

EVALUASI SATUAN WILAYAH PENGEMBANGAN (SWP) DENGAN ANALISIS SPASIAL RISIKO BAHAYA SEISMIC BERDASARKAN FAKTOR INDEKS KERENTANAN SEISMIC DAN KEPADATAN PENDUDUK DI KABUPATEN BANTUL

Nugroho Budi Wibowo

BMKG Stasiun Geofisika Yogyakarta

Jl. Wates Km 8 Jitengan Balecatut Gamping Sleman D.I. Yogyakarta

Email : nugrohobudiwibowo@gmail.com

Abstract

The regional spatial plan (RTRW) has an important role in the implementation of regional development. Bantul District divide its territory into six Regional Unit Development (SWP). This study aims to determine the seismic vulnerability index (kg) in Bantul based on microtremor data of BMKG, mapping the population density (persons/km²) by district based on BPS Bantul, perform seismic hazard risk analysis based on the parameters of the seismic vulnerability index and population density, and do a comparison and analysis of seismic hazard for Regional Unit Development (SWP) in Bantul. This study uses microtermor data of BMKG, population density derived from the BPS and the SWP data from BAPEDA Bantul.

The results showed the seismic vulnerability index in Bantul between 0.01 - 38.83 and is divided into five (5) zone, a zone between 0.01 to 2.29, the zone between 2.30 - 2.97, the zone between 2.98 - 5.26, the zone between 5.26 - 12.94 and > 12.94. Regions with low risk contained in the District of Sedayu, Pajangan, Kasihan, Bantul, Pandak, Srandakan, Sanden, Dlingo, Imogiri and Pundong. The area with the risk of being found on the District of Piyungan, Pleret, Jetis, Imogiri, Kasihan, Sewon, Bambanglipuro, Pundong, Pandak, Srandakan, Sanden, and Kretek. While there is a region with a high risk in the District of Banguntapan, Sewon and Kasihan. SWP for residential development direction contained in the SWP I, II, IV and V. SWP who are at high risk area for seismic hazard, ie SWP II.

Keywords : *RTRW, SWP, Seismic Vulnerability Index, Seismic Hazard Risk.*

Abstract

Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) memiliki peranan yang penting dalam pelaksanaan pembangunan suatu wilayah. Kabupaten Bantul dalam RTRW membagi wilayahnya menjadi enam Satuan Wilayah Pengembangan (SWP). Penelitian ini bertujuan menentukan indeks kerentanan seismik (Kg) di Kabupaten Bantul berdasarkan data mikrotremor BMKG, Memetakan tingkat kepadatan penduduk (jiwa/km²) per kecamatan berdasarkan data BPS Kabupaten Bantul, melakukan analisa risiko bahaya seismik berdasarkan parameter indeks kerentanan seismik dan tingkat kepadatan penduduk, dan melakukan komparasi serta menganalisa risiko bahaya seismik terhadap Satuan Wilayah Pengembangan (SWP) Kabupaten Bantul. Penelitian ini menggunakan data primer mikrotremor BMKG dari tahun 2010 - 2013 di Kabupaten Bantul. Selain itu, data sekunder berupa data kepadatan penduduk yang berasal dari BPS dan data SWP yang diperoleh dari BAPEDA Kabupaten Bantul.

Hasil penelitian menunjukkan Indeks kerentanan seismik di Kabupaten Bantul antara 0.01 - 38.83 dan terbagi menjadi 5 (lima) zona, yaitu zona antara 0.01 - 2.29, zona antara 2.30 - 2.97, zona antara 2.98 - 5.26, zona 5.26 - 12.94 dan > 12.94. Kawasan dengan risiko rendah terdapat pada Kecamatan Sedayu, Pajangan, Kasihan, Bantul, Pandak, Srandakan, Sanden, Dlingo, Imogiri dan Pundong. Kawasan dengan risiko sedang terdapat pada Kecamatan Piyungan, Pleret, Jetis, Imogiri, Bantul, Kasihan, Sewon, Bambanglipuro, Pundong, Pandak, Srandakan, Sanden, dan Kretek. Sedangkan kawasan dengan risiko tinggi terdapat pada Kecamatan Banguntapan, Sewon dan Kasihan. SWP untuk arah pengembangan permukiman terdapat di SWP I, II, IV dan V. SWP yang berada pada kawasan risiko tinggi terhadap bahaya seismik, yaitu SWP II.

