

Kaji Cepat Dampak Bencana Gempa Bumi Cianjur Berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

Agung Adiputra^{1*}, Siti Dahlia¹, Alwin¹, Wira Al Hakim¹

¹Pendidikan Geografi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka, Jl. Tanah Merdeka
Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

*E-mail: agung_adiputra@uhamka.ac.id

Received: 24 01 2023 / Accepted: 29 01 2024 / Published online: 30 01 2024

ABSTRAK

Kaji cepat bencana berbasis data keruangan atau pemetaan saat kejadian bencana dapat membantu dalam penanganan bencana alam terutama ketika masa tanggap darurat bencana. Teknologi pemetaan berbasis UAV dilakukan pada saat gempa bumi yang terjadi di Cianjur pada 21 November 2022. Bencana yang disebabkan oleh aktivitas sesar lokal Cugenang belum pernah terpetakan sebelumnya, sehingga menimbulkan dampak kerusakan yang cukup parah dan korban jiwa hingga 602 orang. Tujuan kaji cepat bencana gempa bumi Cianjur berbasis UAV adalah untuk melakukan *assessment* yang mendukung penanganan darurat bencana. Metode dalam kaji cepat bencana gempa ini menggunakan pendekatan deskriptif dari hasil pemotretan udara dan survei terestris. Produk akhirnya adalah peta kerusakan fisik pada bangunan, infrastruktur, dan sumber daya alam yang dikombinasikan jumlah korban jiwa dan korban luka maupun penyintas yang bertahaaan di lokasi terdampak. Hasil pemotretan udara menunjukkan kerusakan utama terjadi di 9 desa yang terletak di dua kecamatan, yaitu Cugenang dan Pacet. Kerusakan berupa perumahan sebanyak rusak Ringan 27.940, rusak Sedang, Rusak Berat 17.097 dan Jumlah keseluruhan terdampak 59.574. Selain itu, gempa ini juga menewaskan setidaknya 635 orang, dengan mayoritas kematian terjadi di Kabupaten Cianjur, Cipanas, dan Pacet. Pemetaan cepat kerusakan saat tanggap darurat menjadi sangat efektif saat sepuluh hari pertama. Hambatan medan dapat diatasi meskipun seringkali terkendala perizinan terbang yang harus bergantian dengan wahana lain seperti helicopter yang menyalurkan bantuan kepada korban.

Kata Kunci: Gempa bumi, Cianjur, *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

ABSTRACT

Rapid assessment of disasters based on spatial data or mapping during disaster events can help in handling natural disasters, especially during disaster emergency response periods. UAV-based mapping technology was carried out during the earthquake that occurred in Cianjur on November 21, 2022. The disaster caused by the local fault activity of Cugenang has never been mapped before, causing severe damage and casualties of up to 602 people. The purpose of the UAV-based Cianjur earthquake disaster assessment is to conduct an assessment that supports disaster emergency management. The method in this rapid assessment of earthquake disasters uses a descriptive approach from the results of aerial photography and terrestrial survey. The end product is a map of physical damage to buildings, infrastructure, and natural resources combined with the number of fatalities and injured and survivors living in the affected locations. Aerial photography showed that the main damage occurred in 9 villages located in two sub-districts, namely Cugenang and Pacet. Damage in the form of housing as much as lightly damaged 27,940, moderately damaged, heavily damaged 17,097 and the total number of affected 59,574. In addition, this earthquake also killed at least 635 people, with the majority of deaths occurring in Cianjur, Cipanas, and Pacet regencies. Rapid mapping of damage during emergency

response becomes very effective during the first ten days. Terrain obstacles can be overcome although they are often constrained by flying permits that must alternate with other vehicles such as helicopters that distribute aid to victims.

Keywords: *Earthquake, Cianjur, Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

PENDAHULUAN

Penanggulangan bencana merupakan serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko terhadap timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, rehabilitasi, dan rekonstruksi (UU NO 24, 2007). Salah satu kegiatan penanganan saat tanggap darurat bencana adalah proses *assessment* berbasis pemetaan cepat (Adams & Friedland, 2011). Proses pemetaan cepat bencana saat kejadian bencana dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk penanganan bencana alam (Indriasari et al., 2015).

Penentuan jenis dan jumlah bantuan membutuhkan penilaian berbasis lokasi yang akurat untuk membantu korban bencana (GFDRR, 2010). Selain itu, pemetaan cepat dibutuhkan dalam perencanaan maupun implementasi program pemulihan dan rekonstruksi pasca bencana. Oleh karena itu, pemetaan cepat bencana menjadi dasar dalam mendukung proses *Damage and Loss Assessment* (DaLA) yang lebih rinci dan teliti. Untuk diperoleh informasi yang lebih akurat dan terperinci tentang kerusakan dan kerugian yang terjadi akibat bencana alam (Robinson & Phillips, 2014).

