

PEMETAAN RUMAH RENTAN LONGSOR DAN RENTAN TERTIMBUN LONGSOR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BOMPON, KABUPATEN MAGELANG

Muhammad Geyn Noveberian
geyn.noveberian@gmail.com

Junun Sartohadi
junun@ugm.ac.id

Abstract

Aim of this study is to knowing building within vulnerable category or secure category. Vulnerable category categorized into landslide vulnerable and buried by landslide vulnerable. Especially on buried by landslide vulnerable organized into low grade, medium grade, and high grade. Vulnerable building examined from base material and slope. Building located on top of the slope categorized into vulnerable to landslide, meanwhile building located alongside on the ground of slope categorized into vulnerable buried by landslide. Measured slope components are horizontal length with the building(HD), slope height(HT), and inclination edge(INC). Approximately 627 buildings in Bompon Watershed. Within 93 buildings in vulnerable category and 534 buildings in secure category. The result shows among 93 buildings, 69 buildings have vulnerable buried by landslide category whereas 14 buildings on low grade, 23 building on medium grade, and 32 building on high grade. There are also 20 Buildings have vulnerable to landslide category and 4 buildings have both vulnerable to landslide category and vulnerable buried by landslide category.

Keywords: vulnerable, buried, landslide

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui rumah yang termasuk dalam kategori aman dan kategori rentan. Kategori rentan dibedakan menjadi kategori rentan longsor dan rentan tertimbun longsor. Khusus pada kategori rentan tertimbun longsor dibedakan menjadi kelas rendah, sedang, dan tinggi. Rumah yang rentan dilihat dari material rumahnya dan lereng disekitarnya. Rumah yang berada di pucuk lereng berarti rentan longsor, sedangkan rumah yang berada sejajar dengan bagian bawah lereng termasuk rentan tertimbun longsor. Komponen-komponen lereng yang diukur adalah jarak horizontal lereng dengan rumah(HD), tinggi lereng(HT), dan sudut inklinasi(INC). Sebanyak 627 unit rumah terdapat di DAS Bompon. Diantaranya terdapat 93 rumah dengan kondisi rentan dan 534 rumah dengan kondisi aman. Diantara 93 rumah, terdapat 69 rumah memiliki kondisi rentan tertimbun longsor dengan kelas kerentanan 14 rumah kelas rendah, 23 rumah kelas sedang, dan 32 rumah kelas tinggi. Sejumlah 20 rumah memiliki kondisi rentan longsor, 4 rumah memiliki kondisi rentan tertimbun longsor dan rentan longsor.

Kata kunci: rentan, tertimbun, longsor

PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan bencana yang seringkali terjadi pada tempat yang didominasi oleh topografi berbukit hingga bergunung (Dai *et. al.*, 2001). Sebesar 60% bagian pulau Jawa adalah daerah dengan topografi bergunung (Christanto *et. al.*, 2009), sehingga pulau Jawa memiliki potensi terjadinya tanah longsor. Daerah Aliran Sungai (yang selanjutnya disebut DAS) Bompon berada di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. DAS Bompon memiliki luas sekitar 2947320 m² dengan kondisi topografis yang realtif bergelombang hingga berbukit dan tanah yang super tebal, sehingga terdapat potensi untuk terjadi tanah longsor. 71,5% luas DAS Bompon berupa kebun campuran dan 9,8% berupa permukiman

Suatu daerah yang berpotensi untuk terjadi longsor maka dapat mengakibatkan pada elemen lain yang ada disitu, salah satunya adalah rumah pada permukiman. Tiap individu rumah memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Perbedaan karakteristik tiap rumah mengakibatkan perbedaan respon tiap rumah terhadap kejadian longsor, oleh karena itu kajian skala detail terhadap individu rumah sangat diperlukan.

Penelitian yang membahas kerentanan longsor memang sudah ada sejak dulu. Seperti penelitian Chandrasekaran *et. al.* (2008), Galli dan Guzzetti (2007) dan Suh *et. al.* (2010), namun peneltian tersebut bersifat general dan memiliki skala regional. Hingga saat ini hanya sedikit penelitian kerentanan longsor yang

tergolong detail terutama untuk aspek bangunan seperti penelitian Armas (2013). Kerentanan yang dibahas oleh Armas (2013) sayangnya hanya kerentanan bangunan secara general dan tidak spesifik membahas apakah bangunan tersebut rentan longsor atau rentan tertimbun longsor. Membahas perbedaan bangunan termasuk rentan longsor atau tertimbun longsor tentu penting karena mungkin saja mitigasi pada kedua hal tersebut berbeda.

