

Upaya Mitigasi Meningkatkan Kapasitas Bangunan Terhadap Ancaman Bencana Tanah Longsor di Kalirejo, Kokap, Kulonprogo

Sely Novita Sari^{1✉}, Anggi Hermawan², Rizqi Prastowo³

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

³ Program Studi Pertambangan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 14-12-2022

Direvisi : 11-01-2023

Diterima : 17-01-2023

Kata Kunci:

Erosi, Bencana, Mitigasi, Bangunan, Kondisi

Keywords :

Landslide, Disaster, Mitigation, Building, Conditions

Corresponding Author :

Sely Novita Sari

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jalan Babarsari Caturtunggal Depok Sleman Yogyakarta 55281

Email: sely.novita@itny.ac.id

ABSTRAK

Mitigasi Pra-Bencana dilakukan untuk mengurangi korban jiwa maupun korban materil saat bencana tanah longsor datang. Penelitian tentang analisis potensi longsor pada daerah Kalirejo dengan berbagai metode sudah dilaksanakan, maka selanjutnya akan dilakukan penelitian tentang analisis tindakan ketidasesuaian bangunan berdasarkan formulir evaluasi bangunan sederhana tipikal tembokan. Tindakan evaluasi yang dibutuhkan untuk kegiatan perkuatan, restorasi atau relokasi bangunan pada daerah rawan longsor, sehingga pemerintah akan mendapatkan rekomendasi kegiatan perkuatan dan restorasi bangunan sesuai dengan formulir evaluasi. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan membagikan kuisioner gabungan untuk menganalisis tindakan peningkatan kapasitas bangunan. Obyek yang diteliti adalah 144 bangunan sederhana di Kalirejo yang diidentifikasi kerusakan bangunanannya dan dijadikan bahan pembuatan kuisioner. Kesimpulan yang didapat adalah 30,38% tindakan dibiarkan sesuai eksisting, 20,25% tindakan peningkatan kapasitas berupa melakukan perkuatan, dan 45,57% tindakan peningkatan kapasitas berupa melakukan perbaikan.

ABSTRACT

Pre-Disaster Mitigation is carried out to reduce casualties and material casualties when a landslide occurs. Research on the analysis of the potential for landslides in the Kalirejo area using various methods has been carried out, so further research will be carried out on the analysis of building non-compliance measures based on typical simple wall evaluation forms. Evaluation actions are needed for strengthening, restoration or relocation of buildings in landslide-prone areas, so that the government will receive recommendations for strengthening and building restoration activities in accordance with the evaluation form. The method used is a quantitative method by distributing joint questionnaires to analyze building capacity building measures. The objects were 144 simple buildings in Kalirejo whose building was identified and used as material for a questionnaire. The conclusions obtained were 30.38% of actions were left as they were, 20.25% of capacity building actions were strengthening, and 45.57% of improvement actions capacity for restoration.

PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, penanggulangan bencana meliputi tahapan tanggap darurat pra dan pasca bencana (BNPB, 2008). terdapat dua jenis kondisi pra bencana, yaitu pada saat tanggap darurat dan pascabencana. Situasi nonbencana mengacu pada situasi di mana suatu wilayah tertentu tidak menghadapi ancaman bencana yang nyata dalam jangka waktu tertentu berdasarkan analisis kerentanan bencana, dan situasi bencana adalah situasi yang memerlukan persiapan. Kegiatan penanggulangan bencana, peringatan dini dan pengurangan bencana. Sebagai bagian integral dari manajemen bencana, pemulihan dan rekonstruksi memerlukan penilaian yang komprehensif terhadap kerusakan dan kerugian serta kebutuhan di tingkat material dan kemanusiaan. Semua ini dicapai melalui penerapan prinsip-prinsip dasar membangun yang lebih baik dan pengurangan risiko bencana, serta diwujudkan melalui pengembangan rencana Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pra-bencana (Kurnia, 2017).

Tanah longsor adalah proses memindahkan tanah ke bawah dan menjauh dari sumber badan pembentuk lereng, yang mungkin batu, tanah, atau kombinasi keduanya, yang bergerak dengan jatuh, berguling (rotasi), bergeser (lotion), menyebar, atau mengalir (Trianda, 2018). Tanah longsor disebabkan oleh bahan yang lemah, pelapukan, diskontinuitas (kesalahan, hubungan material), dan perbedaan permeabilitas dan kekakuan material (Rahman, 2015). Upaya penanggulangan bencana tanah longsor selalu dilakukan bersamaan dengan pemetaan, investigasi, pemeriksaan, pemantauan, pengenalan, dan inspeksi bencana tanah longsor (Ulum, 2017).

Dengan mempertimbangkan kemungkinan longsor yang telah dianalisa, tahap prabencana dapat digunakan untuk menguji langkah-langkah mitigasi rencana pengelolaan pra bencana. Salah satu kendala dalam melaksanakan manajemen prabencana adalah pemilik bangunan tidak memahami perbedaan antara struktur dan rumus evaluasi bangunan sederhana (tipikal tembokan). Dalam penelitian ini, analisis evaluasi bangunan sederhana akan digunakan untuk menganalisis perbedaan bangunan, dan karena tanah longsor dapat terjadi, solusi untuk kegiatan renovasi dan restorasi akan dirumuskan pada fase pra-bencana. Tahap Pra-Bencana dapat dilakukan mitigasi Rencana Penanggulangan Pra-Bencana akibat potensi rawan longsor yang sudah dianalisis. Salah satu hambatan dalam mitigasi penanggulangan Pra-Bencana adalah belum adanya informasi Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan oleh masyarakat awam. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi kepada Pemerintah dan masyarakat sekitar tentang tindakan akan dilakukan sebagai mitigasi peningkatan kapasitas bangunannya.

