

# Analisis Titik Kumpul Dalam Proses Evakuasi Penduduk dan Ternak Ketika Erupsi Gunung Merapi Wilayah Studi Kecamatan Cepogo, Boyolali

Analysis of Assembly Points in the Process of Evacuating People and  
Livestock During the Eruption of Mount Merapi in Kecamatan  
Cepogo, Boyolali.

Bayu Sukma Anggoro<sup>1</sup>, Wido Prananing Tyas<sup>1</sup>, Fadjar Hari Mardiansyah<sup>1</sup>

Diterima: 2 Desember 2022

Disetujui: 20 September 2023

**Abstrak;** Penelitian tentang titik kumpul di Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali didasari dua latar belakang: Pertama wilayah studi Kecamatan Cepogo berbatasan dengan puncak Gunung Merapi yang sudah mengalami gempa guguran lebih dari seratus kali dari awal tahun 2022; Kedua data mitigasi bencana awan panas akibat Gunung Merapi pada tahun 2010 yang lalu menemukan banyak ternak yang mati setelah ditinggal evakuasi, sehingga hewan ternak dijadikan salah satu objek evakuasi. Penelitian ini bertujuan untuk mitigasi dan penanganan bencana melalui penentuan lokasi titik kumpul sebelum menuju barak pengungsian dan penentuan rute evakuasi. Batasan penelitian ini memprioritaskan hewan ternak dan penduduk sebagai prioritas utama, sedangkan pembahasan terhadap sister village yang lokasinya diluar wilayah studi cukup dalam wujud narasi pemetaan jalur evakuasi sederhana. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Metoda analisis dalam penentuan titik kumpul sementara dengan melakukan pembobotan pada peta-peta yang memiliki sifat-sifat kuantitatif untuk dilanjutkan dengan network analysis jalur evakuasi dari titik kumpul menuju sister village beserta strategi dalam melakukan evakuasi bencana. Kesimpulan yang didapat adalah titik kumpul dengan hasil pembobotan tinggi terfokus di area jalan ideal dengan lebar jalan diatas 5 meter yaitu jalan kolektor, dan terdapat 3 desa yang tidak terlayani titik kumpul dengan skor ideal yaitu Desa Wonodoyo, Desa Gedangan, dan desa Candi Gatak. Oleh sebab itu perlu adanya pelebaran jalan agar memungkinkan ekspansi titik kumpul baru dan rute evakuasi baru ketika pemobotan di kalkulasi ulang serta meningkatnya performa rute evakuasi yang sudah ditemukan dalam penelitian ini.

Kata Kunci: Titik Kumpul Sementara, Evakuasi, Manajemen Bencana

**Abstrak:** Research about assembly point in Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, start with two backgrounds. Firstly: Mount Merapi borders the study area of Kecamatan Cepogo which has vibrated more than 100 times since early 2022. Secondly: data on the mitigation of hot clouds caused by Mount Merapi in 2010 found that many livestock died after being abandoned so livestock is chosen as an object of evacuation in this research. This research was conducted with the aim of mitigating and handling disasters by determining the location of assembly points before transporting them to the evacuation sites and determining the appropriate evacuation routes. The

---

<sup>1</sup> Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro

Korespondensi : bayusukma@students.undip.ac.id

limitations of this study prioritize livestock and residents as top priorities, while discussions on sister villages located outside the study area are sufficient in the form of simple evacuation route mapping narratives. The limitation of this research is that it prioritizes livestock as an evacuation priority with residents as the second priority and a discussion of refugee shelters located outside the study area is sufficient in the form of a simple evacuation route mapping narrative. The approach used in this research is descriptive quantitative research. The method of analysis in determining temporary assembly points is by scoring maps that have quantitative characteristics to be followed by a network analysis of evacuation routes from the assembly point to the sister village along with strategies for carrying out disaster evacuation. The conclusion obtained is that the assembly points with the results of highest scoring are focused on ideal road areas with road widths above 5 meters (collector roads), and there are 3 villages that are not served by assembly points with an ideal score, namely Wonodoyo Village, Gedangan Village, and Candi Gatak Village. Therefore it is necessary to widen the road to allow the expansion of new assembly points and new evacuation routes when the weighting is recalculated and to increase the performance of the evacuation routes that have been found in this study.

*Keywords: Temporary Assembly Point, Evacuation, Disaster Management*

## PENDAHULUAN

Kabupaten Boyolali secara administrasi berbatasan dengan Gunung Merapi, yang merupakan Gunung paling aktif di Jawa Tengah. Alasan memilih evakuasi berbasis titik kumpul di sebelah barat Kabupaten Boyolali adalah karena wilayah tersebut tepat bersebelahan dengan Gunung Merapi. Erupsi awan panas Gunung Merapi bukan hanya berdampak pada kematian manusia, melainkan juga berdampak pada kematian hewan ternak. Penelitian oleh Priyanti, dkk (2011) mencatat bahwa dalam sebulan saja, hampir 3000 hewan ternak jenis sapi telah mati tersapu awan panas di sekitar Gunung Merapi pada tahun 2010.

Ketika bencana erupsi awan panas Gunung Merapi terjadi di 2010, proses evakuasi penduduk cenderung dilakukan secara spontan dan tidak efisien. Mei, dkk, (2013) meneliti tentang masalah dalam evakuasi letusan Gunung Merapi pada tahun 2010 adalah pengungsi merasa bingung, panik, dan tidak tahu jalur mana yang dipilih saat menjalani evakuasi. Banyak kasus dimana penduduk membawa barang-barang yang mengganggu proses evakuasi, seperti membawa mobil yang dipenuhi perabotan, dan membawa bekal logistik. Ditambah lagi orang yang mengalami kepanikan, cenderung lebih mudah menerima kepemimpinan orang asing, daripada dalam keadaan normal (Hofinger & Künzer, 2014), sehingga masyarakat cenderung mengikuti kerumunan tanpa proses kepemimpinan yang baik. Hal ini berakibat pada hambatan mobilitas dan mengurangi rasio keselamatan para pengungsi.

Kepemilikan kendaraan merupakan faktor penting dalam mobilitas ketika bencana terjadi, namun berdasarkan BPS Kabupaten Boyolali, kepemilikan kendaraan pada tahun 2021 jenis roda dua sebanyak 475.999 dan mobil pribadi 44.488 unit. Jumlah ini hanya mampu melakukan evakuasi mandiri sekitar 51% dari populasi penduduk, apa lagi data tersebut hanya tersedia berdasarkan seluruh kabupaten, sedangkan di wilayah studi yang merupakan pegunungan dengan jaringan jalan yang jarang dimungkinkan memiliki rasio kepemilikan kendaraan yang jauh lebih sedikit, sehingga evakuasi penduduk masih tergantung pada bantuan eksternal berupa bus atau truk pengangkut. Disinilah asumsi bahwa menentukan titik kumpul adalah cara efisien memberdayakan kendaraan yang mengangkut pengungsi.

Dalam melakukan evakuasi, keputusan waktu keberangkatan yang dipilih akan mempengaruhi kepadatan jalur evakuasi (Lim & Piantanakulchai, 2017), sehingga evakuasi manusia sebaiknya tidak bersamaan dengan evakuasi hewan ternak. Ditambah lagi rute evakuasi dari titik kumpul ke pengungsian juga perlu direncanakan. Hal ini memunculkan pertanyaan penelitian diantaranya:

1. Dimana tempat yang ideal untuk dijadikan titik kumpul?
2. Bagaimana membawa orang-orang dari titik kumpul menuju ke pengungsian?

Penelitian ini diharapkan dapat menjawab kedua pertanyaan tersebut.