Tanah longsor adalah gerak massa tanah yang menuruni lereng dengan beberapa tipe seperti runtunan, gerakan rotasional massa tanah, dan rayapan (Varnes, 1984). Fokus tanah longsor pada penelitian ini adalah tanah longsor yang berpotensi memberikan dampak buruk terhadap rumah. Perbedaan potensi yang ditimbulkan oleh tanah longsor mempengaruhi keadaan seberapa aman suatu hal dengan besarnya bahaya yang mengancam atau disebut juga kerentanan (Birkmann, 2006). Ketika tanah longsor sudah pasti memberikan dampak buruk pada rumah dan menimbulkan kondisi resah dan gangguan terhadap penghuninya , bahkan menimbulkan kerusakan maka dapat digolongkan sebagai bencana (Rodriguez, *et. al.*, 2007).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode sensus pada setiap elemen populasi di lokasi kajian. Populasi penelitian ini adalah rumah yang berpotensi mengalami kejadian longsor dan yang tidak berpotensi. Rumah yang dianggap berpotensi atau dianggap rentan akan diamati kondisi tanahnya berupa identifikasi tekstur langsung di

lapangan. Selain kondisi tanah, kondisi rumah dan kondisi lerengnya juga ikut diamati.

Penilaian aspek bangunan hanya pada rumah rentan tertimbun longsor saja. Asumsinya adalah perbedaan material yang dimiliki rumah menyebabkan perbedaan ketahanan saat kontak dengan material longsor, sedangkan material apapun tidak akan mampu bertahan ketika longsor. Aspek yang dinilai pada kondisi bangunan disajikan dalam formula berikut (Thennavan, et. al., 2016):

$$VB = (5 \times a) + (4 \times b) + (3 \times c) + (2 \times d) + (1 \times e)$$

Tabel 1 Skor dan Kategori Pembobotan VB

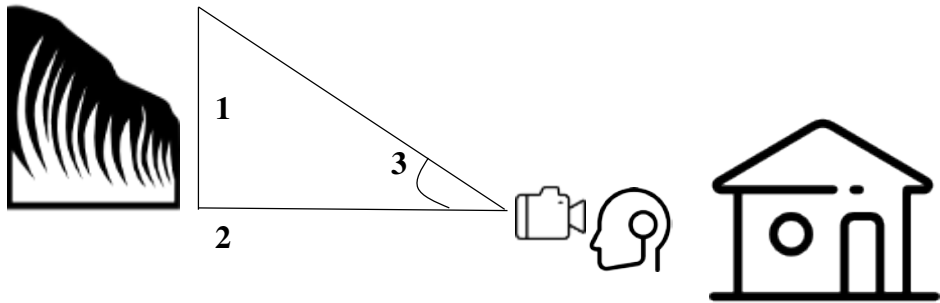
Faktor (bobot)	Kategori	Skor Standard
Material Penyusun (5)	Konkret	0,33
	Sedang	0,66
	Buruk	1
Kondisi tembok (4)	Kokoh	0,33
	Sedang	0,66
	Buruk/tidak ada	1
Bagian menghadap lereng (3)	Tidak ada	0,33
	Jendela kecil	0,66
	Jendela besar	1
Tanda peringatan (2)	Ada	0,5
	Tidak ada	1
Tingkat bangunan (1)	Lebih dari satu	0,5
	Satu	1

Sumber: Thennavan, et. al., 2016

VB adalah variabel kerentanan bangunan. Nilai VB didapat dari skoring yang dijelaskan pada Tabel 2.2 dimana *a* berkaitan dari keseluruhan material penyusun bangunan, *b* berkaitan dengan kondisi tembok, *c* berkaitan dengan bagian bangunan yang menghadap lereng, *d* berkaitan dengan keberadaan tanda peringatan bahwa tempat itu berbahaya, *e* berkaitan dengan jumlah tingkat bangunan.

Penilaian kondisi lereng dilakukan pada rumah rentan longsor dan tertimbun longsor. Hal tersebut dilakukan karena baik rumah yang longsor maupun rentan longsor sama-sama berkaitan dengan lereng. Aspek yang dinilai pada kondisi lereng menggunakan alat *Laser Ace* seri *Trupulse 200* yang disajikan pada gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan nilai yang diukur adalah jarak horizontal (HD), tinggi objek (HT), dan sudut inklinasi (INC). HD dan HT dimasukkan ke dalam rumus *pythagoras* yaitu $\sqrt{HD^2 + HT^2}$ untuk mendapatkan jarak diagonal. Setelah mendapatkan sudut inklinasi, nilai VB dan jarak diagonal, semuanya masing-masing dibagi menjadi 3 kelas yaitu rendah, sedang, tinggi. Jarak diagonal dan sudut inklinasi kemudian dimasukkan ke dalam matriks pertama (tabel 1), yaitu matriks kelas lereng. Hasil dari matriks kelas lereng kemudian masukan dalam matriks kelas kerentanan (tabel 2) untuk dibandingkan dengan nilai VB. Kelas kerentanan pada matriks dibagi menjadi 3 kelas rendah, sedang, tinggi mengikuti pembagian kelas pada sudut inklinasi, nilai VB dan jarak diagonal.



