabumi di Kecamatan Kasihan adalah interpolasi spasial Kg dan analisis persebaran Kg pada satuan bentuklahan, dari kedua teknik analisis tersebut akan dipilih yang terbaik, yang lebih representatif dengan kondisi lapangan. Indeks kerentanan seismik (Kg) merupakan gambaran mengenai tingkat kerentanan lapisan tanah permukaan ter-

hadap deformasi pada saat terjadi gempa (Nakamura, 2008).

Analisis Interpolasi Spasial

Interpolasi merupakan fungsi matematis untuk menduga nilai-nilai pada lokasi yang datanya tidak tersedia diantara titik-titik yang datanya telah tersedia (Chairman & Road, 2016), Interpolasi pada penelitian ini dilakukan secara digital menggunakan software ArcGIS 10.3, Proses interpolasi spasial menggunakan extention spatial analyst untuk melakukan proses interpolasi dengan beberapa metode yaitu IDW, Kriging, Natural Neighbor dan Spline.

Setiap metode interpolasi akan menghasilkan pola spasial yang berbeda oleh karena itu, keempat metode tersebut perlu dibandingkan dengan uji validasi secara kuantitatif dan kualitatif. Uji validasi secara kuantitatif menggunakan parameter Mean Error (ME), Root Mean Square Error (RMSE) dan Coefficient of determination (R²), dimana tingkat validitas ditunjukkan dengan nilai ME dan RMSE yang kecil serta nilai R² yang tinggi. Data yang digunakan sebagai data uji sebanyak 10% dari data Kg yang tersedia dipilih secara random sampling dan menyebar dan sebanyak 90% digunakan untuk analisis (Zhang et al., 2007), Sementara uji validasi secara kualitatif yaitu dengan membandingkan kelebihan dan kekurangan masing-masing metode serta membandingkan hasil interpolasi spasial dan mencocokkan metode mana yang lebih representatif dengan kondisi lapangan. Uji validasi dilakukan untuk menyimpulkan teknik analisis mana yang baik digunakan untuk analisis selanjutnya.

Persamaan matematika untuk ME, RMSE dan R² adalah sebagai berikut (Xiao et al., 2016):

$$\text{Mean Error (ME)} \quad (1)$$

$$\text{Root Mean Square Error (RMSE)} \quad (2)$$

$$ME = \sum_{i=1}^N (X_i - Y_i) / N$$

$$\text{Coefficient of determination (R}^2\text{)}$$

$$RMSE = (\sum_{i=1}^N (X_i - Y_i)^2 / N)^{1/2}$$

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{ave})(X_i - X_{ave}))^2}{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{ave})^2 \sum_{i=1}^N (X_i - X_{ave})^2} \quad (3)$$

Dimana :

X = nilai pengukuran

Y = nilai estimasi

N = Jumlah sampel data

Tabel 1. Data Sekunder Penelitian

	Tujuan	Data	Sumber
Menganalisa Rawan Gempabumi	Persebaran tingkat kerawanan gempabumi	Data Indeks Kerentanan Seismik (Kg)	BMKG DIY (2018)
		Peta Satuan Bentuklahan	BIG
	Peta Satuan Bentuklahan	DEM 8 Meter	Hasil Analisis Langgeng (2014)
		Peta Geomorfologi Kab. Bantul	Download dari Google Earth
		Citra Resolusi Tinggi	Disperindag DIY (2006)
		Data Bor Kabupaten Bantul	Disperindag DIY (2006)
Mengevaluasi RDTR Kecamatan Kasihan terhadap Rawan Gempabumi	Peta Rawan Gempabumi Lampiran RDTR BWP Kasihan	Peta Geologi	Direktorat Geologi Departemen Pertambangan Republik Indonesia
		Skala 1 : 100.000 Lembar DIY	Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kab. Bantul (2018)
		Pola ruang RDTR BWP Kasihan	

Sumber : Hasil analisis, 2019

Yave = Nilai estimasi rata-rata

Xave = Nilai rata-rata pengukuran

Analisis Kg Pada Satuan bentuklahan

Pendekatan geomorfologi dengan unit area utamanya adalah bentuklahan dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahaya alam seperti gempa, bahaya aktifitas vulkanik, maupun potensi sumber daya alam (Dibyosaputro, 2001).

Proses teknik analisis Kg pada satuan bentuklahan yaitu pembuatan peta satuan bentuklahan dan mengekstrak data Kg yang bersistem grid ke dalam satuan bentuklahan. Bentuklahan sebagai unit analisis didelineasi menggunakan analisis morfologi yang ditekankan pada aspek relief, lereng, penggunaan lahan dan elevasi. Kondisi relief dengan aspek morfologi dianalisis secara kualitatif (morfografi) dan secara kuantitatif (morfometri) (Tabel 2), klasifikasi bentuklahan secara kualitatif dianalisis berdasarkan pada kondisi kenampakan relief yang bisa diamati secara visual oleh indera penglihatan (Verstapen, 1998), sementara secara kuantitas berdasarkan parameter kelas lereng dan Elevasi. Data yang digunakan untuk analisis adalah DEMNAS 8 m, Citra dari Google Earth, dan Peta geomorfologi regional wilayah DIY.

Tahapan analisis selanjutnya, setelah analisis morfologi adalah analisis kondisi material dan asal proses bentuklahan. Data yang digunakan untuk analisis ini adalah data sekunder berupa data bor, data pendugaan geolistrik, Peta Geologi dan data berdasarkan pengamatan lapangan melalui pendekatan morfoaransemen. Analisis material selain mengetahui jenis material juga menganalisis ketebalan solum tanah (Tabel 3).