Proses Penanggulangan Bencana

Untuk menjamin kelancaran semua tahapan penanggulangan bencana, telah disusun rencana khusus untuk setiap tahapan penanggulangan bencana.

- 1) Pada tahap prabencana, sebelum bencana terjadi, menyusun rencana penanggulangan bencana, yaitu rencana yang luas dan menyeluruh yang mencakup semua tahapan/bidang pekerjaan kebencanaan. Beberapa rencana disebut rencana mitigasi bencana, yang didedikasikan untuk pekerjaan pencegahan dan mitigasi bencana tertentu.
- 2) Dalam situasi pra bencana dimana potensi bencana harus disiapkan, disusun suatu rencana yang disebut rencana darurat untuk menghadapi situasi darurat sesuai dengan skenario (*emergency plan*) menghadapi bencana tertentu (*single disaster*).
- 3) Selama proses tanggap darurat dilaksanakan rencana operasional (Operational Plan) yaitu rencana keadaan darurat yang telah disusun sebelumnya atau pengoperasian/pengaktifan rencana keadaan darurat.
- 4) Fase pemulihan memerlukan rencana pemulihan, yang mencakup strategi pemulihan dan rekonstruksi yang akan dilaksanakan setelah bencana. Sementara itu, jika bencana belum terjadi, perlu dilakukan persiapan petunjuk atau pedoman mekanisme penanggulangan bencana (BNPB, 2008).

Peningkatan Kapasitas Bangunan

Salah satu penyebab setiap bencana di Indonesia menyebabkan kematian yang tinggi adalah kesadaran dan kapasitas masyarakat yang cukup terbatas, sehingga pada saat terjadi bencana khususnya tanah longsor akan menimbulkan korban jiwa dan kerugian materil yang besar. Salah satu cara untuk mengurangi korban jiwa dan material adalah dengan meningkatkan kapasitas bangunan. Diharapkan dengan peningkatan daya tampung bangunan, jumlah korban jiwa akibat longsor dapat berkurang. Kapasitas konstruksi dapat ditingkatkan dengan beberapa metode yaitu, restorasi dan relokasi (Triwiyono, 2014).

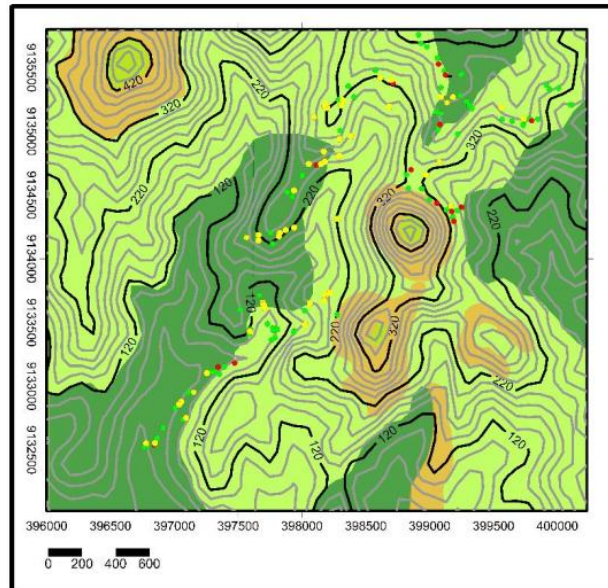
- 1) Perkuatan (*Strengthening*) adalah untuk membuat bangunan lebih kuat dari kekuatan aslinya.
- 2) Restorasi (*Restoration*) adalah untuk memperbaiki komponen Struktur penahan beban, kembalikan kekuatan asli.
- 3) Relokasi adalah rekonstruksi perumahan, properti, termasuk tanah Infrastruktur produktif dan publik dari lokasi atau lahan lainnya. Terdapat bagian bangunan yang terkena dampak perencanaan dan konstruksi relokasi (Ardiyanto, 2017).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan melakukan identifikasi mitigasi bangunan yang akan menghasilkan Tindakan perbaikan berupa perkuatan, restorasi dan relokasi. Obyek pada penelitian ini adalah bangunan sederhana (tipikal tembokan) yang berada pada daerah Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta. Populasi obyek penelitian sebanyak 144 bangunan sederhana (tipikal tembokan) yang berada pada 3 dusun yaitu Papak, Kalibuko 1 dan Kalibuko 2. Jumlah bangunan sederhana yang diamati sebanyak populasinya yaitu 144 bangunan sederhana. Bangunan yang diamati merupakan hasil dari penelitian sebelumnya dapat dilihat pada gambar 1 (Sari, 2019). Teknik pengampilan sampel adalah dengan menggunakan formulir evaluasi bangunan sederhana (tipikal tembokan), bangunan yang ada di lapangan disesuaikan dengan formulir kondisi kerusakan bangunannya. Dari hasil pengamatan di lapangan disusunlah kuisisioner tindakan yang dapat dilakukan dari kerusakan-kerusakan bangunan yang ada sebagai mitigasi peningkatan kapasitas bangunan.