- 1 HT = tinggi objek
- 2 HD = jarak horizontal
- 3 INC = sudut inklinasi

Gambar 1 Ilustrasi Pengukuran Menggunakan *Laser Ace*

Tabel 1 Matriks Kelas Lereng

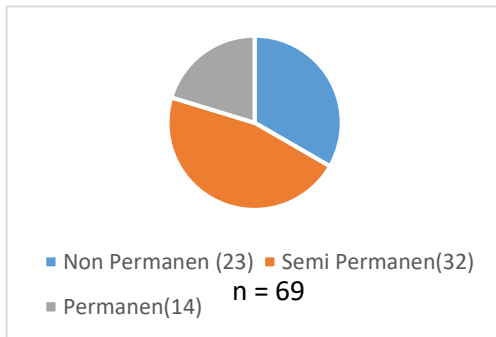
		kelas kerentanan sudut inklinasi(°)		
		tinggi(41,2-60)	sedang(22,2-41,2)	rendah(3,2-22,2)
kelas kerentanan jarak diagonal (m)	tinggi (1-4)	tinggi	tinggi	sedang
	sedang (4-7)	tinggi	sedang	rendah
	rendah (7-10)	sedang	rendah	rendah

Tabel 2 Matriks Kelas Kerentanan Bangunan.

		kelas kerentanan VB		
		tinggi(12,96-15)	sedang(9,96-12,96)	rendah(6,96-9,96)
kelas kerentanan jarak diagonal dan sudut inklinasi	tinggi	tinggi	tinggi	sedang
	sedang	tinggi	sedang	rendah
	rendah	sedang	rendah	rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

DAS Bompon memiliki 627 unit rumah di dalamnya. 20 rumah diantaranya memiliki kondisi rentan longsor, 4 rumah memiliki kondisi rentan tertimbun longsor dan rentan longsor. 69 rumah memiliki kondisi rentan tertimbun longsor dengan keterangan 14 rumah kelas rendah, 35 rumah kelas sedang, dan 20 rumah kelas tinggi, dan 534 rumah aman dari rentan tertimbun longsor maupun rentan longsor. 69 rumah yang memiliki kondisi rentan tertimbun longsor menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 (2005) terdiri dari rumah permanen, semi permanen dan non permanen seperti yang disajikan pada gambar 2.



Gambar 2 Jumlah Rumah Berdasarkan Konstruksi DAS Bompon (Survei Lapangan, 2016)

Berdasarkan konstruksinya, maka sekitar 33% rumah di DAS Bompon yang berada dalam kondisi rentan tertimbun benar-benar tidak aman karena rumah non permanen seluruh material dindingnya hanya terdiri dari anyaman bambu dan kayu. Seandainya terjadi longsor, maka material longsor tentu akan mudah menghancurkan sebagian dinding

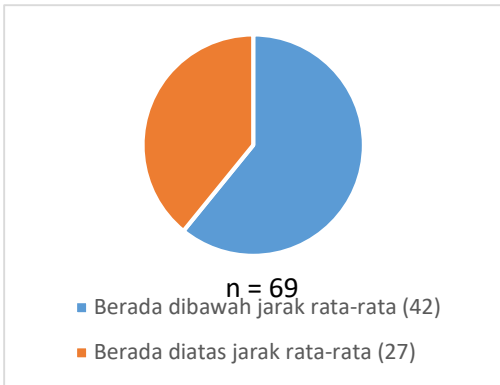
rumah. Pondasi rumah non permanen yang kurang kokoh membuat pondasi mudah hancur dan atap beserta rangkanya mudah runtuh.

Rumah dengan konstruksi semi permanen terdapat sebanyak 32 rumah atau sekitar 46% dari total 69 rumah pada kondisi rentan tertimbun longsor. Rumah dengan konstruksi semi permanen ini dapat berada antara kondisi rentan dan tidak. Ketika bagian rumah yang sebagian bata/batako terkena material longsor maka akan mengurangi dampaknya. Berbeda halnya ketika bagian rumah yang sebagian kayu atau bambu yang terkena material longsor, maka material longsor tersebut dapat merusak dan mengenai bagian dalam rumah.