Setelah peta satuan bentuklahan terbentuk proses selanjutnya adalah mengesktrak data Kg yang telah tersedia dalam bentuk grid yang berjarak 1 Km antar titik ke dalam satuan bentuklahan. Kemudian dari hasil analisis inter-

polasi Kg dan analisis Kg pada satuan bentuklahan akan dibandingkan untuk dipilih yang lebih representatif dengan kondisi lapangan dan digunakan sebagai peta kerawanan gempabumi untuk analisis selanjutnya. Alur proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

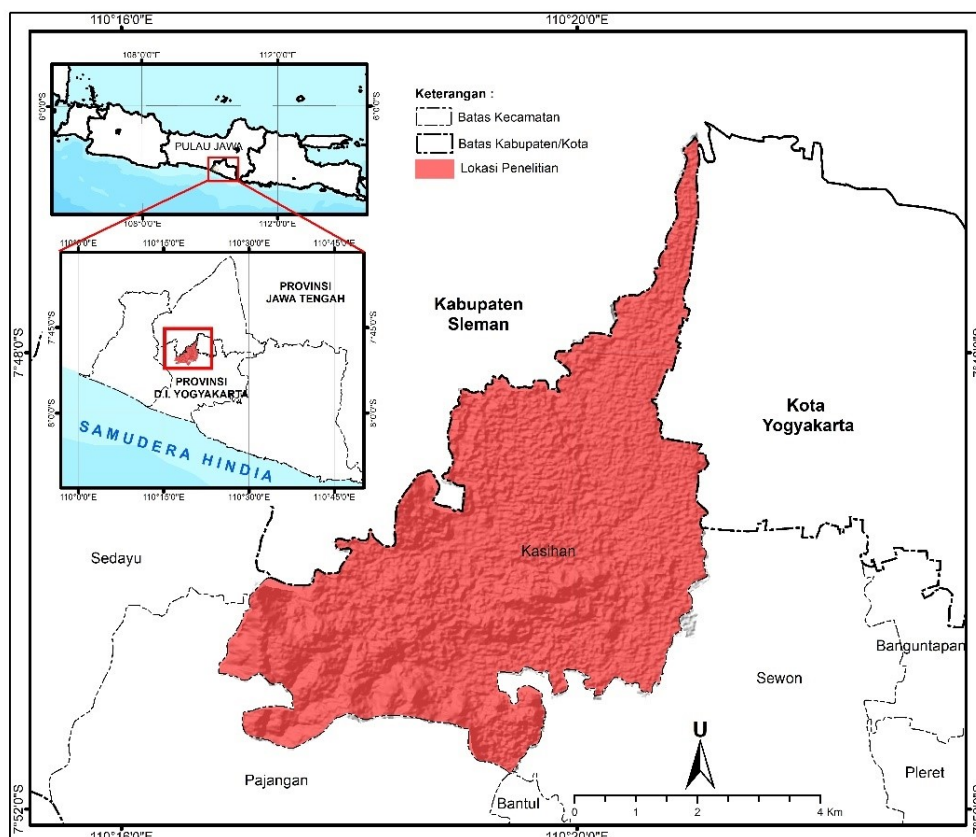
Evaluasi RDTR Terhadap Rawan Bencana Gempa bumi

Evaluasi RDTR terhadap rawan bencana gempa bumi dilakukan dengan menganalisis persebaran pola ruang RDTR terhadap sebaran daerah rawan bencana gempabumi. Analisis yang dilakukan pada tahap ini yaitu analisis spasial dengan mengintegrasikan (overlay) peta pola ruang RDTR terhadap peta rawan bencana gempabumi dengan satuan unit analisis adalah Sub BWP. Sub BWP sebagai unit pengelolaan dalam perencanaan RDTR yang dibatasi oleh Batasan fisik dengan mempertimbangkan morfologi, keserasian dan keterpaduan serta jangkauan pelayanan pada wilayah BWP. Sub BWP berfungsi untuk membagi unit analisis dan unit rencana sehingga memudahkan dalam manajemen pengelolaan termasuk didalamnya pengklasterifikasian kegiatan. Analisis dan evaluasi bersifat deskriptif berdasarkan pada landasan teori dalam perencanaan tata ruang dan kebencanaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Zona Rawan Gempabumi

Mikrozonasi rawan gempa dilakukan untuk membuat peta rawan gempa yang lebih detail. Pembuatan peta rawan gempa yang lebih detail bertujuan untuk mengevaluasi peta rawan gempa yang dijadikan dasar dalam rencana tata ruang berbasis bencana yang lebih detail yaitu RDTR dan mengevaluasi rencana pola ruang terutama pemukiman terhadap zona rawan gempa di wilayah tersebut. Analisis mikrozonasi untuk menghasilkan peta kerawanan gempabu-



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Hasil analisis, 2019)

Tabel 2 Klasifikasi Relief Berdasarkan Kemiringan Lereng

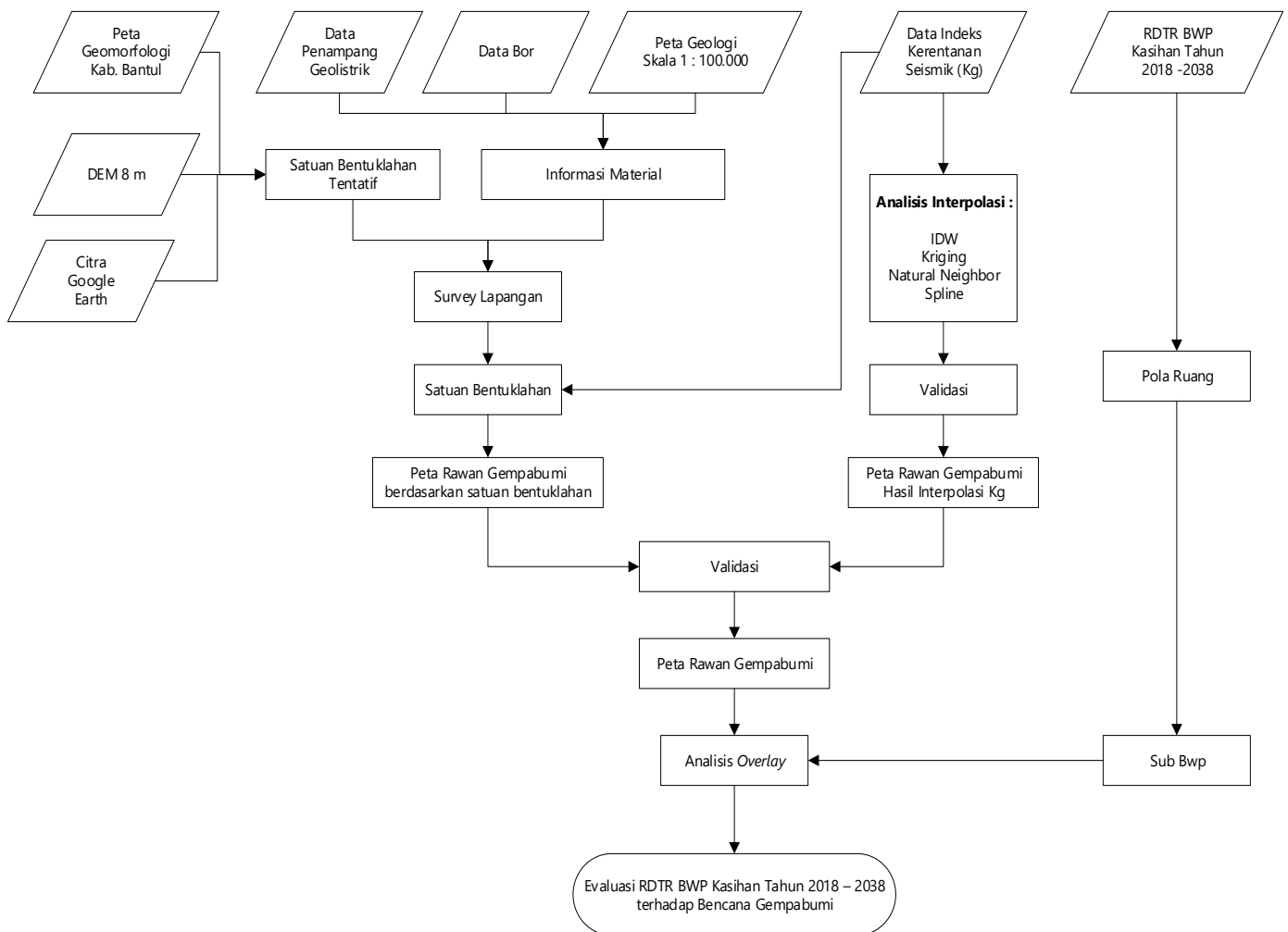
Kelas Lereng	Beda Tinggi (m)	Morfologi
0 % - 2 %	< 5	Datar/ Agak datar
2 % - 6 %	5 - 50	Bergelombang lemah
6 % - 13 %	25 - 75	Bergelombang kuat
13 % - 25 %	50 - 200	Berbukit
25 % - 55 %	500 - 1000	Bergunung dengan lereng curam
> 55 %	> 1000	Bergunung dengan lereng sangat curam