Hambatan dalam memperoleh informasi dasar pemetaan cepat bencana merupakan tantangan, akibat medan yang sulit ditempuh, keadaan yang tidak terkendali, dan situasi panik yang dihadapi korban di lokasi bencana. Seperti pada kejadian bencana gempa bumi. Kejadian gempa terjadi secara tiba-tiba dan memberi dampak yang biasanya cukup besar. (Rismawati, 2021). Dampak utamanya adalah kerusakan pada bangunan, infrastruktur, dan fasilitas umum seperti

jembatan, jalan, dan fasilitas sosial seperti rumah ibadah maupun tempat aktivitas ekonomi (Amirsardari et al., 2019). Selain itu, gempa bumi juga dapat merusak sumber daya alam seperti air tanah dan perkebunan. Hal ini berdampak pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat setempat yang sangat bergantung pada sumber daya alam tersebut (Sauda et al., 2019).

Gempa bumi yang terjadi di Cianjur pada 21 November 2022 disebabkan oleh aktivitas pada sesar lokal Cugenang. Sesar yang belum pernah terpetakan sebelumnya tersebut memicu gempa bumi dengan kekuatan 5,6 Mw pada kedalaman kurang dari 15 km (Supendi et al., 2022). Kemudian gempa bumi utama diikuti oleh gempa bumi susulan dengan magnitudo lebih rendah. Episentrum gempa seperti pada Gambar 1.

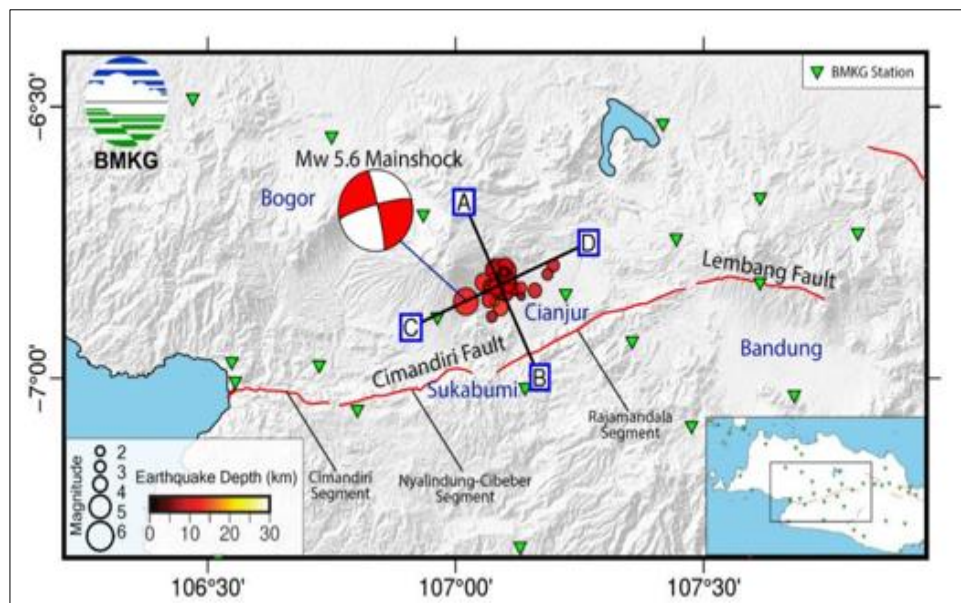
Berdasarkan hal tersebut, diperlukan kegiatan pemetaan cepat dampak bencana gempa bumi yang efektif dan efisien untuk penanggulangan dan penanganan korban bencana. Pemetaan cepat bencana merupakan bagian yang mendukung DaLA (*Damage and Loss Assessment*) yaitu proses penilaian yang dampak setelah terjadinya bencana alam, dengan tujuan untuk mengumpulkan data dan informasi kerusakan, korban terdampak, hingga kerugian. Penilaian tersebut membantu dalam penentuan jenis dan jumlah bantuan yang diperlukan untuk pemulihan pasca bencana (Mulyo Nugroho et al., 2022).

Kaji cepat bencana gempa bumi yang menghasilkan peta area terdampak kerusakan di sekitar episentrum gempa bumi dapat dilakukan dengan pemanfaatan

teknologi drone atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) (Chou et al., 2010). Teknologi UAV atau pesawat terbang merupakan wahana terbang yang dilengkapi sensor dan kamera untuk menghasilkan pemotretan udara yang akurat (Nugroho et al., 2015). Teknologi tersebut dapat mempercepat dan mempermudah proses pemetaan serta pemantauan dampak gempa bumi. Cakupan pemetaan berupa citra foto udara yang lebih luas dapat dilakukan, dalam menentukan tindakan penanganan bencana yang efisien (Kim & Park, 2015). Pada konteks penanggulangan bencana, teknologi ini memberikan kontribusi yang

signifikan dalam upaya penanganan darurat bencana gempa bumi dan pengambilan keputusan berdasarkan fakta (Hildmann & Kovacs, 2019).