Rumah dengan konstruksi terdapat sebanyak 15 rumah atau sekitar 21% dari total 69 rumah pada kondisi rentan tertimbun longsor. Rumah dengan konstruksi permanen memiliki material yang lebih kokoh karena dibangun dari material yang direncanakan untuk bertahan hingga 20 tahun. Rumah permanen tentu akan lebih tahan terhadap dampak yang ditimbulkan oleh tanah longsor.

Jarak rata-rata rumah di DAS Bompon terhadap lereng yang diukur secara diagonal adalah 4,82 m. Gambar 3 menunjukkan dari 69 rumah yang berada dalam kondisi rentan tertimbun di DAS Bompon, 49 rumah memiliki jarak diagonal dibawah jarak rata-rata 4,82 m dengan lereng disekitarnya. Sisanya 20 rumah memiliki jarak diagonal diatas rata-rata dengan lereng disekitarnya. Sebagian besar rumah yang jarak diagonal terhadap lerengnya berada

dibawah jarak rata-rata semakin menunjukkan rumah yang berada pada kategori rentan tertimbun longsor benar-benar memiliki kondisi rentan.



Gambar 3 Jumlah Rumah Diatas dan Dibawah Jarak Diagonal Rata-rata DAS Bompon (Survei Lapangan, 2016)

Pada kenyataannya ketika tanah longsor terjadi, material yang bermobilisasi tidak hanya tanah namun juga material lain seperti batuan (Varnes, 1984). Gambar 4 dan gambar 5 menunjukkan adanya bongkahan batu yang cukup besar pada lereng yang berada di dekat rumah. Bongkahan batu tersebut diperuntukan untuk menahan tanah agar tidak runtuh. Kenyataannya bongkahan batu tersebut hanya ditumpuk begitu saja, tidak diberi alat pengikat ataupun perekat untuk menjaga gaya ikat antar batu. Ketika tanah longsor terjadi maka bongkahan batu tersebut akan ikut longsor bersama material tanah dan semakin membahayakan.



Gambar 4 Contoh Material Batu di Lereng DAS Bompon (Survei Lapangan, 2016)



Gambar 5 Contoh Material Batu di Lereng DAS Bompon (Survei Lapangan, 2016)

Kemiringan lereng dan vegetasi merupakan faktor alami yang menentukan suatu kejadian longsor (Varnes, 1984). Semakin besar kemiringan lereng maka semakin besar gaya berat yang berpengaruh pada suatu lereng. Semakin besar vegetasi dan terlebih lagi jika vegetasi tersebut berakar tunggang yang umumnya berkambium maka akan semakin menambah beban pada lereng. Kondisi yang paling berbahaya adalah ketika lereng sangat curam dan terdapat vegetasi besar di atasnya seperti gambar 6.

Salah satu faktor pemicu longsor adalah curah hujan (Clauge dan Douglas, 2012).

Curah hujan memang sangat mempengaruhi peristiwa longsor di DAS Bompon. Tabel 3 menunjukkan rata-rata curah hujan bulanan di bompon mencapai 416,52mm/bulan dan hanya dalam satu bulan curah hujan dapat mencapai 1.007,7mm/bulan. Semakin besar curah hujan maka meningkatkan probabilitas air untuk masuk ke dalam tanah, terlebih lagi jika terdapat vegetasi berakar tunggang. Penyebabnya adalah ukuran batang yang besar meningkatkan aliran air melalui batang. Tanah yang terlalu jenuh akan air dan terdapat vegetasi besar di atasnya dapat longsor dan membahayakan seperti gambar 7.

Tabel 3 Data Curah Hujan Stasiun Hujan DAS Bompon

BULAN	TAHUN	CURAH HUJAN BULANAN (mm)		
		ST BOMPON	ST WONOGIRI	ST KUADERAN
JULI	2015	0	0	0
AGUSTUS	2015	0	0	0
SEPTEMBER	2015	0	0	0
OKTOBER	2015	5,4	0	0
NOVEMBER	2015	379,5	277,5	105
DESEMBER	2015	350,7	306,9	411
JANUARI	2016	1.007,7	398,1	222
FEBRUARI	2016	339,3	267,6	333,6
MARET	2016	175,4	-	187,4
APRIL	2016	58,5	-	19,2
MEI	2016	334,5	-	19,9
JUNI	2016	-	104,1	54,6
JULI	2016	-	87,9	13,9
Rata-rata bulanan(mm)		265,1	144,2	151,8
Rata-rata bulanan 3 stasiun(mm)		187,1		