Sumber : Modifikasi Zuidam dan Zuidam Cancelado (1979)

Tabel 3. Ketebalan Tanah

Tebal Tanah (cm)	Kriteria
0 - 30	Sangat Tipis
30 - 60	Tipis
60 - 90	Sedang
90 - 150	Tebal
> 150	Sangat Tebal

Sumber : Zuidam dan Zuidam-Cancelado (1979)



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian (Hasil Analisis, 2019)

mi dilakukan menggunakan dua teknik analisis yaitu teknik analisis interpolasi spasial dan teknik analisis Kg pada satuan bentuk lahan.

Peta Rawan Gempa Pemkab Bantul

Peta rawan gempabumi yang ada dilampiran RDTR Kecamatan Kasihan merupakan salah satu peta dasar dalam penyusunan RDTR Kecamatan Kasihan tahun 2018-2038. Peta tersebut merupakan peta rawan gempabumi Kabupaten Bantul yang dikeluarkan Pemkab Bantul sebagai salah satu dasar penyusunan RTRW Kabupaten Bantul tahun 2010-2030 (Gambar 3).

Peta rawan gempabumi Kabupaten Bantul mengacu pada permen PU nomor 21 tahun 2007 yaitu matriks pembo-botan dengan parameter yang digunakan adalah parameter kegempaan (Percepatan getaran tanah, dan skala Richter) dan parameter jarak dari pusat gempabumi (keberadaan dari zona sesar) (Marsell, 2012), Peta tersebut menunjukkan bahwa Kecamatan Kasihan didominasi oleh zona rawan gempabumi sedang yaitu seluas 1.968,46 Ha atau sebesar 60,96% dari keseluruhan wilayah Kecamatan Kasihan, kemudian sisanya berada di zona rawan gempabumi tinggi seluas 1.260,74 Ha atau sebesar 39,04% .

Interpolasi Spasial

Interpolasi secara digital dapat diaplikasikan menggunakan beberapa metode karena setiap metode interpolasi akan menghasilkan pola spasial yang berbeda (Pramono, 2008). Oleh karena itu pemilihan metode yang tepat bertujuan untuk mendapatkan dugaan data Kg yang mendekati dengan keadaan sebenarnya. Metode interpolasi yang digunakan yaitu IDW, Kriging, Natural Neighbor dan Spline, karena metode-metode tersebut merupakan metode interpolasi yang sederhana namun memiliki validitas yang cukup baik (Pramono, 2008).

Interval nilai Kg untuk menentukan zona kerawanan gempabumi berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Meidji (2014). Zona kerawanan rendah yaitu $Kg < 5$ mengindikasikan zona tersebut relatif tidak rawan terhadap bahaya seismik, zona kerawanan sedang dengan rawang nilai Kg adalah 5-11 mengindikasikan zona dengan kondisi tanah yang cukup kuat terhadap bahaya seismik, selanjutnya zona rawan gempa tinggi yaitu $Kg > 11$ mengindikasikan daerah tersebut rawan terhadap bahaya seismic

Hasil interpolasi dari berbagai metode (Gambar 4) tersebut diuji secara kuantitatif menggunakan parameter mean error (ME), root mean square error (RMSE) dan coefisien of determinant (R2), bahwa tingkat validitas suatu data direpresentasikan oleh nilai ME, RMSE yang kecil dan nilai R2 yang tinggi (Xiao et al., 2016).

Hasil uji dari data Kg yang telah diinterpolasi menunjukkan bahwa secara berurutan nilai RMSE adalah metode IDW < Natural Neighbor < Kriging < Spline, berdasarkan nilai ME metode IDW < Natural Neighbor < Spline < Kriging (Tabel 4), kemudian berdasarkan nilai R2 menunjukkan bahwa metode IDW > Natural Neighbor > Kriging > Spline. Dari keempat metode interpolasi tersebut hasil uji secara kuantitatif menunjukkan bahwa metode IDW memiliki tingkat validitas yang tinggi (Tabel 4).

