

Tanggap Darurat Masyarakat Di Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda Terhadap Bencana Erupsi Gunung Gamalama

Muh Faedly H Tidore^{1*}, Syarifullah Bundang², Gina Audina P Alhabsy³, Kifayatul Khair Masyhuda Zulkifli⁴

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, JL. Jusuf Abdulrahman – Kampus Gambesi, Kota Ternate, 97719

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, JL. Jusuf Abdulrahman – Kampus Gambesi, Kota Ternate, 97719

³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, UPRI Makassar, JL. Baruga Raya Antang, Makassar, 90234

⁴Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, JL. Malino, Kabupaten gowa, 92171

*Corresponding Author

E-mail Address: faedly.ternate@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas gunung Gamalama yang begitu aktif menyebabkan terjadinya erupsi yang berdampak pada masyarakat baik itu kerugian materi hingga korban jiwa. Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda merupakan daerah yang paling terdampak dari banjir lahar gunung Gamalam karena letaknya yang berada di sempadan sungai Tugurara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses tanggap darurat di masyarakat yang tinggal di sepanjang sempadan Sungai Tugurara dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama. Penelitian ini menggunakan metode suvey pengumpulan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada Masyarakat kelurahan Tubo dan kelurahan Akehuda. Data dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan data yang diolah dari kuesioner dan data tersebut diuji menggunakan analisis statistik regresi linear sederhana. Sistem peringatan bencana, informasi dan transportasi berpengaruh signifikan terhadap tanggap darurat masyarakat di Kelurahan Tubo dan Akehuda baik secara simultan maupun secara parsial, faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap tanggap darurat adalah faktor informasi dan transportasi yang tersedia.

Kata Kunci : Gamalama, Kelurahan Tubo, Kelurahan Akehuda

ABSTRACT

The very active activity of Mount Gamalama caused an eruption which had an impact on the community, both material loss and loss of life. Tubo Village and Akehuda Village are the areas most affected by the Mount Gamalam lava flood because they are located on the border of the Tugurara River. This study aims to analyzes the factors that influence the process of emergency response in the people who live along the border river Tugurara in the face of the threat of eruption of Mount Gamalama. This research uses a survey collection method using a questionnaire given to the people of Tubo sub-district and Akehuda sub-district. The data was analyzed descriptively using data processed from the questionnaire and the data was tested using simple linear regression statistical analysis. Disaster warning systems, information and transport a significant effect on the emergency response community in the village of Tubo and Akehuda either simultaneously or partially, the most dominant factor is the effect on emergency response and transport factor information available.

Keywords: Gamalama, Tubo sub-district, Akehuda sub-district

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Laut Filipina (Hall,

2002). Tatanan tektonik di sekitar laut Maluku yaitu di sekitar Sulawesi Bagian Utara dan di sekitar kepulauan Halmahera merupakan hasil interaksi antar 3 lempeng utama yaitu Lempeng Filipina, Lempeng Australia dan

Lempeng Eurasia (Hamilton, 1979; Katili, 1978; Cardwell & Isacks, 1979; McCaaffrey & Silver, 1980). Aktivitas tersebut yang menjadi penyebab terbentuknya busur vulkanik di kawasan Laut Maluku (Utara – Selatan), salah satunya yaitu Gunung Gamalama di Pulau Ternate yang memiliki aktivitas vulkanik yang sangat aktif (Setyanta & Setyadi, 2011).

Gunung Gamalama merupakan salah satu dari lima gunung api aktif di Provinsi Maluku Utara, selain gunung Dukono, Gamkonora, Ibu dan Kiebesi. Gunung Gamalam merupakan stratovolcano berbentuk kerucut hampir sempurna, dengan lebar 11.6 km dan ketinggian 1715 mdpl (Pratomo dkk. 2011). Erupsi pertama gunung Gamalam pada tahun 1510, telah meletus sebanyak 77 kali, 17 diantaranya menghasilkan aliran lava (Bacharudin dkk. 1996; Hidayat, dkk., 2020). Secara umum, itu meletus dari kawah pusat (Pratomo et al. 2011), tapi dalam beberapa kasus, terjadi letusan parasit 1737, 1763, 1770, dan 1962–63. Dari waktu ke waktu, endapan letusan ini membentuk pulau vulkanik dikenal dengan nama Pulau Ternate (Hidayat dkk. 2020).

