

Pemetaan Daerah Risiko Banjir Lahar Berbasis SIG Untuk Menunjang Kegiatan Mitigasi Bencana (Studi Kasus: Gunung Semeru, Kab. Lumajang)

Zahra Rahma Larasati, Teguh Hariyanto, Akbar Kurniawan

Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: teguh_hr@geodesy.its.ac.id, akbar.geodesy@gmail.com

Abstrak—Banjir lahar merupakan sekumpulan lahar yang dikeluarkan oleh gunung berapi dan sampai ke permukaan yang lebih rendah dengan bantuan atau dorongan dari air hujan. Dampak dari banjir lahar memiliki risiko yang tinggi karena material yang di bawanya dapat mengakibatkan kerusakan dan berpotensi menimbulkan kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Pemetaan daerah risiko bencana banjir lahar dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat bermanfaat untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana. Peta risiko banjir lahar di hasilkan dari *overlay* peta bahaya banjir lahar, peta kerawana banjir lahar, peta kerentanan banjir lahar, dan peta kapasitas banjir lahar yang memiliki masing-masing parameter yang kemudian dilakukan perhitungan metode skoring dan diklasifikasikan berdasarkan nilai skoringnya. Dari hasil pengolahan, peta risiko banjir lahar dapat di klasifikasikan menjadi 3 kelas, yaitu risiko tinggi, risiko sedang, dan risiko rendah. Risiko tinggi terjadi pada bulan November banyak terjadi di wilayah Kecamatan Pasirian terutama di wilayah sekitar sungai dan sedikit di wilayah sungai Kecamatan Pronojiwo, dengan luas total daerah risiko adalah 28,983 km² atau dengan presentase 4,24% dari luas total wilayah penelitian, dan daerah yang memiliki risiko tinggi pada bulan Januari banyak terjadi di wilayah Kecamatan Pasirian terutama di wilayah sekitar sungai dengan luas total daerah risiko adalah 9,570 km² atau dengan presentase 1,40% dari luas wilayah total penelitian.

Kata kunci—Sistem Informasi Geografis, Banjir Lahar, Gunung Semeru, Mitigasi Bencana, Peta Risiko.

I. PENDAHULUAN

BENCANA alam merupakan hal yang tidak bisa di hindari oleh negara manapun termasuk Indonesia. Bencana alam yang cukup sering terjadi di Indonesia salah satunya adalah banjir lahar . Gunung Semeru merupakan gunung api aktif di Indonesia yang secara efektif menghasilkan lahar. Banjir lahar adalah terbawanya material-material piroklastik oleh hujan yang turun sehingga menjadi lumpur. Lahar merupakan hasil dari kombinasi proses vulkanik dan iklim. [1].Banjir lahar yang terjadi berpotensi menghasilkan tenaga yang cukup besar untuk mengangkut material yang berada pada lereng Gunung Semeru seperti pasir, krikil bahkan bongkahan batu yang

cukup besar.

Dampak yang di sebabkan dari bencana ini mengakibatkan adanya risiko bencana yang cukup tinggi. Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat [2]. Mengingat dampak yang luar biasa tersebut, maka dari itu pentingnya dilakukan perencanaan mitigasi bencana banjir lahar yang harus dilakukan dengan menggunakan prinsip dan cara yang tepat sehingga kerugian material dan jiwa dapat di minimalisir bahkan dihindari.

Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat di hasilkan Peta Risiko Banjir Lahar untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana. Peta risiko di hasilkan dari *overlay* peta bahaya banjir lahar, peta kerawana banjir lahar, peta kerentanan banjir lahar, dan peta kapasitas banjir lahar yang memiliki masing-masing parameter . Adapun masing-masing paremeternya adalah: peta bahaya banjir lahar memiliki parameter intensitas bahaya, dan Daerah Aliran Sungai (DAS). Peta kerawana banjir lahar memiliki parameter geologi, tutupan lahan, curah hujan, DAS, dan kelerengan. Peta kerentanan banjir lahar memiliki parameter jenis kelamin, kepadatan penduduk, kelompok umur rentan, dan jumlah penduduk miskin. Sedangkan peta kapasitas memiliki parameter jumlah fasilitas umum (sarana pendidikan, terminal, sarana kesehatan, tempat ibadah, kantor kecamatan dan kantor desa, kantor polisi, kantor pos, dan pusat perdagangan).