Hasil analisis uji metode interpolasi secara kualitatif menunjukkan bahwa metode kriging secara spasial merupakan metode yang paling representatif, karena ketiga metode

yang lainnya memiliki beberapa kelemahan seperti metode IDW sangat sensitif terhadap jarak dan perbedaan titik sampel yang terlalu tinggi dengan titik sampel yang ada disekitarnya sehingga outputnya lebih terlokalisasi, Metode Natural Neighbor memiliki kekurangan karena hanya bergantung pada titik sampel yang ada disekitarnya sehingga tidak mampu menjangkau area yang berada diluar titik sampelnya. Output hasil interpolasi Natural neighbor menunjukan bagian ujung selatan wilayah kajian tidak teranalisis, sementara metode Spline memiliki kelemahan yaitu jarak tidak mempengaruhi nilai yang akan diestimasi dan pola spasialnya tidak teratur. (Tabel 5)

Hasil analisa uji secara kuantitatif dan kualitatif menunjukkan bahwa metode kriging merupakan metode yang paling baik diantara ketiga metode lainnya, secara kuantitatif Metode Kriging memiliki tingkat validitas yang tidak jauh berbeda dengan metode IDW dan secara kualitatif pola spasialnya yang dihasilkan teratur, dapat menjangkau areal yang diluar titik sampelnya serta memperhatikan jarak antar data sebagai bobot pertimbangan (Tabel 5). Penggunaan interpolasi dengan metode kriging juga dilakukan oleh Susatia (2018) dalam menganalisis persebaran ketebalan tanah dimana metode kriging merupakan metode geostatistik yang sifatnya dapat memperhitungkan persebaran data secara spasial dan memiliki fleksibilitas dalam penentuan pemilihan metode statistika.

Analisis Kg Pada Satuan bentuklahan

Proses pembuatan peta rawan gempabumi pada setiap satuan bentuklahan yaitu analisis satuan bentuklahan diwilayah penelitian dan mengekstraksi data Kg yang bersistem grid kedalam satuan bentuklahan.

Proses pemetaan bentuklahan diwilayah kajian terbagi atas beberapa tahapan yaitu analisis morfologi, analisis kondisi material dan analisis kondisi proses asal bentuklahan. Pada tahap analisis morfologi menggunakan kedua aspek yaitu morfometri dan morfografi, dimana morfografi merupakan deskripsi bentuklahan berdasarkan kesan topografis (subyektif) sedangkan morfometri merupakan deskripsi bentuklahan berdasarkan aspek kuantitatif hasil pengukuran (obyektif). Interpretasi morfologi diawali dengan membuat hillshade, peta kontur, peta kemiringan lereng dan Peta Topografi dari data DEMNAS resolusi 8 meter.

Analisis material bentuklahan di wilayah kajian berdasarkan pada kondisi material permukaan dan solum tanah. Proses analisis material bentuklahan didapat berdasarkan pengumpulan data sekunder seperti data bor dan data geolistrik dan juga didapat dari hasil survei lapangan dengan pendekatan morfoaransemen. Material lapisan permukaan bentuklahan di Kecamatan Kasihan bagian selatan di pengaruhi oleh perbukitan dengan material Formasi Sentolo, sementara bagian utara dipengaruhi oleh erupsi dan proses fluviatile yang menghanyutkan material piroklastik dari Gunung Merapi Muda mengikuti relief dan melalui sungai-sungai disekitarnya seperti Sungai Winongo, Sungai Bedog dan Sungai Kalibayem.

Proses selanjutnya adalah mengekstrak keempat puluh satu (41) data Kg yang tersebar secara merata dengan grid interval 1 km dalam setiap satuan bentuklahan (Gambar 5.), Hasilnya adalah data Kg tersebut berada pada 14 bentuklahan dari 19 bentuklahan, sisanya terdapat 5 bentukla-

han yang belum mempunyai nilai Kg. Untuk mendapatkan 5 bentuklahan tersisa diperkirakan dengan pendekatan pada nilai Kg terdekat yang memiliki relief dan jenis material yang sama. Daryono (2012) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa nilai Kg berubah mengikuti satuan bentuklahan dimana bentuklahan direpresentasikan oleh relief dan material.

Teknik analisis Interpolasi Kg adalah suatu metode atau fungsi matematis untuk menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa data bersifat kontinu di dalam ruang (space) dan saling berhubungan secara spasial (Chairman & Road, 2016), sementara teknik analisis Kg pada satuan bentuklahan merupakan pendugaan nilai Kg berdasarkan metode analitik yang menekankan pada aspek morfologi, morfokronologi, morfostruktur dan morfogenesis yang menjadi aspek dalam kajian bentuklahan, sehingga bentuklahan yang sama memiliki perkiraan nilai Kg yang sama.

Berdasarkan hasil analisis kualitatif antara kedua teknik analisis tersebut menunjukkan bahwa teknik analisis Kg pada satuan bentuklahan akan menghasilkan pola spasial yang mengikuti bentuk morfologinya sementara berdasarkan analisis interpolasi akan menghasilkan pola spasial yang mengikuti distribusi datanya (Gambar 6). Teknik Analisis Kg pada satuan bentuklahan lebih representatif terhadap kondisi lapangan (Tabel 8). Teknik analisis Kg pada satuan bentuklahan menunjukkan bahwa nilai Kg berubah mengikuti bentuklahannya (Daryono et.al., 2009), bentuklahan merepresentasikan relief dan material yang sama sementara teknik ana-

lisis interpolasi merupakan fungsi matematis untuk pendugaan data yang tidak tersedia berdasarkan data disekitarnya yang tersedia dan metode interpolasi tidak memperhatikan relief dan material disuatu lokasi, dimana lokasi penelitian memiliki relief yang heterogen. Sehingga kondisi relief perlu diperhatikan.

Zona rawan gempa bumi rendah ditunjukkan dengan nilai Kg yang rendah ($Kg < 5$) dengan material keras berupa gamping dan sedimen yang tipis dengan relief bergelombang hingga terjal, sementara zona rawan gempa bumi sedang dengan nilai Kg yaitu 5-11 hingga tinggi dengan nilai $Kg > 11$ ditunjukkan dengan material lunak berupa endapan pasir dan lempung yang tebal dengan relief datar. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Saputra (2018) bahwa nilai Kg semakin tinggi selaras dengan ketebalan sedimen yang semakin tebal dan material semakin lunak.

Persebaran Pola Ruang Terhadap Zona Rawan Gempabumi

Rencana Detil Tata Ruang adalah rencana secara terperinci tentang tata ruang wilayah kabupaten/kota yang dilengkapi dengan peraturan zonasi Kabupaten/Kota. Peraturan mengenai Rencana Detil Tata Ruang diatur dalam Peraturan Pemerintah nomor 21 tahun 2021 tentang Penataan Ruang. Lebih Detil lagi, Tata Cara Penyusunan Peninjauan Kembali, Revisi dan Penerbitan Persetujuan Substansi Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi, Kabupaten Kota dan Rencana Detil Tata Ruang diatur dalam Peraturan Menteri Agraria Tata Ruang nomor 11 Tahun 2021. Sedangkan pada tingkat Undang-Undang, Penataan Ruang diatur dalam Undang-Undang nomor 26 tahun 2007 dan dirubah dengan Undang-Undang nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.