Erupsi yang terjadi beberapa tahun belakangan ini yaitu pada tahun 2009, 2011, 2012, 2014 dan 2015. Salah satu erupsi terbesar terjadi pada Desember 2011 yang menyebabkan aktivitas kota Ternate menjadi lumpuh, warga yang tinggal di sekitar Sungai aliran lahar diungsikan ke tempat yang lebih aman saat status Gunung naik hingga level tiga yaitu “siaga” (BPBD Kota Ternate, 2012).

Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda yang berada dekat dengan Sungai Tugurara merupakan daerah yang paling terdampak bencana erupsi gunungapi Gamalam tahun 2011, baik itu kerugian materil maupun korban jiwa. Berdasarkan data BPBD Kota Ternate (2012) 14 korban jiwa dan 273 rumah mengalami kerusakan ringan hingga berat. Menurut Anwar, dkk. (2021) Kelurahan Tubo termasuk kawasan rawan bencana II yang beberapa kali terjadi banjir lahar dingin berdampak pada korban jiwa, ekonomi, infrastuktur dan kerugian sosial.

Bencana erupsi gunung api saat ini menjadi perhatian masyarakat dan pemerintah khususnya pada saat terjadinya bencana

yang mengakibatkan erupsi dan banjir lahar dingin, sehingga perlu adanya respon tanggap darurat bencana. Tanggap darurat merupakan serangkaian kegiatan dilakukan dengan segera pada saat kejadian bencana untuk menangani dampak buruk yang ditimbulkan, yang meliputi kegiatan penyelamatan dan evakuasi korban, harta benda, pemenuhan kebutuhan dasar, perlindungan, pengurusan pengungsi, penyelamatan, serta pemulihan prasarana dan sarana. (UUD No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana).

Intensitas erupsi Gamalama yang begitu aktif dan dampak korban yang ditimbulkan baik itu materi maupun jiwa yang begitu banyak mengindikasikan bahwa kurangnya pemahaman dan kesiapan masyarakat pada saat terjadi erupsi gunungapi Gamalama. Untuk mengurangi resiko bencana erupsi khususnya banjir lahar dingin maka diperlukan pemahaman terkait tanggap darurat. Sehingga penting untuk dilakukan penelitian terkait dengan tanggap darurat masyarakat di Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda pada saat terjadi bencana erupsi gunungapi Gamalama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses tanggap darurat di masyarakat yang tinggal di sepanjang sempadan Sungai Tugurara dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama.

METODE PENELITIAN

Lokasi Lokasi penelitian berada pada dua kelurahan di Kota Ternate yaitu Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda (gambar 1).

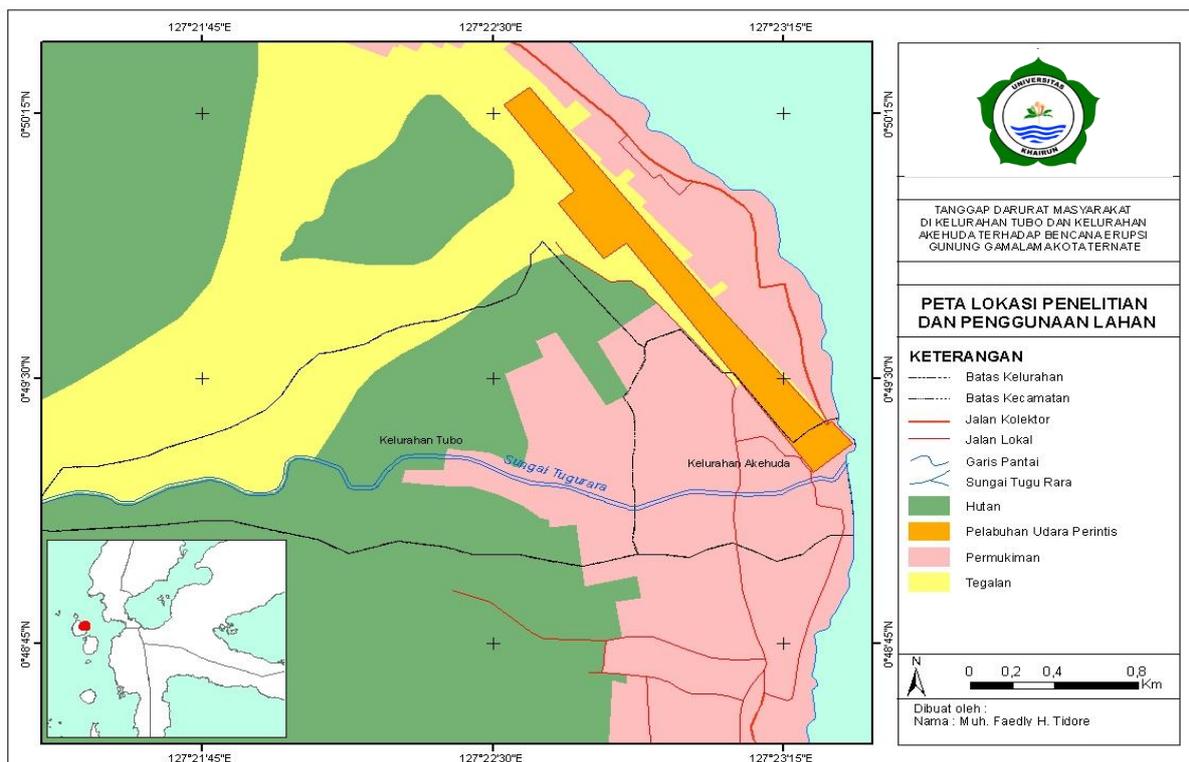
Penelitian ini menggunakan metode suvey pengumpulan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada Masyarakat kelurahan Tubo dan kelurahan Akehuda. Populasi pada penelitian ini meliputi keseluruhan masyarakat yang bermukim di Kelurahan Tubo (848 KK) dan Kelurahan Akehuda (882 KK). Sampel adalah bagian dari populasi yang memiliki sifat – sifat yang sama dari obyek yang merupakan sumber data (Sukandarrumidi, 2012). Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan jumlah penduduk dari kedua kelurahan. Jumlah sampel di Kelurahan Tubo yaitu 159