Tujuan kaji cepat bencana gempa Cianjur berbasis UAV adalah untuk melakukan *assessment* yang mendukung penanganan darurat bencana, dilakukan kaji cepat bencana gempa Cianjur berbasis UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau drone. Untuk pemetaan daerah terdampak gempa dengan resolusi tinggi dan kecepatan tinggi, yang memberikan informasi geospasial akurat dan terkini.



Gambar 1. Sebaran lokasi gempa bumi Cianjur
Sumber : (BMKG dalam Supendi et al., 2022)

METODE PENELITIAN

Metode dalam kaji cepat bencana gempa ini menggunakan pendekatan deskriptif dari hasil pemotretan udara dan suvey terestris. Produk akhirnya adalah peta kerusakan fisik pada bangunan, infrastruktur, dan sumber daya alam yang dikombinasikan jumlah korban jiwa dan korban luka maupun penyintas yang bertahaan di lokasi terdampak.

Evaluasi kerusakan dan kerugian atau *Damage and Loss Assessment* (DALA) yang digunakan pada kaji cepat bencana dilakukan dalam beberapa tahap, antara lain:

1. Pemotretan udara Cepat berbasis UAV:

Pada tahap ini, dilakukan pemotretan udara area terdampak yang menghasilkan informasi kerusakan

fisik pada bangunan, infrastruktur, dan sumber daya alam. Perangkat yang digunakan adalah berbagai drone GPS seperti *DJI Phantom 4*, *DJI Matrice*, dan *Drone Fix Wing*.

2. Survey Terestris:

Pemetaan terestris secara cepat dilakukan dengan melakukan survei berbasis *geotaging* pada perangkat *smartphone*, serta penggunaan aplikasi sistem informasi geografis (SIG) untuk mengorganisir seluruh data hasil foto udara dan pemetaan terestrial. Pada tahap ini, tim mengumpulkan data terkait kerusakan fisik, ekonomi, dan sosial, serta untuk menentukan skala bencana.

3. Analisis Data: pada tahap ini, data dan informasi yang telah terkumpul dianalisis untuk menentukan tingkat kerusakan bangunan yang terjadi akibat guncangan gempa menggunakan skala pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Penilaian kerusakan pada bangunan dan infrastruktur

Persentase kerusakan	Penilaian
< 10 %	Tidak Rusak
11 % – 25 %	Rusak Ringan
26% - 60 %	Rusak Sedang
61% - 90%	Rusak Berat
> 91	Hancur total

Survey kaji cepat bencana dengan metode pemotretan udara berbasis drone dilakukan sejak 22 November 2022 atau satu hari setelah kejadian bencana. Proses pemotretan udara akan mencakup seluruh area terdampak disekitar pusat gempa pertama dan dilakukan hingga periode masa tanggap darurat di bulan pertama yaitu pada 22 Desember 2023. Pelaksanaan survey dan pemotretan udara ini adalah relawan pilot drone dari *Sky Volunteer* dan tim kaji cepat yang dikordinasi dari relawan mahasiswa oleh

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Pelaksana kaji cepat bencana pada Tabel 2.

Tabel 2. Instansi dan komunitas yang melaksanakan pemetaan cepat berbasis UAV

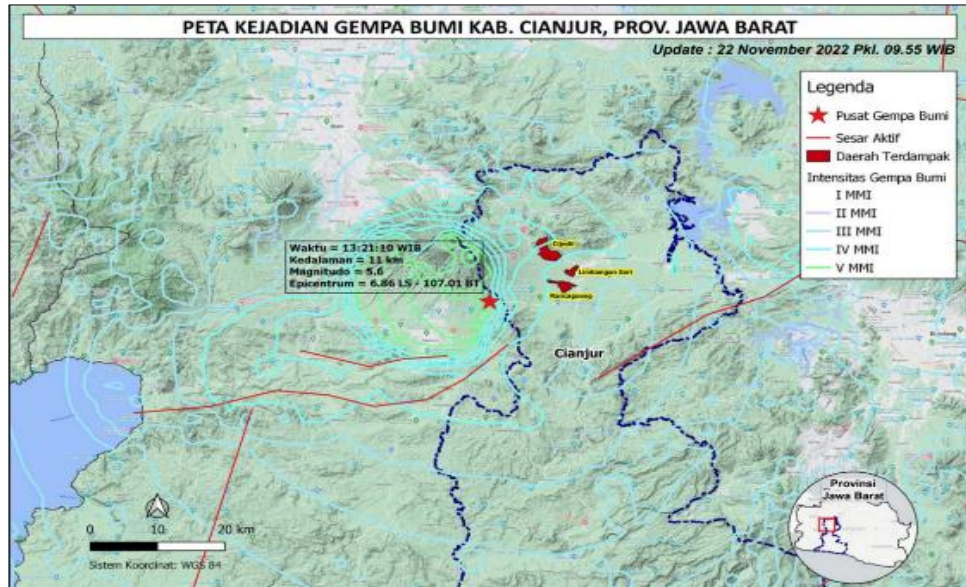
No.	Instansi / Komunitas
1	Tim Zeta (PT.TERRA Drone)
2	Tim UHAMKA
3	Tim Lambda (PT.SV)
4	Tim Kappa (Pramuka UI)
5	Tim Alpha (SV x Labru)
6	Tim Beta (APDI)
7	Tim Delta (PTSI)
8	Tim BNPB
9	Tim Epsilon (SV)
10	Tim Badan Geologi
11	Tim IA ITB
12	Tim Wakaf Salman ITB
13	Tim Kementerian ATR
14	Tim Omega (IDEFAR)
15	Tim PERB BNPB
16	Tim Topdam
17	Tim BMKG Bandung
18	Tim Brimob
19	Tim Topdam
20	Tima Gamma