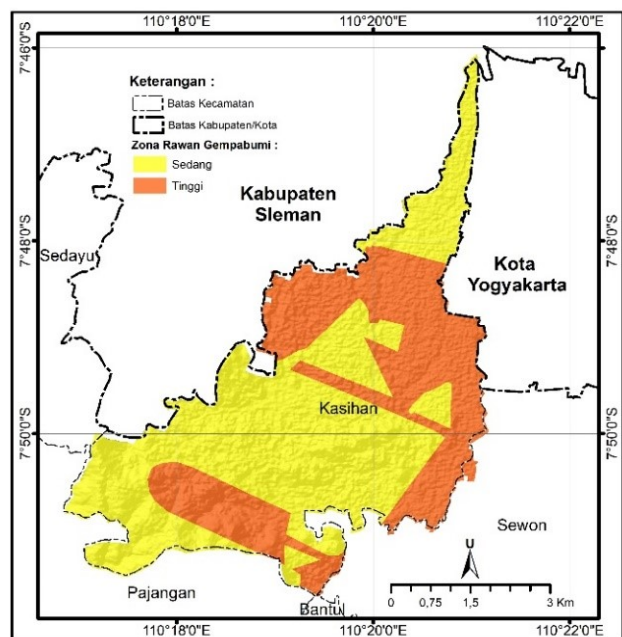
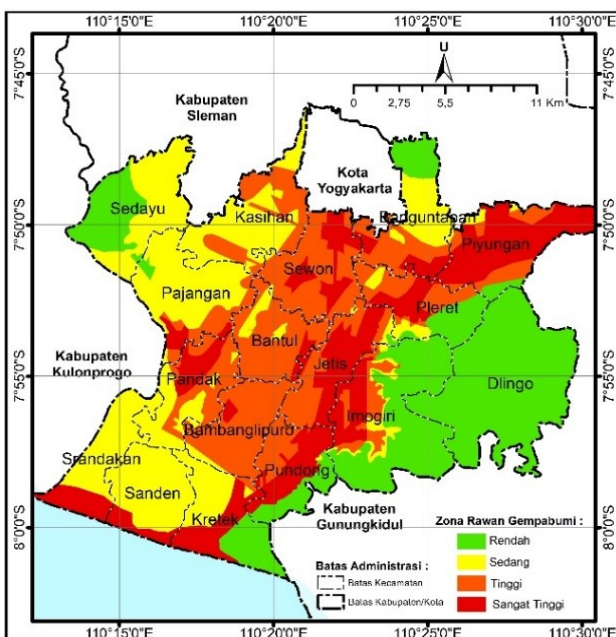
Wilayah perencanaan RDTR BWP Kasihan berdasarkan pada wilayah administrasi Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul dengan luas 3.229,20 Ha, kemudian dalam penyusunan RDTR BWP Kasihan terbagi atas 5 (lima) sub BWP (I,II,III,IV dan V) dan setiap Sub BWP terbagi atas Blok.

Pola ruang pada BWP Kasihan merupakan distribusi peruntukan pada BWP Kasihan yang meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung sebesar 177,36 Ha (5%), pe-

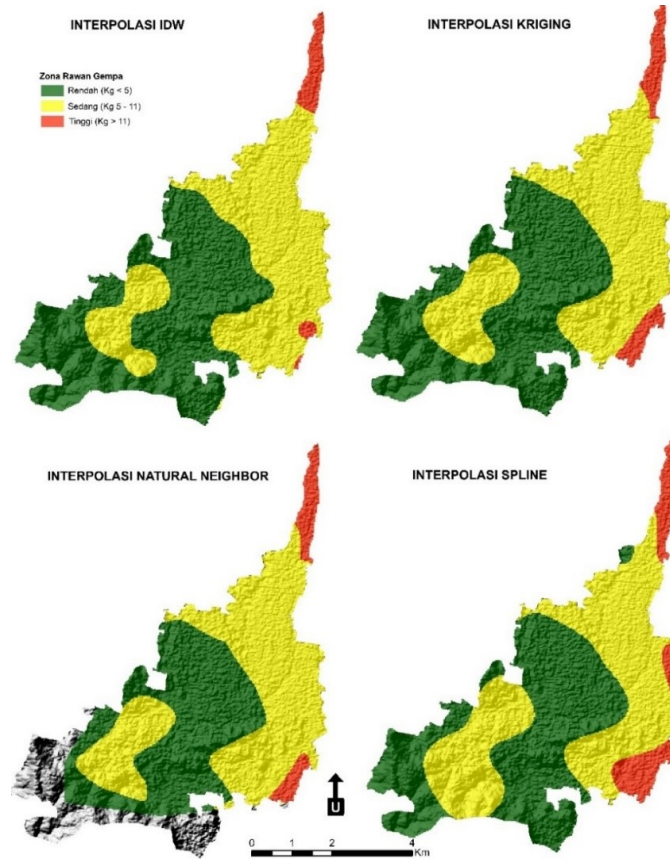
Tabel 4. Hasil Statistik Interpolasi Kg

Parameter	Teknik Interpolasi			
	IDW	Kriging	Natural Neighbor	Spline
ME	0,08	0,47	0,10	0,20
RMSE	1,77	2,40	1,79	3,45
R ²	0,98	0,92	0,91	0,51

Sumber : Hasil Analisis, 2019



Gambar 3. Zona rawan gempa bumi Kecamatan Kasihan
Sumber : Lampiran RDTR Kecamatan Kasihan (2018)



Gambar 4. Perbandingan hasil berbagai Metode (Hasil analisis, 2019)

