

Pengaruh Perekat PVAc dan PVAc/VAE terhadap Kinerja Tarik Geokomposit Berbasis Geomat-Rami dan Geotekstil-Polietilen untuk Proteksi Pantai

Taufiq Rizki, Rina Afiani Rebia*, Diyah Dwi Nugraheni

Program Studi Rekayasa Tekstil, Universitas Islam Indonesia, Sleman

*Koresponden email: rinarebia@uii.ac.id

Diterima: 19 Mei 2026

Disetujui: 19 Juli 2026

Abstract

Coastal abrasion is a coastal problem influenced by the interaction of waves, currents, and movement of granular materials. Therefore, material protection with good mechanical stability is essential. This study aims to fabricate and evaluate the mechanical performance of three-layer geocomposites based on geomat-ramie and geotextiles-polyethylene as alternative soft-structure materials. The research variables include variations in geomat-ramie structures and adhesives. The geomat-ramie structure consists of conventional (K), 2.5 cm diameter knot pattern (T2), and 5 cm diameter knot pattern (T5). Meanwhile, the adhesives used are polyvinyl acetate (PVAc) and polyvinyl acetate/ethylene-vinyl acetate (PVAc/VAE). Fabrication was carried out using the hot-pressing method at a temperature of 103°C and a pressure of ± 20 bar for 120 minutes. The evaluation was conducted using tensile tests based on ASTM D3039 to determine tensile strength and elongation values. The results exhibited that variations in the geomat-ramie structure resulted in an increasing trend in tensile strength and elongation for both adhesives. The highest tensile strength was obtained in sample T2 with PVAc adhesive at 23.95 MPa, while the highest elongation was found in sample T5 with PVAc/VAE adhesive at 18.26%. These results demonstrate good mechanical performance and potential for development as a soft-structure-based coastal protection material.

Keywords: *geocomposite, geomat-ramie, geotextile-polyethylene, pvac/vae adhesive, tensile strength, coastal protection*

Abstrak

Abrasi pantai merupakan permasalahan pesisir yang dipengaruhi oleh interaksi gelombang, arus, dan pergerakan material granular, sehingga diperlukan material proteksi dengan stabilitas mekanik yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk memfabrikasi dan mengevaluasi kinerja mekanik geokomposit tiga lapis berbasis geomat-rami dan geotekstil-polietilen sebagai alternatif material struktur lunak. Variabel penelitian meliputi variasi struktur geomat-rami dan perekat. Struktur geomat-rami terdiri atas konvensional (K), pola simpul berdiameter 2,5 cm (T2), dan pola simpul berdiameter 5 cm (T5). Sedangkan perekat yang digunakan adalah polivinil asetat (PVAc) dan polivinil asetat/etilena-vinil asetat (PVAc/VAE). Fabrikasi dilakukan dengan metode *hot-pressing* pada suhu 103°C dan tekanan ± 20 bar selama 120 menit. Evaluasi dilakukan melalui uji tarik berdasarkan ASTM D3039 untuk menentukan kekuatan tarik dan elongasi. Hasil menunjukkan bahwa variasi struktur geomat-rami memberikan tren peningkatan kekuatan tarik dan elongasi pada kedua perekat. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada sampel T2 dengan perekat PVAc sebesar 23,95 MPa, sedangkan elongasi tertinggi terdapat pada sampel T5 dengan perekat PVAc/VAE sebesar 18,26%. Hasil ini menunjukkan kinerja mekanik yang baik dan berpotensi dikembangkan sebagai material proteksi pantai berbasis struktur lunak.

Kata Kunci: *geokomposit, geomat-rami, geotekstil-polietilen, perekat pvac/vae, uji tarik, proteksi pantai*

1. Pendahuluan

Abrasi pantai merupakan permasalahan serius di wilayah pesisir yang ditandai dengan mundurnya garis pantai akibat interaksi gelombang, arus, dan kenaikan muka air laut [1]. Di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, fenomena ini menunjukkan laju yang signifikan dan berdampak langsung pada degradasi lingkungan serta meningkatnya kerentanan kawasan pesisir [2]. Kondisi tersebut menuntut sistem perlindungan pantai yang efisien secara struktur dan adaptif terhadap lingkungan pesisir. Upaya mitigasi yang umum diterapkan meliputi penggunaan struktur keras (*hard structure*) seperti tanggul dan tembok laut, serta struktur lunak (*soft structure*) berbasis geosintetik untuk mereduksi gelombang dan menjaga stabilisasi tanah pantai.