Sumber : Sky Volunteers 2022

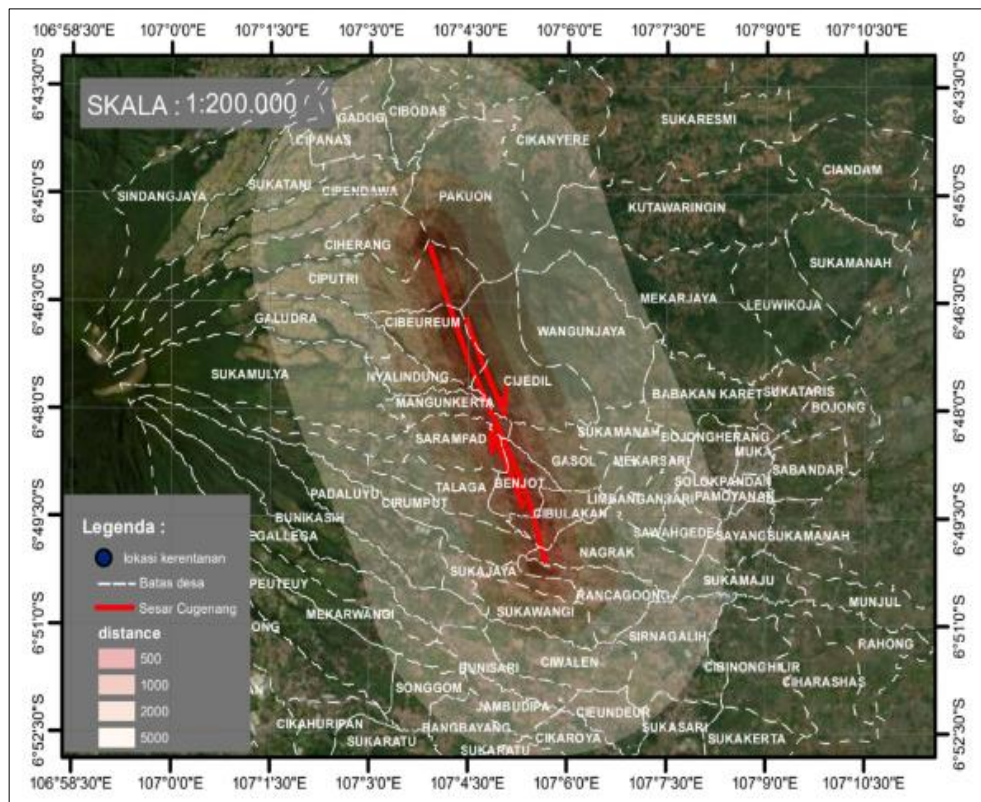
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Cianjur merupakan salah satu kabupaten yang terdapat di Provinsi Jawa Barat yang memiliki potensi tinggi terhadap gempa bumi. Gempa bumi skala 5.7 magnitudo tersebut juga dirasakan di kota besar sekitarnya seperti DKI Jakarta, Bandung, dan Bogor. Dampak guncangan gempa secara spasial pada Gambar 2, sebanyak 16 kecamatan terdampak guncangan gempa yang terkonsentrasi pada kecamatan Cugenang seperti pada Tabel 3.

Eksposur atau area terpapar bahaya gempa bumi di Kabupaten Cianjur awalnya terpetakan pada area disekitar patahan Cimandiri di bagian timur hingga selatan Kabupaten Cianjur (Kusmajaya & Wulandari, 2019). Namun, kejadian gempa sejak 21 November 2022 telah merubah peta bahaya gempa bumi secara keseluruhan. Area patahan baru yang terpetakan selanjutnya diberi nama sesar cugenang oleh bmkg seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Dampak Kejadian Gempa Bumi Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat



Gambar 3. Lokasi Sesar Cugenang Pemicu Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.
Sumber : BMKG, 2023

Patahan ini dapat diamati secara kenampakan dampak hasil pemotretan udara dengan metode orthomosaic dari pemotretan tegak seperti pada Gambar 4. Kondisi rekahan

tanah dan pergeseran permukaan yang dihasilkan banyak melalui Kecamatan Cugenang. Selain itu terdapat area dengan lereng curam di Desa Cijedil pada Jalan Raya

Puncak menuju Kota Cianjur yang mengalami longsor.