Tabel 5. Perbandingan Metode Interpolasi

Parameter	Metode Interpolasi			
	IDW	Kriging	Natural Neighbor	Spline
Pertimbangan Jarak (jarak dari titik data sampel terhadap titik/blok yang akan diestimasi)	sangat memperhatikan jarak sebagai bobot, memberikan pengaruh yang lebih ke titik estimasi yang lebih dekat dibandingkan dengan titik estimasi yang lebih jauh	memperhatikan jarak sebagai bobot namun tidak sesensitif metode IDW	memperhatikan jarak sebagai bobot namun tidak sesensitif metode IDW	Tidak memperhatikan jarak antar titik sebagai bobot, titik yang akan diduga nilainya memiliki pengaruh yang sama walaupun dengan jarak yang berbeda
Jangkauan titik yang akan diestimasi	Dapat menjangkau titik-titik yang akan diestimasi diluar area titik sampel	Dapat menjangkau titik-titik yang akan diestimasi diluar area titik sampel	Tidak dapat menjangkau titik-titik yang akan diestimasi diluar area titik sampel dan hanya bergantung pada titik sampel disekelilingnya	Dapat menjangkau titik-titik yang akan diestimasi diluar area titik sampel
Pengaruh perbedaan nilai yang cukup besar terhadap titik sampel dengan titik sampel lainnya yang ada disekitarnya	berpengaruh sehingga menimbulkan efek pola berbentuk lingkaran (Bulls eye) sehingga outputnya menjadi lebih terlokalisasi	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh
Ouput	output pola spasialnya lebih teratur	output pola spasialnya lebih teratur	output pola spasialnya tidak terdistribusi secara baik	output pola spasialnya tidak teratur

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Tabel 6. Satuan Bentuklahan

Morfoaransemen	Morfologi	Material			Asal Proses Bentuklahan	Simbol	Luas		
		Material Lapisan Permukaan	Solum				Ha	%	
Bukit Bergelombang	Bb	Bergelombang	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional dan deposisional)	Bb.III	12,78	0,40
Cekungan Aluvial	C	Cekung	Kerikil, Pasir, Lempung	Tebal	I	Fluvial (Erosional dan deposisional)	C.I	9,01	0,28
Dataran Kaki Vulkanik (Kondisi Material Cenderung Kasar)	Dk.1	Datar	Kerikil, Pasir, Lempung	Tebal	I	Vulkanik (Erosional dan deposisional)	Dk.1.I	196,02	6,07
Dataran Kaki Vulkanik (Kondisi Material Cenderung Halus)	Dk.2	Datar	Kerikil, Pasir, Lempung	Tebal	I	Vulkanik (Erosional dan deposisional)	Dk.2.I	211,74	6,56
Dataran Kaki Vulkanik	Dk.3	Dataran	Pasir, Lempung	Tebal	I	Vulkanik (Erosional dan deposisional)	Dk.3.I	280,60	8,69
Dataran Kaki Vulkanik	Dk.4	Dataran	Pasir, Lempung, Napal	Tebal	I	Vulkanik (Erosional dan deposisional)	Dk.4.I	158,77	4,92
Dataran Kaki Lereng Perbukitan	Dp	Dataran	Pasir, Lempung, Gamping	Tebal	I	Struktural (Erosional dan Deposisional)	Dp.I	278,99	8,64
Komplek Perbukitan bergelombang	Hb	Bergelombang	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	Hb.III	580,46	17,98
Komplek Perbukitan Bergelombang kuat	Hk	Bergelombang kuat	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	Hk.III	33,63	1,04
Interfluve	I	Interfluve	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Residual)	I.III	113,2	3,51
Kaki Lereng Perbukitan	Kl	Bergelombang Lemah	Pasir, Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	Kl.II	585,35	18,13
Lereng Bergelombang	Lb.1	Bergelombang	Pasir, Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	Lb.1.III	21,63	0,67
Lereng Bergelombang	Lb.2	Bergelombang	Lempung, Gamping	Sedang	II	Struktural (Erosional)	Lb.2.II	59,07	1,83
Lereng Bergelombang	Lb.2	Bergelombang	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	Lb.2.III	10,07	0,31
Lereng Bergelombang kuat	Lk	Bergelombang kuat	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	LkIII	237,43	7,35

Sumber : Hasil analisis (2019)

Tabel 6. Satuan Bentuklahan (Lanjutan)

Morfoaransemen	Morfologi	Material				Asal Proses Bentuklahan	Simbol	Luas	
		Material Lapisan Permukaan	Tebal	Solum				Ha	%
Lembah Sungai	Ls	Lembah	Kerikil, Pasir, Lempung	Tebal	I	Fluvial (Erosional dan Depositional)	175,77	5,44	0,40
Lereng Terjal	Lt	Terjal	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Erosional)	125,47	3,89	0,28
Puncak Bukit Berge-lombang Kuat	Pk	Bergelom-bang kuat	Lempung, Gamping	Tipis	III	Struktural (Residual)	84,12	2,6	6,07
Lembah antar per-bukitan	U	Lembah	Lempung, Gamping	Tebal	I	Struktural (Erosional dan Depositional)	55,06	1,71	6,56

Sumber : Hasil analisis (2019)

