

**ANALISIS RISIKO AWAN PANAS GUNUNGAPI MERAPI  
PASCA ERUPSI 2006 TERHADAP BANGUNAN DAN PENDUDUK  
KABUPATEN SLEMAN**

M. Wahid Dody K \*, Sutikno dan Sunarto \*\*

M. Wahid Dody K, Sutikno dan Sunarto (2008), Analisis Risiko Awan Panas Gunungapi Merapi Pascaerupsi 2006 Terhadap Bangunan dan Penduduk Kabupaten Sleman, *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana, Vol. 3, No. 1, Tahun 2008, hal. 9 - 16, 5 gambar, 5 tabel.*

**ABSTRACT :** *This research is aimed to (1) analyzing the glowing cloud danger risk map of Merapi volcano after eruption at 2006 in Disaster Prone Area of zone III and II in Sleman district; (2) analyzing loss estimation at element at risk of building and the risk population in daytime and nighttime in high risk area in Sleman district. The research method is using interpretation technique of remote sensing in data acquirement through disaster prone area approach. Geographical Information System (GIS) is used as a tool to analyze the data, such as graphical data and also attribute data. The interpretation result and added information that obtained through field check used as data in GIS. The sampling method is area sampling that is base on building variety as an analysis approach. The research conclude that high risk level of glowing cloud danger of Merapi volcano lay in zone II of disaster prone area and Hargobinangun village and zone II of disaster prone area and Purwobinangun village. It is caused that both place above have very high density of build up area, so that the resident concentration in both place have high level too. The highest loss estimation of glowing cloud danger at Merapi volcano to building and population is zone II of disaster prone area and Hargobinangun village. It is caused of the existence of Kaliurang recreation area. Totally in both place, loss estimation of glowing cloud danger are number of building 3247, risk population in wok days at daytime 6228, risk population in wok days at nighttime 9595, risk population in holidays at daytime 13.879, and risk population in holidays at nighttime 13.547.*

**Keywords :** *risk of glowing cloud danger, loss estimation to building and risk population in daytime and nighttime, remote sensing, geographical information system*

---

\* TISDA-TPSA-BPPT, Jl. MH. Thamrin No. 8, Jakarta, e-mail : dodi81@gmail.com  
\*\* Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki 129 buah gunungapi aktif dan kurang lebih 500 buah gunungapi non aktif (Kaswanda, 1992). Salah satu gunungapi paling aktif di Indonesia yang saat ini perlu diwaspadai adalah Gunungapi Merapi yang berada di sebagian wilayah administrasi Provinsi Jawa Tengah dan sebagian wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Aktivitas Gunungapi Merapi dicirikan dengan periode letusan yang pendek dengan tipe letusan yang khas yaitu tipe merapi. Karakteristik khas dari tipe ini adalah adanya awan panas (*nuee ardente*) yang berupa luncuran lava pijar yang disertai aliran kesatuan massa abu dan gas vulkanik. Masyarakat sekitar sering menyebutnya dengan *wedhus gembel*.

Adanya aktivitas vulkanik Gunungapi Merapi tersebut dapat menimbulkan ancaman bahaya bagi kehidupan di sekitarnya. Penyusunan peta risiko bahaya awan panas Gunungapi Merapi terbaru pascaerupsi tahun 2006 pada Kawasan Rawan Bencana II dan III di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi penting untuk dilakukan karena adanya dinamika perkembangan aktivitas Gunungapi Merapi yang senantiasa berubah dalam jangka waktu tertentu. Selain itu perlu untuk mengidentifikasi potensi kehilangan (*loss estimation*) akibat bahaya awan panas khususnya terhadap elemen berisiko bangunan (*number of building*) dan penduduk (risiko populasi di siang hari dan malam hari) dengan memanfaatkan teknologi Geo-Informasi untuk perencanaan tata ruang dan manajemen risiko.