Gambar 6 Contoh Lereng Besar, Curam dan Terdapat Vegetasi Besar DAS Bompon (Survei Lapangan, 2016)

Persebaran rumah berkategori rentan pada gambar 10 menunjukkan pada bagian puncak bukit hingga lereng kaki koluvial terdapat rumah dengan kategori rentan. Wajar bila terdapat rumah dengan kategori rentan pada puncak bukit, namun rumah dengan kategori rentan tidak hanya terdapat pada bagian puncak bukit. Secara makro maka topografi bentuk lahan lereng bawah perbukitan tentu akan lebih landai dibanding puncak bukit sehingga merupakan tempat paling aman untuk mendirikan rumah bila dilihat dari segi topografi. Kenyataannya tetap terdapat rumah dengan kategori rentan pada lereng bawah perbukitan.

Permasalahan kerentanan rumah pada DAS Bompon tidak cukup diamati secara makro seperti melihat bentuk lahannya. Permasalahan kerentanan sebenarnya terletak pada posisi lereng dekat rumah itu sendiri seperti gambar 6. Posisi lereng di dekat suatu rumah memang tidak akan mempengaruhi rumah lainnya karena hanya mengelilingi satu rumah itu saja, namun tentunya sangat mempengaruhi satu rumah yang berada disitu. Rumah yang dibangun pada bagian lereng yang curam di



Gambar 7 Vegetasi pada Lereng Mengenai Rumah DAS Bompon (Survei Lapangan 2016)

lereng bawah perbukitan, kemudian lereng disekitar rumah tersebut akan dipotong atau dimodifikasi sedemikian rupa agar rumah bisa dibangun. Hasilnya perlakuan pada lereng belum tentu menjamin bahwa rumah di lereng bawah perbukitan tersebut aman, terlebih lagi jika hasilnya seperti lereng pada gambar 6 maka dapat menyebabkan rumah tersebut rentan tertimbun longsor. Sama seperti membangun rumah pada puncak bukit, namun membangunnya pada bagian yang datar tidak di pucuk lereng dan tidak ada lereng disekitarnya, maka rumah tersebut termasuk aman.

Berdasarkan bentuk lahan, seharusnya puncak bukit pada bagian igir paling banyak terdapat rumah dengan kategori rentan, terutama rentan longsor, disusul oleh rentan tertimbun longsor, dan rentan longsor sekaligus rentan tertimbun longsor. Bagian igir memang berisiko untuk mendirikan rumah karena terdapat bagian yang curam setelah bagian puncak sehingga wajar bila rumah yang berada disitu terdapat dalam kategori rentan, terutama rentan longsor. Pada kenyataannya memang terdapat rumah dengan kategori rentan longsor, namun

juga terdapat rumah dengan kategori rentan tertimbun longsor, dan rentan longsor sekaligus rentan tertimbun longsor di bagian igir yang terlihat agak mengelompok, tetapi tidak semua rumah disitu berada dalam kondisi rentan, bahkan beberapa rumah disitu termasuk dalam kondisi aman. Penyebabnya adalah perlakuan terhadap lereng disekitarnya yang ditunjukkan gambar 8 dan gambar 9. Lereng yang disemen dan dibatu membuat lereng menjadi sangat stabil. Lereng yang stabil seperti ini tidak dalam wujud material lepas-lepas seperti tanah tetapi sudah menjadi material yang lebih padat dan solid. Rumah yang berada pada atas lereng ini akan tetap kokoh karena lereng ini mampu menyangganya, sedangkan rumah disampingnya terhindar dari kondisi rentan karena lereng disampingnya sudah bukan berupa tanah yang dapat longsor suatu saat. Pada bagian lereng Selain itu material rumah terlihat kokoh dan jarak lereng terhadap rumah juga jauh sehingga tergolong dalam kategori aman.

Pada bentuk lahan lereng tengah dan lereng bawah perbukitan juga terdapat rumah dengan kategori rentan yang didominasi oleh semua kelas rentan tertimbun longsor, disusul oleh rentan longsor, dan rentan longsor sekaligus rentan tertimbun longsor yang terlihat agak mengelompok, namun beberapa rumah disitu termasuk dalam kategori aman. Penyebabnya terdapatnya rumah dengan semua kelas rentan tertimbun longsor secara dominan adalah topografinya lebih landai dan minimnya puncak-puncak seperti pada bagian igir sehingga jarang membangun rumah pada bagian pucuk lereng dan cenderung membangun di sekitar lereng. Kenyatannya topografi yang landai dan minimnya puncak tidak diimbangi dengan perlakuan yang baik

terhadap lereng disekitar rumah. Perlakuan terhadap lereng sekitar rumah pada bentuk lahan lereng tengah dan lereng bawah perbukitan termasuk buruk karena tidak disemen dan dibatu, berbeda jika dibandingkan dengan bagian igir. Penyebab terdapat rumah dengan kategori aman pada bagian lereng tengah dan lereng bawah tentunya karena posisi rumah yang dibangun tidak di pucuk lereng yang curam dan tidak disekitar lereng yang curam.

