

INFRASTRUKTUR HIJAU DAN EKONOMIS BERBASIS TEKNOLOGI GEOPOLIMER UNTUK PERKUATAN LERENG PENCEGAH LONGSOR DI DAERAH RAWAN LONGSOR DI KELURAHAN TALLANG SURA, TORAJA UTARA

Parea Rusan Rangan¹ Hans Lura², Risa Lasarus³, Minson Simatupang⁴, Romy Suryaningrat Edwin⁵, Andi Khaeruni R.⁶

^{1,2,3}Universitas Kristen Indonesia Toraja

^{4,5,6}Universitas Halu Oleo

INFO NASKAH

Diserahkan

5 November 2024

Diterima

6 Oktober 2023

Diterima dan Disetujui

24 Desember 2024

Kata Kunci:

Infrastruktur Hijau, Teknologi Geopolimer, Longsor, Stabilitas Lereng, Toraja Utara, Pengabdian Kepada Masyarakat

Keywords:

Green Infrastructure, Geopolymer Technology, Landslides, Slope Stability, North Toraja, Community Service

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan teknologi geopolimer sebagai solusi infrastruktur hijau dalam perkuatan lereng di Kelurahan Tallang Sura, Toraja Utara, yang terletak di daerah rawan longsor. Pengantar kegiatan ini melibatkan identifikasi masalah longsor yang sering terjadi akibat faktor alam dan aktivitas manusia. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan stabilitas lereng serta kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan material ramah lingkungan. Metode yang digunakan mencakup sosialisasi kepada masyarakat, pelatihan pembuatan material geopolimer, dan penerapan langsung di lokasi yang telah ditentukan. Keterlibatan masyarakat dalam setiap tahap menjadi kunci keberhasilan kegiatan ini, sehingga mereka dapat belajar dan berkontribusi secara aktif. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan geopolimer berhasil meningkatkan stabilitas lereng hingga 30% dan tidak terjadi longsor di area yang diperkuat. Selain itu, masyarakat menunjukkan peningkatan kesadaran dan minat untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan ini di area lain. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah bahwa teknologi geopolimer tidak hanya efektif dalam mitigasi risiko longsor, tetapi juga berpotensi memberdayakan masyarakat dan mendorong praktik pembangunan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, disarankan agar kegiatan serupa dapat dilakukan di daerah lain yang menghadapi tantangan serupa, dengan dukungan dari pemerintah dan lembaga terkait.

Abstract. This community service activity aims to implement geopolymer technology as a green infrastructure solution for slope reinforcement in Tallang Sura Village, North Toraja, located in a landslide-prone area. The introduction to this activity involved identifying landslide issues frequently caused by natural factors and human activities. The primary goal of this initiative is to enhance slope stability and raise community awareness of the importance of using environmentally friendly materials. The methods employed included community outreach, training on geopolymer material production, and direct application at designated locations. Community involvement at every stage was key to the success of this activity, enabling them to learn and actively contribute. The results indicate that the application of geopolymer technology improved slope stability by up to 30%, and no landslides occurred in the reinforced areas. Additionally, there was an increase in community awareness and interest in adopting this eco-friendly technology in other areas. The conclusion of this activity is that geopolymer technology is not only effective in mitigating landslide risks but also has the potential to empower communities and promote sustainable development practices. Therefore, it is recommended that similar activities be conducted in other areas facing similar challenges, with support from the government and relevant institutions.



1. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan keragaman geologis yang tinggi, menghadapi berbagai tantangan berkaitan dengan bencana alam. Di antara berbagai bencana tersebut, longsor menjadi salah satu yang paling sering terjadi, terutama di daerah-daerah yang memiliki topografi berbukit dan curah hujan yang tinggi (Azizah et al., 2021). Kelurahan Tallang Sura di Toraja Utara merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bencana longsor. Kejadian longsor di daerah ini tidak hanya disebabkan oleh kondisi alam, tetapi juga oleh faktor manusia, seperti penggundulan hutan, penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan, dan pengelolaan sumber daya alam yang kurang baik, hal ini disampaikan juga oleh (Natia and Pramasha, 2024) dalam penelitiannya.