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Studi ini berlokasi di Kabupaten Lumajang, tepatnya pada Kecamatan Pasrujambe, Kecamatan Candipuro, Kecamatan Pasirian, Kecamatan Pronojiwo, dan Kecamatan Tempursari. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

karena kejadian bencana banjir lahar akan lebih awal terjadi pada daerah sekitar sungai.

6. Prediksi Jalur Aliran Banjir Lahar

Prediksi jalur aliran banjir lahar didapat dari analisis jalur pada peta bahaya banjir lahar, sungai, aliran air dan peta ketinggian. Kubah Gunung Semeru di prediksi akan meluap menuju jalur bahaya pada pengolahan peta bahaya banjir lahar, hal ini di karenakan kubah sekitar Gunung Semeru yang berlereng curam.

7. Peta Risiko Banjir Lahar

Pengolahan peta risiko banjir lahar merupakan hasil *Overlay* dari peta kerawanan banjir lahar, peta bahaya banjir lahar, peta kapasitas banjir lahar dan peta kerentanan banjir lahar. Rumus umum untuk analisis risiko dalam buku Risiko Bencana Indonesia yang diusulkan oleh BNPB adalah sebagai berikut:

$$R = H \times \frac{V}{C} \tag{1}$$

dimana:

R : Risiko Bencana

H : *Hazard Threat*. kemungkinan bencana cenderung terjadi dengan intensitas tertentu (Peta Kerawanan Banjir Lahar + Peta Bahaya Banjir Lahar)

V : *Vulnerability* (Peta Kerentanan)

C : *Adaptive Capacity* (Peta Kapasitas)

III. HASIL DAN ANALISIS

A. Peta Kerawanan Banjir Lahar, Penentuan Zona Aman dan Jalur Evakuasi Banjir Lahar

Pada penelitian ini peta kerawanan banjir lahar yang dihasilkan ada dua, yaitu peta kerawanan banjir lahar pada bulan November dan bulan Januari. Berdasarkan jumlah skoring tiap parameter maka didapatkan rentang total skor adalah 4 – 21, dengan rincian jumlah skor kerawanan bulan November adalah 7 – 21 dan bulan Januari adalah 4 – 18. nilai skor total akan diklasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval, yaitu:

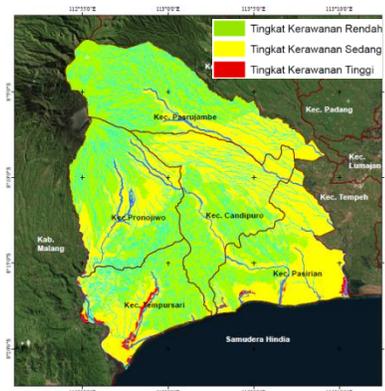
$$\text{Kelas Interval} = \frac{\text{Nilai Tertinggi} - \text{Nilai Terendah}}{\text{Jumlah Kelas yang di Inginkan}} \tag{2}$$

$$= \frac{21 - 4}{3} \approx 6 \tag{3}$$

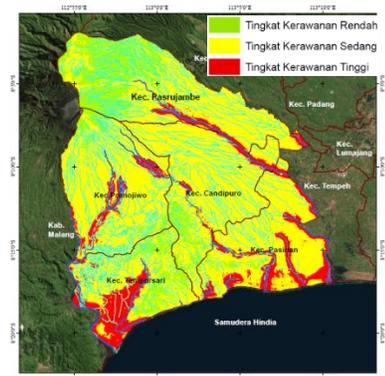
Tabel 2. Klasifikasi Skor Kerawanan

Interval	Keterangan	Skor
4 - 9	Tingkat Kerawanan Rendah	1
10 - 15	Tingkat Kerawanan Sedang	2
16 - 21	Tingkat Kerawanan Tinggi	3

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh pembuatan Peta Kerawanan Bahaya Gunung Api yang dikeluarkan oleh BNPB yang terdiri dari tiga kelas, yaitu: kelas kerawanan rendah, kerawanan sedang dan kerawanan tinggi. Adapun peta kerawanan banjir lahar hasil *overlay* dan klasifikasi adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Peta Kerawanan Banjir Lahar Bulan Januari 2016



Gambar 4. Peta Kerawanan Banjir Lahar Bulan November 2016

Daerah yang memiliki kerawanan tinggi pada bulan November dan Januari banyak terjadi di wilayah Kecamatan Tempursari dan Kecamatan Pasirian serta di daerah sekitar sungai. Berdasarkan klasifikasi tersebut dapat dihitung jumlah luasan wilayah rawan bulan November sebagai berikut:

Tabel 3. Luas Skor Kerawanan Banjir Lahar November

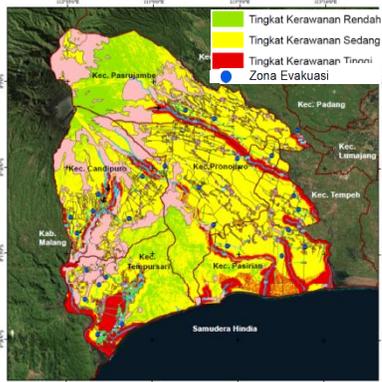
No	Keterangan	Luas November (km ²)	Luas Januari (km ²)
1	Tingkat Kerawanan Rendah	98,033	338,740
2	Tingkat Kerawanan Sedang	476,653	331,608
3	Tingkat Kerawanan Tinggi	108,337	12,718

Penentuan zona aman dan jalur evakuasi banjir lahar dibuat berdasarkan peta kerawanan banjir lahar pada bulan November, hal ini di pertimbangkan berdasarkan kemungkinan terbesar terjadinya banjir lahar. Selain peta kerawanan banjir lahar, digunakan juga parameter kapasitas, jalan, lahan kosong, dan sungai. Selain sarana-prasarana dari peta kapasitas, tempat yang dapat digunakan sebagai zona aman adalah lahan kosong.

Penentuan zona aman yang dibuat sebanyak 25 titik Hal ini berdasarkan dari banyaknya pemukiman yang sekiranya masuk ke dalam wilayah tingkat kerawanan tinggi. Adapun rinciannya adalah Kecamatan Tempusari 5 Titik, Pronojiwo 5 Titik, Pasrujambe 3 Titik, Pasirian 6 Titik dan Candipuro 6 Titik.

Sedangkan untuk penentuan jalur evakuasi hal yang di perhatikan hanya kedekatan jalur dan tidak memotong/melewati sungai dari pemukiman pada tingkat

kerawanan tinggi menuju zona aman. Berdasarkan hal tersebut, maka peta zona aman dan jalur evakuasi banjir lahar adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Peta Zona Aman Banjir Lahar dan Jalur Evakuasi

B. Peta Bahaya Banjir Lahar dan Jalur Aliran lahar

Berdasarkan hasil rekap bencana dapat di tarik kesimpulan bahwa kecamatan yang paling sering mengalami kejadian bencana adalah Kecamatan Pronojiwo dengan intensitas 10 kali dan terendah sebanyak 2 kali. Adapun perhitungan interval skor intensitas kejadian didapatkan dengan rumus:

$$\text{Kelas Interval} = \frac{10 - 2}{3} \approx 3 \quad (4)$$

Tabel 4. Skoring Intensitas Kejadian

No	Kecamatan	Intensitas Kejadian	Skor
1	Tempusari	2	1
2	Pronojiwo	10	3
3	Pasrujambe	2	1
4	Pasirian	8	3
5	Candipuro	4	1

Dalam pembuatan peta bahaya banjir lahar selain dari intensitas kejadian diperlukan juga data *buffer* sungai dengan klasifikasi:

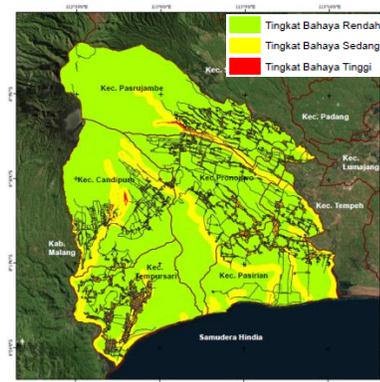
Tabel 5. Klasifikasi *Buffer* Sungai

No	Jarak dari Tepi Sungai	Skor	Kelas
1	300	1	Rendah
2	400	2	Sedang
3	500	3	Tinggi

Nilai skor masing-masing parameter kemudian di *overlay* untuk menghasilkan peta bahaya banjir lahar. Nilai yang di dapat dari hasil *overlay* adalah 1 sampai 6, kemudian di klasifikasikan ke dalam tiga tingkat, seperti berikut:

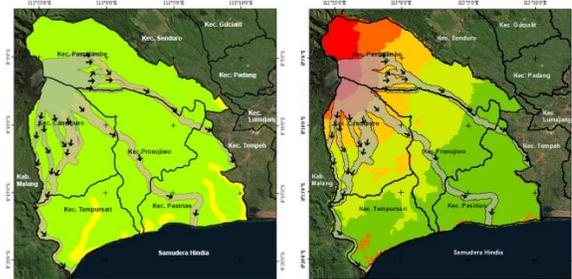
Tabel 6. Klasifikasi Skor Kerawanan

Skor	Kelas	Intensitas	Buffer
1-2	Bahaya Rendah	nol	sungai nol dan atau rendah
3-4	Bahaya Sedang	kecil	buffer kelas sedang
5-6	Bahaya Tinggi	tinggi	skor kelas sungai tinggi



Gambar 6. Hasil Pengolahan Peta Bahaya Banjir Lahar

Jalur aliran banjir lahar dapat di peroleh dari analisis peta bahaya banjir lahar, aliran air atau sungai dan juga peta ketinggian. Lahar dari kubah Gunung Semeru diprediksikan akan menyebar ke segala arah menuju jalur bahaya banjir lahar, hal ini di karenakan kubah sekitar Gunung Semeru yang berlereng curam. Tidak semua jalur bahaya di ambil, hal ini di karenakan adanya pengaruh ketinggian pada wilayah tersebut. Peta ketinggian di dapat dari klasifikasi data DEM, sehingga dapat dilihat penampalan peta ketinggian dan jalur aliran banjir lahar pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Hasil Penampalan Prediksi Jalur Aliran dengan Peta Bahaya Banjir Lahar dan Peta Ketinggian

C. Peta Kapasitas Banjir Lahar

Peta kapasitas banjir lahar di klasifikasikan berdasarkan jumlah kapasitas tiap kecamatan, adapun rinciannya adalah: Kecamatan Tempusari 82 Fasilitas, Pronojiwo 64, Pasrujambe 66, Pasirian 92 dan Candipuro 101 Fasilitas. Peta kapasitas banjir lahar diklasifikasikan ke dalam 3 kelas yaitu kapasitas rendah, kapasitas sedang, dan kapasitas tinggi. Adapun perhitungan intervalnya adalah sebagi berikut:

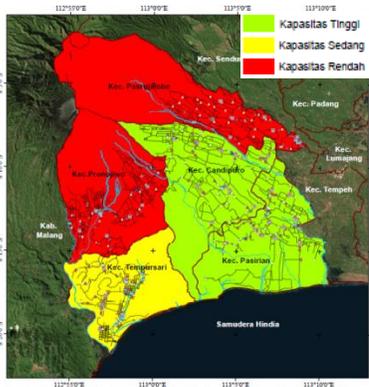
$$\text{Kelas Interval Kapasitas} = \frac{101 - 64}{3} \approx 12 \quad (5)$$

Tabel 7. Klasifikasi Skor Kapasitas Banjir Lahar

No.	Jumlah Kapasitas	Keterangan	Skor
1	64-76	Tingkat Kapasitas Rendah	3
2	77-89	Tingkat Kapasitas Sedang	2
3	90-102	Tingkat Kapasitas Tinggi	1

Skoring kapasitas banjir lahar berbanding terbalik dengan jumlah kapasitas, hal ini karena semakin sedikit kapasitas maka nilai risiko akan semakin besar, sehingga nilai kapasitas terendah di berikan skor paling tinggi, dan begitupun

sebaliknya, sehingga penggambaran petanya adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Peta Kapasitas Banjir Lahar

D. Peta Kerentanan Banjir Lahar

Pengolahan peta kerentanana dilakukan dengan cara skoring tiap parameter kerentanan. Skoring dilakukan tiap parameter karena pengaruh parameter tersebut berbeda-beda.

Tabel 8. Skor Kerentanan

Kecamatan	Kepadatan Penduduk	Pria	Wanita	Umur Rentan	Penduduk Miskin	Skor
Tempursari	269	13899	14053	5972	7660	7
Pronojiwo	220	15868	16045	6585	10056	8
Pasrujambe	215	17371	18311	6708	5593	7
Pasirian	676	41958	43876	16158	12853	13
Candipuro	442	30763	32440	11797	16000	11

Sumber: BPS Kabupaten Lumajang, 2016 [8]