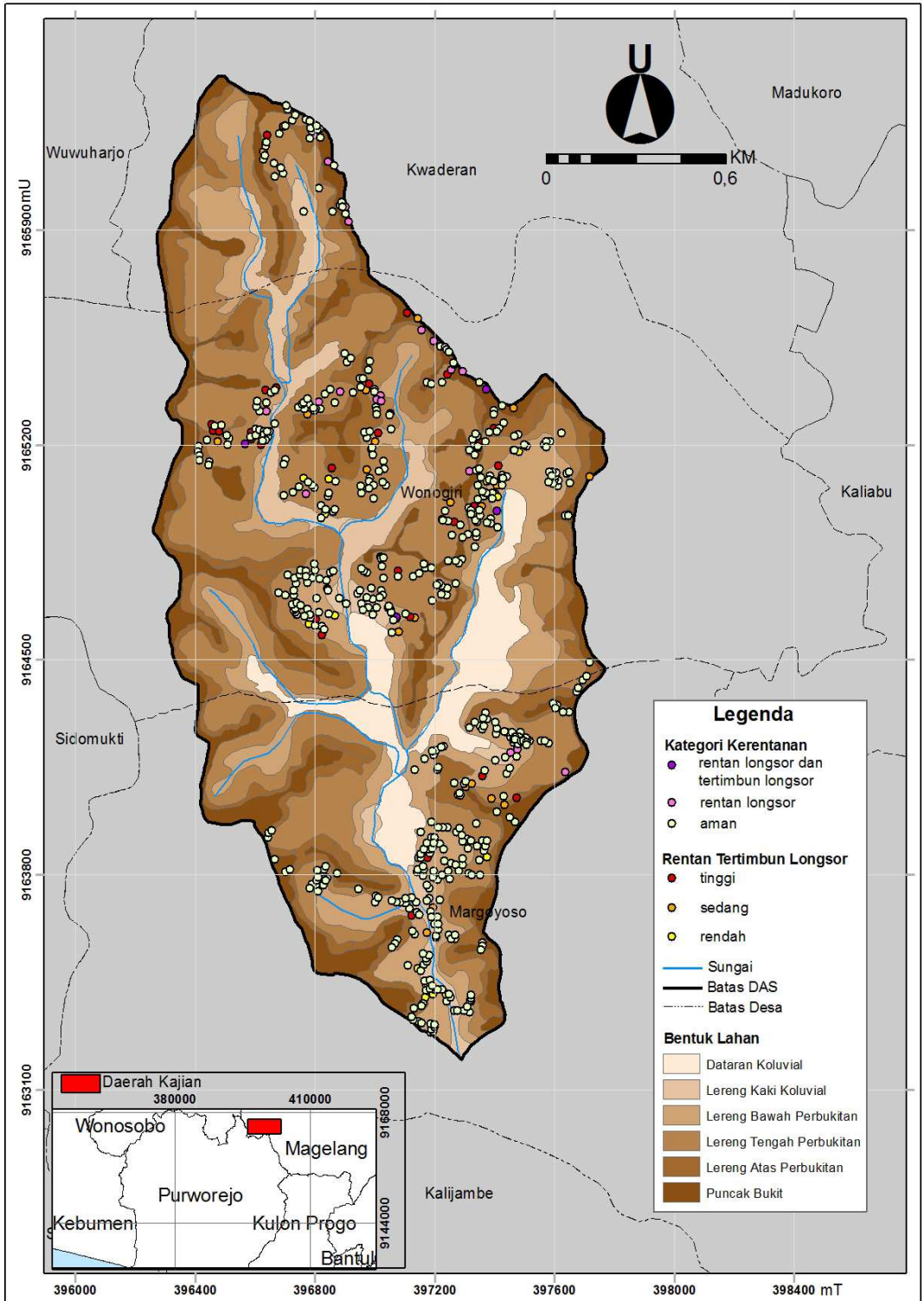


Gambar 8 dan 9 Lereng dibawah Rumah Disemen dan Dibatu DAS Bompon (Survei Lapangan, 2016)