jiwa dan Kelurahan Akehuda yaitu sebanyak 166 jiwa. Teknik sampling yang digunakan yaitu Quota Sampling yaitu pengambilan sampel berdasarkan jumlah dimana setiap lapisan dalam populasi harus diwakili dengan proporsi yang sama (Sukandarrumidi, 2012). Kriteria responden, antara lain :

1. Bersedia menjadi responden
2. Kepala keluarga
3. Mampu berkomunikasi dengan baik

4. Anggota masyarakat yang berpengaruh (kepala desa, tokoh agama, tokoh adat)

Data dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan data yang diolah dari kuesioner dan data tersebut diuji menggunakan analisis statistik regresi linear sederhana untuk mengetahui seberapa pengaruh proses tanggap darurat di Masyarakat terhadap penanggulangan bencana erupsi Gunung Gamalama.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi kesiapan Masyarakat kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda saat terjadinya bencana erupsi Gunung Gamalama, sehingga penulis menggunakan analisis data regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh persiapan masyarakat, sistem peringatan bencana, informasi dan transportasi terhadap tanggap darurat masyarakat Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama. Pada pengujian hipotesis, data penelitian dianalisis dengan menggunakan bantuan program komputer

SPSS for windows versi 15.0, hasil analisis pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Tanggap Darurat

Variabel	Koefisien	t _{hitung}	Sig
Konstanta	2,492	22,212	0,0
Persiapan masyarakat	0,126	3,018	00
Sistem peringatan bencana	0,069	2,079	0,0
Informasi Transportasi	0,878	21,823	03
	0,838	12,662	0,0
			38
			0,0
			00
			0,0
			00
R ²	= 0,738		

Adjusted R ²	= 0,735 (73,5%)
F _{hitung}	= 225,472
Sig. F	= 0,000

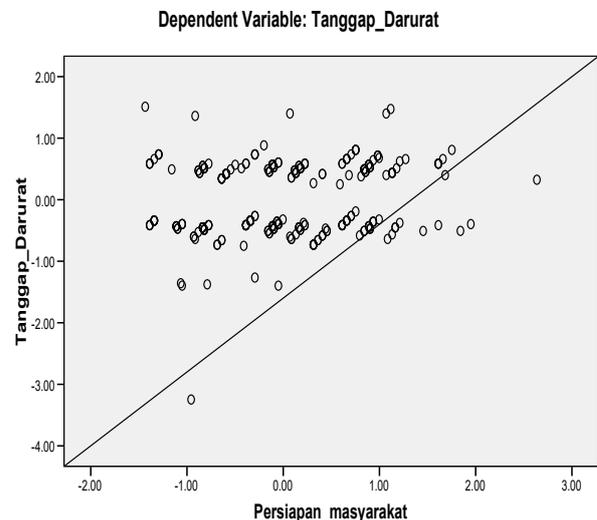
Berdasarkan hasil analisis regresi, dapat dituliskan rumus persamaan hasil analisis sebagai berikut :