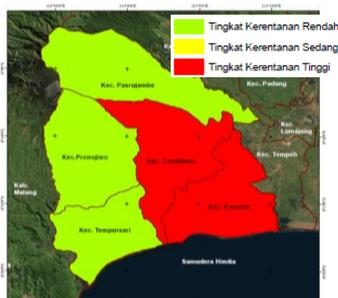
Dari perhitungan skor total di dapatkan skor paling rendah adalah 7 dan tertinggi adalah 13, maka hasil klasifikasi interval kelas kerentanannya adalah:

$$\text{Kelas Interval Kerentanan} = \frac{13 - 7}{3} \approx 2 \quad (6)$$

Tabel 9. Skor Klasifikasi Kerentanan Banjir Lahar

No.	Jumlah Skor Parameter Kerentanan	Keterangan	Skor
1	7-8	Tingkat Kerentanan Rendah	1
2	9-10	Tingkat Kerentanan Sedang	2
3	11-13	Tingkat Kerentanan Tinggi	3

Dan penggambaran petanya adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Peta Kerentanan

Berdasarkan peta dan klasifikasi di atas dapat di tarik kesimpulan bahwa kecamatan yang memiliki kerentanan tertinggi adalah Kecamatan Candipuro dan Pasirian, kecamatan yang memiliki Kerentanan Terendah adalah Kecamatan Pasrujambe, Pronojiwo, dan Tempursari.

E. Peta Risiko Banjir Lahar

Dari hasil overlay ke-empat peta dan perhitungan skor risiko maka di dapatkan rentang nilai risiko November antara 19-351 dan Januari antara 12-312. Sehingga untuk rentang untuk kelas risiko merupakan nilai yang ada pada kedua skor risiko tersebut yaitu rentan 12-351. Dari hasil perhitungan nilai skor risiko tersebut akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas risiko rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi.

$$\text{Kelas Interval Risiko} = \frac{351 - 12}{3} \approx 113 \quad (7)$$

Tabel 10. Klasifikasi Skor Risiko

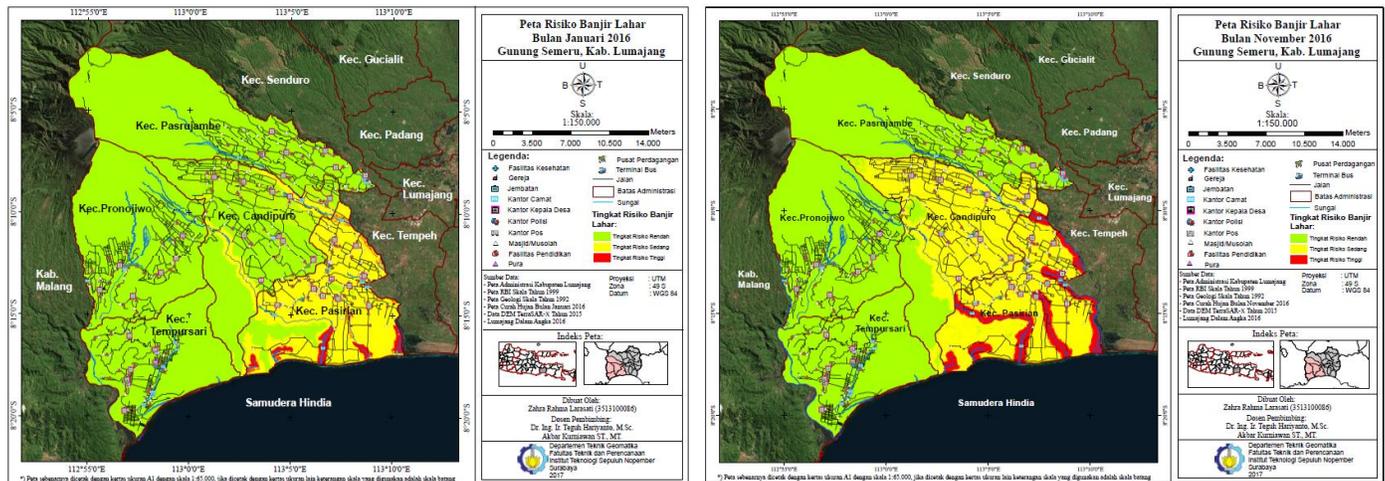
No.	Interval	Keterangan	Kelas
1	12 - 125	Tingkat Risiko Rendah	1
2	126 - 239	Tingkat Risiko Sedang	2
3	240 - 353	Tingkat Risiko Tinggi	3

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh pembuatan Peta Risiko Bahaya Indonesia yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas risiko rendah, risiko sedang dan risiko tinggi. Berdasarkan klasifikasi tersebut dapat dihitung jumlah luasan wilayah risiko banjir lahar bulan November sebagai berikut.