## METODE

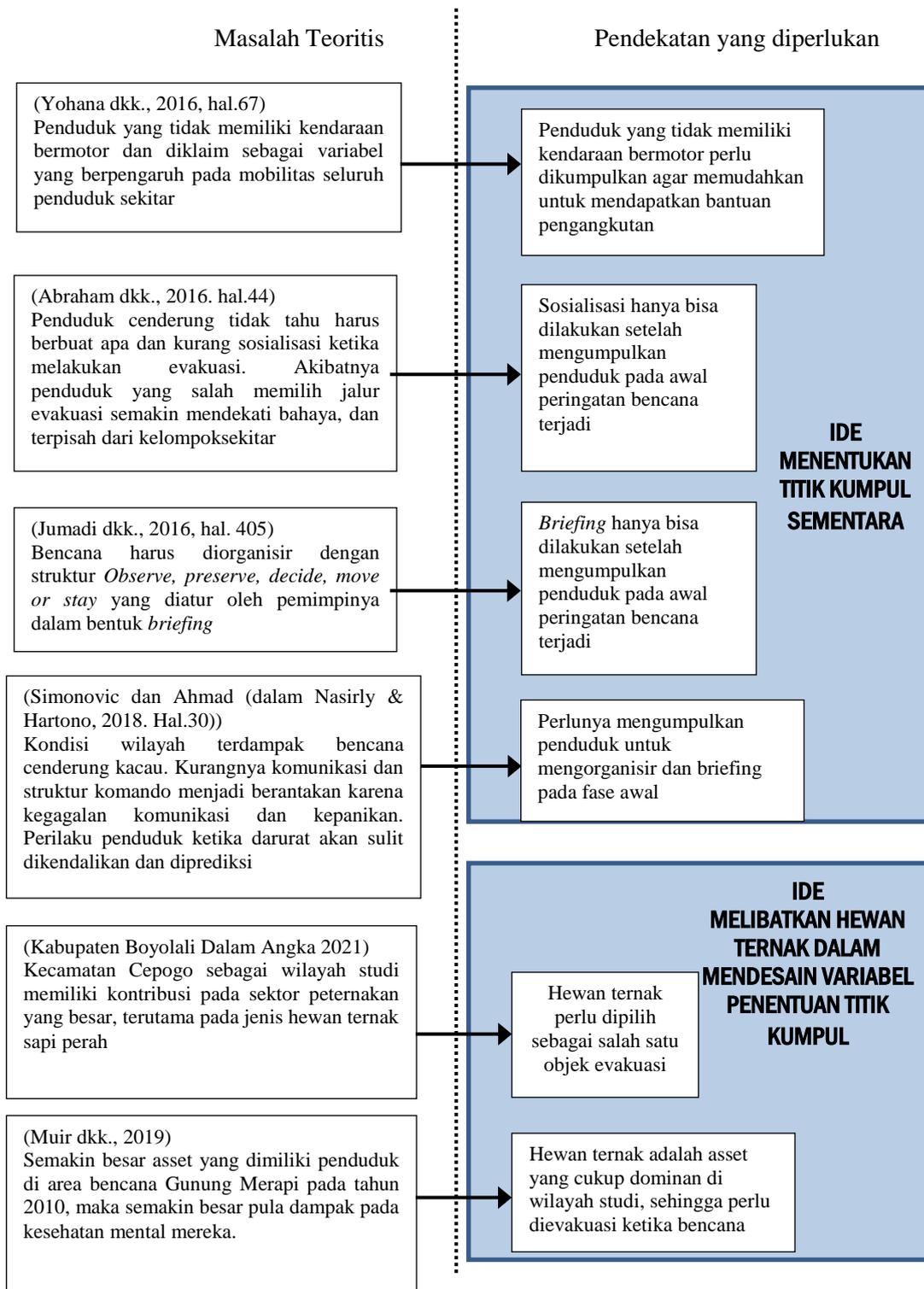
Huang dan Wu (2011) membahas bagaimana ketika orang menghadapi bencana, mereka bergerak menuju tempat yang cerah/terang karena mereka berpikir itu mungkin tempat yang aman. Dari sini bisa dilihat bahwa manusia memiliki kecenderungan melakukan pilihan berdasarkan sesuatu yang lebih nyaman dilihat, terutama ketika mengalami kepanikan dan stres. Pemahaman ini diperkuat oleh Mao, dkk (2019) yang menjelaskan bahwa dalam kondisi panik, beberapa faktor seperti tempat yang sempit, suara letusan, kemunculan api, asap, dan bahaya lainnya dapat membangkitkan keinginan orang banyak untuk melarikan diri, hal ini merupakan representasi psikologi sebagai faktor yang perlu diperhitungkan.

Dalam kasus di wilayah studi Boyolali yang berdekatan dengan Gunung Merapi, Penelitian oleh Widodo, dkk (2012) dan Bakkour, dkk (2013) mencatat bahwa proses evakuasi berjalan dengan lambat meskipun tidak ada hambatan fisik di rute evakuasi. Hal ini menggambarkan bahwa kondisi sosial dan psikologi yang dijelaskan pada penduduk di area Gunung Merapi, memiliki pengaruh yang signifikan pada proses evakuasi, sehingga pemerintah seharusnya tidak hanya memfasilitasi kebutuhan mobilitas saja, melainkan juga penekanan pada perintah evakuasi.

Meyer, dkk (2018) menjelaskan bagaimana perintah evakuasi sering jatuh ke dalam salah satu dari dua kategori: perintah evakuasi wajib, di mana manajemen darurat setempat mengharuskan semua orang untuk meninggalkan daerah tersebut, atau perintah sukarela, di mana pejabat lokal dapat merekomendasikan tetapi tidak mengamanatkan orang meninggalkan daerah atau menyarankan orang yang rentan seperti mereka yang membutuhkan medis, orang tua, atau anak-anak mengungsi. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa perintah evakuasi wajib efektif dan merupakan faktor penting yang dipertimbangkan publik ketika memutuskan untuk mengungsi (Koshiba & Suzuki, 2018).

Cotton (2021) menjelaskan bahwa evakuasi hewan ternak mempertimbangkan empat faktor yaitu, (1) Tempat tujuan evakuasi terhindar dari asap dan api, (2) Jarak hewan digiring ke tempat berkumpul tidak terlalu jauh, (3) Lokasi yang luas atau tidak berdesak-desakan, (4) Ketersediaan pangan dan minuman. Sejatinnya hewan ternak bisa digiring ke tempat berkumpul sementara kemudian diangkut dengan truk ke tempat yang lebih sesuai. Oleh sebab itu dalam penelitian ini hewan ternak menjadi salah satu variabel dalam menentukan titik kumpul.

Huang dan Wu (2011) menjelaskan bahwa perencanaan jalur evakuasi yang baik dapat mengurangi dampak kerugian dan kerusakan akibat bencana alam, sehingga penelitian ini difokuskan untuk merencanakan metode evakuasi dari bencana awan panas yang ideal dan berbasis titik kumpul, sesuai dengan kondisi sosial masyarakat. Pembentukan rumusan teoritis dijelaskan pada Gambar 1.



Sumber: Perumusan Literatur 2022

Gambar 1. rumusan teoritis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persebaran Target Evakuasi

Dalam penelitian ini target evakuasi adalah hewan ternak dan penduduk, dimana persebaran keduanya sangat terkait dengan kawasan permukiman. Persebaran diidentifikasi dengan mengumpulkan data jumlah hewan ternak dan penduduk kemudian dicari pola spasial yang didapat melalui wawancara dan survey lapangan.

#### 1. Analisis Persebaran Hewan Ternak

Dalam melakukan identifikasi persebaran hewan ternak, telah dilakukan wawancara hingga ditemukan fakta bahwa peternakan di Kecamatan Cepogo itu cenderung dalam jumlah kecil oleh tiap-tiap keluarga peternak secara, yang membuat pemetaan persebaran peternakan akan menyatu dengan kawasan permukiman. Fakta ini dapat dilihat dari salah satu hasil survey peternakan terbesar di Kecamatan Cepogo adalah peternak sapi perah Adem Ayem di desa Candigatak yang jumlahnya tidak lebih dari 9 ekor sapi. Ini terjadi karena tidak adanya badan usaha besar yang membangun peternakan, sehingga peternakan dilakukan secara mandiri di halaman rumah-rumah dengan praktik pengaritan untuk menyediakan pakan sehari-hari.

Peternakan terbesar tidak lebih dari 9 ekor sapi membentuk kesimpulan bahwa data statistik total ternak mamalia Kecamatan Cepogo 32.512 ekor tidak mengelompok pada korporasi besar melainkan tersebar dalam jumlah kecil-kecil di seluruh kawasan permukiman. Hal ini diperkuat dengan hasil wawancara dengan Ibu Afiani selaku kepala kesehatan ternak sebagai berikut;

Pertanyaan: Dimana saja hewan ternak tersebar di Kecamatan Cepogo?

Pernyataan 1 *“peternakan tersebar kecil-kecil di halaman rumah-rumah warga yang dikerjakan secara mandiri”*

Pernyataan 2 *“Tidak ada korporasi ternak besar, setiap desa selalu ada warga yang beternak di area permukiman”*.