$$Y = 2,492 + 0,126 X_1 + 0,069X_2 + 0,878X_3 + 0,838 X_4 + e$$

- Nilai proses tanggap darurat sebesar 2,492. Hasil tersebut berarti bahwa proses tanggap darurat masyarakat yang tinggal di sepanjang kawasan Sungai Tugurara terutama Kelurahan Tubo dan kelurahan Akehuda dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama sebelum dipengaruhi oleh persiapan masyarakat, sistem peringatan bencana, sistem informasi dan transportasi memiliki nilai proses tanggap darurat sebesar 2,492, nilai tersebut positif yang berarti bahwa pelaksanaan proses tanggap darurat sebelum ada pengaruh dari variabel yang mempengaruhi di atas telah berjalan dengan cukup baik.
- Jika persiapan masyarakat semakin baik dengan asumsi sistem peringatan bencana, sistem informasi dan transportasi tetap, maka proses tanggap darurat akan semakin baik
- Jika sistem peringatan bencana semakin baik dengan asumsi persiapan masyarakat, sistem informasi dan transportasi tetap, maka proses tanggap darurat akan semakin baik
- Jika sistem informasi semakin baik dengan asumsi persiapan masyarakat, sistem peringatan bencana dan transportasi tetap, maka proses tanggap darurat akan semakin baik
- Jika transportasi semakin memadai dengan asumsi persiapan masyarakat, sistem peringatan bencana dan sistem informasi tetap, maka proses tanggap darurat semakin baik.

Berdasarkan pada hasil analisis, kesiapan masyarakat dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama harus terus disosialisasikan oleh pemerintah atau petugas yang berwenang, hal ini mutlak dilakukan oleh petugas maupun stakeholder terbukti berpengaruh signifikan terhadap proses

tanggap darurat. Jika masyarakat senantiasa siap terhadap ancaman erupsi maka ketika ada ancaman erupsi proses tanggap darurat dapat terlaksana dengan baik sehingga tidak banyak menelan korban. Gambar 2 berikut ini merupakan kurva regresi pengaruh persiapan masyarakat terhadap tanggap darurat.



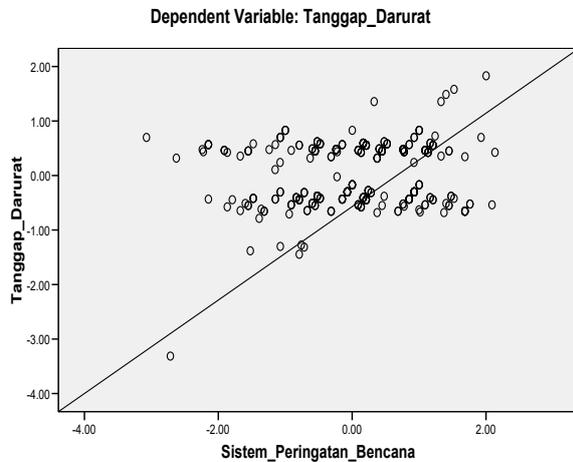
Gambar 2. Kurva Regresi Pengaruh Persiapan Masyarakat

Berdasarkan kurva regresi pengaruh persiapan masyarakat terhadap tanggap darurat menunjukkan hubungan yang linier diartikan bahwa hubungan antara persiapan masyarakat dengan proses tanggap darurat membentuk garis lurus. Hasil tersebut dapat diartikan bahwa jika persiapan masyarakat baik maka akan diikuti dengan proses tanggap darurat yang semakin baik.

Sistem peringatan bencana (X_2) terhadap proses tanggap darurat (Y). Nilai koefisien sistem peringatan bencana sebesar 0,069, hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem peringatan bencana mempunyai hubungan searah. Hal ini mengandung arti bahwa semakin baik sistem peringatan bencana maka proses tanggap darurat semakin baik, demikian juga sebaliknya jika sistem peringatan bencana tidak terlaksana dengan baik maka proses tanggap darurat juga tidak akan berjalan dengan baik.

Hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa sistem peringatan bencana terbukti berpengaruh signifikan terhadap proses tanggap darurat. Hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa dengan sistem peringatan bencana yang baik maka proses tanggap darurat ketika terjadi ancaman erupsi gunung

Gamalama akan dapat teratasi dengan baik, adapun kurva regresi pengaruh sistem peringatan dini terhadap tanggap darurat seperti pada Gambar 3.



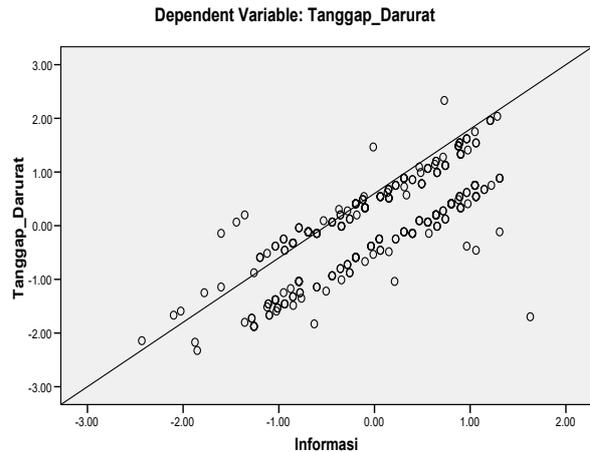
Gambar 3. Kurva Regresi Pengaruh Sistem Peringatan Bencana

Berdasarkan kurva regresi pengaruh sistem peringatan bencana terhadap tanggap darurat menunjukkan hubungan yang linier diartikan bahwa hubungan antara sistem peringatan bencana dengan proses tanggap darurat membentuk garis lurus, yang berarti jika sistem peringatan bencana baik maka akan diikuti dengan proses tanggap darurat yang semakin baik.

Informasi (X_2) terhadap proses tanggap darurat (Y) Nilai koefisien informasi sebesar 0,878, hasil tersebut menunjukkan bahwa informasi mempunyai hubungan searah. Hal ini mengandung arti bahwa semakin baik informasi yang diterima oleh masyarakat, baik dalam hal ini adalah tentang keakuratan informasi maka proses tanggap darurat semakin baik, demikian juga sebaliknya jika informasi yang diterima masyarakat kurang jelas maka proses tanggap darurat juga tidak akan berjalan dengan baik.

Informasi yang diterima masyarakat berupa dapat berupa pengetahuan masyarakat tentang lokasi evakuasi (titik berkumpul) ketika terjadi ancaman bencana erupsi Gunung Gamalama, masyarakat mengetahui tempat mengungsi saat bencana erupsi dan informasi terkait dengan sarana dan prasarana yang harus disiapkan pemerintah saat terjadinya bencana erupsi Gunung Gamalama. Gambar 4 Berikut ini merupakan

kurva regresi pengaruh informasi terhadap tanggap darurat.

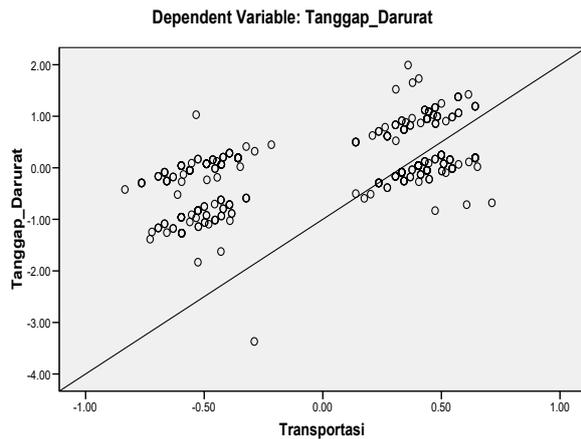


Gambar 4. Kurva Regresi Pengaruh Informasi

Berdasarkan kurva regresi pengaruh informasi terhadap tanggap darurat menunjukkan hubungan yang linier diartikan bahwa hubungan antara informasi dengan proses tanggap darurat membentuk garis lurus yang berarti jika informasi yang diterima masyarakat dapat diterima dengan baik maka akan diikuti dengan proses tanggap darurat yang semakin baik.

Transportasi (X_2) terhadap proses tanggap darurat (Y). Transportasi merupakan alat transportasi yang disediakan pemerintah saat evakuasi. Berdasarkan hasil analisis nilai koefisien regresi transportasi sebesar 0,838, hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel transportasi mempunyai hubungan searah. Hal ini mengandung arti bahwa jika transportasi yang disediakan pemerintah pada saat proses evakuasi tersedia dengan baik maka proses tanggap darurat semakin baik, demikian juga sebaliknya jika sistem transportasi tidak memadai maka proses tanggap darurat juga tidak akan berjalan dengan baik.