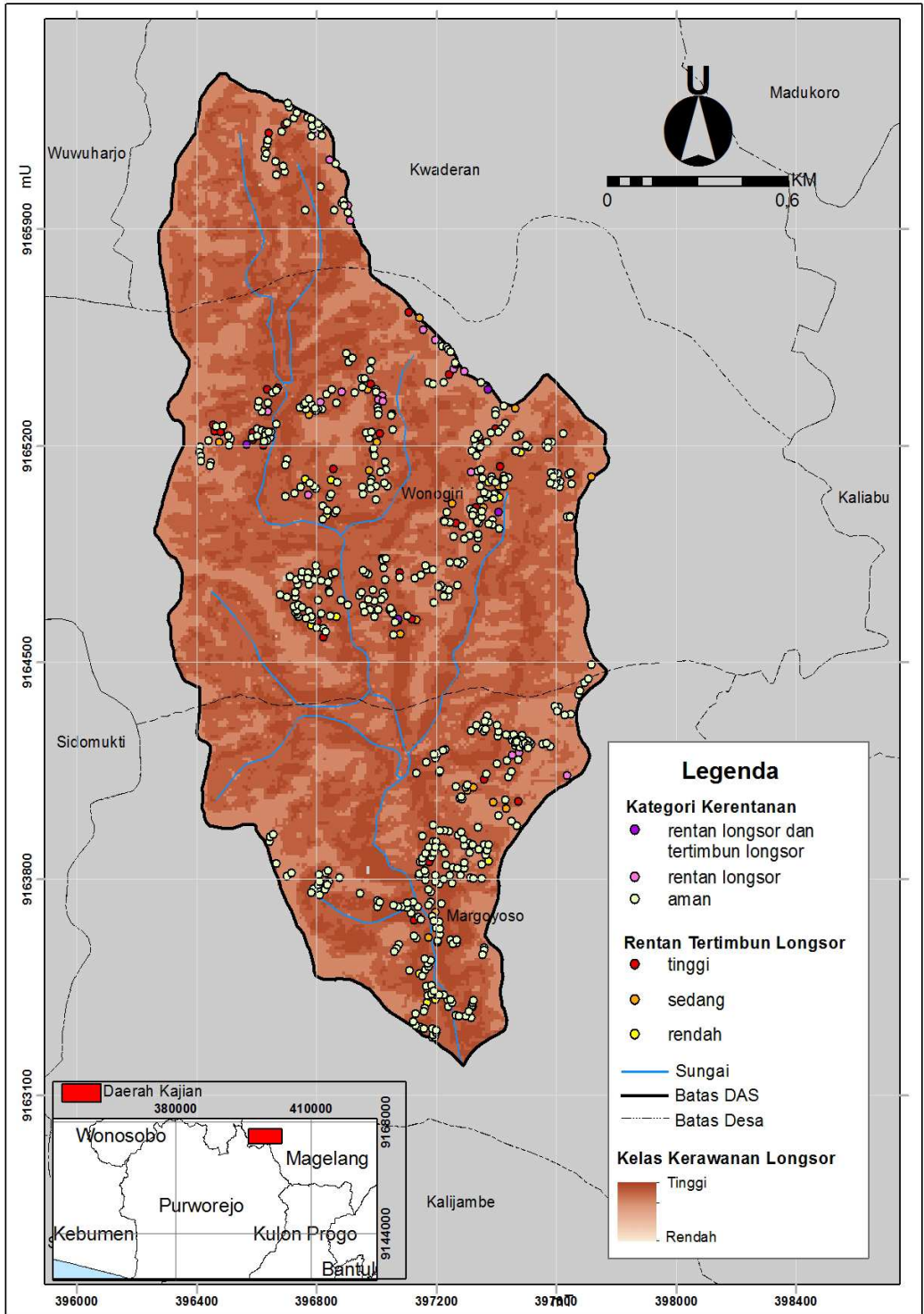
Gambar 11 menunjukkan posisi rumah berada pada area dengan kelas kerawanan longsor rendah, sedang atau tinggi. Persebaran rumah baik yang aman maupun yang rentan terlihat menyebar dan tiap kategori rumah yang aman dan rumah yang rentan semua terdapat pada area dengan tingkat kerawanan rendah, sedang, hingga tinggi. Area dengan tingkat kerawanan rendah wajar jika terdapat rumah yang aman, namun pada area dengan tingkat kerawanan rendah juga terdapat rumah dengan kategori rentan tertimbun longsor kelas tinggi. Penyebabnya tentu akibat perlakuan terhadap lereng disekitarnya, jika cara memotong lerengnya salah, tidak ditutup oleh semen dan batu maka lereng tersebut masih berupa tanah dan masih ada kemungkinan materialnya untuk bergerak menuruni lereng dan mengenai rumah. Penyebab lainnya dapat berupa material konstruksi rumah yang tidak kokoh dan jarak diagonals lereng terhadap rumah yang relatif dekat.