Menurut UNDP (1995) yang dimaksud dengan bahaya atau *hazards* adalah semua fenomena atau situasi yang berpotensi menimbulkan kerusakan atau kehancuran pada manusia, jasa, dan lingkungan. Bencana alam (*natural hazard*) adalah bencana yang disebabkan oleh proses alam atau proses alam yang dipicu oleh aktivitas manusia dan merupakan salah satu unsur dalam penilaian risiko bencana (Carrara, 1984). Risiko (*risk*) merupakan perkiraan kerugian atau kehilangan akibat suatu bencana terhadap elemen yang menghadapi risiko di masa depan dalam suatu periode waktu tertentu (UNDP/UNDRO, 1992). Risiko dapat diartikan pula sebagai probabilitas dari pengulangan satu bencana dan menyebabkan kehilangan atau kerugian yang berarti. Risiko suatu daerah atau suatu objek terhadap suatu jenis dapat diperhitungkan tingkatannya.

Teknologi penginderaan jauh telah mengalami peningkatan yang sangat pesat terutama untuk kajian bencana alam gunungapi. Peningkatan ini tidak hanya didasarkan pada pentingnya data suplemen untuk mendukung pemantauan aktivitas vulkanik secara terestrial, tetapi juga didasarkan pada pentingnya menginventarisasi kondisi atmosfer dan karakteristik medan suatu gunungapi aktif, sehingga dapat menjelaskan proses peristiwa bencana alam gunungapi tersebut dari berbagai sudut pandang yang lebih menyeluruh (Alexander, 1991).

Penggabungan teknik penginderaan jauh dan sistem informasi geografis mempunyai peranan yang potensial dalam mitigasi terhadap bencana alam. Data citra penginderaan jauh pada suatu area bencana dapat memberikan gambaran tentang kondisi yang ada atau parahnya bencana secara kualitatif, selain itu daerah bencana dapat terlihat dalam satu liputan. Ada tiga peran penting yang dapat dilakukan citra penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dalam kajian bencana alam gunungapi, yaitu peran pada saat pencegahan bencana (*disaster prevention*), kesiapsiagaan bencana (*disaster preparedness*) dan tanggap darurat (*disaster relief*).

### 1.2. Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan :

- a. Mengetahui dan menganalisis tingkat dan persebaran risiko bahaya awan panas gunungapi Merapi pada kawasan rawan bencana III dan II di Kab. Sleman Prov. DIY
- b. Mengetahui dan menganalisis potensi kehilangan (*loss estimation*) pada elemen berisiko bangunan (*number of building*) dan penduduk (risiko populasi di siang hari dan malam hari) pada daerah kawasan rawan bencana III dan II di Kab. Sleman Prov. DIY

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah teknik interpretasi citra penginderaan jauh dalam perolehan datanya dengan menggunakan pendekatan satuan kawasan rawan bencana, dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat untuk menganalisis data, baik data grafis maupun data atribut. Hasil interpretasi beserta informasi tambahan yang diperoleh melalui kerja lapangan digunakan sebagai data dalam SIG. Kerja lapangan dilakukan juga untuk

mengecek hasil interpretasi. Metode survei yang digunakan adalah teknik *probability sampling*, yaitu secara *area sampling*, dengan jenis bangunan sebagai hampiran analisis untuk menghasilkan analisis baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Satuan pemetaan yang digunakan berdasarkan batas Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi (tidak berdasarkan batas administratif). Data yang digunakan meliputi data primer berupa citra IKONOS, peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi, dan peta Rupa Bumi Indonesia serta data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.

Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk menentukan jumlah bangunan (*number of building*) dan jumlah penduduk pada siang dan malam hari di waktu hari kerja dan hari libur adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan jumlah bangunan (*number of building*).  
Dari citra IKONOS yang tampak jelas adalah atap bangunan pada suatu kompleks bangunan. Namun ini belum bisa menjelaskan berapa jumlah bangunan yang ada. Karena bisa saja dari beberapa atap bangunan yang ada, ternyata setelah di cek di lapangan hanya terdiri dari satu atau beberapa jenis bangunan saja, misalnya jenis hotel atau wisma, sehingga kompleks bangunan yang ada di citra IKONOS perlu dikelompokkan lagi sesuai dengan jenis bangunan yang ada di lapangan. Dengan ini maka jumlah bangunan sesuai dengan jenis bangunan (hotel/wisma, kantor pemerintah, dan lain-lain) dapat ditentukan berapa jumlah bangunan sebenarnya setelah dicek di lapangan. Penentuan jumlah bangunan ini hanya dilakukan pada zona risiko tinggi dari peta risiko bahaya awan panas yang telah dihasilkan sebelumnya.
- b. Penentuan jumlah populasi (penduduk) pada siang dan malam hari. Penentuan jumlah penduduk pada siang dan malam hari dilakukan pada berbagai jenis bangunan yang ada. Artinya pada jenis bangunan yang ada, maka terdapat perbedaan jumlah populasi (penduduk) baik pada siang maupun malam hari baik pada hari kerja maupun hari libur. Misalnya pada jenis bangunan wisma/hotel, maka pada hari libur dengan hari kerja baik pada siang maupun malam hari terdapat perbedaan jumlah populasi yang ada pada kelas jenis bangunan ini. Untuk itu asumsi yang dipakai adalah khusus untuk kelas jenis bangunan wisma/hotel, maka penentuan populasinya berdasarkan jumlah tamu maksimal yang bisa ditampung oleh hotel/wisma itu (kamar yang ada terisi penuh) pada hari libur baik pada siang

maupun malam hari. Hal ini dilakukan karena untuk menentukan tamu atau pengunjung yang menginap di wisma/hotel tersebut tidak menentu (tergantung hari libur), dimana pada hari libur umumnya kamar yang ada terisi penuh. Berbeda dengan pengunjung pada hari-hari kerja yang tidak menentu jumlahnya. Untuk itu penentuan populasi pada hari libur baik pada siang maupun malam hari disamaratakan berdasarkan jumlah kamar maksimal yang ada di suatu wisma/hotel tersebut. Asumsi ini juga dipakai untuk jenis bangunan tempat rekreasi dan tempat peribadatan.

Di dalam membuat peta-peta dilakukan dengan menggunakan metode pengharkatan (skoring) yang terdapat pada Tabel 1 dan 2.

Penentuan Tingkat Risiko Bahaya Awan Panas Gunungapi Merapi didasarkan pada dua faktor, yaitu (1) Kepadatan lahan terbangun dan (2) Zonasi Kawasan Rawan Bencana yang dirumuskan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Risiko} = K \times Z$$

Dimana :

K = Kepadatan lahan terbangun

Z = Zonasi kawasan rawan bencana

Adapun hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 3.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Risiko Bahaya Awan Panas Gunungapi Merapi Pascaerupsi 2006

Kelas risiko bahaya awan panas Gunungapi Merapi terbagi menjadi lima kelas, yaitu : kelas tidak berisiko, kelas risiko sangat rendah, kelas risiko rendah, kelas risiko sedang, dan kelas risiko tinggi. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. Dasar penentuan zonasi kelas risiko bahaya awan panas Gunungapi Merapi pada masing-masing desa ditampilkan dengan menggunakan batas potensi bahaya (batas Kawasan Rawan Bencana), bukan berdasarkan batas administrasi desa. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa selama ini awan panas hanya mencapai jarak jangkauan tertentu dari pusat erupsi Gunungapi Merapi sehingga batas administratif desa tidak digunakan sebagai dasar pembatasan zonasi melainkan batas Kawasan Rawan Bencana

Tabel 1. Kelas kepadatan lahan terbangun

No	Kelas Kepadatan Lahan Terbangun	Keterangan (%)
1	Tidak ada bangunan	0
2	Sangat Rendah	2 – 8,9
3	Rendah	8,91 – 15,8
4	Sedang	15,81 – 22,7
5	Tinggi	22,71 – 29,6
6	Sangat Tinggi	29,61 – 36,5

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Skoring penilaian kawasan rawan bencana

Kondisi Gunungapi	Tolok Ukur	Skor
Jumlah penduduk yang bermukim	a. Kawasan Rawan Bencana III :	
	> 10.000 orang	100
	1000 – 9.999 orang	75
	< 1000 orang	50
	b. Kawasan Rawan Bencana II :	
	> 10.000 orang	75
1000 – 9.999 orang	50	
	< 1000 orang	25