Geotekstil sintetis konvensional telah digunakan secara luas karena memiliki kekuatan mekanik yang baik serta kemudahan instalasi [3]. Namun, material tersebut memiliki keterbatasan dalam mempertahankan stabilitas struktural jangka panjang ketika berinteraksi dengan tanah atau pasir akibat siklus pembebanan dan pergerakan partikel. Dalam kondisi pesisir dinamis, interaksi berulang antara struktur pelindung dan media granular dapat menyebabkan redistribusi tegangan yang berpotensi menurunkan integritas struktur [4]. Sebagai alternatif, pendekatan geokomposit multilapis mulai dikembangkan untuk meningkatkan performa mekanik melalui kombinasi material dengan fungsi yang saling melengkapi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa integrasi serat alami seperti serat rami dengan sistem komposit dapat meningkatkan distribusi tegangan dan ketahanan terhadap deformasi [5]. Struktur *rami* yang memiliki serat panjang dan kekuatan tarik tinggi, berpotensi meningkatkan ketahanan komposit melalui *interlocking* dengan media granular, sehingga sistem menjadi lebih stabil dan semakin terkunci selama proses pembebanan [6].

Meskipun demikian, kajian mengenai fabrikasi geokomposit multilapis berbasis geomat serat rami yang dikombinasikan dengan geotekstil woven polietilen serta evaluasi performa mekaniknya melalui standar pengujian teknik masih terbatas. Pada penelitian ini, material yang digunakan merupakan kombinasi material sintetis dan serat alami yang disusun dalam bentuk struktur komposit berlapis. Lapisan luar menggunakan geotekstil woven polietilen yang berfungsi sebagai struktur utama penahan beban tarik [7]. Sedangkan lapisan penguat berupa serat rami yang dibentuk menjadi geomat berperan dalam meningkatkan stabilitas melalui mekanisme *interlocking* dan distribusi tegangan [8]. Pemilihan rami didasarkan pada karakteristik kekuatan tarik yang relatif tinggi serta kemampuan degradasi jangka panjang yang baik, sehingga mampu berkontribusi pada meningkatkan integritas struktural geokomposit [9].

Sebagai upaya mendukung integrasi antar lapisan, digunakan sistem perekat berbasis polivinil asetat (PVAc) dan etilena-vinil asetat (VAE). Perekat ini dipilih karena memiliki kemampuan adhesi yang baik terhadap material polimer maupun serat dan menciptakan fleksibilitas pada hasil geokomposit [10]. Selain itu, etil asetat digunakan sebagai pelarut untuk membantu homogenasi campuran perekat dan meningkatkan penetrasi ke dalam struktur serat [11]. Selain itu pemanfaatan struktur geomat-rami serta perekat PVA dan PVAc/VAE sebagai geokomposit tiga lapis untuk penguat internal dalam peningkatan *interlocking* mekanik dan distribusi tegangan belum banyak dikaji secara komprehensif dalam aplikasi proteksi pantai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan geokomposit tiga lapis berbasis geomat-rami dan geotekstil-polietilen melalui proses *hot-pressing*, dengan fokus pada kinerja mekanik menggunakan metode uji tarik sesuai standar ASTM D3039.

2. Metode Penelitian

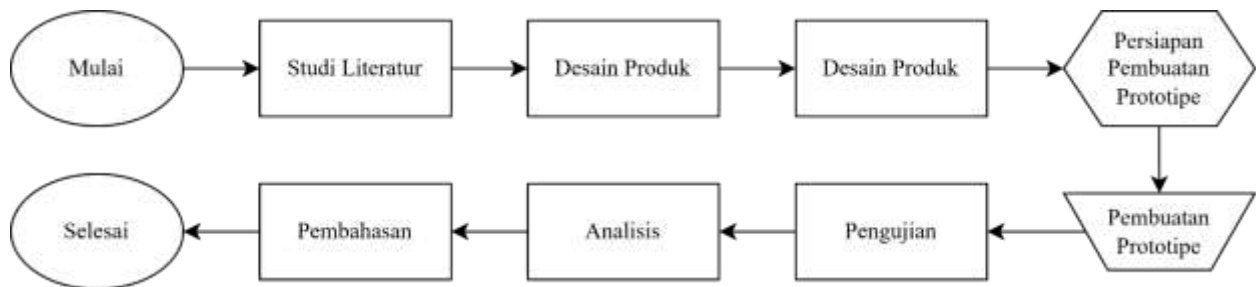
Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi lembaran geotekstil woven polietilena yang dibeli dari toko daring Rajawali Sarana Nusantara, sebagai material struktur penahan geokomposit. Tali rami 2 ply dari GONI.ID sebagai bahan utama pembuatan geomat. Sedangkan bahan perekat meliputi polivinil asetat (PVAc) dan etilena-vinil asetat (VAE) yang diperoleh dari HomHobDecor dan Supplier Kimia Tangerang. Pelarut yang digunakan berupa etanol dan etil asetat yang diperoleh dari CV. Sentra Teknosains Indonesia. Etanol digunakan sebagai pelarut utama karena sifatnya yang serbaguna, sedangkan etil asetat digunakan sebagai alternatif pelarut perekat.