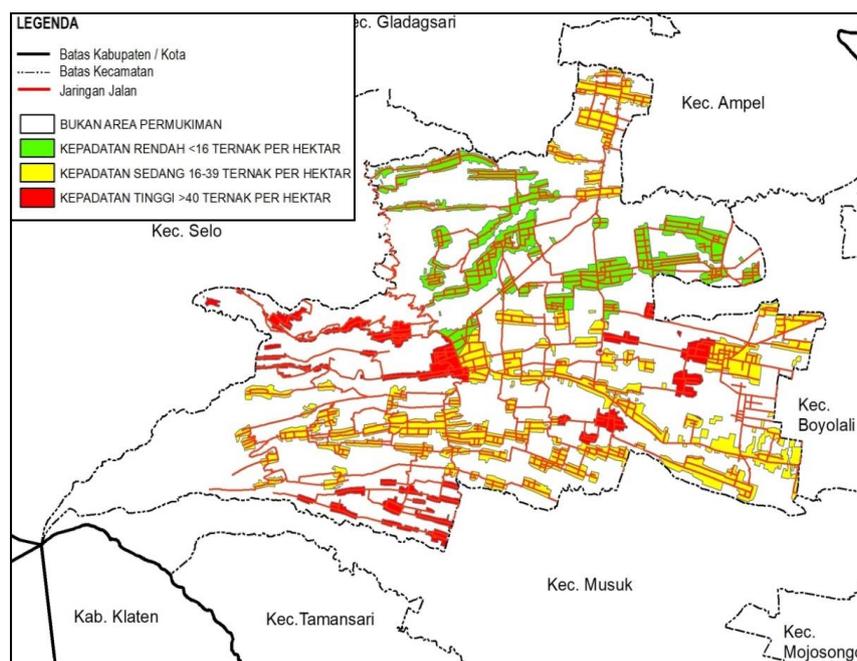
Pola spasial bisa dilihat dari dua tekanan yaitu di halaman rumah-rumah, dan di area permukiman. Hal ini membentuk kesimpulan bahwa pola spasial persebaran hewan ternak adalah tersebar menyatu dengan kawasan permukiman. Temuan ini yang menjadikan data kawasan permukiman dalam penelitian akan dijadikan pendukung untuk pemetaan persebaran hewan ternak dan digabung dengan data jumlah ternak per desa yang dijelaskan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

**Tabel 1. Persebaran Hewan Ternak**

No	Desa	Sapi Potong	Sapi Perah	Kambing	Domba	Total	Luas (Ha) Permukiman	Persebaran Ternak
1	Wonodoyo	231	1220	846	135	2432	63,92	38
2	Jombang	227	1190	992	265	2674	61,75	43
3	Gedangan	195	1507	887	125	2714	138,65	20
4	Sumbung	167	1821	950	155	3093	113,18	27
5	Paras	115	463	593	121	1292	23,28	55
6	Jelok	201	2127	1008	314	3650	216,23	17
7	Bakulan	161	1097	709	126	2093	50,64	41
8	Mliwis	289	1816	900	188	3193	173,16	18
9	Sukabumi	197	1469	803	187	2656	58,75	45
10	Genting	287	1185	725	123	2320	48,2	48

No	Desa	Sapi Potong	Sapi Perah	Kambing	Domba	Total	Luas (Ha) Permukiman	Persebaran Ternak
11	Cepogo	158	1 006	770	190	1118	138,38	8
12	Kembangkuning	197	1 154	930	137	1264	116,24	11
13	Cabeankunti	208	1 128	811	108	1127	106,98	11
14	Candigatak	319	1 213	721	153	1193	80,95	15
15	Gubug	332	1 530	1076	275	1683	101,11	17

Sumber: Analisis 2022



Gambar 2. Peta Persebaran Hewan Ternak

## 2. Analisis persebaran Penduduk

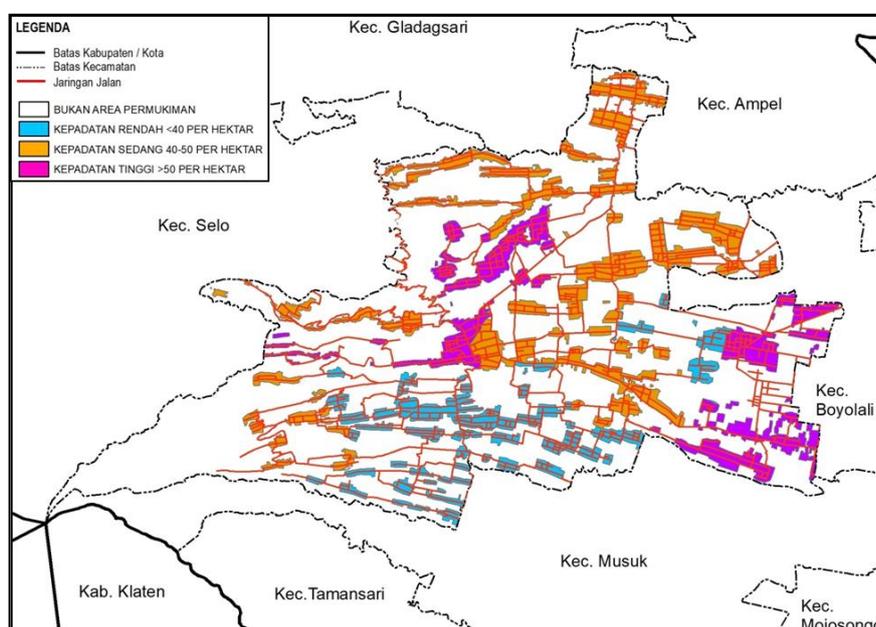
Berbeda dengan analisis persebaran ternak yang didukung hasil wawancara, pola spasial persebaran penduduk bisa langsung diketahui yaitu menyatu dengan kawasan permukiman karena sifat penduduk yang bermukim sehingga persebaran penduduk dapat diukur dengan membandingkan data jumlah penduduk per desa dan data kawasan permukiman. Berdasarkan kedua data tersebut maka persebaran penduduk dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Persebaran Penduduk

No	Desa	Jumlah kk	Jumlah Penduduk	Luas (Ha) Permukiman	Kepadatan
1	Wonodoyo	895	2591	63,92	41
2	Jombong	773	2322	61,75	38
3	Gedangan	1452	4245	138,65	31
4	Sumbung	1285	4059	113,18	36
5	Paras	346	1024	23,28	44

No	Desa	Jumlah kk	Jumlah Penduduk	Luas (Ha) Permukiman	Kepadatan
6	Jelok	2055	6319	116,23	54
7	Bakulan	600	1883	50,64	37
8	Mliwis	2296	6993	173,16	40
9	Sukabumi	1248	3713	58,75	63
10	Genting	773	2269	48,2	47
11	Cepogo	2739	8319	138,38	60
12	Kembangkuning	1527	4658	116,24	40
13	Cabeankunti	1501	4506	106,98	42
14	Candigatak	1102	3267	80,95	40
15	Gubug	1420	4376	101,11	43

Sumber: Analisis 2022



**Gambar 3. Peta Persebaran Penduduk**

### Analisis evakuasi area dalam kecamatan

Evakuasi di area dalam kecamatan dilakukan dengan mengidentifikasi jalan ideal evakuasi dan menentukan calon titik kumpul evakuasi, untuk dijadikan variabel dalam melakukan pembobotan nantinya.

#### 1. Analisis jalur evakuasi didalam kecamatan.

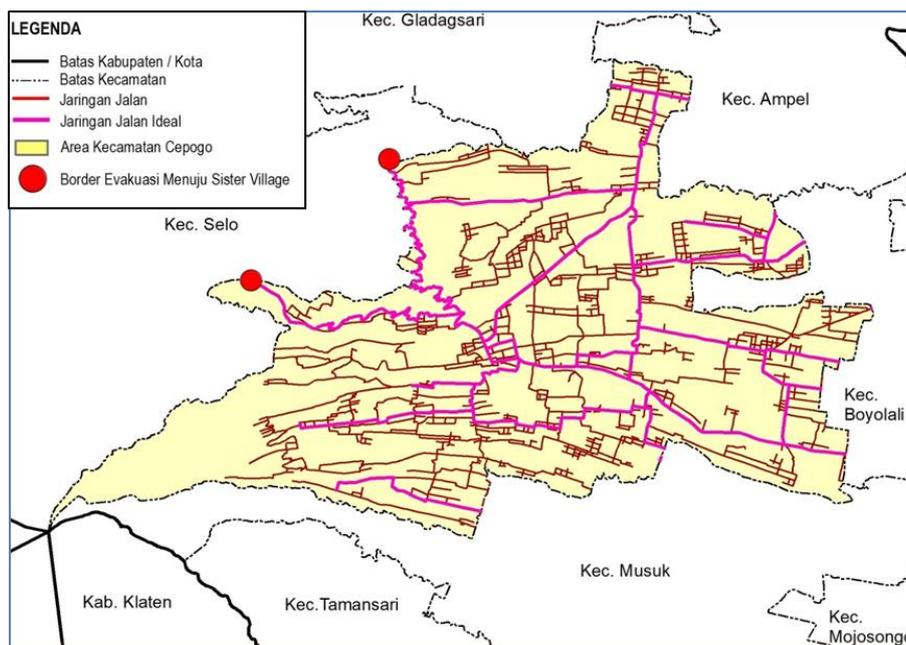
Jaringan jalan di Kecamatan Cepogo cenderung sempit sehingga tidak banyak jalur-jalur yang ideal untuk kendaraan evakuasi. Identifikasi jalan ideal akan melihat dua aspek yaitu lebar jalan dan kondisi jalan dimana lebar jalan didapat dari data sekunder sedangkan kondisi jalan didapat dari hasil survey.