Hasil analisis deskriptif tentang sistem transportasi menunjukkan bahwa sistem transportasi yang disediakan pemerintah pada saat proses evakuasi cukup memadai, hal ini dapat dilihat dari jawaban responden yang menyatakan bahwa sebesar 54,8% ada alat transportasi untuk proses evakuasi masyarakat. Adapun kurva regresi pengaruh transportasi terhadap tanggap darurat seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Regresi Pengaruh Transportasi

Berdasarkan kurva regresi pengaruh transportasi terhadap tanggap darurat menunjukkan hubungan yang linier diartikan bahwa hubungan antara transportasi dengan proses tanggap darurat membentuk garis lurus. Hasil tersebut berarti bahwa jika sistem transportasi baik maka akan diikuti dengan proses tanggap darurat yang semakin baik.

Uji F digunakan untuk mengetahui apakah persiapan masyarakat, sistem peringatan bencana, informasi dan transportasi berpengaruh secara simultan terhadap tanggap darurat masyarakat yang tinggal di sepanjang kawasan Sungai Tugurara dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama. Dalam pengujian F statistik menunjukkan nilai F_{hitung} sebesar 225,472 dan signifikansi 0,000, hasil tersebut berarti bahwa persiapan masyarakat, sistem peringatan bencana, informasi dan transportasi berpengaruh secara simultan terhadap proses tanggap darurat masyarakat Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama.

Uji t digunakan untuk mengetahui apakah faktor persiapan masyarakat, peringatan dini, informasi dan transportasi berpengaruh secara parsial terhadap keberhasilan implementasi *Standart Operasional Prosedur* (SOP) tanggap darurat bencana erupsi Gunung Gamalama. Hasil analisis uji t adalah sebagai berikut :

1. Persiapan masyarakat berpengaruh signifikan terhadap proses tanggap darurat, hal ini dapat dilihat dari nilai t_{hitung} 3,018 dan signifikansi 0,003 <

0,05. Nilai koefisien regresi kualitas produk sebesar 0,126. Hasil tersebut dikarenakan persiapan masyarakat merupakan salah satu faktor yang penting dalam meningkatkan proses tanggap darurat masyarakat yang tinggal di sepanjang kawasan Sungai Tugurara dalam terutama Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama.

2. Sistem peringatan bencana berpengaruh signifikan terhadap proses tanggap darurat, hal ini dapat dilihat dari nilai t_{hitung} 2,079 dan signifikansi 0,038 < 0,05. Nilai koefisien regresi harga sebesar 0,069. Hasil tersebut dikarenakan sistem peringatan bencana yang baik menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses tanggap darurat, ketika sistem peringatan bencana dapat berfungsi dengan baik akan mempermudah proses tanggap darurat ancaman erupsi Gunung Gamalama.
3. Informasi berpengaruh signifikan terhadap proses tanggap darurat, hal ini dapat dilihat dari nilai t_{hitung} 21,823 dan signifikansi 0,00 < 0,05. Nilai koefisien regresi harga sebesar 0,878. Hasil tersebut dikarenakan sistem informasi yang akurat diterima oleh masyarakat menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses tanggap darurat, ketika sistem informasi yang diterima masyarakat akurat dan valid maka akan mempermudah proses tanggap darurat ancaman erupsi Gunung Gamalama.
4. Transportasi berpengaruh signifikan terhadap proses tanggap darurat, hal ini dapat dilihat dari nilai t_{hitung} 12,662 dan signifikansi 0,000 < 0,05. Nilai koefisien regresi harga sebesar 0,838. Hasil tersebut dikarenakan transportasi yang tersedia saat proses evakuasi masyarakat menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses tanggap darurat, ketika transportasi tersedia dengan cepat dan lancar maka akan mempermudah proses tanggap darurat ancaman erupsi Gunung Gamalama.