Kuisisioner dibagikan kepada kontraktor, pengawas lapangan dan perencana yang telah memiliki pengalaman dibidang konstruksi sebanyak 15 kuisisioner. Kuesioner dibagi menjadi dua kategori yaitu kuesioner tertutup dan kuesioner terbuka. Kuisisioner tertutup diberikan untuk mengetahui pendapat responden jika bangunan tidak sesuai dengan standar, Tindakan apa yang dapat dilakukan oleh responden di lapangan nantinya. Kuisisioner terbuka dilakukan untuk memberikan masukan perbaikan yang harus dilakukan sesuai dengan pengalaman yang dimiliki oleh responden.

Jawaban kuisisioner akan dikumpulkan dan disimpulkan dengan menggunakan metode mean, Standar Deviasi untuk melihat peringkat tindakan yang akan dilakukan sebagai mitigasi peningkatan kapasitas bangunan. Hasil dari kuisisioner terbuka akan menjadi bahan pembahasan pada FGD (*Focuss Group Discussion*). Pada FGD akan mengundang seluruh responden (15 responden) yang mengisi kuisisioner untuk menyepakati tindakan akan dilakukan sebagai mitigasi peningkatan kapasitas bangunan. Hasil dari FGD berupa kesepakatan upaya mitigasi bangunan terhadap ancaman bencana tanah longsor, terdapat item bangunan dari formulir dan tindakan peningkatan kapasitas bangunan yang dapat dilakukan.



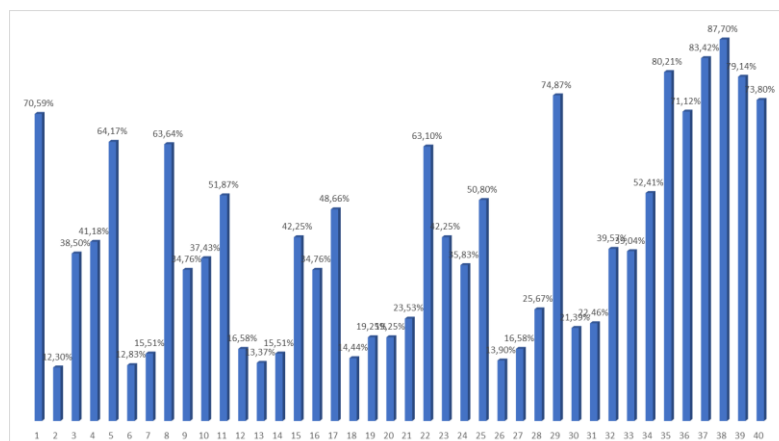
Gambar 1. Peta Potensi Kerusakan Bangunan Akibat Rekahan Tanah (Sari, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kondisi Bangunan Eksisting

Data sekunder yang ada akan dianalisis untuk menentukan persyaratan anggaran penguatan bangunan sebagai sarana mitigasi penanggulangan bencana tanah longsor pra bencana di wilayah Kalirejo, Kecamatan Kokap, dan Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1, beberapa bangunan yang tergolong kurang aman atau tidak aman memasuki zona rawan pergerakan tanah sedang dan zona rawan pergerakan tanah yang parah. Mitigasi yang diperlukan untuk daerah longsor atau pergerakan tanah adalah untuk memperkuat kondisi tanah. Harapannya adalah bahwa meningkatkan perkuatan bangunan akan membantu masyarakat dalam meningkatkan kemampuan mereka untuk mengurangi potensi risiko.

Dari data 144 bangunan yang dimiliki (Sari, 2019), maka dilakukan analisis dari pertanyaan-pertanyaan dan jawaban formulir evaluasi bangunan sederhana (tipikal tembokan) milik satyarno (2011). Terdapat 40 pertanyaan yang terdiri dari 11 kategori dengan jawaban yang dimiliki “ya”, “tidak” dan “kurang”. Untuk penelitian ini seluruh jawaban “tidak” dan “kurang” akan dianalisis bagaimana penanganan yang tepat berdasarkan masukan para pakar dan ahli yang berpengalaman dibidangnya. Dilihat dari hasil survei terakhir, 41,6% bangunan menjawab tidak memenuhi formulir evaluasi bangunan sederhana. Grafik persentase jawaban tidak terdapat pada lembar evaluasi bangunan sederhana (tipikal tembokan) dapat dilihat pada Gambar 2.



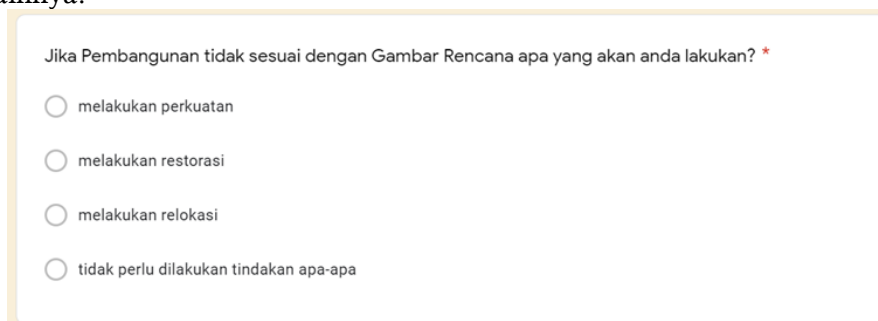
Gambar 2. Grafik Persentase Ketidaksesuaian Bangunan Sesuai Formulir

Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa Sebagian besar bangunan yang disurvei tidak memenuhi standar yang seharusnya menjadi bangunan sederhana yang baik karena dibangun jauh sebelum standar minimum yang harus dimiliki oleh sebuah bangunan sederhana yang kuat. Setelah itu, dilakukan analisis untuk menentukan apakah struktur tersebut harus diperkuat, diperbaiki, atau direlokasi. Ini akan menganalisa anggaran yang dibutuhkan untuk melakukan renovasi dan restorasi agar pemilik bisa memahami perbaikan yang harus dilakukan.