Pertemuan dengan narasumber Anton Yuniadi instansi BPBD Boyolali dijadikan acuan dengan wawancara sebagai berikut:

Pertanyaan: Apa kriteria titik kumpul yang sesuai untuk evakuasi sapi?

Jawaban; *“perlu nya jalan yang bisa dilalui dua truk untuk memudahkan pengangkutan”*.

Pernyataan tersebut dijadikan acuan dalam menentukan lebar ideal yaitu dua truk ditambah jeda 1 meter agar keduanya tidak bersinggungan. Untuk melakukan evakuasi biasanya menggunakan truk Bak yang memiliki lebar 2 meter, sedangkan lebar jalan yang ideal minimal seharusnya bisa dilewati dua truk Bak yang berlawanan arah. Itu artinya lebar jalan setidaknya 5 meter, dimana 4 meter untuk lebar dua truk Bak dan 1 meter digunakan untuk sirkulasi ruang agar kedua truk Bak tidak bersinggungan. Berikut merupakan hasil penentuan jaringan jalan ideal berdasarkan lebar jalan:



**Gambar 4. Jaringan Jalan Ideal**

Jalan dengan lebar diatas 5 meter ditandai dengan garis warna ungu sedangkan lebar dibawahnya ditandai dengan garis warna merah. Berdasarkan dari hasil survey didapat bahwa tidak ada masalah pada kondisi jalan pada garis berwarna ungu, sehingga semua ruas jaringan jalan berwarna ungu sudah ideal untuk kendaraan evakuasi.

Dari gambar tersebut bisa terlihat dua simbol lingkaran merah yang berfungsi sebagai *border* evakuasi menuju *sister village*. Fungsi dari dua titik ini adalah sebagai *starting poin* untuk ditarik menggunakan analisis jaringan.

## 2. Identifikasi lokasi ideal untuk titik kumpul

Wawancara dengan Anton Yuniadi kepala bidang Fungsional Analisis Kebijakan instansi BPBD Boyolali menyatakan bahwa lokasi berkumpul perlu ada rumput liar sebagai pakan ternak dan lahan kosong tempat parkir truk, dengan wawancara sebagai berikut:

Pertanyaan: Apa kriteria titik kumpul yang sesuai untuk evakuasi sapi?

Pernyataan 1 “Ada lahan kosong biar bisa parkir truk dan tempat hewan”

Pernyataan 2 “ada cukup rumput. tidak perlu bergizi asal mencegah lapar, rumput liar gak papa”

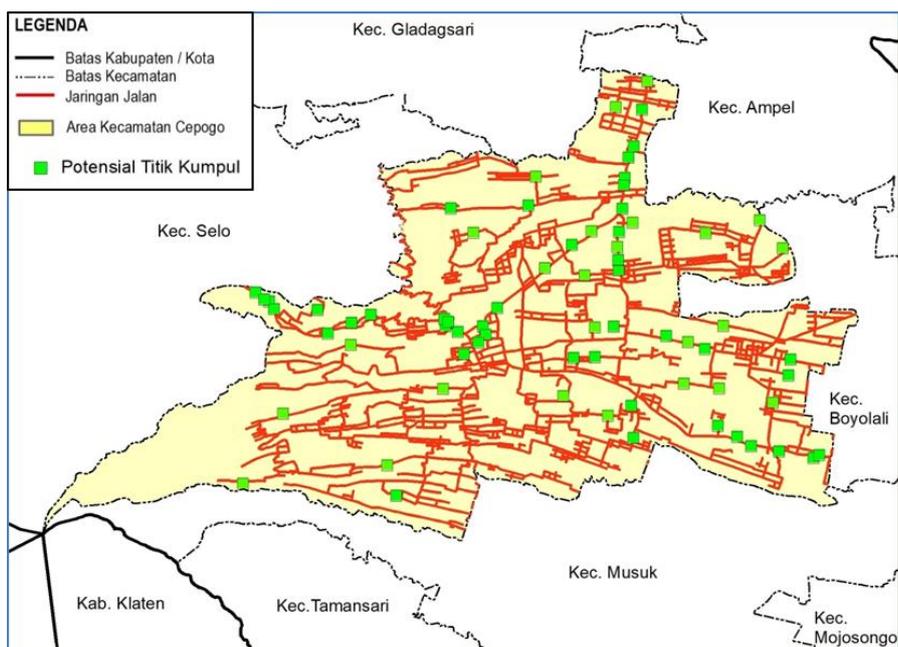
Pernyataan ini menjadi masukan dalam menentukan lokasi ideal untuk titik kumpul dilakukan dengan survey keberadaan lahan kosong dan survey keberadaan rumput liar

untuk pakan ternak. Rumput yang sering terlihat di lahan kosong Kecamatan Cepogo adalah rumput raja dan rumput buffel. Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Afiani selaku kepala kesehatan ternak, rumput raja banyak ditanam oleh peternak di lahan-lahan tegalan yang sebagian besar bukan lahan pribadi milik peternak. “Rumput ini ditanam tanpa perawatan kemudian dipanen setelah memiliki ketinggian 1 meter lebih” imbuhnya.

Di seluruh Kecamatan Cepogo, rumput raja bisa ditebar dan tumbuh hampir di setiap tegalan atau kebun yang tidak dikelola oleh pemiliknya. Rumput buffel (*Cenchrus ciliaris*) merupakan rumput yang banyak tumbuh di Kecamatan Cepogo. Rumput buffel biasa disebut pengarit dengan nama rumput ekor rubah. Daun rumput ini memiliki lebar sekitar 2 cm dan panjang 5-40 cm, dan memiliki bulu di pangkalan dan permukaan daun kasar.

Rumput-rumput pakan tersebut adalah syarat penentuan lokasi calon titik kumpul, dengan area tanam sekitar 50% dari lahan kosong. Hal ini dikarenakan rumput tersebut bisa menjadi suplai makanan darurat pada ternak ketika proses evakuasi menunggu truk pengangkut datang.

Selain keberadaan rumput, keberadaan lahan kosong dengan luasan tertentu juga dijadikan alasan penentuan lokasi calon titik kumpul. Luasan yang dijadikan standar adalah 200 meter persegi, dengan asumsi dapat menampung sekitar 20 hewan ternak. Gambar 5 merupakan lokasi calon titik kumpul yang sudah di Survey di Kecamatan Cepogo.



**Gambar 5. Lokasi Calon Titik Kumpul**

Gambar tersebut adalah hasil identifikasi lokasi calon titik kumpul yang ditandai dengan simbol warna hijau. Identifikasi ini didapat dengan menggabungkan data urvey keberadaan lahan kosong dan data survey keberadaan rumput liar untuk pakan ternak yang kemudian akan menjadi salah satu tolak ukur analisis pengharkatan pada sub bab 4.5 setelah digabungkan dengan analisis lainnya.

### Pembobotan

Pembobotan atau skoring dilakukan dengan memberikan nilai pada empat variabel yang sudah diproses melalui analisis yaitu:

1. Hasil Identifikasi jalan yang Ideal untuk kendaraan evakuasi
2. Hasil Identifikasi lokasi calon titik kumpul
3. Hasil Analisis persebaran hewan ternak
4. Hasil Analisis persebaran penduduk.

Dari empat variabel tersebut akan dilakukan pembobotan dengan melihat jarak antara titik kumpul dengan subyek evakuasi yaitu persebaran hewan ternak dan persebaran penduduk, kemudian dinilai jarak titik kumpul dengan aksesibilitas yaitu jenis jalan yang Ideal untuk kendaraan evakuasi.