Kata Kunci : RTRW, SWP, Indeks Kerentanan Seismik, Risiko Bahaya Seismik.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) memiliki peranan yang penting dalam pelaksanaan pembangunan suatu wilayah. RTRW merupakan sebuah upaya perencanaan program pembangunan di suatu wilayah dengan memperhatikan tatanan wilayah yang terpadu dan teratur. Secara garis besar arah pengembangan dan pembangunan daerah mengacu pada RTRW yang terbagi menjadi Satuan Wilayah Pengembangan (SWP). Kabupaten Bantul dalam RTRW membagi wilayahnya menjadi enam SWP. SWP I sebagai wilayah pengembangan kawasan pertanian lahan basah, industri dan permukiman (kota baru) yang terdapat pada Kecamatan Sedayu, Pajangan dan sebagian Kasihan. SWP II sebagai pengembangan kawasan permukiman dan pelayanan yang berorientasi perkotaan yang terdapat pada Kecamatan Kasihan Sewon dan Banguntapan. SWP III sebagai pengembangan kawasan industri dan pertanian lahan basah yang terdapat pada Kecamatan Piyungan. SWP IV sebagai pengembangan kawasan pertanian lahan basah, permukiman, peternakan, perikanan dan wisata yang terdapat pada Kecamatan Srandakan, Sanden dan Kretek. SWP V sebagai kawasan industri, permukiman, pertanian lahan basah dan wisata alam

terdapat pada Kecamatan Bantul, Pajangan, Pandak, Bambanglipuro, Pundong dan Pleret. SWP VI sebagai pengembangan budi daya pertanian dan hutan lindung bawahan terdapat pada Kecamatan Imogiri dan Dlingo.

Penentuan arah pengembangan selain memperhatikan potensi masing-masing kecamatan, sebaiknya juga mempertimbangkan potensi bencana yang ada pada setiap kecamatan. Dari catatan sejarah kegempaan Jawa berdasarkan Katalog Gempabumi BMKG antara tahun 1821 hingga 2009, Daerah Istimewa Yogyakarta telah dilanda gempabumi signifikan dan merusak sebanyak 4 kali. Gempabumi 2006, merupakan gempabumi merusak dan menimbulkan korban jiwa yang cukup signifikan khususnya di Kabupaten Bantul.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan menentukan indeks kerentanan seismik (Kg) di Kabupaten Bantul berdasarkan data mikrotremor BMKG, memetakan tingkat kepadatan penduduk (jiwa/km²) per kecamatan berdasarkan data BPS Kabupaten Bantul, melakukan analisa risiko bahaya seismik berdasarkan parameter indeks kerentanan seismik dan tingkat kepadatan penduduk, dan melakukan komparasi serta menganalisa risiko bahaya seismik terhadap Satuan Wilayah Pengembangan (SWP) Kabupaten Bantul.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Bantul pada Tahun 2015 dengan menggunakan data primer yang telah diakusisi BMKG dari tahun 2010 – 2013.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Periode dominan

Penentuan periode dominan diperoleh dari persamaan :

$$T_g = 1/f_0 \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

T_g = periode dominan (s)

f_0 = frekuensi dominan (Hz)

2.2.2. Frekuensi dominan

Frekuensi dominan diperoleh dari pengukuran mikrotremor dengan menggunakan metode HVSr. Persamaan HVSr untuk getaran terukur di permukaan dinyatakan:

$$HVSr = \frac{\sqrt{(A_{(U-S)}(f))^2 + (A_{(B-T)}(f))^2}}{(A_{(V)}(f))} \dots\dots(2)$$

$HVSr$ = Horizontal to Vertical Ratio

$A_{(U-S)}(f)$ = Nilai Amplitudo spektrum frekuensi komponen Utara-Selatan

$A_{(B-T)}(f)$ = Nilai Amplitudo spektrum frekuensi komponen Barat-Timur

$(A_{(V)}(f))$ = Nilai Amplitudo spektrum frekuensi komponen Vertikal

2.2.3. Indeks Kerentanan Seismik (Kg)

Indeks kerentanan seismik dihitung dengan persamaan :

$$Kg = Ag^2/f_0 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

Ag = faktor amplifikasi

f_0 = frekuensi dominan (Hz)

2.2.4. Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk merupakan banyaknya penduduk (jiwa) dalam setiap km². Data tersebut diperoleh dari BPS Kabupaten Bantul.