Penyebaran Kuesioner

Setelah mendapatkan data di lapangan, peneliti menyebarkan kuesioner dengan menanyakan kepada pihak-pihak yang memiliki pengalaman di bidang konstruksi khususnya bidang konstruksi. Menurut formulir evaluasi bangunan sederhana, 40 pertanyaan diajukan, apa yang harus dilakukan responden jika bangunan tersebut telah melalui kategori kurang. Kuesioner disebar secara online dalam bentuk *Google Form*. Sebanyak 15 responden memiliki pengalaman manajemen konstruksi lebih dari 6 tahun. Contoh pertanyaan yang disebar dapat dilihat pada gambar 3.

Kuesioner yang dikeluarkan adalah kuesioner terbuka, yaitu pihak yang diwawancarai dapat mengemukakan pendapat Tindakan yang dapat dilakukan jika memiliki kasus bangunan sesuai dengan pertanyaannya. Terdapat tiga tindakan yang dapat dilakukan yaitu melakukan perkuatan (*strengthening*) untuk membuat bangunan menjadi lebih kuat dari kekuatan semula, melakukan restorasi untuk melakukan perbaikan pada komponen-komponen struktur penahan beban dan mengembalikan kekuatan semula serta relokasi yaitu membangun kembali di lokasi atau lahan lainnya.



Jika Pembangunan tidak sesuai dengan Gambar Rencana apa yang akan anda lakukan? *

☐ melakukan perkuatan

☐ melakukan restorasi

☐ melakukan relokasi

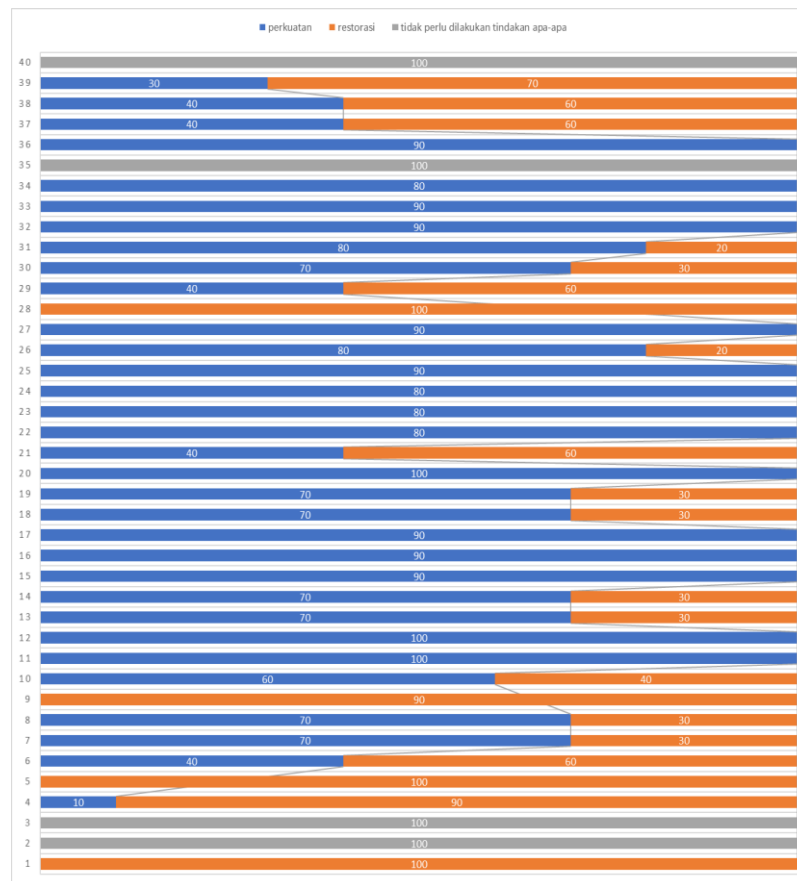
☐ tidak perlu dilakukan tindakan apa-apa

Gambar 3. Contoh Pertanyaan Pada Kuisisioner

Responden dapat memilih tanggapan yang dianggap tepat berdasarkan pengalamannya, dan kemudian responden akan menjawab bagaimana tindakan pada kasus bangunan tersebut. Terdapat empat puluh pertanyaan yang disajikan, dan dari sepuluh responden, Rincian jawaban dapat dilihat pada gambar 4, grafik Persentase ketidaksesuaian bangunan sesuai formulir evaluasi bangunan sederhana (tipikal tembokan).