Tabel 3. Kecamatan terdampak gempa bumi Cianjur 2022

No	Kecamatan
1	Kecamatan Cianjur
2	Kecamatan Karang Tengah
3	Kecamatan Warung Kondang
4	Kecamatan Cilaku
5	Kecamatan Gekbrong
6	Kecamatan Cugenang
7	Kecamatan Cibeber
8	Kecamatan Sukaluyu
9	Kecamatan Sukaresmi
10	Kecamatan Pacet
11	Kecamatan Bojong Picung
12	Kecamatan Cikalong Kulon
13	Kecamatan Cimande
14	Kecamatan Cipanas
15	Kecamatan Haurwangi
16	Kecamatan Ciranjang

Sumber : BPBD Cianjur, 2023

Pencarian korban pada lokasi longsor juga menggunakan pencitraan foto udara berbasis UAV. Citra foto udara memiliki kelebihan pada data geospasial berupa titik kordinat yang akurat, karena

UAV terintegrasi perangkat GPS. Sehingga, relawan *safe and rescue* dapat mencari korban tanpa harus menembus medan yang sulit pada struktur tanah labil di lokasi longsor.

Citra foto udara Gambar 4 menunjukkan longsor terjadi di dua lokasi yang berdekatan sekitar Desa Cijedil. Longsor sebelah kiri Gambar 4 merupakan kejadian tanah longsor di Jalan Raya Puncak sekitar *Point Sate Sinta* yang terjadi pada 21 November 2022. Longsor pertama ini merupakan dampak dari *mainshock* yang mengakibatkan akses transportasi di menuju kota Cianjur terputus. Longsor sebelah kiri pada gambar merupakan longsor kedua pada jalan kabupaten. Kedua longsor tersebut menyebabkan akses bantuan dari kota Jakarta dan Bogor sempat terkendala hingga lima hari pasca gempa utama. Kedua kejadian longsor tersebut menyebabkan korban jiwa sebanyak 161 orang dari kecamatan cugenang dan pengguna jalan.



Gambar 4. Citra Foto Udara Orthomosaic Lonsor Desa Cijedil, Kecamatan Cugenang Kabupaten Cianjur Pada 22 November 2022

Sumber: BNPB 2023

Hasil Pemotretan Udara Pada Objek Terdampak.

Pemotretan udara menggunakan drone sangat membantu penilaian kerusakan saat kejadian bencana. Sebagai contoh pemukiman yang tidak dapat diakses karena berbagai hambatan seperti tertutup oleh puing bangunan atau akses jalan yang terputus. Gambar 5 merupakan hasil foto udara yang digunakan sebagai penilaian tingkat kerusakan pada bangunan.

Hasil kaji cepat yang menggunakan metode kaji cepat berbasis UAV pada tanggal 23 November 2022 digunakan untuk membuat *situation report* seperti Tabel 4. Laporan situasi lapangan berupa Laporan Situasi adalah dokumen operasional yang ringkas untuk mendukung koordinasi respons kemanusiaan saat situasi krisis. Laporan memberikan pembaruan tentang kebutuhan, respons, dan kesenjangan saat ini dalam keadaan darurat tertentu (Tillekaratne et al., 2023).

Tabel 4. *Situation Report* Bencana Gempa Bumi Cianjur 23 November 2022.

Kerugian Materil :