2.2.5. Satuan Wilayah Pengembangan (SWP)

Suatu wilayah dengan semua kota di dalamnya hubungan hierarkhi yang terikat oleh sistem jaringan jalan sebagai prasarana perhubungan darat, dan atau yang terkait oleh sistem jaringan sungai atau perairan sebagai prasarana perhubungan air.

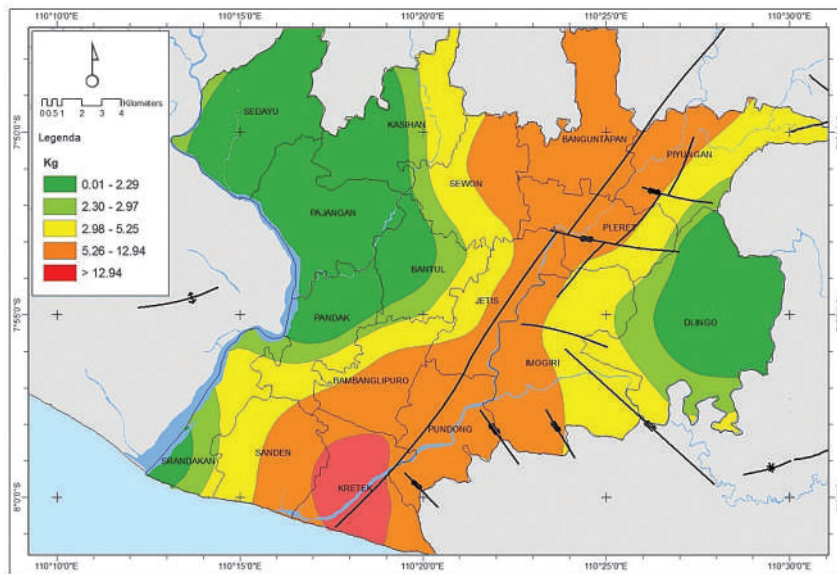
2.3. Sampling dan Analisis Sampel

Penelitian ini menggunakan data primer mikrotremor BMKG dari tahun 2010 - 2013 di Kabupaten Bantul. Titik pengukuran terdistribusi di seluruh wilayah Kabupaten Bantul. Pengukuran mikrotremor menggunakan TDS-303 portabel seismograph, kompas geologi, GPS, dan Laptop. Standar operasional pengukuran alat tersebut berdasarkan pada *SESAME European research project* dengan durasi pengukuran 30 menit untuk setiap titiknya. Pengolahan data menggunakan software NetRec, DataPro, Geopsy, dan Arc Gis 9.2. Metode pengolahan data mikrotremor menggunakan metode HVSr (*Horizontal to Vertical Ratio*) untuk menghasilkan variabel utama berupa data frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (Ag). Hasil pengolahan dimasukkan dalam persamaan (3) untuk menghasilkan Kg. Selain itu, penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data kepadatan penduduk yang berasal dari BPS dan data SWP yang diperoleh dari BAPEDA Kabupaten Bantul.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Indeks Kerentanan Seismik di Kabupaten Bantul

Nilai indeks kerentanan seismik menggambarkan besarnya pengaruh faktor amplifikasi terhadap karakteristik material



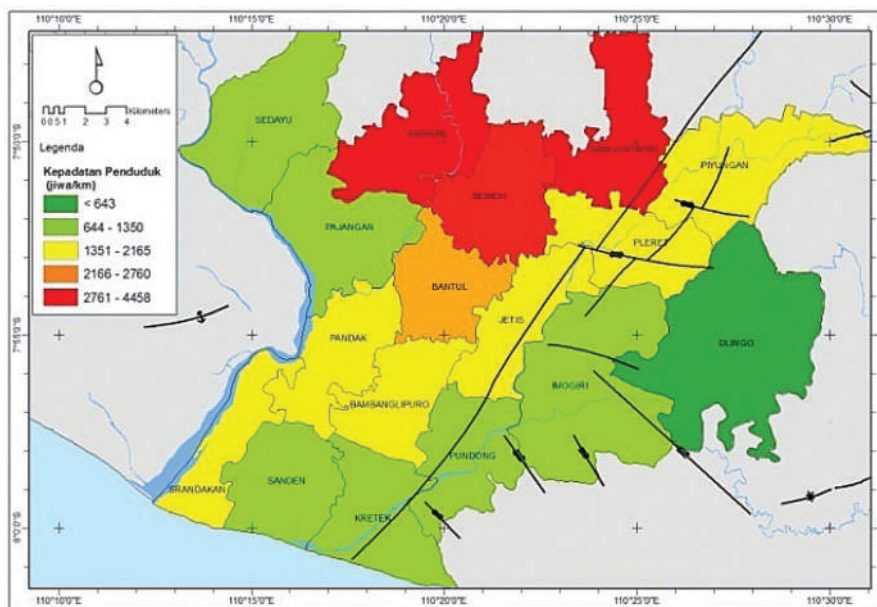
Gambar 1. Zonasi Indeks Kerentanan Seismik di Kabupaten Bantul