Tabel 11. Luas Skor Risiko Banjir Lahar

No.	November (km ²)	Januari (km ²)	Keterangan	Skor
1	443,884	542,173	Tingkat Risiko Rendah	1
2	210,141	131,266	Tingkat Risiko Sedang	2
3	28,983	9,570	Tingkat Risiko Tinggi	3

Daerah yang memiliki Risiko Tinggi pada bulan November banyak terjadi di wilayah kecamatan Pasirian terutama di daerah sekitar sungainya dan Sedikit di wilayah Sungai kecamatan Pronojiwo. Daerah yang memiliki risiko tinggi pada bulan Januari banyak terjadi di wilayah Kecamatan Pasirian terutama di wilayah sekitar sungai. Adapun Penggambaran Risiko ntuk bulan November dan bulan Januari adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Peta Risiko Bulan Januari 2016 dan November 2016

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, berikut adalah kesimpulan yang penulis dapatkan dalam penulis studi ini.

1. Hasil analisis daerah risiko banjir lahar adalah
 - a. Daerah yang paling sering mengalami kejadian bahaya banjir lahar adalah Kecamatan Pronojiwo.
 - b. Daerah yang memiliki tingkat kapasitas tinggi adalah Kecamatan Candipuro dan Pasirian sedangkan, tingkat kapasitas rendah meliputi Kecamatan Pasrujambe dan Pronojiwo.
 - c. Daerah yang memiliki tingkat kerentanan tertinggi adalah Kecamatan Candipuro dan Pasirian, sedangkan yang memiliki kerentanan terendah adalah kecamatan Pasrujambe, Pronojiwo, dan Tempursari.
 - d. Daerah yang memiliki kerawanan tinggi banjir lahar pada bulan November dan Januari banyak terjadi di wilayah Kecamatan Tempursari, Pasirian serta di daerah sekitar sungai.
 - e. Daerah yang memiliki risiko tinggi banjir lahar pada bulan November banyak terjadi di wilayah Kecamatan Pasirian terutama di daerah sekitar sungainya dan sedikit di wilayah Sungai Kecamatan Pronojiwo dengan luas 28,983 km² atau dengan presentase 4,24% dari luas total wilayah penelitian. Sedangkan pada bulan Januari banyak terjadi di wilayah Kecamatan Pasirian terutama di wilayah sekitar sungai dengan luas 9,570 km² atau dengan presentase 1,40% dari luas wilayah total penelitian.
2. Peta bahaya banjir lahar memiliki parameter intensitas bahaya dan Daerah Aliran Sungai (DAS). Peta kerawanan banjir lahar memiliki parameter kekerasan batuan, tutupan lahan, curah hujan, DAS, dan kelerengan. Peta kerentanan banjir lahar memiliki parameter jenis kelamin, kepadatan penduduk, kelompok umur rentan, dan jumlah penduduk miskin. Sedangkan peta kapasitas banjir lahar memiliki parameter jumlah fasilitas umum. Penentuan zona aman dan jalur evakuasi dibuat berdasarkan parameter peta kerawanan parameter peta Kapasitas, jalan, lahan kosong, dan sungai, sedangkan untuk prediksi jalur aliran lahar

dibuat berdasarkan parameter peta bahaya, sungai, dan aliran air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. dkk Sholawatul, "Pola Adaptasi Penduduk dan Arahan Mitigasi Pada Daerah Banjir Lahar Hujan di Bantaran Sungai Code. Yogyakarta," Universitas Gajah Mada, 2012.
- [2] BNPB, *Peraturan Kepala BNPB No 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. 2012.
- [3] Shinta, Dewi. 2015. *Mitigasi Bencana Lahar Hujan Gunungapi Merapi Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh di Sub DAS Kali Putih Kabupaten Magelang*. Yogyakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Zuidam, R.A. Van., 1985. *Aerial Photo-Interpretation Terrain Analysis and Geomorphology Mapping*. Smith Publisher The Hague, ITC.
- [5] Amri, Mohd. Robi dkk .2013. *Buku Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta. BNPB.
- [6] Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi*. Bogor. Universitas Pakuan BPS. 2016. *Lumajang Dalam Angka 2016*. Lumajang. Badan Pusat Statistik Kabupaten Lumajang.