Faktor cuaca ekstrem, seperti curah hujan yang tinggi, memperburuk kondisi tanah yang sudah terdegradasi akibat aktivitas manusia. Ketika tanah tidak dapat lagi menahan air hujan, risiko terjadinya longsor meningkat. Penggundulan hutan untuk keperluan pertanian dan pemukiman memperburuk kondisi ini, karena akar-akar pohon yang berfungsi menstabilkan tanah tidak lagi ada (Sideng et al., 2022). Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk mencari solusi yang tidak hanya efektif dalam mitigasi risiko bencana, tetapi juga ramah lingkungan.

Infrastruktur hijau muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini (Maknuun et al., 2024). Infrastruktur hijau merujuk pada sistem yang menggunakan alam dan proses alami untuk memberikan manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan (Heryana and Firmansyah, 2024). Konsep ini bertujuan untuk memperkuat resiliensi lingkungan sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Dengan memanfaatkan kekuatan alam, infrastruktur hijau dapat membantu mencegah kerusakan lebih lanjut pada lingkungan dan menyediakan solusi yang berkelanjutan untuk pengelolaan sumber daya.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam konteks infrastruktur hijau adalah geopolimer (Heryana and Firmansyah, 2024). Geopolimer adalah material yang dihasilkan dari reaksi alkali yang dapat menggantikan semen konvensional. Material ini memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap lingkungan, daya tahan, dan dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan material konstruksi tradisional. Geopolimer dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku lokal, seperti fly ash dan slag, yang tidak hanya mengurangi biaya tetapi juga mengurangi jejak karbon dari proses produksi.

Penerapan teknologi geopolimer dalam perkuatan lereng bertujuan tidak hanya untuk meningkatkan stabilitas lereng, tetapi juga untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan material ramah lingkungan. Dengan melibatkan masyarakat dalam proses produksi dan penerapan geopolimer, kegiatan ini diharapkan dapat menciptakan model infrastruktur yang lebih berkelanjutan. Selain itu, pemberdayaan masyarakat lokal dalam pengelolaan sumber daya alam menjadi fokus utama, sehingga mereka dapat berkontribusi aktif dalam melestarikan lingkungan.

Upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap teknologi ramah lingkungan ini sangat penting, mengingat banyaknya informasi yang salah kaprah mengenai teknologi baru. Melalui pendidikan dan pelatihan, masyarakat dapat memahami manfaat dan cara penggunaan geopolimer secara efektif. Dengan demikian, mereka tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga pelaku yang berperan dalam menjaga stabilitas lingkungan di

daerah mereka (Akbar Syarif et al., 2022).

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang untuk menciptakan sinergi antara teknologi dan keterlibatan masyarakat. Melalui sosialisasi, pelatihan, dan penerapan langsung, diharapkan masyarakat dapat melihat secara langsung manfaat dari teknologi geopolimer. Dengan keberhasilan penerapan teknologi ini, diharapkan dapat mengurangi risiko longsor dan menciptakan lingkungan yang lebih aman bagi masyarakat Kelurahan Tallang Sura. Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada aspek sosial dan lingkungan. Melalui pendekatan yang holistik ini, diharapkan dapat tercipta kesadaran kolektif tentang pentingnya menjaga lingkungan dan menggunakan material yang lebih ramah lingkungan. Kegiatan ini juga menjadi contoh bagaimana teknologi dapat diintegrasikan dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dan memberdayakan masyarakat lokal

2. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis dan terencana. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam kegiatan ini:

- a. **Sosialisasi Awal:** Kegiatan dimulai dengan sosialisasi di mana tim pengabdian menjelaskan tujuan, manfaat, dan proses dari penggunaan teknologi geopolimer kepada masyarakat. Pertemuan ini dihadiri oleh tokoh masyarakat, pemuda, dan warga setempat. Diskusi interaktif dilakukan untuk mengumpulkan masukan dan kekhawatiran dari masyarakat, sehingga program dapat disesuaikan dengan kebutuhan mereka.
- b. **Pelatihan Pembuatan Geopolimer:** Setelah sosialisasi, pelatihan diadakan untuk mengajarkan teknik pembuatan material geopolimer. Pelatihan ini mencakup pemilihan bahan, proses pencampuran, dan teknik aplikasi. Masyarakat dilibatkan secara langsung dalam pembuatan geopolimer, sehingga mereka dapat memahami proses dan manfaatnya. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan geopolimer, seperti fly ash atau slag, diambil dari sumber lokal untuk mendukung keberlanjutan.
- c. **Penerapan di Lokasi Rawan Longsor:** Setelah pelatihan, penerapan teknologi dilakukan di lokasi yang telah diidentifikasi sebagai daerah rawan longsor. Masyarakat bekerja sama dengan tim pengabdian untuk melakukan pemadatan dan aplikasi material geopolimer pada lereng. Proses ini melibatkan teknik rekayasa sederhana yang dapat dilakukan oleh masyarakat dengan alat yang tersedia.

Monitoring dan Evaluasi: Setelah penerapan, dilakukan monitoring untuk menilai efektivitas teknik dan material yang digunakan. Pengamatan dilakukan berkala untuk melihat perubahan stabilitas lereng dan dampak lainnya. Evaluasi juga melibatkan wawancara dengan masyarakat untuk mendapatkan umpan balik mengenai proses dan hasil kegiatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini tidak hanya berfokus pada implementasi teknologi, tetapi juga pada pemberdayaan masyarakat. Dengan melibatkan masyarakat dalam setiap tahapan, diharapkan mereka dapat memiliki pemahaman yang lebih baik tentang teknik ini dan mampu menerapkannya di masa depan.

Hasil dari kegiatan pengabdian ini menunjukkan sejumlah temuan yang signifikan. Pertama, masyarakat berhasil membuat material geopolimer dengan baik sesuai dengan prosedur yang telah diajarkan. Proses pembuatan yang melibatkan bahan lokal menunjukkan bahwa masyarakat mampu beradaptasi dan menerapkan teknologi ini.

Kedua, penerapan geopolimer pada lereng yang rawan longsor menunjukkan peningkatan stabilitas yang signifikan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah penerapan, tidak terjadi longsor di area yang telah diperkuat. Data pengukuran stabilitas lereng menunjukkan peningkatan hingga 30% dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Hal ini menunjukkan efektivitas teknologi geopolimer dalam mitigasi risiko longsor.

Ketiga, kesadaran masyarakat akan pentingnya infrastruktur hijau meningkat. Melalui kegiatan ini, masyarakat tidak hanya belajar tentang teknologi baru, tetapi juga menjadi lebih peka terhadap isu-isu lingkungan. Banyak dari mereka yang menunjukkan minat untuk menerapkan teknologi ini di area lain, seperti dalam pembangunan rumah dan infrastruktur lainnya.

Dalam hal partisipasi, lebih dari 30 warga setempat terlibat dalam kegiatan ini, mulai dari pelatihan hingga penerapan. Hal ini membuktikan bahwa masyarakat sangat antusias dan berkomitmen untuk menjaga lingkungan mereka.



Gambar 1: Proses pembuatan material geopolimer oleh Masyarakat dan Tim Kosabangsa Pembahasan

Penerapan teknologi geopolimer dalam perkuatan lereng di Kelurahan Tallang Sura menunjukkan bahwa pendekatan yang menggabungkan teknologi dengan partisipasi masyarakat dapat menghasilkan dampak yang positif. Dalam konteks infrastruktur hijau, penggunaan geopolimer memberikan beberapa keuntungan yang layak dibahas lebih lanjut.

Pertama, dari segi lingkungan, teknologi geopolimer memiliki jejak karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan semen konvensional. Proses produksi geopolimer tidak memerlukan suhu tinggi dalam pembuatannya, sehingga mengurangi emisi CO₂. Hal ini sangat penting mengingat perubahan iklim yang semakin menjadi perhatian global. Dengan memanfaatkan bahan lokal, kegiatan ini juga mendukung prinsip keberlanjutan dalam

pengelolaan sumber daya.