Peralatan penelitian meliputi mesin *hot-press* untuk menyatukan geotekstil dan geomat dengan panas, serta press dingin untuk menjaga ikatan hingga material mendingin. Mixer digunakan untuk menghomogenkan perekat. Peralatan pendukung lainnya terdiri dari kain teflon, pelat aluminium, sarung tangan tahan panas, dan digital timer selama proses pengepresan. Selain itu, digunakan neraca digital, gawangan, serta alat bantu manual seperti pengaduk, sendok, kapur pola, dan gunting untuk penimbangan, pembentukan, penandaan, dan pemotongan bahan.

Fabrikasi Geokomposit

Fabrikasi geokomposit dilakukan dengan menyusun material dalam konfigurasi tiga lapis (*tri-layer*), yaitu geotekstil woven polietilena sebagai lapisan luar dan penutup, geomat rami sebagai lapisan tengah. Geomat rami dibentuk menjadi tiga variasi struktur yaitu konvensional, pola simpul berdimensi 2,5 cm, dan pola simpul berdimensi 5 cm (**Gambar 4**). Struktur geomat disusun dalam pola jaringan dengan titik simpul pada setiap pertemuan tali rami. Konfigurasi ini bertujuan untuk meningkatkan kestabilan struktur internal serta mencegah pergeseran relative antar serat selama proses pembebanan. Setelah pembentukan geomat, lapisan disusun secara berurutan dan diberikan perekat pada setiap bidang kontak untuk memastikan keterikatan antar material.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Fabrikasi Geokomposit
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tabel 1. Resep bahan-bahan yang digunakan

Bahan	I (gr)	II (gr)	III (gr)
PVAc	85	90	45
VAE	-	-	45
Etanol	15	-	-
Etil Asetat	-	10	10

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Fabrikasi dilakukan dengan metode *hot-pressing* untuk menghasilkan struktur komposit yang terintegrasi. Proses dilakukan pada suhu 103°C dengan tekanan sebesar ± 20 bar selama 120 menit. Parameter proses dijaga konstan untuk memastikan konsistensi hasil fabrikasi dan meminimalkan variasi sifat mekanik antar sampel [12]. Kemudian material didinginkan secara bertahap dalam kondisi *cold-press* untuk menjaga stabilitas dimensi dan mencegah deformasi. Hasil akhir berupa lembaran geokomposit berstruktur multilapis yang terikat melalui kombinasi ikatan mekanik dan perekat.



Gambar 2. Prototipe Geokomposit
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Kinerja Tarik

Pengujian mekanik dilakukan untuk mengevaluasi kinerja akhir geokomposit hasil fabrikasi, khususnya dalam menahan beban Tarik. Metode yang digunakan mengacu pada standar ASTM D3039. Sampel uji dipotong sesuai dimensi standar dengan panjang daerah ukur sekitar 50 mm. pengujian dilakukan menggunakan mesin uji Tarik dengan kecepatan pembebanan konstan sebesar 30 mm/menit. Sebelum pengujian utama dimulai, diberikan beban awal sebesar 5 N untuk memastikan kondisi awal sampel berada dalam keadaan tegang yang stabil [13].