Tabel 7. Hasil Ekstraksi Nilai Kg pada satuan bentuklahan

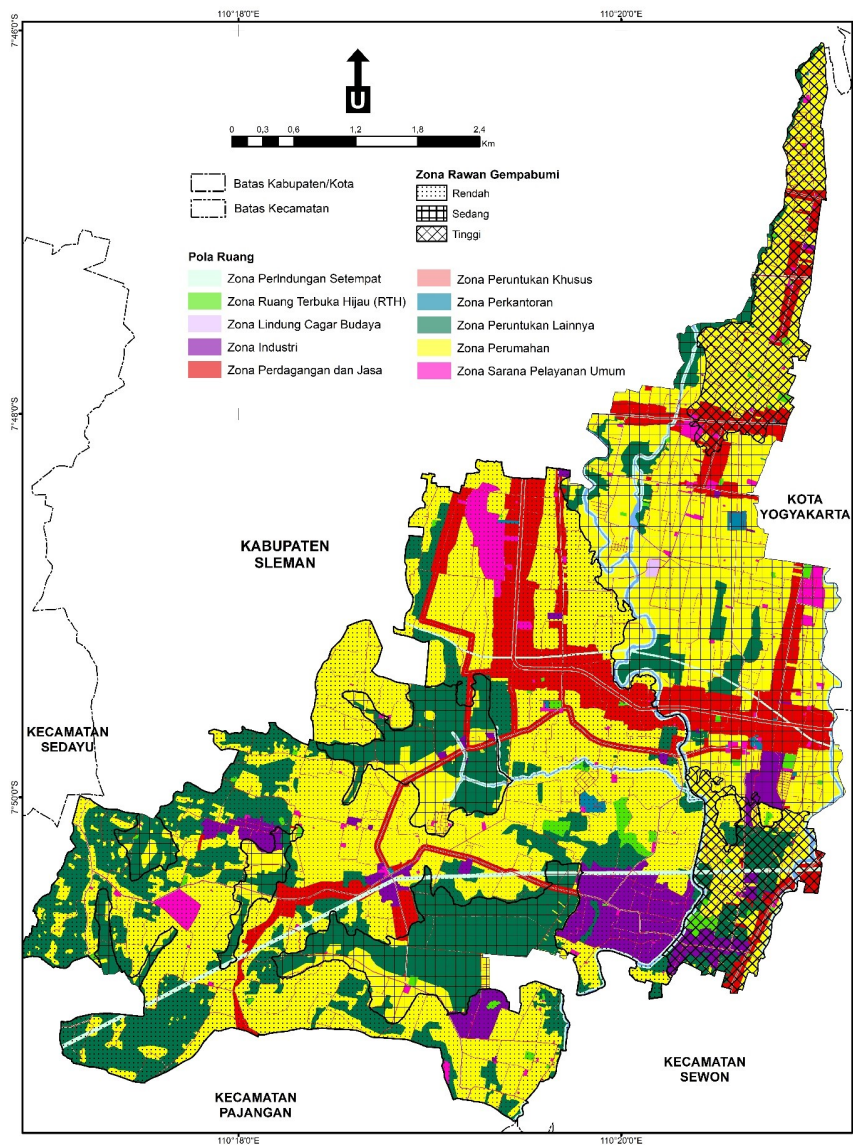
Kode Bentuklahan	Kg	Material	Ketebalan
Dk.1.I	15,88	Kerikil,Pasir,Lempung	Tebal
Dk.2.I	8,21	Kerikil,Pasir,Lempung	Tebal
Dk.3.I	10,64	Pasir,Lempung	Tebal
Dk.4.I	11.63	Pasir,Lempung,Napal	Tebal
Dp.I	9,16	Pasir,Lempung,Gamping	Tebal
Hb.III	2.64	Lempung,Gamping	Tipis
I.III	1.31	Lempung,Gamping	Tipis
Kl.III	4,35	Pasir,Lempung,Gamping	Tipis
Lb.1.III	2.06	Pasir,Lempung,Gamping	Tipis
Lb.2.II	6.42	Lempung,Gamping	Sedang
Lk.III	0.18	Lempung,Gamping	Tipis
Lt.III	0.01	Lempung,Gamping	Tipis
Pk.III	2.18	Lempung,Gamping	Tipis
U.I	8.07	Lempung,Gamping	Tebal
Bb.III	2,18	Lempung,Gamping	Tipis
C.I	7,06	Kerikil,Pasir,Lempung	Tebal
Ls.I	10,57	Kerikil,Pasir,Lempung	Tebal
HK.III	2,18	Lempung,Gamping	Tipis
Lb.2.III	0,18	Lempung,Gamping	Sedang

Sumber : Hasil analisis, 2019

Tabel 8. Pola Ruang Terhadap Zona Rawan Gempabumi

Pola Ruang	Zona Rawan Gempabumi						Luas Total (Ha)
	Rendah (Kg <5)		Sedang (Kg 5-11)		Tinggi (Kg >11)		
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	
Kawasan Lindung	84,09	2,60	63,65	1,97	29,62	0,92	177,36
Zona Perlindungan Setempat	66,46	2,06	55,40	1,72	22,04	0,68	143,90
Zona Ruang Terbuka Hijau (RTH)	17,52	0,54	6,28	0,19	7,57	0,23	31,37
Zona Lindung Cagar Budaya	0,12	0,00	1,97	0,06	0,00	0,00	2,09
Kawasan Budidaya	1.662,80	51,49	951,99	29,48	307,72	9,53	2.922,51
Zona Industri	109,92	3,40	18,82	0,58	20,59	0,64	149,33
Zona Perdagangan dan Jasa	191,76	5,94	109,02	3,38	50,32	1,56	351,10
Zona Peruntukan Khusus	0,05	0,00	0,25	0,01	0,08	0,00	0,38
Zona Perkantoran	4,49	0,14	4,41	0,14	0,26	0,01	9,17
Zona Peruntukan Lainnya	389,08	12,05	331,85	10,28	44,14	1,37	765,07
Zona Perumahan	924,38	28,63	469,57	14,54	187,63	5,81	1.581,58
Zona Sarana Pelayanan Umum	43,11	1,34	18,08	0,56	4,69	0,15	65,88
Jalan	49,76	1,54	33,82	1,05	15,32	0,47	98,90
Sungai	7,51	0,23	17,76	0,55	5,15	0,16	30,43
Jumlah	1.804,15	55,87	1.067,22	33,05	357,82	11,08	3.229,20

Sumber : Hasil analisis, 2019



Gambar 7. Pola ruang BWP Kasihan Tahun 2018-2038 terhadap Zona Rawan Gempabumi

Sumber : Hasil analisis (2019)

Tabel 7. Sub BWP Terhadap Zona Rawan Gempabumi

Sub BWP	Zona Rawan Gempabumi						Jumlah
	Rendah (Kg <5)		Sedang (Kg 5-11)		Tinggi (Kg >11)		
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	
I	0,00	0,00	41,35	1,28	186,41	5,77	227,76
II	0,00	0,00	484,64	15,01	12,64	0,39	497,28
III	338,33	10,48	35,78	1,11	0,00	0,00	374,11
IV	653,96	20,25	298,47	9,24	158,77	4,92	1.111,21
V	811,84	25,14	207,00	6,41	0,00	0,00	1.018,84
Luas Total	1.804,15	55,87	1.067,22	33,05	357,82	11,08	3.229,20

Sumber : Hasil analisis, 2019

sanya seluas 307,72 Ha (10,53%) berada pada zona rawan gempabumi tinggi (Tabel 8.).

Zona perumahan merupakan zona terluas pada rencana pola ruang yaitu seluas 1.581,58 Ha, seluas 924,38 Ha atau 58,45% dari luas total zona perumahan berada pada zona rawan gempabumi rendah, seluas 469,57 Ha atau 29,69% berada pada zona rawan gempa sedang dan sisanya seluas 187,63 Ha atau 11,86% berada pada zona rawan gempabumi tinggi (Tabel 8.).