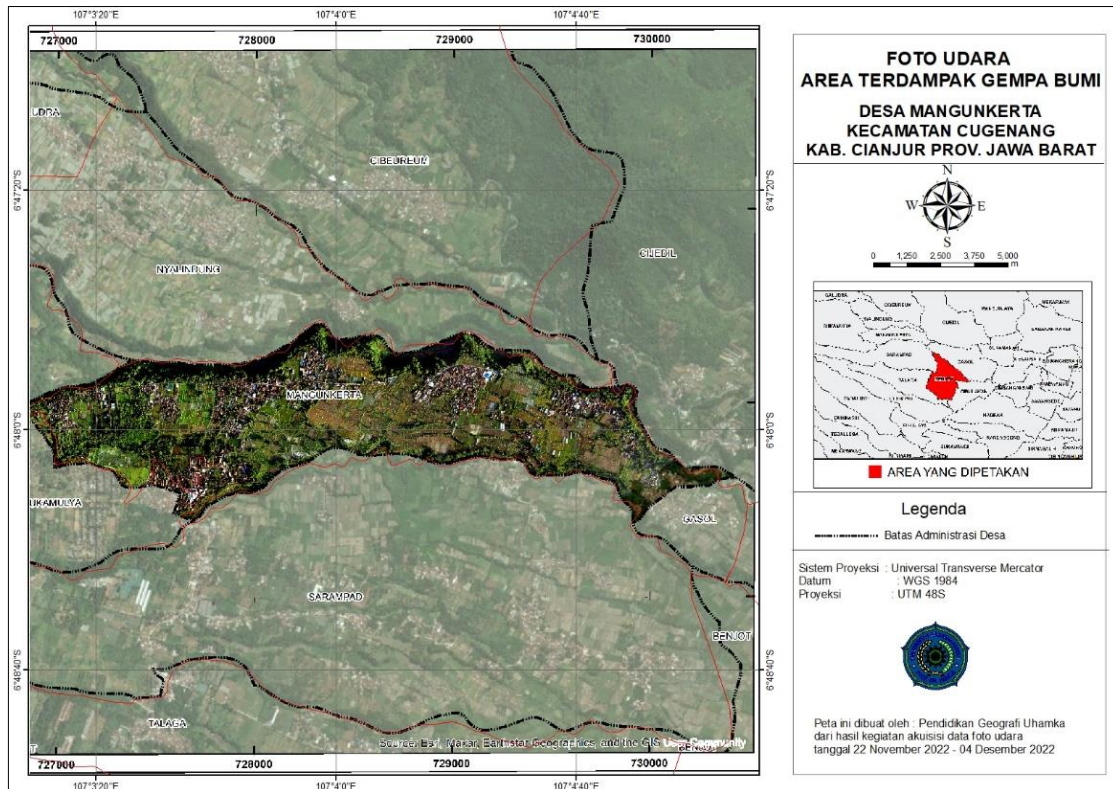
- 3.075 unit rumah RR
- 59 unit rumah RB
- 33 unit rumah RS
- 17 unit rumah rusak
- 641 unit rumah terdampak
- 5 unit fasilitas kesehatan rusak
- 7 unit gedung perkantoran rusak
- 13 unit fasilitas pendidikan rusak
- 5 unit fasilitas ibadah rusak
- 6 unit fasilitas pendidikan terdampak
- 10 unit fasilitas ibadah terdampak
- 1 unit ruko rusak
- 2 unit jembatan rusak
- 2 titik ruas jalan nasional dan jalan kabupaten tertimbun longsor

Sumber: MDMC Cianjur, 2022

Kegiatan pemotretan udara berbasis UAV dilakukan setiap hari hingga 22 Desember 2022. Selanjutnya dilakukan *mosaic* dari seluruh citra foto udara yang terkumpul dari berbagai instansi yang melakukan pemotretan udara. Keseluruhan foto udara pada area terdampak yang dikumpulkan menyajikan peta analisis desa terdampak seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Foto Udara Tegak Desa Sarampad, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur



Gambar 6. Contoh Peta Hasil Foto Udara Area Terdampak Gempa Bumi Di Desa Mangunkerta Kecamatan Cugenang Kabupaten Cianjur

Hasil Survey terestris dan pemetaan daerah terdampak

Dokumentasi kaji cepat dilakukan dengan melakukan survei berbasis Foto *geotaging* pada perangkat *smartphone*. Survei melibatkan tim relawan *assessment* lapangan yang dikordinasikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Pelaksanaan survei dengan mencakup 16 kecamatan terdampak dengan sebaran titik lokasi pada Gambar 7 objek bangunan terdampak.

Pada Gambar 7a menunjukkan kerusakan terparah pada bangunan rumah dan fasilitas sosial seperti tempat ibadah dan sekolah. Bangunan rumah warga yang tidak memiliki struktur baik mengalami keruntuhan total Gambar 7b. Data yang terkumpul dari kaji cepat bencana hingga 26 Februari 2023 menunjukkan kerusakan berupa perumahan sebanyak rusak Ringan 27.940, rusak Sedang, Rusak Berat 17.097 dan Jumlah keseluruhan terdampak 59.574 (Tabel 5).



(a)



(b)