Berdasarkan hal tersebut, faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap tanggap

darurat bencana erupsi gunung Gamalama khususnya di Kelurahan Tubo dan Kelurahan Akehuda yaitu faktor informasi dan transportasi yang tersedia. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anwar, dkk.(2021) tentang kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir lahar dingin di kelurahan Tubo, Kota ternate, hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 61,67 % tidak siap dalam menghadapi bencana erupsi, hal tersebut dipengaruhi oleh kurangnya minat masyarakat dalam mengikuti simulasi bencana yang berdampak pada kurangnya pemahaman masyarakat tentang kesiapsiagaan menghadapi bencana erupsi. Menurut Nasarudin, dkk. (2019), persentase rumah tangga di kelurahan Tubo yang jarang mencari informasi terkait bencana yaitu 13,1 % dan sebanyak 36,2% kadang – kadang mencari informasi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Nurhalima dkk. (2017) tentang kesiapsiagaan bencana erupsi Gunung Baru Jari pada masyarakat Sembalun Lombok Timur, menyimpulkan bahwa factor yang paling berpengaruh terhadap tingkat kesiapsiagaan bencana erupsi gunung Baru Jari yaitu factor system informasi (57,41%) dan kendala paling dominan yang dihadapi masyarakat yaitu ketersediaan sarana transportasi (51,61%).

PENUTUP

Faktor persiapan, sistem peringatan bencana, informasi dan transportasi berpengaruh signifikan terhadap tanggap darurat masyarakat di Kelurahan Tubo dan Akehuda terutama yang tinggal berada di dekat sungai dalam menghadapi ancaman erupsi Gunung Gamalama, baik secara simultan maupun secara parsial. Faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap tanggap darurat bencana erupsi gunung Gamalama di Kelurahan Tubo dan Akehuda adalah faktor informasi dan transportasi yang tersedia.

REFERENSI

Anwar, N., Sofyan, A., & Jumaris. (2021). Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Banjir Lahar Dingin di Kelurahan Tubo Kecamatan ternate Utara Kota Ternate. *Pangea*, 3(1), 181-188.
<https://doi.org/10.33387/pangea.v3i1.4608>

Bacharudin, R., Martono, A., & Djuhara, A. (1996). *Disaster prone Zone Map of Gamalama Volcano, Ternate, Maluku, Scale, 1: 25,000*. Bandung. Volcanological Survey of Indonesia

Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (2012). *Laporan Penanggulangan Bencana Erupsi Gunung Gamalama Tahun 2011–2012*. Ternate. BPBD Ternate.

Hall, R. (2002). Cenozoic Geological and Plate Tectonic Evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer Based Reconstruction, Model and Animation. *Journal of Asian Earth Science*, 20(4), 353-431.

[https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(01\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(01)00069-4)

Hamilton, W. (1979). *Tectonic of Indonesia Region*. United States Geological Survey. In Paper 1078. Washington DC.

Hidayat, A., Marfai, M. A., & Hadmoko, D. S. (2020). Eruption hazard and challenges of volcanic crisis management on a small island: A case study on Ternate Island–Indonesia. *International Journal of Geomate*, 18(66), 171-178.
<https://doi.org/10.21660/2020.65.ICGE043>.

Katili, J.A. (1978). Past and Present Geotectonic Position of Sulawesi Indonesia. *Tectonophysics*, 45(4), 289-322.

[https://doi.org/10.1016/0040-1951\(78\)90166-X](https://doi.org/10.1016/0040-1951(78)90166-X)

McCaffery, R. & Silver, E.A. (1980). Crustal Structure of the Molucca Sea Collision Zone Indonesia. *American Geophysical Union*, 161-177.

Nasarudin, Kasnar, S., & Suwo, R. (2019). Analisis Kesiapsiagaan Rumah Tangga Kelurahan Tubo terhadap Banjir Lahar Dingin di Sungai Tugurara Ternate. *Jurnal Tunas Geografi*, 8(2), 123-130.

<https://doi.org/10.24114/tgeo.v8i2.14958>

Pratomo, I., Sulaeman, C., Kriswati, E., & Suparman, Y. (2011). Gunung Gamalama, Ternate, Maluku Utara: Dinamika Erupsi dan Potensi Ancaman Bahayanya. *Ekologi Ternate*, 1-13.

Setyanta, B. & Setiadi, I. (2011). Model Struktur Subduksi Kerak di Perairan Laut Maluku dan Vulkanisme Berdasarkan Analisis Gaya Berat dan

Kegempaan. *Geo-Dynamics*, 21(4),
213-223.

<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v21i4.148>

Sukandarrumidi. (2012). *Metodologi Penelitian: Petunjuk Praktis untuk Peneliti Pemula*. Yogyakarta. UGM Press.

Undang-undang No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.