KESIMPULAN

Pembuatan peta mikrozonasi rawan gempabumi perlu dilakukan untuk kebutuhan tata ruang yang lebih detail dengan tujuan meningkat kualitas tata ruang dalam aspek mitigasi bencana gempabumi. Mikrozonasi rawan gempabumi di Kecamatan Kasihan dengan Analisis Kg pada satuan bentuklahan (sintetik) memiliki validitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode Interpolasi (parametrik), selain itu analisis Kg pada satuan bentuklahan menghasilkan pola spasial yang mengikuti bentuk morfologinya sehingga mudah dikenali di lapangan

Hasil peta kerawanan gempabumi berdasarkan analisis Kg pada satuan bentuklahan menunjukkan hasil yang berbeda dengan peta rawan gempa yang ada di lampiran RDTR, berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah kajian lebih dari separuhnya atau sebesar 56% berada di zona rawan gempabumi rendah, sebesar 33% berada di zona rawan gempabumi sedang dan 11% berada di zona rawan gempabumi tinggi. Sementara berdasarkan peta rawan gempabumi produk dari Pemkab Bantul menunjukkan bahwa lebih dari separuhnya atau sebesar 69% berada di Zona rawan gempa sedang dan sisanya 31% berada di zona rawan gempa tinggi.

Sub BWP I didominasi zona rawan gempabumi tinggi seluas 186,41 Ha atau sebesar 81,85% dari luas keseluruhan Sub BWP I, sementara Sub BWP II didominasi berada di zona rawan gempabumi sedang seluas 484,64 Ha atau sebesar 97,46 % dari luas keseluruhan sub BWP II, Sub BWP III didominasi Zona rawan gempabumi rendah seluas 338,33 Ha atau sebesar 90,44 % dari luas keseluruhan sub BWP III, Sub BWP IV sebagian besar berada pada zona rawan gempabumi rendah seluas 329,50 Ha atau sebesar 58,85 % dari luas keseluruhan sub BWP IV dan Sub BWP V sebagian besar berada pada zona rawan gempabumi rendah seluas 811,84 Ha atau sebesar 79,68 % dari luas keseluruhan sub BWP V. Zona perumahan yang mendominasi pada rencana pola ruang yaitu seluas 924,38 Ha berada di zona rawan

gempabumi rendah kemudian seluas 469,57 Ha berada di zona rawan gempabumi sedang dan seluas 187,63 Ha berada di zona rawan gempabumi tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan revisi peta rawan gempabumi yang ada dilampiran RDTR BWP Kasihan dan perlu dilakukan peningkatan ketahanan terhadap bencana seperti peningkatan kualitas bangunan yang tahan gempa dan pembangunan infrastruktur untuk mitigasi bencana seperti tempat evakuasi dan jalur evakuasi.gempabumi terutama pada wilayah Sub BWP I yang berpotensi risiko gempabumi tinggi dengan tujuan meningkat kualitas tata ruang dalam aspek mitigasi bencana gempabumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Profil Kebencanaan Provinsi Daderah Istimewa Yogyakarta. (2008). Yogyakarta : Bappenas – Bappeda DIY – UNDP
- BPS. (2018). Kabupaten Bantul Dalam Angka. Bantul.
- Chairman, F., & Road, B. (2016). Comparison Of Spatial Interpolation Methods For The Estimation Kriging And Spline. *International Journal of Civil Engineering (IJCE)*, 5(5), 25–34.
- Daryono. (2012). Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor Pada Setiap Satuan Bentuklahan Di Zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta, Disertasi. Universitas Gadjah Mada.
- Daryono, Sutikno, Sartohadi, J., & Dulbahri, K. S. B. (2009). Pengkajian Local Site Effect Di Graben Bantul Menggunakan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. *Jurnal Kebencanaan Indonesia* 2.
- Dibiyosaputra, S. (2001). Survei dan Pemetaan Geomorfologi. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Hizbaron, D. R., Baiquni, M., Sartohadi, J., & Rijanta, R. (2012). Urban Vulnerability in Bantul District, Indonesia—Towards Safer and Sustainable Development, (1), 2022–2037.
- Hizbaron, D. R. (2012). Integration Of Vulnerability Assessment Into Siesmic Based Spatial Plan In Bantul, Yogyakarta Indonesia, Disertasi. UGM
- Marsell, R. (2012). Zonasi Daerah Rawan Gempabumi Di Kecamatan Pundong Kabupaten Bantul Yogyakarta Berdasarkan Pendekatan Geomorfologi. Tesis. Yogyakarta. UGM.
- Marsell, R. (2013). Zonasi Daerah Rawan Gempa Bumi Di Kecamatan Pundong, Bantul Berdasarkan Pendekatan Geomorfologi. *Majalah Geografi Indonesia* 2013, XXVII(1), 27 (1), 2–3.
- Meidji, I.U., 2014, Kajian Karakteristik Dinamika Tanah Terhadap Risiko Kerawanan Seismik Dan Dampaknya Terkait Rencana Tata Ruang Wilayah Di Kota Mataram Bagian Timur, Tesis, Program S2 Ilmu Fisika FMIPA, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Nugroho, Y. A., Prasetyaning, D., Susilo, J., Buchori, I., & Nugroho, H. (2016). Model Kesesuaian Lahan Berbasis Kerawanan

- Bencana Alam, Uji Coba: Kota Semarang. *Jurnal Tataloka*, 15(4), 293.
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode Idw Dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. In *Forum Geografi*, Vol. 22, N, 97–110.
- Saputra, R. H. (2018). Indeks kerentanan seismik pada satuan bentuklahan multi-skala di kecamatan sewon, kabupaten bantul. Tesis. UGM
- Susatia, R. (2020). Pengaruh Faktor Kedalaman Muka Air Tanah Terhadap Kerawanan Gerakan Tanah Di Kecamatan Samigaluh Dan Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulon Progo, D.I.YOGYAKARTA, Tesis, Program S2 Ilmu Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Wijaya, K. A., & Purnama, I. L. S. (2018). Kajian Kerentanan Airtanah Terhadap Potensi Pencemaran di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 7(1), 1–10.
- Xiao, Y., Gu, X., Yin, S., Shao, J., Cui, Y., Zhang, Q., & Niu, Y. (2016). Geostatistical interpolation model selection based on ArcGIS and spatio-temporal variability analysis of groundwater level in piedmont plains , northwest China. *SpringerPlus*. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2073-0>
- Zhang, Z., Peterson, J., & Chandra, S. (2007). The Effect of LiDAR Data Density on DEM Accuracy. In *Proceedings of the International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM07)* (Pp. 1363-1369). Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand Inc., 1363–1369.
- Zuidam, Van, R.A., and Cancelado. (1979). *Terrain Classification Using Aerial Photographs*, ITC 350. The Netherlands: Boulevard AL Enschede.