bawah permukaan yang dinyatakan dalam frekuensi dominan tanah. Faktor amplifikasi tanah memiliki pengaruh besar terhadap nilai indeks kerentanan seismik. Hasil perhitungan diperoleh variasi nilai indeks kerentanan seismik di Kabupaten Bantul antara 0.01 - 38.83. Berdasarkan interval nilai Kg tersebut, maka Kabupaten Bantul dibagi menjadi 5 (lima) zona, yaitu zona antara 0.01 - 2.29, zona antara 2.30 - 2.97, zona antara 2.98 - 5.26, zona 5.26 - 12.94 dan > 12.94. Semakin tinggi nilai indeks kerentanan, maka potensi terjadi kerusakan semakin tinggi. Kawasan pada zona pertama memiliki risiko yang rendah terhadap potensi kerusakan. Berdasarkan gambar 1. kecamatan yang terdapat pada zona tersebut antara lain Kecamatan Sedayu, Pajangan, Kasihan, Bantul, Pandak, Dlingo dan Srandakan. Zona kedua dan ketiga memiliki risiko sedang terdapat pada Kecamatan Kasihan, Sewon, Bantul, Jetis, Bambanglipuro, Srandakan, Sanden, Dlingo, Piyungan, Pleret, dan Imogiri. Sedangkan kawasan risiko tinggi terdapat pada Kecamatan Banguntapan, Piyungan, Sewon, Pleret, Jetis, Imogiri, Pundong, Bambanglipuro, Sanden dan Kretek. Zonasi

indeks kerentanan seismik yang terdapat di Kabupaten Bantul memiliki pola yang sesuai dengan peta distribusi kerusakan bangunan pasca Gempabumi 2006. Kawasan yang berada pada kriteria risiko tinggi berada tidak jauh dengan jalur Sesar Opak.

3.2. Analisis Kepadatan Penduduk di Kabupaten Bantul

Tingkat kepadatan penduduk menggambarkan banyaknya jumlah penduduk dalam tiap km² dalam unit administrasi kecamatan. Jumlah penduduk tertinggi di Kabupaten Bantul terdapat di Kecamatan Banguntapan yaitu 126.971 jiwa. Sedangkan jumlah penduduk terendah terdapat di Kecamatan Srandakan, yaitu 28.832 jiwa. Berdasarkan data BPS Tahun 2010, data tingkat kepadatan penduduk Kabupaten Bantul dibagi menjadi lima zona, yaitu zona dengan tingkat kepadatan < 643 jiwa/km², 644 - 1350 jiwa/km², 1351 - 2165 jiwa/km², 2166 - 2760 jiwa/km², 2761 - 4458 jiwa/km². Berdasarkan Gambar 2, kecamatan dalam zona pertama yang masuk dalam kategori rendah yaitu Kecamatan Dlingo. Kecamatan yang terdapat



Gambar 2. Peta Kepadatan Penduduk di Kabupaten Bantul

pada zona kedua dan ketiga masuk dalam kategori sedang, yaitu Kecamatan Sedayu, Pajangan, Pandak, Srandakan, Sanden, Kretek, Bambanglipuro, Pundong, Imogiri, Jetis, Pleret dan Piyungan. Sedangkan kecamatan yang terdapat zona keempat dan kelima masuk dalam kategori tinggi, yaitu Kecamatan Bantul, Sewon, Kasihan dan Banguntapan. Tingkat kepadatan yang tinggi berkembang di kawasan sekitar pusat kota dan pemerintahan.