Gambar 11 juga menunjukkan sebagian besar area dengan kelas kerawanan tinggi memiliki rumah dengan kategori aman. Penyebabnya tentu karena perlakuan terhadap lereng yang tepat sehingga lereng tidak menjadi ancaman terhadap rumah disekitarnya. Penyebab lainnya dapat berupa material rumah yang kokoh dan jarak diagonal lereng yang relatif jauh terhadap rumah sehingga rumah yang berada di area kerawanan longsor kelas tinggi tetap aman. Secara keseluruhan yang paling mempengaruhi peristiwa tanah longsor di DAS Bompon adalah lereng yang berada di sekitar suatu rumah, bukan suatu lereng besar yang longsor kemudian berdampak pada banyak rumah. Hal lain yang mempengaruhi adalah perlakuan terhadap lereng sekitar rumah tersebut,

material konstruksi rumah, dan jarak diagonal lereng terhadap rumah.



Gambar 10 Peta Persebaran Rumah Kategori Aman dan Kategori Rentan Overlay dengan Peta Bentuk Lahan



Gambar 11 Peta Persebaran Rumah Kategori Aman dan Kategori Rentan Overlay dengan Peta Kerawanan Longsor (Masruroh, 2016)

KESIMPULAN

Permasalahan longsor di DAS Bompon disebabkan oleh lereng yang terdapat pada masing-masing rumah. Setiap lereng hanya mempengaruhi rumah itu. Beberapa lereng dekat rumah berukuran besar dan bahkan terdapat bongkahan batu besar atau vegetasi besar di atasnya.

93 rumah dengan kategori rentan di DAS Bompon sebagian besar terdapat pada bentuk lahan lereng bawah dan lereng tengah perbukitan. Rumah dengan kategori rentan tertimbun longsor paling dominan diantara ketegori rentan lainnya, karena terdapat 69 rumah rentan tertimbun longsor diantara 93 rumah kategori rentan. 69 rumah rentan tertimbun terdiri dari 14 rumah kelas rendah, 35 rumah kelas sedang, dan 20 rumah kelas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Armas, I. (2013). Diagnosis of Landslide Risk for Individual Buildings: Insights from Prahova Subcarpathians, Romania. *Environmental Earth Science*, 71(11), 637-646.

Birkmann, J. (2006) . Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies. New Delhi: TERI Press.

Chandrasekaran, S., Owaise, R., Ashwin, S., Rayansh, M., Prasanth, J., Venugopalan, R. (2008). Investigation on Infrastructural Damages by Rainfall-induced Landslides During November 2009 in Nilgiris, India. *National Hazards*, 65(3), 1535-1557.

Christanto, N., Hadmoko, D., Westen, C., Lavigne, F., Sartohadi, J., Setiawan, M. (2009) . Characteristic and Behavior of Rainfall Induced Landslides in Java Island, Indonesia : An Overview, (pp 40-69). European Geosciences Union General Assembly.

F.C. Dai, C.F. Lee, Y.Y. Ngai. (2001). Landslide Risk Assessment and Management: An Overview. *Engineering Geology*, 64(1), 65-87.

Galli, M. dan Guzzetti, F. (2007) . Landslide Vulnerability Criteria: A Case Study from Umbria, Central Italy. *Environmental Management*, 40(4), 649-664.

Masruroh, H . (2016) . Membangun Metode Identifikasi Longsor Berbasis Interpretasi Foto Udara Fromat Kecil di DAS Bompon. Thesis. Yogyakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

Republik Indonesia (2005). Peraturan Pemerintah No. 36 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung . Lembaran Negara RI tahun 2005. Sekretariat Negara: Jakarta

Rodriguez, H., Quarantelli, E. L., Dynes, R. R. (2007) . Handbook of Diasters Research. New York: Springer Science.

Suh, J., Choi, Y., Roh, TD., Lee, HJ., Park, HD. (2010) . National-scale Assessment of Landslide Susceptibility to Rank The Vulnerability to Failure of Rock-cut Slopes Along Expressways in Korea. *Environmental Earth Science*, 63(3), 619-632.

Thennevan, E., Ganapathy, G. P., Sekaran, C., Rajawat, A. S. (2016) . Use of GIS in Assessing Building Vulnerability for Landslide Hazard in The Nilgiris, Western Ghats, India. *National Hazards*, 82(2), hal. 1031-1050.

Varnes, D. J. (1984) . Landslides Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice. Paris: United Nation Educational.