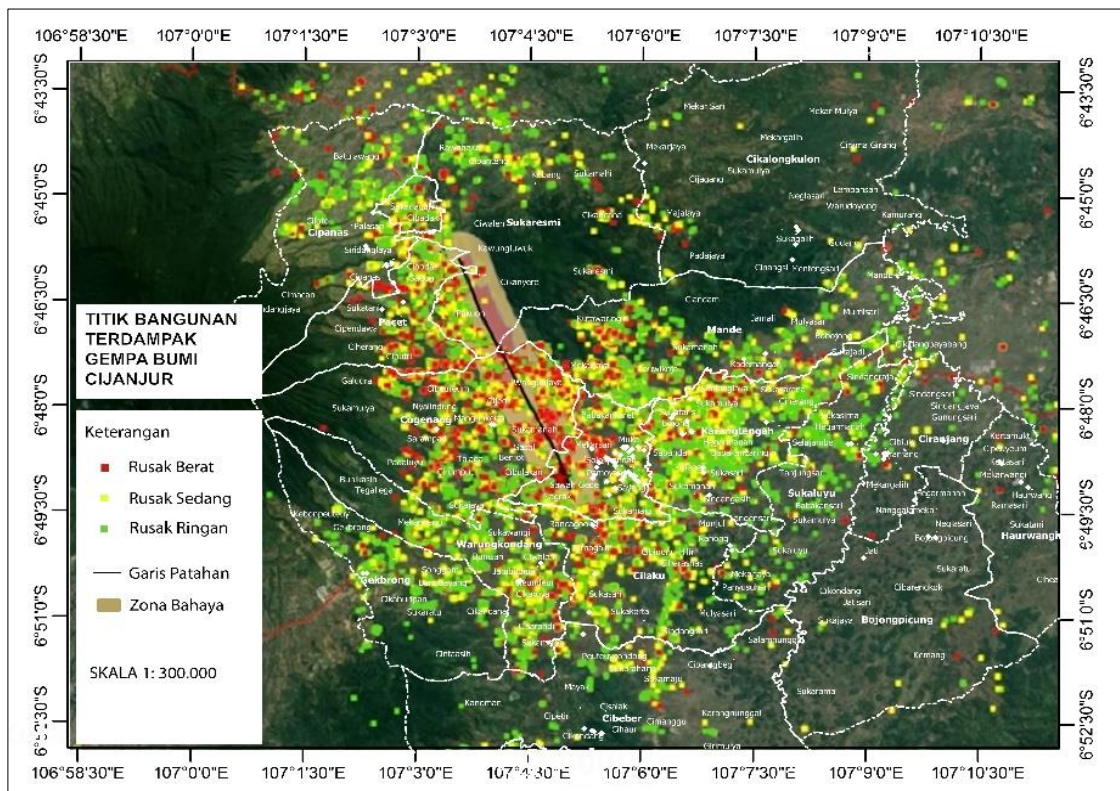
Gambar 7. Bangunan rumah terdampak (a), bangunan fasilitas Sosial masjid terdampak (b)

Tabel 5. Bangunan Rusak Daerah Terdampak Bencana Gempa bumi Cianjur Jawa Barat

Objek terdampak	Kerusakan			
	Ringan	Sedang	Berat	Total
Perumahan	27.940	17.097	14.537	59.574
Pendidikan	-	-	-	544
Tempat Ibadah	-	-	-	281
Fasilitas Kesehatan	-	-	-	18
Perkantoran	-	-	-	18

Sumber: BNPB, 2023

Wilayah terdampak paling parah terletak di dua kecamatan, yaitu Cugenang dan Pacet. Wilayah yang dilalui oleh sesar ini meliputi Desa Nyalindung, Sarampad, Benjot, Cibulakan, Mangunkerta, dan Cibeureum di Kecamatan Cugenang, serta Desa Ciherang dan Desa Ciputri di Kecamatan Pacet seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Titik Bangunan Terdampak Gempa Bumi Cianjur
Sumber : Survey Kaji Cepat Bencana Gempa Bumi Cianjur, 2023

Berdasarkan data kaji cepat mencatat korban jiwa dengan lebih akurat, dengan mayoritas kematian terjadi di Kecamatan Cugenang, Cipanas, dan Pacet. Sebanyak 114.683 orang juga terdampak menjadi pengungsi dan bertahan di tenda darurat. Data Korban Jiwa dan penduduk terdampak gempa bumi Cianjur seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Korban Jiwa Dan Penduduk Terdampak Gempa Bumi Cianjur

No	Korban Jiwa	Keterangan
1.	Meninggal Dunia	602 Orang
2.	Luka Berat	8 Orang
3.	Hilang	593 Orang
4.	Dirawat Di RS Cianjur	27 Orang
5.	Pengungsi	114.683 Orang

Sumber : BNPB, 2023

Hambatan Akuisisi Data Foto Udara

Pemotretan udara kawasan terdampak menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* terintegrasi GPS. Kendala yang dihadapi dalam proses akuisisi foto udara diantaranya, kondisi medan yang berbukit dan bertebing di sekitar daerah terdampak di Kabupaten Cianjur. Selain itu, terkendala perizinan terbang yang harus bergantian dengan wahana lain seperti helicopter yang menyalurkan bantuan kepada korban. Namun, kelebihan teknologi UAV multirotor yang dapat diterbangkan tanpa membutuhkan areal luas untuk lepas landas maupun landing menjadi solusi.

Kondisi cuaca saat survei foto udara juga menjadi kendala yang sulit diatasi. Area pegunungan sekitar daerah terdampak seperti kecamatan Pacet dan kecamatan Cugenang yang berkabut menyebabkan foto udara yang dihasilkan tertutup awan. Kendala tersebut sangat berdampak pada UAV tipe *Fix Wing* yang terbang dengan ketinggian hingga 1000 meter. Sehingga hasil pemotretan udara dari UAV tipe ini banyak tertutup awan.