3.3. Analisis Risiko Bahaya Seismik di Kabupaten Bantul

Jumlah penduduk yang tinggi merupakan potensi Sumber Daya Manusia yang dapat diberdayakan untuk meningkatkan kesejahteraan pada suatu wilayah. Meningkatnya jumlah penduduk berdampak pada meningkatnya jumlah permukiman. Kondisi ini membuat perkembangan permukiman selalu bertambah setiap tahunnya. Sehingga untuk mengurangi risiko korban jiwa dan harta terhadap bencana gempa bumi diperlukan analisis risiko bahaya

seismik terhadap kepadatan penduduk. Analisis risiko bahaya seismik pada penelitian ini berdasarkan parameter indeks kerentanan seismik dan kepadatan penduduk. Daerah dengan nilai indeks kerentanan seismik tinggi dan memiliki tingkat kepadatan yang tinggi akan dimasukkan dalam kategori daerah berisiko tinggi dan sebaliknya. Hasil kompilasi kedua parameter tersebut dihasilkan tiga kategori risiko berdasarkan parameter indeks kerentanan seismik dan kepadatan penduduk. Kategori risiko tersebut antara lain risiko tinggi, yang merupakan hasil kompilasi parameter kepadatan penduduk sedang hingga tinggi dengan parameter indeks kerentanan seismik yang tinggi. Risiko sedang merupakan kompilasi parameter kepadatan penduduk tinggi dan sedang dengan indeks kerentanan seismik sedang dan rendah. Sedangkan risiko rendah merupakan hasil kompilasi parameter kepadatan penduduk rendah dengan indeks kerentanan seismik rendah. Hasil analisis menunjukkan, kawasan dengan risiko rendah terdapat pada Kecamatan Sedayu, Pajangan, Kasihan, Bantul, Pandak,

Srandakan, Sanden, Dlingo, Imogiri dan Pundong. Kawasan dengan risiko sedang terdapat pada Kecamatan Piyungan, Pleret, Jetis, Imogiri, Bantul, Kasihan, Sewon, Bambanglipuro, Pundong, Pandak, Srandakan, Sanden, dan Kretek. Sedangkan kawasan dengan risiko tinggi terdapat pada Kecamatan Banguntapan, Sewon dan Kasihan. Berdasarkan analisis risiko tersebut,

kawasan dengan risiko tinggi sebaiknya dibatasi perkembangan permukiman untuk mengurangi tingkat kepadatan penduduk di kawasan tersebut. Arah perkembangan permukiman dapat dialihkan ke kawasan dengan risiko yang lebih rendah. Tabel 1 menunjukkan kriteria risiko bahaya seismik berdasarkan kepadatan penduduk dan indeks kerentanan seismik di Kabupaten Bantul.

Tabel 1. Kriteria Risiko Bahaya Seismik Berdasarkan Kepadatan Penduduk dan Indeks Kerentanan Seismik di Kabupaten Bantul

No.	Kecamatan	Kepadatan	Kelas	Kg		Kelas Kg	Skor	Kriteria
		(Jiwa/Km ²)	Kepadatan	Min	Max	Kg	Analisa Risiko	Analisa Risiko
1	BAMBANG LIPURO	1.662	3	2.293	2.970	2	6	Risiko Rendah
		1.662	3	2.970	5.253	3	9	Risiko Sedang
		1.662	3	5.253	12.940	4	12	Risiko Sedang
2	BANGUNTAPAN	4.458	5	5.253	12.940	4	20	Risiko Tinggi
3	BANTUL	2.760	4	0.010	2.293	1	4	Risiko Rendah
		2.760	4	2.293	2.970	2	8	Risiko Sedang
		2.760	4	2.970	5.253	3	12	Risiko Sedang
4	DLINGO	643	1	0.010	2.293	1	1	Risiko Rendah
		643	1	2.293	2.970	2	2	Risiko Rendah
		643	1	2.970	5.253	3	3	Risiko Rendah
5	IMOIRI	1.048	2	2.293	2.970	2	4	Risiko Rendah
		1.048	2	2.970	5.253	3	6	Risiko Rendah
		1.048	2	5.253	12.940	4	8	Risiko Sedang
6	JETIS	2.165	3	2.970	5.253	3	9	Risiko Sedang
		2.165	3	5.253	12.940	4	12	Risiko Sedang
7	KASIHAN	3.581	5	0.010	2.293	1	5	Risiko Rendah
		3.581	5	2.293	2.970	2	10	Risiko Sedang
		3.581	5	2.970	5.253	3	15	Risiko Tinggi
8	KRETEK	1.106	2	5.253	12.940	4	8	Risiko Sedang
		1.106	2	12.940	38.830	5	10	Risiko Sedang
9	PAJANGAN	1.018	2	0.010	2.293	1	2	Risiko Rendah
10	PANDAK	1.987	3	0.010	2.293	1	3	Risiko Rendah
		1.987	3	2.293	2.970	2	6	Risiko Rendah
		1.987	3	2.970	5.253	3	9	Risiko Sedang
		1.987	3	5.253	12.940	4	12	Risiko Sedang
11	PIYUNGAN	1.561	3	2.293	2.970	2	6	Risiko Rendah
		1.561	3	2.970	5.253	3	9	Risiko Sedang
		1.561	3	5.253	12.940	4	12	Risiko Sedang