Sumber : PSBA/BAKOSURTANAL, 2005

Tabel 3. Skoring nilai tingkat risiko

No	Kelas Kepadatan Lahan Terbangun	Keterangan (%)
1	Tidak ada bangunan	0
2	Sangat Rendah	2 – 8,9
3	Rendah	8,91 – 15,8
4	Sedang	15,81 – 22,7
5	Tinggi	22,71 – 29,6
6	Sangat Tinggi	29,61 – 36,5

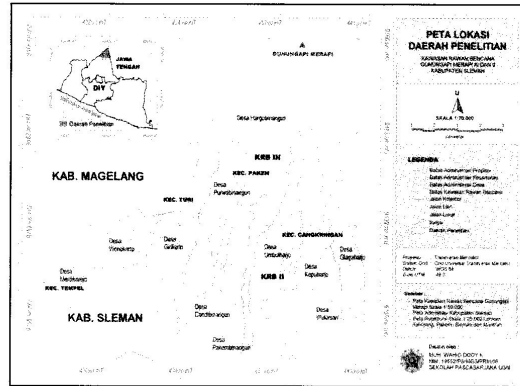
Sumber : Hasil Perumusan

Gunungapi Merapi.

Peta tingkat risiko bahaya awan panas Gunungapi Merapi pascaerupsi 2006 diperoleh dengan menumpang susunkan Peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi tahun 2002 pada zona III dan II, Peta Persebaran Kawasan Yang Terkena Awan Panas Pascaerupsi Merapi Tahun 2006, dan Peta Persebaran Lahan Terbangun yang nantinya diturunkan menjadi Peta Kepadatan Lahan Terbangun.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada kawasan KRB II dan Desa Hargobinangun serta KRB II dan Desa Purwobinangun memiliki kelas risiko tinggi. Hal ini berarti bahwa di kedua kawasan tersebut jika dikemudian hari terjadi erupsi Gunungapi Merapi dengan skala yang lebih besar daripada erupsi tahun 2006 dan sampai pada daerah tersebut, maka dapat

dipastikan pada daerah ini akan mengalami kerugian yang lebih besar daripada daerah yang lainnya baik yang berupa korban jiwa maupun korban harta benda (sarana dan prasarana fisik bangunan). Ini disebabkan karena kepadatan lahan terbangun di kedua kawasan ini sangat tinggi sehingga konsentrasi penduduk yang tinggal di daerah ini juga tinggi. Ini dibuktikan dengan adanya objek wisata Kaliurang yang menjadi pemicu tumbuhnya kegiatan perekonomian disekitar daerah tersebut. Hal inilah yang membuat kedua kawasan ini memiliki tingkat risiko paling tinggi jika dibandingkan dengan daerah lainnya. Sementara tingkat risiko yang terendah (tidak berisiko) dimiliki oleh KRB II dan Desa Pakembinangun serta KRB II dan Desa Wukirsari. Hal ini disebabkan karena batas zonasi Kawasan Rawan Bencana II



Gambar 1. Daerah penelitian

Tabel 4. Persebaran tingkat risiko bahaya awan panas Gunungapi Merapi

Zona KRB	Desa (Kecamatan)	Nama Kawasan	Kelas Risiko
III	Glagaharjo (Kecamatan Cangkringan)	KRB III & Desa Glagaharjo	Sangat Rendah
	Kepuharjo (Kecamatan Cangkringan)	KRB III & Desa Kepuharjo	Sangat Rendah
	Umbulharjo (Kecamatan Cangkringan)	KRB III & Desa Umbulharjo	Rendah
	Hargobinangun (Kecamatan Pakem)	KRB III & Desa Hargobinangun	Sangat Rendah
	Purwobinangun (Kecamatan Pakem)	KRB III & Desa Purwobinangun	Rendah
	Girikerto (Kecamatan Turi)	KRB III & Desa Girikerto	Rendah
	Wonokerto (Kecamatan Turi)	KRB III & Desa Wonokerto	Sangat Rendah
II	Glagaharjo (Kecamatan Cangkringan)	KRB II & Desa Glagaharjo	Rendah
	Wukirsari (Kecamatan Cangkringan)	KRB II & Desa Wukirsari	Tidak Berisiko
	Kepuharjo (Kecamatan Cangkringan)	KRB II & Desa Kepuharjo	Rendah
	Umbulharjo (Kecamatan Cangkringan)	KRB II & Desa Cangkringan	Sedang
	Pakembinangun (Kecamatan Pakem)	KRB II & Desa Pakembinangun	Tidak Berisiko
II	Candibinangun (Kecamatan Pakem)	KRB II & Desa Candibinangun	Rendah
	Hargobinangun (Kecamatan Pakem)	KRB II & Desa Hargobinangun	Tinggi
	Purwobinangun (Kecamatan Pakem)	KRB II & Desa Purwobinangun	Tinggi
	Girikerto (Kecamatan Turi)	KRB II & Desa Girikerto	Sedang
	Wonokerto (Kecamatan Turi)	KRB II & Desa Girikerto	Sedang
	Merdikorejo (Kecamatan Tempel)	KRB II & Desa Merdikorejo	Sangat Rendah