KESIMPULAN

Gempa bumi di Kabupaten Cianjur merupakan yang terkuat dalam lebih dari 50 tahun terakhir. Episentrum gempa berada sekitar 10 kilometer barat daya Kota Cianjur. Pemerintah Indonesia telah memberikan respons terhadap gempa ini dengan mengirimkan bantuan dan tim relawan ke daerah yang terdampak. Kaji cepat bencana berbasis UAV menjadi bagian penting dalam perhitungan *damage and loss assessment* yang dibutuhkan dalam penanganan korban di daerah terdampak dengan kondisi yang luas.

Kejadian gempa di Kabupaten Cianjur mengingatkan kita akan kerentanan Indonesia terhadap bencana alam. Meskipun penanganan daerah terdampak telah didukung dengan bantuan teknologi UAV. Namun, tingkat

kerentanan harus tetap dikurangi dengan meningkatkan kapasitas dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana. Hal ini didasarkan Cianjur telah menjadi contoh betapa banyak bangunan yang masih sangat mudah hancur ketika terjadi gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, S. M., & Friedland, C. J. (2011). A Survey Of Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Usage For Imagery Collection In Disaster Research And Management. *International Workshop on Remote Sensing for Disaster Response*.
- Amirsardari, A., Sofi, M., Lumantarna, E., Imran, I., & Duffield, C. (2019). Impact of Earthquakes on the Transportation Infrastructure of Indonesia: A Preliminary Study. *Civil Engineering Dimension*, 21(1), 19–28. <https://doi.org/10.9744/ced.21.1.19-28>
- Chou, T.-Y., Yeh, M.-L., Chen, Y.-C., & Chen, Y.-H. (2010). DISASTER Monitoring And Management By The Unmanned Aerial Vehicle Technology. *ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS*.
- GFDRR. (2010). *Conducting Damage and Loss Assessments after Disasters iii* (Volume 2). The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Hildmann, H., & Kovacs, E. (2019). Review: Using unmanned aerial vehicles (uavs) as mobile sensing platforms (msps) for disaster response, civil security and public safety. *Drones*, 3(3), 1–26. <https://doi.org/10.3390/drones3030059>
- Indriasari, T. D., Anindito, K., & Julianto, E. (2015). Analisis dan Perancangan Sistem Pengumpulan Data Bencana

- Alam. *Jurnal Buana Informatika*, 6(1), 63–72.
- Kim, M.-G., & Park, J.-K. (2015). Assessment of Unmanned Aerial Vehicle for Management of Disaster Information. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 16(1), 697–702. <https://doi.org/10.5762/kais.2015.16.1.697>
- Kusmajaya, S., & Wulandari, R. (2019). Kajian Risiko Bencana Gempabumi Di Kabupaten Cianjur. *Jurnal Dialog Dan Penanggulangan Bencana*, 10(1). <http://dibi.bnpb.go.id/>
- Mulyo Nugroho, F., Kabupaten Bogor, A., & Jawa Barat Program Studi Manajemen Keamanan dan Keselamatan Publik, P. (2022). *Efektivitas Penggunaan Metode Damage And Loss Assessment (Dala) Dalam Meningkatkan Pelayanan Pemulihan Pasca Bencana Di Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat*.
- Nugroho, G., Taha, Z., Nugraha, T. S., & Hadsangeni, H. (2015). Development of a Fixed Wing Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Disaster Area Monitoring and Mapping. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 6(2), 83–88. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2015.v6.83-88>
- UU NO 24 TAHUN 2007, Pub. L. No. UU NO 24 TAHUN 2007 (2007).
- Rismawati, R. (2021). *Panduan Keselamatan Saat Gempa Bumi*. DIVA PRESS.
- Robinson, J., & Phillips, W. (2014). *Assessment of strategies for linking the Damage and Loss Assessment Methodology to the Post-Disaster Needs Assessment*. United Nations.
- Sauda, R. H., INugraha, A. L., & Hani'ah. (2019). Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir Rob di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 466–474.
- Supendi, P., Jatnika, J., Sianipar, D., & Ali, Y. H. (2022). *Analisis Gempabumi Cianjur (Jawa Barat) Mw 5 . 6 Tanggal 21 November 2022*. November, 13–16.
- Tillekaratne, H. I., Wickramagamage, P., Werellagama, I., Rathnayake, U., Siriwardana, C., Bandara, A., Madduma-Bandara, C. M., Bandara, T. W. M. T. W., & Abeynayaka, A. (2023). Situation report (SITREP) visualization for effective management of disaster incidents in Sri Lanka. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 7(3). <https://doi.org/10.24294/jipd.v7i3.2206>