Kondisi Bangunan dan Upaya Mitigasi

Kuisisioner yang disebar terbagi menjadi dua macam bentuk pertanyaan, yaitu pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka. Dari pertanyaan tertutup responden akan digiring ke pertanyaan terbuka untuk menjawab sesuai dengan pertanyaan tertutup sebelumnya, contohnya untuk pertanyaan “Jika Bangunan memiliki ukuran tulangan tulangan begel $< \phi 8-150$ tindakan apa yang akan anda lakukan?” responden akan memiliki pilihan jawaban melakukan perkuatan, melakukan restorasi, melakukan relokasi dan tidak perlu dilakukan tindakan apa-apa. Saat responden menjawab melakukan perkuatan, maka responden akan digiring ke pertanyaan “Bagaimana tindakan yang akan anda lakukan untuk melakukan perkuatan jika Bangunan memiliki ukuran tulangan tulangan begel $< \phi 8-150$ ” sehingga responden dapat menjawab secara terbuka apa yang akan dilakukan pada kegiatan perkuatannya



Gambar 4. Rekapitulasi Jawaban Responden

Dari hasil yang sudah didapatkan maka dilakukan analisis jawaban terbuka dari responden, didapatkan rangkuman jawaban yang mewakili keseluruhan hasil penelitian. Hasil jawaban kuisioner dapat dilihat pada tabel 1. Hasil kuesioner kemudian digunakan untuk melakukan FGD (*Focus Group Discussion*) untuk menyamakan dan memutuskan solusi perkuatan dan restorasi yang dibuat sesuai dengan hasil diskusi bersama. FGD dilakukan secara online dengan kontraktor dan pengawas bangunan dengan pengalaman minimal enam tahun. FGD dimulai dengan diskusi tentang hasil kuesioner dan persetujuan lanjutan dari peserta FGD.

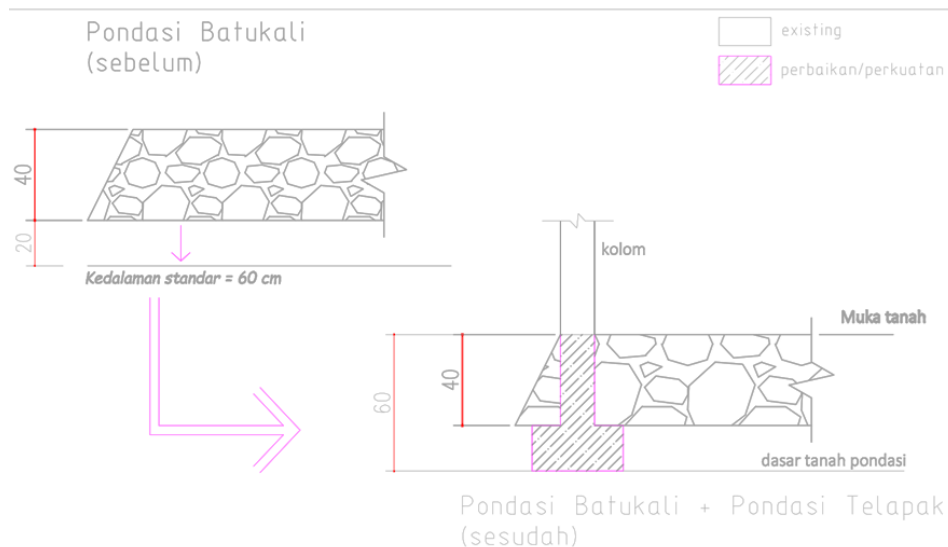
FGD diikuti oleh lima belas peserta, termasuk delapan kontraktor dan tujuh pengawas, pada Sabtu, 3 Juli 2021. FGD dimulai dengan menampilkan data dari penelitian sebelumnya, menunjukkan keberadaan bangunan dan distribusi hasil kuesioner. Selain itu, kesimpulan yang dicapai juga ditampilkan pada saat FGD. Menurut kesepakatan di FGD, disepakati bahwa kegiatan perkuatan dan restorasi yang ada harus ditambahkan ke analisis dengan memasukkan gambar perkuatan dan restorasi sehingga dapat digunakan oleh orang awam yang belum paham tentang konstruksi. Hasil FGD dan kegiatan FGD ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 5.

Dari hasil FGD disepakati untuk membuat gambar ilustrasi untuk perkuatan dan restorasi yang telah dibahas saat FGD. Contoh Gambar ilustrasi perkuatan dan restorasi yang dibuat tersebut dapat dilihat pada gambar 6 dan Gambar 7.

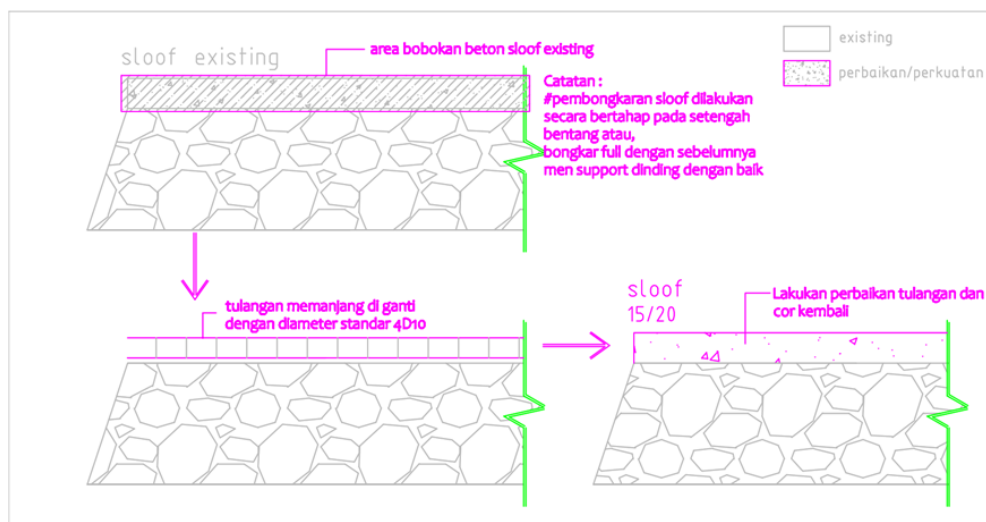
Analisis kondisi bangunan dan upaya mitigasinya terhadap ancaman bencana tanah longsor di Kalirejo, Kokap, Kulonprogo dilakukan dengan menghitung jawaban dari kuisioner yang telah dibagikan dan didapatkan hasil 27 jawaban dari 79 tindakan yaitu 30,38% tindakan dibiarkan sesuai eksisting, 16 jawaban dari 79 tindakan yaitu 20,25% tindakan peningkatan kapasitas berupa melakukan perkuatan, dan sisanya 45,57% tindakan peningkatan kapasitas berupa melakukan perbaikan.