Sumber : Hasil perhitungan dan analisis

masuk sedikit di wilayah administratif kedua desa tersebut dimana tingkat kepadatan lahan terbangun pada batasan ini tidak ada bangunan. Padahal senyatanya kalau batasan ini mengikuti batas administratif desa, maka di kedua desa tersebut dipastikan memiliki tingkat kepadatan lahan terbangun tertentu seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab peta kepadatan lahan terbangun diatas.

### 3.2. Analisis Potensi Kehilangan Pada Elemen Berisiko Bangunan dan Penduduk (Risiko Populasi Pada Siang dan Malam Hari) Pada Tingkat Risiko Tinggi

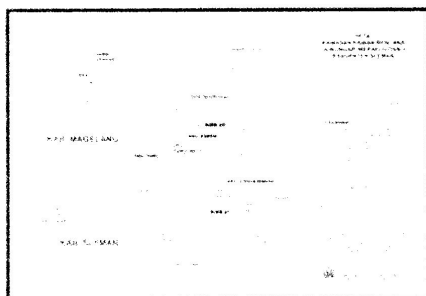
Penentuan seberapa banyak jumlah bangunan (*number of building*) berdasarkan titik-titik sampel yang telah dibuat berdasarkan hasil pengamatan di lapangan (cek lapangan) terhadap blok-blok bangunan yang telah diinterpretasi dari citra IKONOS sesuai dengan jenis bangunannya. Sedangkan penentuan seberapa banyak penduduk yang ada baik pada siang

hari maupun malam hari yang berisiko terkena bahaya awan panas Gunungapi Merapi dikemudian hari dilakukan dengan wawancara dengan para ketua RT dan warga setempat secara area sampling sesuai dengan jenis bangunan yang sudah dibuat untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan. Hasil dari perhitungan jumlah bangunan (*number of building*) dan risiko penduduk pada siang hari dan malam hari (*risk population in daytime and nighttime*) dapat dilihat pada Tabel 5.

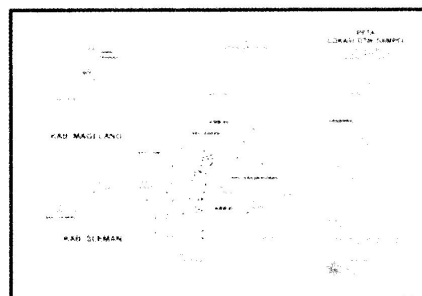
## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

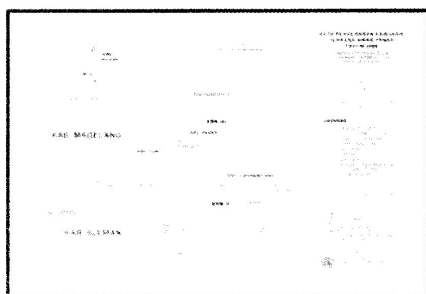
1. Kelas risiko bahaya awan panas Gunungapi Merapi tahun 2006 yang dihasilkan terbagi menjadi kelas tidak berisiko, tingkat risiko sangat rendah, tingkat risiko rendah, tingkat



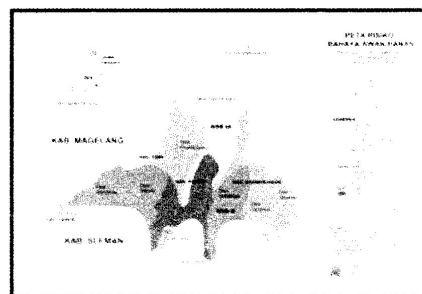
Gambar 2. Peta kawasan rawan bencana gunungapi merapi