#### 1. Proses Pembobotan

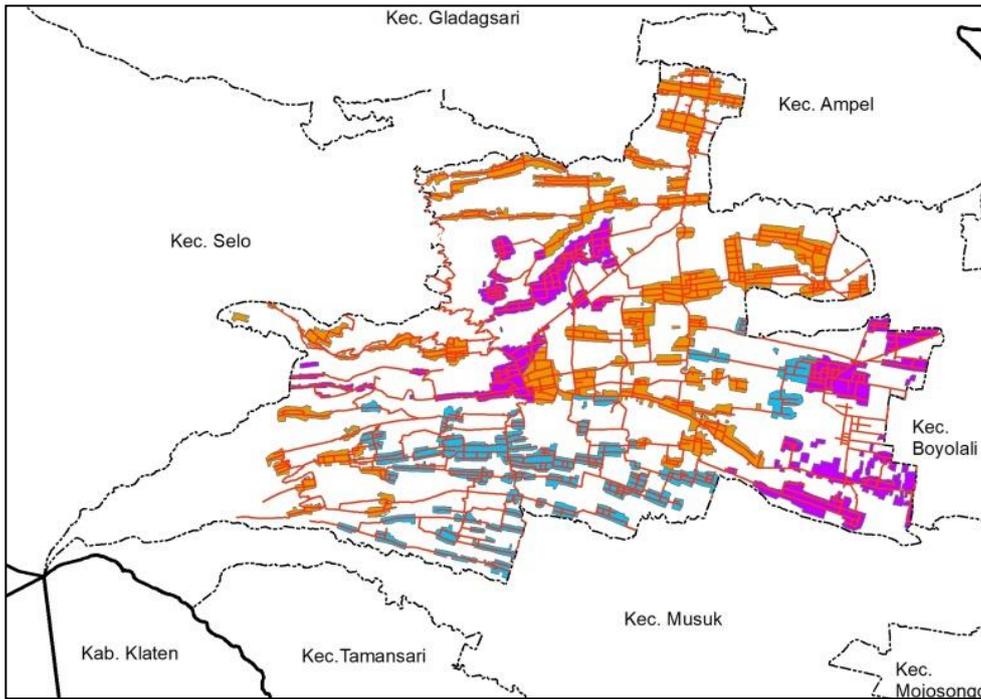
Partigöç, dkk. (2018) menjelaskan bahwa jarak titik berkumpul dengan subjek evakuasi tidak lebih dari 200 meter, oleh sebab itu 200 meter akan dijadikan batas terendah dalam menentukan skor antar variabel yang ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 3. Pembobotan

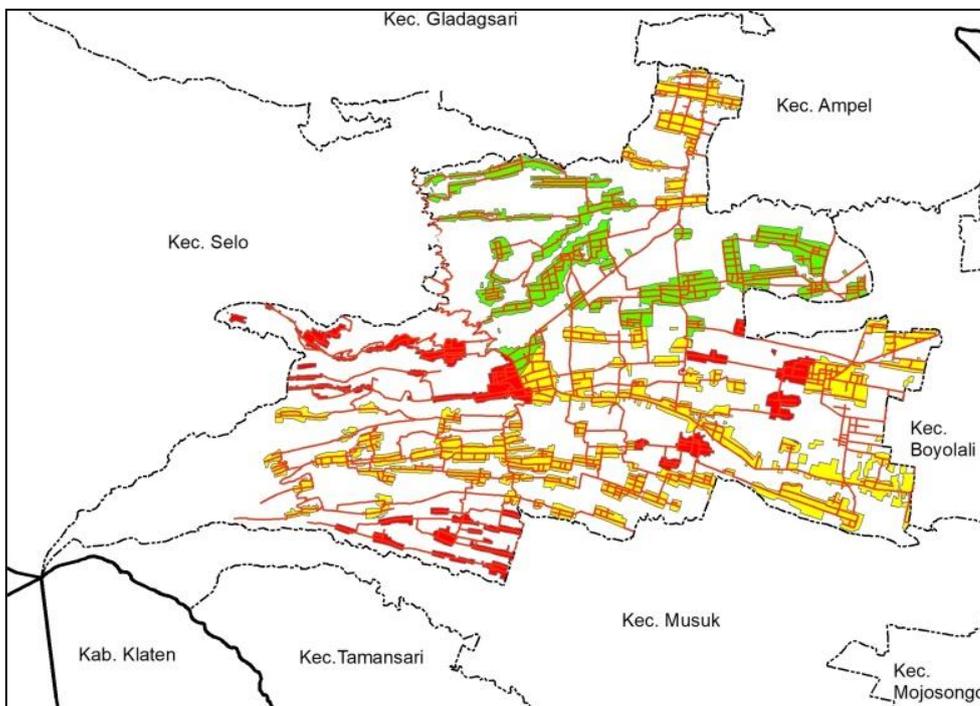
Variabel	Pembobotan			
	Bobot 1	Bobot 2	Bobot 3	Bobot 4
Jarak titik dengan jalan yang ideal untuk kendaraan evakuasi	≤200 meter dari jalan ideal	≤150 meter dari jalan ideal	≤100 meter dari jalan ideal	≤50 meter dari jalan ideal
Jarak titik kumpul dengan persebaran hewan ternak	≤200 meter dari kepadatan rendah	≤100 meter dari kepadatan rendah atau ≤200 meter dari kepadatan sedang	≤100 meter dari kepadatan sedang atau ≤200 meter dari kepadatan tinggi	≤100 meter dari kepadatan tinggi
Jarak titik kumpul dengan persebaran penduduk	≤200 meter dari kepadatan rendah	≤100 meter dari kepadatan rendah atau ≤200 meter dari kepadatan sedang	≤100 meter dari kepadatan sedang atau ≤200 meter dari kepadatan tinggi	≤100 meter dari kepadatan tinggi

Sumber: Analisis 2022

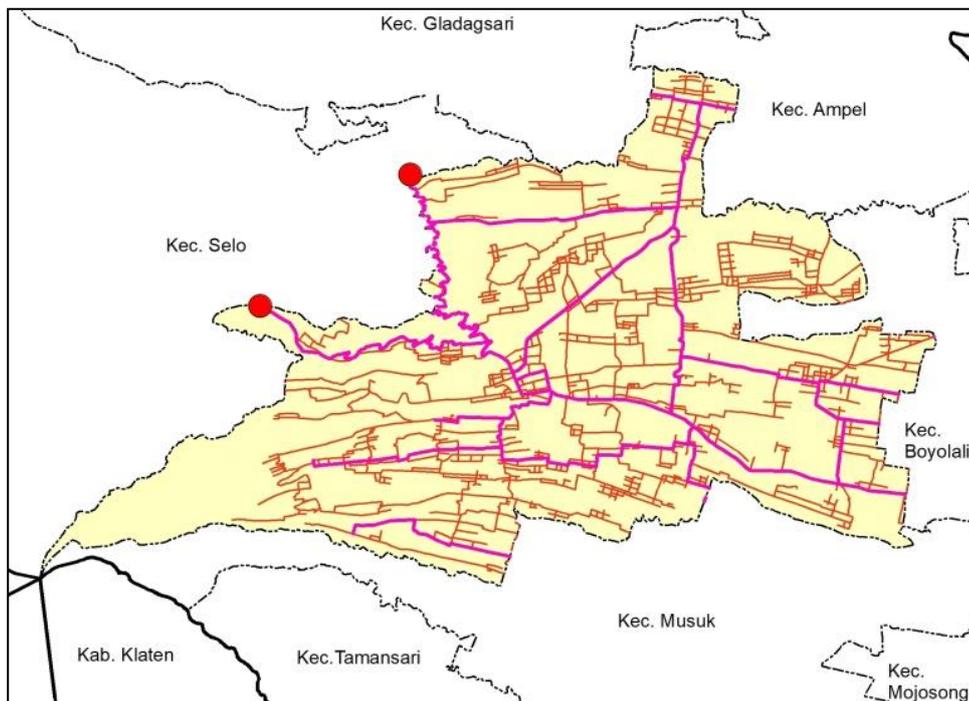
Apabila jarak melampaui 200 meter maka dianggap tidak sesuai dengan standar Partigöç, dkk. (2018) sehingga akan diberi bobot nol. Dari desain pembobotan tersebut maka bobot tertinggi bisa mencapai 12 dan bobot terendah adalah nol. Pemetaan titik kumpul akan dibagi dua dengan angka setengah dari maksimal yaitu titik kumpul dengan bobot ≥6 dan titik kumpul ≤7. Pemetaan hasil pembobotan dapat dijelaskan berikut.