NO	MODUL	PERKUATAN	PERBAIKAN
A	Gambar Rencana	1. Biarkan sesuai existing	Gambar manual sesuai dengan ukuran real existing
B	Denah	2. Biarkan sesuai existing	Biarkan sesuai existing
C	Pondasi	3. Tidak ada perbaikan yang direkomendasikan, karena bisa memperlemah struktur bangunannya	Membongkar & menggali pada setiap titik kolom pondasi tapak baru, dengan dimensi 40x40 cm sedalam 60 cm
		4. Biarkan sesuai existing	Membongkar & menggali pada setiap titik kolom pondasi tapak baru, dengan dimensi 40x40
		5. Pada setiap titik tulangan kolom dibor sedalam 40D kemudian disambung dan di masukkan tulangan sedalam 40D atau lebih, tutup lobang bor dengan adukan beton/grouting	Gali dan buat bobokan sesuai ukuran kolom pada pondasi, sambung tulangan lama dengan tulangan baru sepanjang 40D kemudian di angkur masuk kedalam pondasi sedalam 40 D, kemudian cor ulang dengan mutu beton yang baik
		6. Lakukan sesuai no 4 perbaikan	Gali dan bongkar secara bertahap (per 1,5 meter) pondasi lama, kemudian buat pondasi baru sesuai standar, begitu seterusnya sampai selesai
		7. Lakukan sesuai no 4 perbaikan	Biarkan sesuai existing
		8. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat sloof baru sesuai standar dimensi
		9. Buat Sloof baru diatas sloof existing dengan tulangan utama 4D10 & begel D8-150	Bongkar dan buat sloof baru sesuai standar pembesian
		10. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat sloof baru sesuai standar pembesian begel
D	Sloof	11. Biarkan sesuai existing	Bor sloof sampai pondasi sedalam 40 cm pada setiap 1 meter bentang, isi lobang bor dengan semen grouting kemudian masukkan
		12. Biarkan sesuai existing	Kupas pada bagian kropos (ronggong) pada sloof sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen grout non shrink
		13. Kupas bagian kropos dan tutup dengan semen portland	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		14. Tidak ada rekomendasi perbaikan / biarkan sesuai existing bangunan	Bongkar dan buat kolom baru sesuai standar pembesian
		15. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		16. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat kolom baru sesuai standar pembesian

Gambar 5. FGD Analisis Tindakan Ketidaksesuaian Bangunan



Gambar 5. Ilustrasi Restorasi Kedalaman Pondasi Kurang dari 60cm



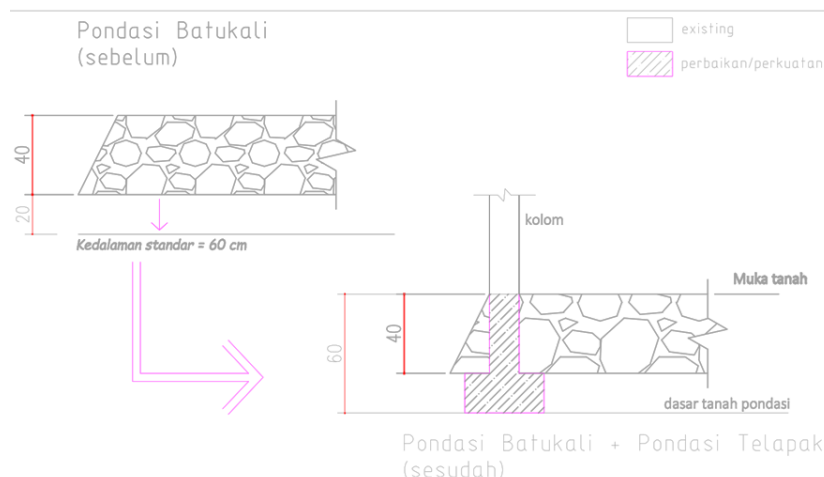
Gambar 6. Ilustrasi Restorasi Kedalaman Pondasi Kurang dari 60cm