Tabel 1. (Lanjutan) Kriteria Risiko Bahaya Seismik Berdasarkan Kepadatan Penduduk dan Indeks Kerentanan Seismik di Kabupaten Bantul

No.	Kecamatan	Kepadatan	Kelas	Kg		Kelas Kg	Skor	Kriteria
		(Jiwa/Km ²)	Kepadatan	Min	Max	Kg	Analisa Risiko	Analisa Risiko
12	PLERET	1.939	3	2.293	2.970	2	6	Risiko Rendah
		1.939	3	2.970	5.253	3	9	Risiko Sedang
		1.939	3	5.253	12.940	4	12	Risiko Sedang
13	PUNDONG	1.350	2	5.253	12.940	4	8	Risiko Sedang
14	SANDEN	1.290	2	2.293	2.970	2	4	Risiko Rendah
		1.290	2	2.970	5.253	3	6	Risiko Rendah
		1.290	2	5.253	12.940	4	8	Risiko Sedang
		1.290	2	12.940	38.830	5	10	Risiko Sedang
15	SEDAYU	1.321	2	0.010	2.293	1	2	Risiko Rendah
		1.321	2	2.293	2.970	2	4	Risiko Rendah
16	SEWON	3.978	5	0.010	2.293	1	5	Risiko Rendah
		3.978	5	2.293	2.970	2	10	Risiko Sedang
		3.978	5	2.970	5.253	3	15	Risiko Tinggi
		3.978	5	5.253	12.940	4	20	Risiko Tinggi
17	SRANDAKAN	1.574	3	0.010	2.293	1	3	Risiko Rendah
		1.574	3	2.293	2.970	2	6	Risiko Rendah
		1.574	3	2.970	5.253	3	9	Risiko Sedang

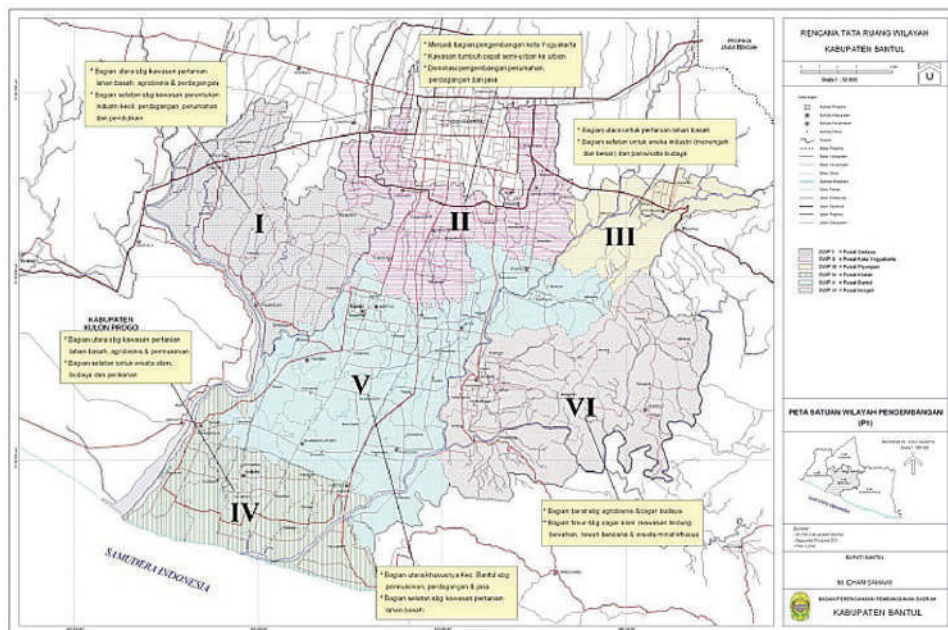
3.4. Evaluasi SWP berdasarkan Risiko Bahaya Seismik di Kabupaten Bantul