Kedua, aspek ekonomis dari penggunaan geopolimer tidak dapat diabaikan. Biaya pembuatan geopolimer yang lebih rendah dibandingkan dengan semen konvensional membuatnya menjadi pilihan yang menarik, terutama bagi masyarakat yang memiliki keterbatasan anggaran. Dengan melibatkan masyarakat dalam proses produksi, pengeluaran dapat diminimalisasi, dan mereka juga mendapatkan keterampilan baru yang dapat digunakan untuk kegiatan ekonomi lainnya.

Ketiga, keterlibatan masyarakat dalam proses ini sangat penting. Masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga aktor dalam proses perubahan. Melalui pelatihan dan aplikasi, mereka belajar untuk mengatasi masalah yang ada di lingkungan mereka sendiri. Ini menciptakan rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap lingkungan yang lebih besar. Dengan meningkatnya pengetahuan dan keterampilan, masyarakat dapat menjadi agen perubahan dalam upaya mitigasi bencana di daerah mereka.

Salah satu tantangan utama adalah penerimaan masyarakat terhadap teknologi baru. Meskipun antusiasme terlihat, beberapa anggota masyarakat masih skeptis terhadap efektivitas teknologi tersebut. Oleh karena itu, penting untuk terus memberikan informasi dan bukti yang mendukung mengenai manfaat dan keberhasilan penggunaan geopolimer.

Selain itu, dukungan dari pemerintah dan lembaga terkait juga sangat diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut. Penelitian dan pengembangan mengenai geopolimer masih perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan aplikasinya dalam berbagai kondisi. Kerjasama dengan akademisi dan peneliti dapat membantu dalam hal ini, serta menciptakan jaringan yang lebih luas untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman.



Gambar 2: Penerapan geopolimer pada lereng yang rawan longsor.

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil memperkenalkan dan menerapkan teknologi geopolimer sebagai solusi infrastruktur hijau dan ekonomis untuk perkuatan lereng di daerah rawan longsor. Penerapan teknologi ini tidak hanya meningkatkan stabilitas lereng tetapi juga meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat. Diharapkan kegiatan ini dapat menjadi model bagi daerah lain yang menghadapi masalah serupa, serta mendorong penelitian lebih lanjut mengenai potensi dan aplikasi geopolimer dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Syarif, H., Saputra, D., Fimawahib, L., Pengaraian, P., Studi Agribisnis, P., Pertanian, F., Pasir Pengaraian, U., Studi Teknik Informatika, P., Ilmu Komputer, F., 2022. Pemanfaatan Limbah Abu Sawit Untuk Pembuatan Paving Block Geopolimer di Desa Pasir Utama 96–102.
- Azizah, M., Khoirudin Apriadi, R., Tri Januarti, R., Winugroho, T., Yulianto, S., Kurniawan, W., Dewa Ketut Kerta Widana, I., 2021. Kajian Risiko Bencana Berdasarkan Jumlah Kejadian dan Dampak Bencana di Indonesia Periode Tahun 2010 – 2020. *PENDIPA J. Sci. Educ.* 6, 35–40. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.1.35-40>
- Heryana, D., Firmansyah, A., 2024. Green Infrastructure Framework: Sebuah Strategi Pembangunan Infrastruktur Hijau Nasional. *J. Law, Adm. Soc. Sci.* 4, 172–185. <https://doi.org/10.54957/jolas.v4i2.742>
- Maknuun, I., Kh, U., Chalim, A., Kunci, K., 2024. Mitigasi Banjir melalui Penanaman Pohon : Aksi Kolaborasi Partisipatif di Desa Mojosarirejo 3, 13–26.
- Natia, K.R., Pramasha, R.R., 2024. DAMPAK EKSPLOITASI HUTAN TERHADAP EKONOMI DAN LINGKUNGAN *Ajeng* 02, 419–424.
- Sideng, U., Lamada, M.S., Mandra, M.A.S., Jassin, A.M.I.Z., 2022. Morfometri, Perubahan Lahan, Zonasi & Pemodelan Banjir; Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang & Mata Allo Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.