Tabel 1. Upaya Mitigasi Bangunan Terhadap Ancaman Bencana Tanah Longsor

NO	MODUL	PERKUATAN	PERBAIKAN
C	Pondasi	4. Tidak ada perkuatan yang direkomendasikan, karena bisa memperlemah struktur bangunannya	Membongkar dan menggali pada setiap titik kolom pondasi tapak baru, dengan dimensi 40x40 cm sedalam 60 cm
		5. Biarkan sesuai existing	Membongkar dan menggali pada setiap titik kolom pondasi tapak baru, dengan dimensi 40x40
		6. Pada setiap titik tulangan kolom dibor sedalam 40D kemudian disambung dan di masukan tulangan sedalam 40D atau lebih, tutup lobang bor dengan adukan beton/grouting	Gali dan buat bobokan sesuai ukuran kolom pada pondasi, sambung tulangan lama dengan tulangan baru sepanjang 40D kemudian di angkur masuk kedalam pondasi sedalam 40 D, kemudian cor ulang dengan mutu beton yang baik
		7. Membongkar dan menggali pada setiap titik kolom pondasi tapak baru, dengan dimensi 40x40 cm sedalam 60 cm	Gali dan bongkar secara bertahap (per 1,5 meter) pondasi lama, kemudian buat pondasi baru sesuai standar, begitu seterusnya sampai selesai
		8. Membongkar dan menggali pada setiap titik kolom pondasi tapak baru, dengan dimensi 40x40 cm sedalam 60 cm	Biarkan sesuai existing
D	Sloof	9. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat sloof baru sesuai standar dimensi
		10. Buat Sloof baru diatas sloof existing dengan tulangan utama 4D10 dan begel D8-150	Bongkar dan buat sloof baru sesuai standar pembesian
		11. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat sloof baru sesuai standar pembesian begel
		12. Biarkan sesuai existing	Bor sloof sampai pondasi sedalam 40 cm pada setiap 1 meter bentang, isi lobang bor dengan semen grouting kemudian masukan besi/ angkur
		13. Kupas bagian kropos dan tutup dengan semen portland	Kupas pada bagian keropos (rongga) pada sloof sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen grout non shrink
		14. Tidak ada rekomendasi perkuatan / biarkan sesuai existing bangunan	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
E	Kolom	15. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		16. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat kolom baru sesuai standar pembesian memanjang 4D10
		17. Biarkan sesuai existing	Bongkar dan buat kolom baru sesuai standar pembesian begel D8-150
		18. Kupas pada bagian keropos (rongga) pada kolom sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen portland	Kupas pada bagian keropos (rongga) pada kolom sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen grout non shrink
		19. Tidak ada rekomendasi perkuatan / biarkan sesuai existing bangunan	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
F	Dinding	20. Tambahkan kolom praktis pada tengah bentang	Tambahkan kolom praktis pada tengah bentang
		21. Buat angkur baru hanya pada tengah kolom saja	Lakukan pengeboran kolom pada sisi dinding sedalam setengah lebar kolom per jarak 6 lapis bata, tutup lobang dengan semen grout kemudian masukan besi
		22. Biarkan sesuai existing	Kupas plesteran dan buat spesi sesuai standar untuk sisi luar saja

Tabel 2. Upaya Mitigasi Bangunan Terhadap Ancaman Bencana Tanah Longsor (Lanjutan)

NO	MODUL	PERKUATAN	PERBAIKAN
G	Ring Balk	23. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		24. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		25. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		26. Kupas pada bagian keropos (rongga) sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen portland	Kupas pada bagian keropos (rongga) sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen grout non shrink
		27. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
H	Detail Penulangan balok dan kolom	28. Tambahkan kait siku dengan panjang sambungan 1,3 x 40D disetiap jumlah tulangan memanjang	Tambahkan kait siku dengan panjang sambungan 1,3 x 40D disetiap jumlah tulangan memanjang
I	Sambungan	29. Lakukan perbaikan dengan metode sleeve mechanical joint (jika memungkinkan)	Bongkar dan ganti sambungan tulangan sesuai standar 40D
J	Gunung-Gunung	30. Menggunakan plat siku rak pada bawah sisi gording	Bor sampai menembus beton gunung, kemudian masukan angkur/baut, kencangkan mur dan baut pengunci
		31. Kupas pada bagian keropos (rongga) sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen portland	Kupas pada bagian keropos (rongga) sampai terbuka, basahi dan tutup dengan semen grout non shrink
		32. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		33. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
		34. Biarkan sesuai existing	Lakukan pembongkaran dan pengecoran ulang
K	Kuda -Kuda	35. Biarkan sesuai existing	Biarkan sesuai existing
		36. Biarkan sesuai existing	Lakukan pergantian kuda2 sesuai ukuran kayu standar 6x12 cm
		37. Tambahkan plat begel hanya di tengah saja (begel T)	Tambahkan plat begel pada 3 - 5 titik (tengah dan sisi kanan kiri)
		38. Tambahkan balok uk 4x6 cm dipasang menyilang antar kuda kuda (membentuk huruf x) sebagai ikatan angin	Tambahkan balok kayu uk 5x10 cm dipasang menyilang antar kuda kuda (membentuk huruf x) sebagai ikatan angin
		39. Tambahkan plat siku antara kuda kuda dan ringbalk sebagai perkuatan	Bor dan pasang dinabolt atau baut masuk kedalam ringbalk, gunakan lem fisher atau chemical angkur sebagai pengikat
		40. Biarkan sesuai existing	Biarkan sesuai existing