Gambar 4. Peta lokasi titik sampel



Gambar 3. Peta persebaran kawasan yang terkena awan panas 2006



Gambar 5. Peta risiko bahaya awan panas

Tabel 5. Potensi Kehilangan (*Loss Estimation*) Bangunan (*Number of Building*) dan Penduduk (*Risk Population in Daytime and Nighttime*) Akibat Bahaya Awan Panas Gunungapi Merapi)

Nama Kawasan	Jenis Bangunan	Jumlah Bangunan	Populasi Kerja Siang Hari	Populasi Kerja Malam Hari	Populasi Libur Siang Hari	Populasi Libur Malam Hari	Total Luas Area (Ha)
KRB II & Desa Hargobinangun	Warung, Pasar	4	16	0	16	16	0,156
	Tempat Rekreasi	12	58	5	450	5	1,066
	Sekolah	10	433	2	2	2	0,885
	Tempat Ibadah	3	0	0	0	0	0,146
	Peternakan, Pabrik, Bangunan Pembibitan	68	79	66	66	66	6,095
	Permukiman	2088	3907	6761	6700	6700	133,914
	Hotel/Wisma/Penginapan	402	623	616	4400	4565	21,304
	Bangunan Pemerintah	47	154	28	125	76	2,575
Bukan Lahan Terbangun (Bukan Bangunan)	0	0	0	0	0	293,261	
KRB II & Desa Purwobinangun	Peternakan, Pabrik, Bangunan Pembibitan	19	46	43	46	43	2,568
	Permukiman	594	912	2074	2074	2074	104,091
	Bukan Lahan Terbangun (Bukan Bangunan)	0	0	0	0	0	181,165

risiko sedang, dan tingkat risiko tinggi. Tingkat risiko tinggi ada pada daerah kawasan KRB (Kawasan Rawan Bencana) II dan Desa Hargobinangun serta KRB II dan Desa Purwobinangun (kedua desa tersebut termasuk dalam wilayah administratif Kecamatan Pakem). Dasar pembatasan menggunakan zonasi KRB, bukan menggunakan batasan administratif desa. Kedua tempat tersebut memiliki tingkat risiko tinggi karena memiliki tingkat/kelas kepadatan lahan terbangun sangat tinggi dengan kepadatan penduduk yang tinggi pula sehingga risiko terkena bahaya awan panas Gunungapi Merapi di kemudian hari menjadi tinggi pula.

- Potensi kehilangan (*loss estimation*) bahaya awan panas Gunungapi Merapi pada tingkat risiko tinggi terhadap bangunan (*number of building*) dan penduduk di siang hari dan malam hari (*risk population in daytime and nighttime*) tertinggi ada pada daerah kawasan KRB II dan Desa Hargobinangun dengan jumlah bangunan (*number of building*) 2634 buah, populasi penduduk pada hari kerja (Senin-Sabtu) di siang hari 5270 jiwa, populasi penduduk pada hari kerja (Senin-Sabtu) di malam hari 7478 jiwa, populasi penduduk pada hari libur di siang hari 11.759 jiwa, dan populasi penduduk pada hari libur di malam hari 11.430 jiwa dengan total

luas area 459,402 Ha. Sedangkan pada daerah kawasan KRB II dan Desa Purwobinangun dengan jumlah bangunan (*number of building*) 613 buah, populasi penduduk pada hari kerja (Senin-Sabtu) di siang hari 958 jiwa, populasi penduduk pada hari kerja (Senin-Sabtu) di malam hari 2117 jiwa, populasi penduduk pada hari libur di siang hari 2120 jiwa, dan populasi penduduk pada hari libur di malam hari 2117 jiwa dengan total luas area 287,824 Ha. KRB II dan Desa Hargobinangun memiliki potensi kehilangan tertinggi terhadap bangunan dan penduduk akibat bahaya awan panas Gunungapi Merapi karena pada tempat tersebut ada objek wisata Kaliurang yang menjadi daya tarik ekonomi dan budaya serta konsentrasi permukiman penduduk.