Evaluasi SWP terhadap risiko bahaya seismik dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai prioritas pembangunan permukiman pada kawasan yang aman. Gambar 3 menunjukkan peta SWP di Kabupaten Bantul. SWP di Kabupaten Bantul dengan arah pengembangan untuk kawasan permukiman terdapat di SWP I, II, IV dan V. Sedangkan SWP III dan VI tidak diarahkan untuk pengembangan permukiman. SWP yang berada pada kawasan risiko tinggi terhadap bahaya seismik, yaitu SWP II. SWP V berada pada kawasan risiko sedang, sedangkan SWP I dan IV berada di kawasan risiko rendah. Berdasarkan evaluasi tersebut, kawasan SWP I dan IV sudah sesuai sebagai

kawasan pengembangan permukiman. Kawasan SWP V masih dapat dipertahankan sebagai kawasan pengembangan permukiman. Sedangkan kawasan SWP II sebaiknya dilakukan pembatasan untuk pengembangan permukiman. Kawasan SWP III dan VI berdasarkan potensi risiko bahaya seismik yang rendah dapat diarahkan untuk pengembangan kawasan permukiman. Meskipun berdasarkan kondisi topografi kedua kawasan SWP tersebut kurang ideal untuk pengembangan permukiman.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Indeks kerentanan seismik di Kabupaten Bantul antara 0.01 - 38.83 dan terbagi menjadi 5 (lima) zona, yaitu zona antara



Gambar 3. Peta Satuan Wilayah Pengembangan Kabupaten Bantul

- 0.01 - 2.29, zona antara 2.30 - 2.97, zona antara 2.98 - 5.26, zona 5.26 - 12.94 dan > 12.94.
2. Tingkat kepadatan penduduk Kabupaten Bantul dibagi menjadi lima zona, yaitu zona dengan tingkat kepadatan < 643 jiwa/km², 644 - 1350 jiwa/km², 1351 - 2165 jiwa/km², 2166 - 2760 jiwa/km², 2761 - 4458 jiwa/km².
3. Kawasan dengan risiko rendah terdapat pada Kecamatan Sedayu, Pajangan, Kasihan, Bantul, Pandak, Srandakan, Sanden, Dlingo, Imogiri dan Pundong. Kawasan dengan risiko sedang terdapat pada Kecamatan Piyungan, Pleret, Jetis, Imogiri, Bantul, Kasihan, Sewon, Bambanglipuro, Pundong, Pandak, Srandakan, Sanden, dan Kretek. Sedangkan kawasan dengan risiko tinggi terdapat pada Kecamatan Banguntapan, Sewon dan Kasihan.
4. SWP untuk arah pengembangan permukiman terdapat di SWP I, II, IV dan V. SWP yang berada pada kawasan risiko tinggi terhadap bahaya seismik, yaitu SWP II.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2015. *Kepadatan Penduduk dan Sex Ratio Menurut Kecamatan*. diakses dari <http://bantulkab.bps.go.id/> pada tanggal 2 Februari 2015, Pukul 09.30 WIB.
- Invesda. 2015. *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)*. diakses dari <http://invesda.bantulkab.go.id/> pada tanggal 2 Februari 2015, Pukul 09.15 WIB.
- SESAME. 2004. *Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations measurements, Processing and Interpretation*.
- Wibowo, N. B., Gunawan, A. 2014. *Analisis Spasial Respon Bendungan terhadap Model Peak Ground Acceleration (PGA) Berdasarkan Karakteristik Mikrotremor, Geologi Regional dan Amatan Instrumentasi pada Bendungan Sermo Kulonprogo*. Indonesian Journal of Applied Physics (2014) Vol. 4 No. 2. pp.115-125.