**Gambar 7. Ilustrasi Perkuatan Sloof Tulangan Memanjang Tidak Sesuai Manual Perancangan (min 4010)**

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data dan diskusi, kesimpulan Analisis Kondisi Bangunan dan Upaya Mitigasinya Terhadap Ancaman Bencana Tanah Longsor di Kalirejo, Kokap, Kulonprogo adalah Peningkatan Kapasitas Bangunan dibagi mejadi tiga yaitu melakukan perkuatan, perbaikan dan relokasi, pada penelitian ini mendapatkan tindakan peningkatan kapasitas bangunan dari segi perkuatan dan perbaikan. Tidak ada rekomendasi bangunan yang melakukan relokasi. Contoh tindakan peningkatan kapasitas bangunan dari segi perkuatan adalah menggunakan plat siku rak pada bawah sisi gording untuk perkuatan pada gording (gunung-gunung) dan contoh tindakan peningkatan kapasitas bangunan dari segi perbaikan yaitu Bor sampai menembus beton gunung, kemudian masukan angkur/baut, kencangkan mur dan baut pengunci untuk perbaikan pada gording (gunung-gunung). Terdapat 30,38% tindakan dibiarkan sesuai eksisting, 20,25% tindakan peningkatan kapasitas berupa melakukan perkuatan, dan 45,57% tindakan peningkatan kapasitas berupa melakukan perbaikan.

Saran

Tujuan awal penelitian Kajian Ekonomi dan Mitigasi Penanggulangan Pra-Bencana di Wilayah Rawan Longsor Daerah Kalirejo untuk mengetahui anggaran biaya yang harus dikeluarkan pemilik rumah atau pemerintah untuk menjadikan bangunannya yang belum sesuai dengan ketentuan untuk dilakukan perkuatan dan restorasi sesuai ketentuan formulir evaluasi bangunan sederhana (tipikal tembokan). Pada penelitian ini belum sampai menghitung kebutuhan anggaran desa Kalirejo tetapi hanya Analisa Harga Satuan (AHS) tiap item kegiatannya. Tindak lanjut penelitian ini ingin menyelesaikan tujuan awal untuk menghitung anggaran desa memperkuat dan restorasi 3 dusun yang disurvei. Sehingga desa memiliki pengetahuan untuk merancang anggaran biaya perkuatan dan restorasi bangunan sederhana di Desa Kalirejo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan Penelitian Pendidikan Tinggi (Kemendikbud Ristek) atas Hibah Penelitian Direktorat Sumber Daya (DSD), berdasarkan surat keputusan Nomor: 1867/E4/AK.04/2021 tanggal 7 Juni 2021. 2021 dan Perjanjian/Nomor Kontrak 066/E4.1/AK.04.PT/2021 tanggal 12 Juli 2021, 3278.15/LL5/PG/2021 tanggal 22 Juli 2021 dan 09/ITNY/LPPMI/Rev./Pen.DSD/PDP/VIII/2 021 tanggal 26 Juli 2021.

REFERENSI

- Ardiyanto. (2017). *Relokasi Masyarakat Rawan Bencana Studi Tahap Relokasi di Dusun Blado, Giritiro, Purwosari, Gunung Kidul*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- BNPB. (2008). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana*. Jakarta.
- Kurnia, M. L. (2017). Pelaksanaan Kebijakan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Perumahan Pasca Gempa 30 September 2009 di Sumatera Barat. *Pagaruyuang Law Journal*, 1(1), 76–91. <http://joernal.umsb.ac.id/index.php/pagaruyuang/index>.
- Prastowo, R., Trianda, O., & Novitasari, S. (2018). Identifikasi Kerentanan Gerakan Tanah Berdasarkan Data Geologi Daerah Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. *Kurvatek*, 3(2), 31-40.
- Rahman, A. Z. (2015). Kajian mitigasi bencana tanah longsor di Kabupaten Banjarnegara. *Gema Publica: Jurnal Manajemen dan Kebijakan Publik*, 1(1), 1-14..

- Sari, S. N. and Prastowo, R. (2019) "Peta Potensi Kerusakan Bangunan Akibat Kerentanan Gerakan Tanah di Daerah Kalirejo Kulon Progo Yogyakarta", *ReTII*, p. 435~441. Available at: [//journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1472](http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1472) (Accessed: 9 September 2021).
- Sari SN, Prastowo R, Junaidi R, Machmud A. (2020). Rapid Visual Screening of Building for Potential Ground Movement in Kalirejo, Kulonprogo, Yogyakarta. *J Ilm Pendidik Fis AlBiruni*.;9(1):51–9.
- Satyarno, I., (2011). Vulnerability of Indonesian Community Houses to Earthquake Disaster. *Proceedings of the 9th International Symposium on Mitigation of Geo-disasters in Asia 19-20 December 2011*: Yogyakarta
- Trianda O, Prastowo R, Novitasari S. (2018). Identifikasi Ketebalan Lapisan Lapuk di Daerah Kalirejo, Kulonprogo Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor dalam Upaya Mitigasi Tanah Longsor. *Pros Nas Rekayasa Teknol Ind dan Inf XIII;2018* (November):246–53.
- Triwiyono, A. (2004). *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton*. Topik Bahan Ajar, UGM, Yogyakarta.
- Ulum, M. R., Banowati, E., & Suharini, E. (2017). Partisipasi Masyarakat Kelurahan Tinjomoyo Kecamatan Banyumanik Terhadap Upaya Penanggulangan Bencana Tanah Longsor. *Edu Geography*, 5(2), 69-75.