- Potensi kehilangan (*loss estimation*) bahaya awan panas Gunungapi Merapi pada tingkat risiko tinggi terhadap bangunan (*number of building*) dan penduduk di siang hari dan malam hari (*risk population in daytime and nighttime*) secara keseluruhan di kawasan KRB II dan Desa Hargobinangun serta Desa Purwobinangun dengan jumlah bangunan (*number of building*) 3247 buah, populasi penduduk pada hari kerja (Senin-Sabtu) di siang hari 6228 jiwa, populasi penduduk pada hari kerja (Senin-Sabtu) di malam hari 9595 jiwa, populasi penduduk pada

hari libur di siang hari 13.879 jiwa, dan populasi penduduk pada hari libur di malam hari 13.547 jiwa.

Ketiga kesimpulan di atas dapat disintesis menjadi satu kesimpulan baru sebagai berikut : *suatu tempat yang termasuk dalam Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi baru dapat dikatakan berisiko tinggi jika ditempat tersebut mempunyai tingkat kepadatan lahan terbangun yang tinggi dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi pula. Hal ini karena faktor keberadaan manusia menjadi faktor terpenting dalam menentukan suatu tempat berisiko tinggi atau tidak dengan bahaya vulkanik Gunungapi Merapi.*

#### 4.2. Saran (Rekomendasi)

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih detail khususnya yang memperhitungkan potensi kerugian ekonomis (valuasi ekonomi) pada daerah-daerah yang termasuk Kawasan Rawan Bencana terhadap bahaya vulkanik Gunungapi Merapi.
2. Perlunya pengendalian pengembangan wilayah pada Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi zona II agar dapat mengurangi risiko bahaya vulkanik Gunungapi Merapi dikemudian hari.
3. Perlunya kesadaran kolektif dan kearifan lokal (*local wisdom*) dari warga masyarakat yang tinggal dan bekerja di Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi zona III dan II akan konsekuensi hidup di Kawasan Rawan Bencana sehingga jika sewaktu-waktu terjadi erupsi Gunungapi Merapi dapat secara swadaya melakukan tindakan evakuasi tanpa perlu tergantung dari pemerintah.
4. Perlunya pengembangan dan penyempurnaan metode yang digunakan untuk memperbaiki kelemahan dalam hal kerincian hasil analisis yang akan diperoleh.

Sebagai penutup, kegiatan vulkanik Gunungapi Merapi tidak bisa dihentikan, namun manusia bisa memperkecil dampak negatif yang bisa ditimbulkan oleh bahaya vulkanik Gunungapi Merapi dengan cara mengerti dan sadar akan kegiatan vulkanik Gunungapi Merapi disertai sikap yang tepat dalam menghadapi bahaya vulkanik Gunungapi Merapi. Hidup bersahabat dengan alam adalah sikap terbaik dalam menyikapi bahaya vulkanik Gunungapi Merapi yang kadangkala bisa menjadi bencana dan sumberdaya (penyedia pasir, tanah subur, dan sumber penghidupan) tergantung lokasi, persepsi, dan tindakan kita.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, D., 1991, *Information Technology in Real Time for Monitoring and Managing Natural Disasters*, Progress in Physical Geography, vol. 15, pp. 238-260.
- Carrara, A., 1984, *Landslide Hazard Mapping: Aims and Methods*, in J-C. Flageollet (eds.) *Moevements de Terrain, Serie Documents du BRMG*, 83.
- Kaswanda, 1992, *Penginderaan Jauh dalam Menunjang Pemantauan Gunungapi di Indonesia*, Prosiding IIPRS.
- PSBA/BAKOSURTANAL, 2005, *Laporan Akhir Pengkajian Model Pemetaan Risiko Bencana Alam*, Kerjasama Pusat Pelayanan Jasa dan Informasi BAKOSURTANAL – Pusat Studi Bencana Alam Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- UNDP, 1995, *Introduction to Hazards 2<sup>nd</sup> Edition*. Disaster Management Training Programme, University Wisconsin, US.
- UNDP/UNDRO, 1992, *Introduction to Hazards 1<sup>st</sup> Edition*, Disaster Management Training Programme, University Wisconsin, US.