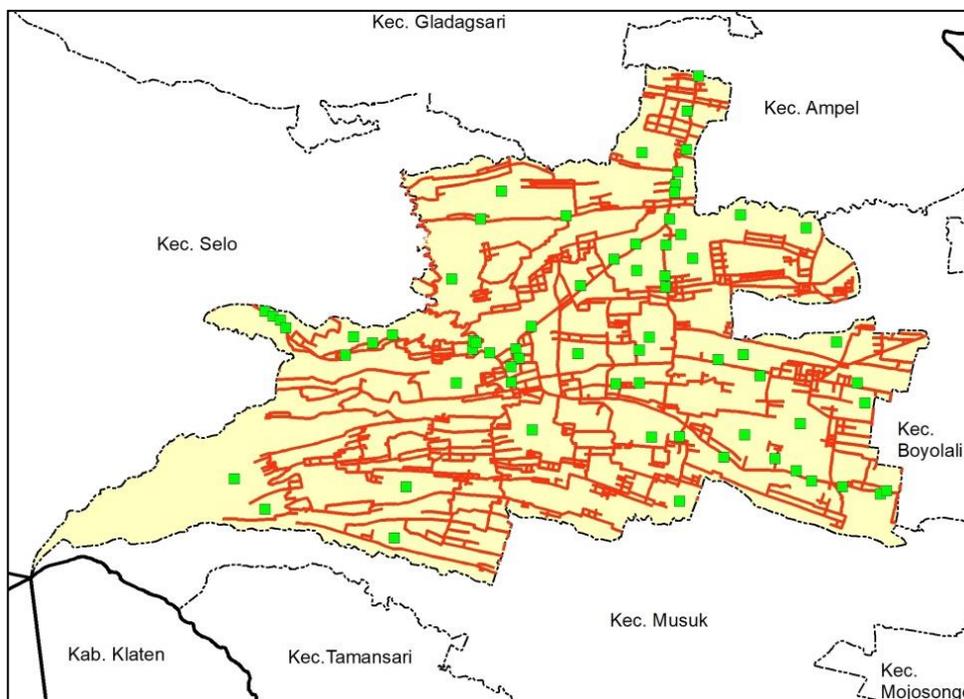
**Gambar 6. Persebaran Penduduk Penentu Bobot 1-4**



**Gambar 7. Persebaran Ternak Penentu Bobot 1-4**



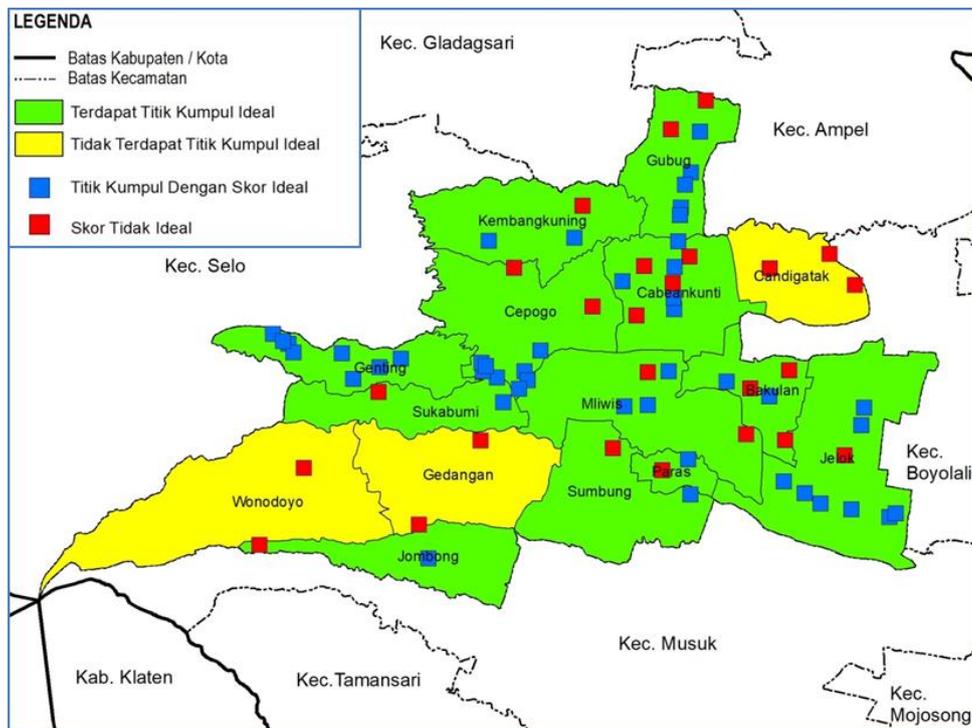
**Gambar 8. Jaringan Jalan Ideal Penentu Bobot 1-4**



**Gambar 9. Calon Titik Kumpul Sebagai Target Yang Dibobot**

## 2. Temuan dari pembobotan

Dari hasil pembobotan diketahui bahwa tidak semua calon titik kumpul memenuhi skor ideal yaitu diatas 7. Titik kumpul ideal yang ditandai dengan kotak warna biru bisa dikelompokkan per desa, sehingga memberikan informasi tentang seberapa siap titik kumpul yang sudah dipetakan dapat melayani proses evakuasi di setiap desa.

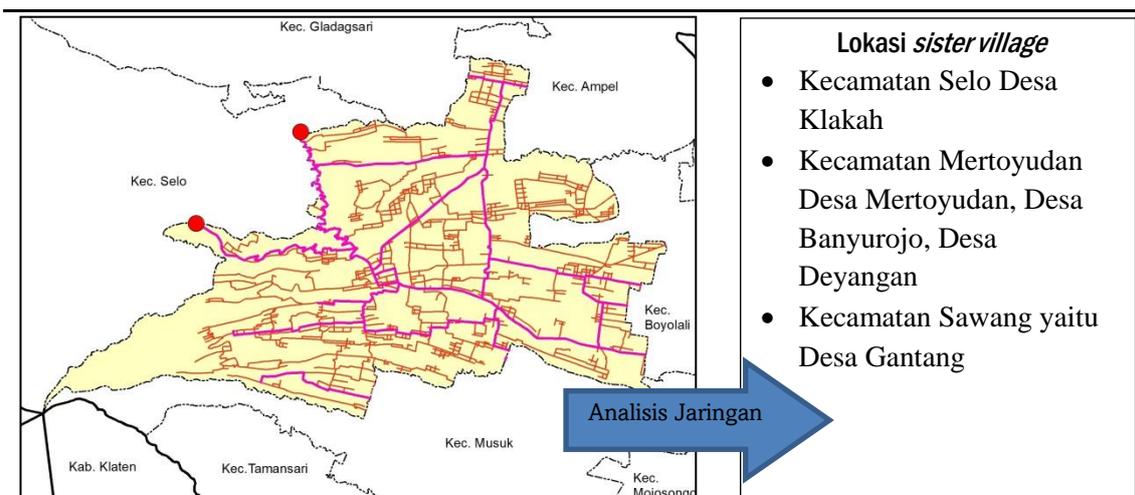


**Gambar 10. Distribusi Titik Kumpul Ideal Per Desa**

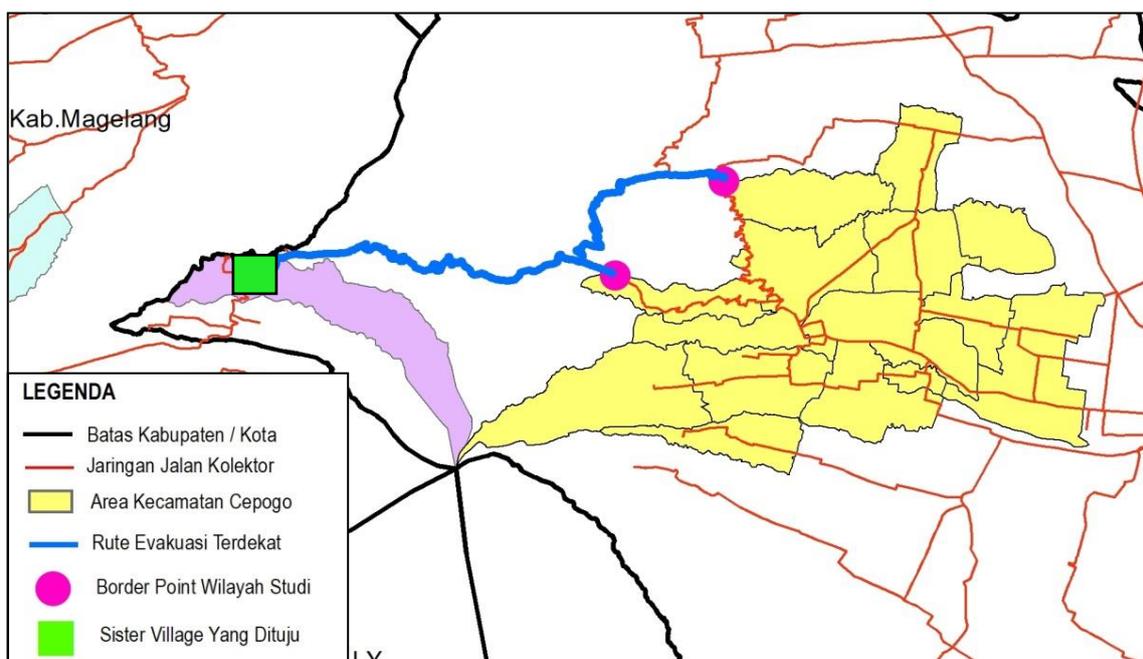
Pada peta dapat dilihat bahwa dari 15 desa, terdapat 3 desa yang tidak terlayani titik kumpul dengan skor ideal yaitu Desa Wonodoyo dan Desa Gedangan di area barat, kemudian Desa Candi Gatak di sebelah timur. Kurangnya nilai skor pada dua desa disebelah barat disebabkan karena secara geografis area sebelah barat memiliki kelerengan di dekat puncak Gunung yang landai sehingga persebaran permukiman dan jaringan jalan disana relatif sedikit.

### Analisa Jaringan

Analisa jaringan dilakukan dengan menggunakan tools GIS untuk menentukan rute terdekat dari border evakuasi wilayah sudi menuju sister village diluar wilayah studi Kecamatan Cepogo. Dikarenakan sister village diluar wilayah studi, maka penelitian ini tidak membahas performa sister village misalnya kapasitas atau kinerja evakuasinya, namun cukup membahas rute terbaik dari border evakuasi wilayah sudi menuju sister village sebagai destinasi terakhir evakuasi.

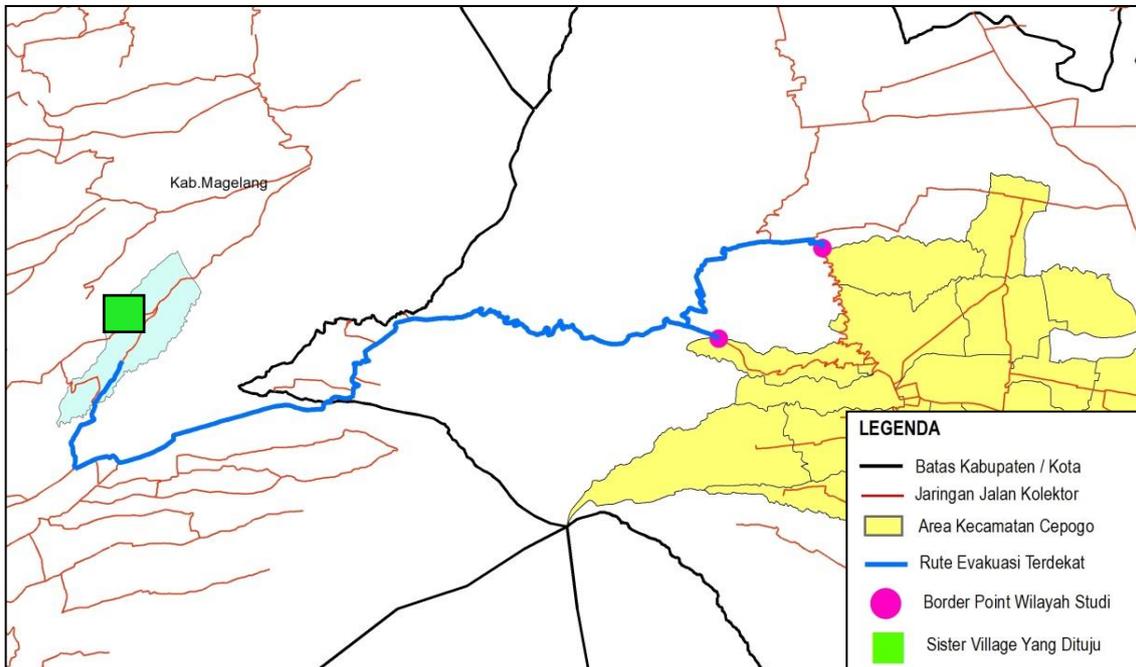


Gambar 11. Proses Analisa Jaringan



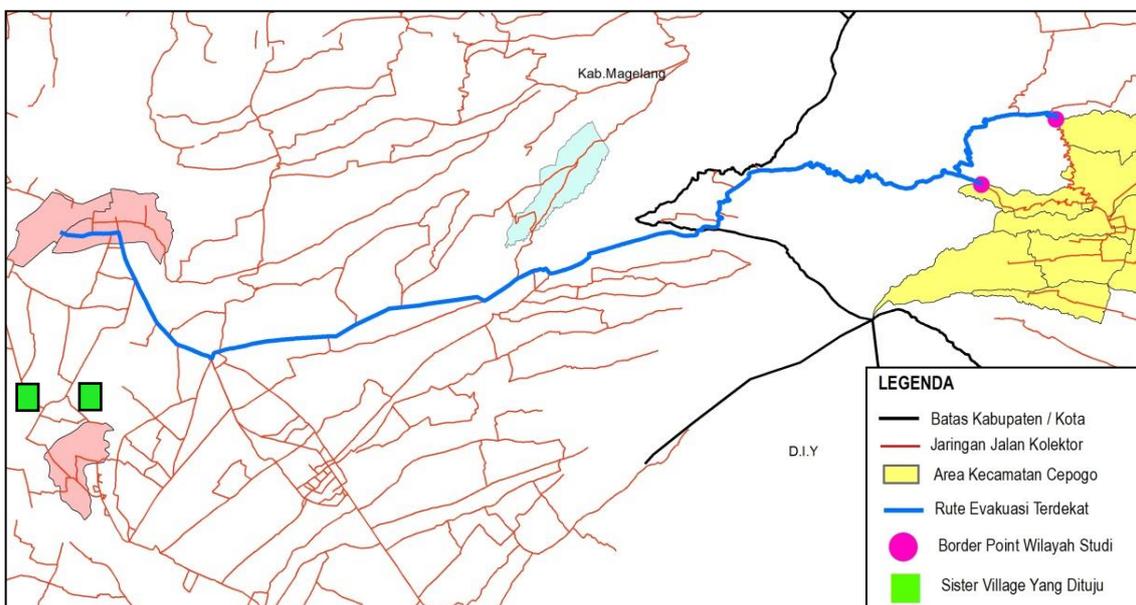
Sumber: Analisis 2022

Gambar 12. Rute Evakuasi Menuju Sister Village di Kecamatan Selo Desa Klakah



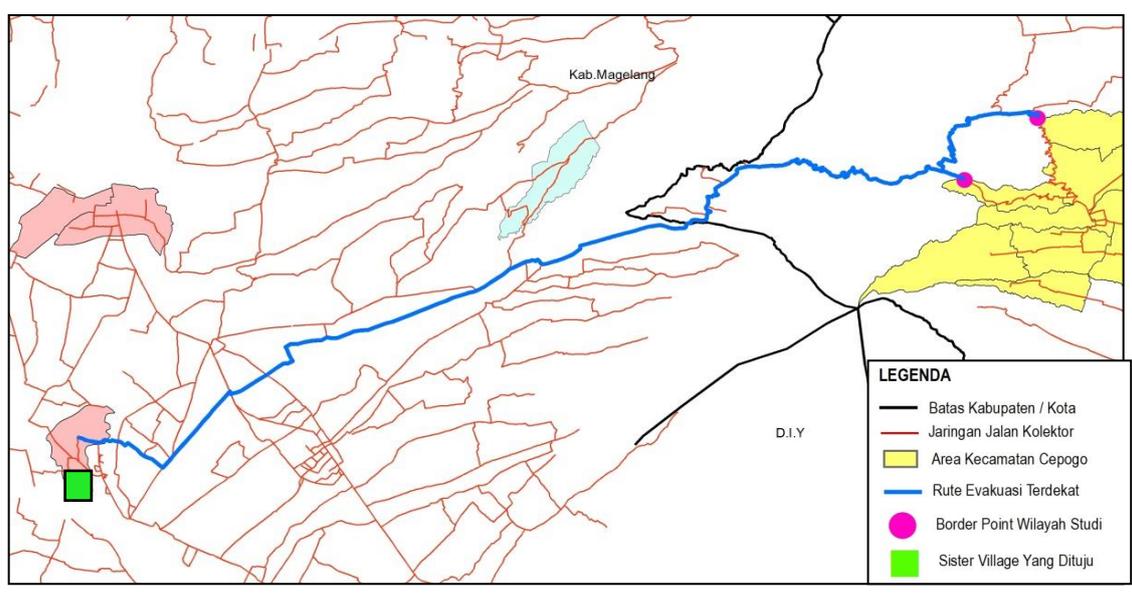
Sumber: Analisis 2022

**Gambar 13. Rute Evakuasi Menuju Sister Village di Kecamatan Sawang pada Desa Gantang**



Sumber: Analisis 2022

**Gambar 14. Rute Evakuasi Menuju Sister Village di Kecamatan Mertoyudan, Desa Mertoyudan, dan Desa Banyurejo**



**Gambar 15. Rute Evakuasi menuju sister village di Kecamatan Mertoyudan, Desa Deyangan**

### Temuan Studi

Setelah melalui proses analisis, maka terdapat 6 temuan studi dari penelitian ini yaitu:

1. Penduduk Kecamatan Cepogo tidak mempedulikan ketersediaan prasarana jaringan jalan ketika berbisnis peternakan di rumah mereka, hal ini bisa dilihat dari persebaran hewan ternak yang banyak di kawasan yang kurang jaringan jalan yang ideal, hal ini dapat menjadi pekerjaan yang berat untuk mengevakuasi ternak apabila Gunung Merapi di sebelah barat wilayah studi mengalami erupsi.
2. Dari sekitar 556 kilometer jaringan jalan di wilayah studi, hanya sekitar 69 kilometer atau 13% dari jaringan jalan Kecamatan Cepogo yang memasuki golongan jalan ideal evakuasi yaitu lebar 5 meter.
3. Dari 71 calon titik kumpul yang sudah dikompilasi, terdapat sekitar 45 titik kumpul yang memiliki skor bobot diatas 7 poin.
4. Titik kumpul dengan hasil pembobotan tinggi terfokus di area jalan ideal saja, dan tidak ada di area jaringan jalan lain. Hal ini disebabkan karena jaringan jalan memiliki kontribusi yang lebih banyak pada pada kesesuaian lokasi titik kumpul karena segi aksesibilitas.
5. Pada Analisis Network pertama dan kedua dapat dilihat bahwa rute evakuasi menuju sister village di Kecamatan Selo Desa Klakah dan rute menuju Kecamatan Sawang yaitu Desa Gantang tidak memiliki opsi jaringan yang dinamis, hal itu dikarenakan kedua rute merupakan kawasan dataran tinggi yang miring sehingga kurangnya jaringan jalan yang ideal untuk dilalui truk evakuasi.
6. Pada Analisis Network ketiga dan empat dapat dilihat bahwa rute evakuasi menuju sister village di Kecamatan Mertoyudan Desa Mertoyudan, Desa Banyurojo, Desa Deyangan memiliki opsi jaringan yang lebih dinamis dibandingkan yang lain, hal itu dikarenakan rute tersebut merupakan kawasan dataran yang tidak miring dan mendekati Kota Magelang yang lebih lengkap pembangunan infrastrukturnya, sehingga banyak jaringan jalan yang ideal untuk dilalui truk evakuasi.

## KESIMPULAN

Dari fakta-fakta pada penelitian dapat disimpulkan bahwa Titik kumpul ideal ditentukan dengan bobot nilai  $\geq 7$ , dan penelitian ini telah berhasil menemukan 45 titik kumpul. Semua titik kumpul ini berada pada area jaringan jalan yang bisa dilalui truk secara berlawanan arah dan lokasinya dekat dengan permukiman penduduk. Terdapat sekitar 13% dari jaringan jalan memiliki luas diatas 5 m sebagai jalur utama evakuasi, dan arah evakuasi menuju *sister village* cenderung terfokus di arah barat laut.

Rute evakuasi dengan analisis jaringan memiliki 5 rute dengan beragam jarak tempuh, diantaranya: 1. Jalur menuju *sister village* di Kecamatan Selo memiliki jarak tempuh sepanjang 11 km dari wilayah studi; 2. Jalur menuju *sister village* di Kecamatan Sawang yaitu Desa Gantang memiliki jarak tempuh sepanjang 22 kilometer dari wilayah studi; 3. Jalur menuju *sister village* di Kecamatan Mertoyudan, Desa Mertoyudan dan Desa Banyurejo memiliki jarak tempuh sepanjang 36 kilometer dari wilayah studi; 4. Jalur menuju *sister village* di Kecamatan Mertoyudan, Desa Banyurejo memiliki jarak tempuh sepanjang 37 kilometer dari wilayah studi; 5. Jalur menuju *sister village* di Kecamatan Mertoyudan, Desa Deyangan memiliki jarak tempuh sepanjang 38 km dari wilayah studi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Wiwaha, A. A., Mei, E. T. W., & Rachmawati, R. (2016). Perencanaan partisipatif jalur evakuasi dan titik kumpul Desa Ngargomulyo dalam upaya pengurangan resiko bencana Gunungapi Merapi. *Journal of Regional and City Planning*, 27(1), 34-48.
- Bakkour, D., Enjolras, G., Kast, R., & Thouret, J.C. 2013. The adaptive governance of natural disasters: Insights from the 2010 Mount Merapi Eruption in Indonesia. *Document de Recherche*, 35 p.
- Cotton, S. (2021). *Practical Livestock Evacuation*. University of Wyoming Extension.
- Hofinger, G., Zinke, R., & Künzer, L. (2014). Human factors in evacuation simulation, planning, and guidance. *Transportation Research Procedia*, 2, 603-611.
- Huang, C.H., & Wu, I.C. 2011. Applying 4D Simulation in Disaster Evacuation Route Plan. CONVR, International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, 1-8.
- Jumadi, Carver, S., Quincey, D. 2016. A Conceptual Framework of Volcanic Evacuation Simulation of Merapi Using Agent-based Model and GIS. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 227, Edisi Juli 2016.
- Koshiba, Y., & Suzuki, Y. 2018. Factors affecting post-evacuation behaviors following an earthquake: A questionnaire-based survey. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31(June), 548-554.
- Lim, H. R., dan Piantanakulchai, M. 2017. Modeling Route Choice Behavior of Evacuees in Highly Urbanized Area: a Case Study of Bagong Silangan, Quezon City, Philippines. *Asia Pacific Management Review*, 1-8.
- Mao, Y., Du, X., Li, Y., & He, W. 2019. An Emotion Based Simulation Framework for Complex Evacuation Scenarios. *Graphical Models*, 102, 1-9.
- Mei, E. T. W., Lavigne, F., Picquout, A., De Bélizal, E., Brunstein, D., Grancher, D., ... & Vidal, C. (2013). Lessons learned from the 2010 evacuations at Merapi volcano. *Journal of volcanology and geothermal research*, 261, 348-365.
- Meyer, M. A., Mitchell, B., Purdum, J. C., Breen, K., & Iles, R. L. 2018. Previous Hurricane Evacuation Decisions And Future Evacuation Intentions Among Residents Of Southeast Louisiana. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 1231-1244.
- Muir, J. A., Cope, M. R., Angeningsih, L. R., Jackson, J. E., & Brown, R. B. (2019). Migration and mental health in the aftermath of disaster: Evidence from Mt. Merapi, Indonesia. *International journal of environmental research and public health*, 16(15), 2726.
- Nasirly R. & Hartono B., 2018. Analisis Dinamika Evakuasi pada Erupsi Merapi dengan Pendekatan System Dynamics. *Jurnal Teknik Industri Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta.
- Partigöç, N. S., Erdin, H. E., Zengin Çelik, H. A. Y. A. T., & Aydın, S. (2018). The Examination of Gathering Points'capacity Regarding Mobility and Accessibility: Case of Bayrakli District. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 413-419.
- Priyanti, A., Prawidiputra, B. R., Inounu, I., & Ketaren, P. P. 2011. Strategi Penyelamatan Ternak di Kawasan Bencana Merapi. *Wartazoa*, 21, 179-188.
- Widodo, D. R., Nugroho, S. P., & Asteria, D. (2017). Analisis Penyebab Masyarakat Tetap Tinggal di Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi (Studi di Lereng Gunung Merapi Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 135-142.
- Yohana N.M, Sungsu L. dkk. 2016. Social vulnerability at a local level around the Merapi volcano. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 20.