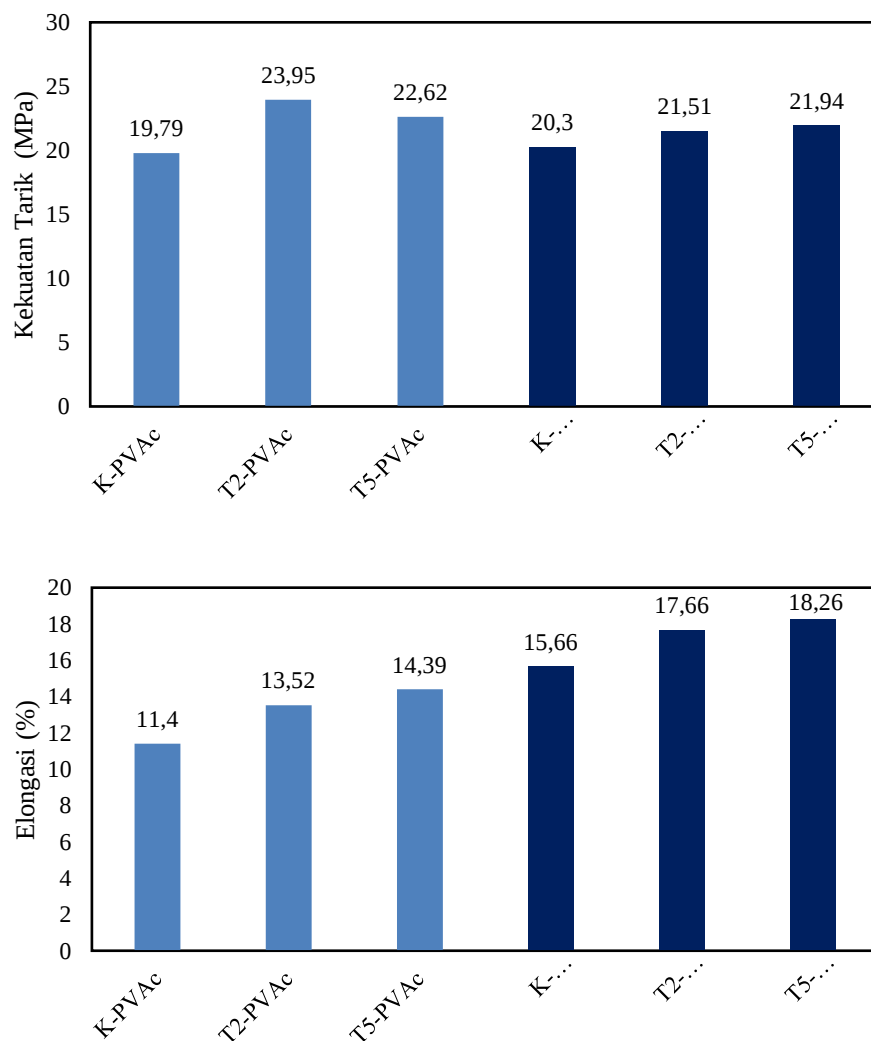
Selama pengujian, data gaya dan deformasi direkam secara kontinu untuk menghasilkan kurva tegangan-regangan. Parameter utama yang dianalisis meliputi kekuatan tarik maksimal dan regangan saat putus. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk mengevaluasi integritas struktural serta respons deformasi geokomposit terhadap pembebanan tarik.

3. Hasil dan Pembahasan

Kinerja Tarik Geokomposit

Pengujian tarik dilakukan untuk mengevaluasi mekanik geokomposit hasil fabrikasi menggunakan dua sistem perekat, yaitu dengan perekat PVAc dan PVAc/VAE. Parameter utama yang dianalisis meliputi kekuatan tarik maksimum (*maximum stress*) dan regangan saat putus (*elongation at break*) yang dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil pengujian, geokomposit dengan sistem perekat PVAc menunjukkan kekuatan tarik sebesar 19,79 MPa pada struktur geomat serat rami konvensional (K-PVAc). Peningkatan nilai tarik menjadi 23,95 MPa pada variasi sampel T2-PVAc, kemudian sedikit turun menjadi 22,62 MPa pada sampel T5-PVAc. Sedangkan nilai elongasi berturut-turut sebesar 11,40%, 13,52%, dan 14,39%. Peningkatan tersebut membuktikan bahwa modifikasi struktur anyaman dan jarak simpul geomat serat rami mampu memperbaiki distribusi tegangan dan meningkatkan ketahanan deformasi material. Struktur penguat berbasis serat rami dilaporkan memiliki kekuatan tarik tinggi dan karakteristik mekanik yang baik untuk digunakan sebagai penguat komposit [5],[6].

Pada geokomposit perekat PVAc/VAE, kekuatan tarik pada geomat konvensional yakni 20,30 MPa, meningkat menjadi 21,51 MPa pada T2-PVAc/VAE, dan mencapai 21,94 MPa pada T5-PVAc/VAE. Lebih lanjut, nilai elongasi meningkat dari 16,66%, 17,66%, dan 18,26% berturut-turut pada sampel dengan geomat konvensional, pola simpul berdimensi 2,5 cm, dan pola simpul berdimensi 5 cm. Perbedaan struktur geomat pada perekat PVAc/VAE mempunyai trend yang sama dengan penggunaan perekat PVA yaitu peningkatan kekuatan tarik dan nilai elongasi. Namun nilai elongasi perekat PVAc/VAE menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan perekat PVAc. Ini menunjukkan bahwa penambahan VAE memberikan fleksibilitas lebih baik.



Catatan : K (Konvensional), T2 (Simpul jarak 2,5 cm), dan T5 (Simpul jarak 5 cm).

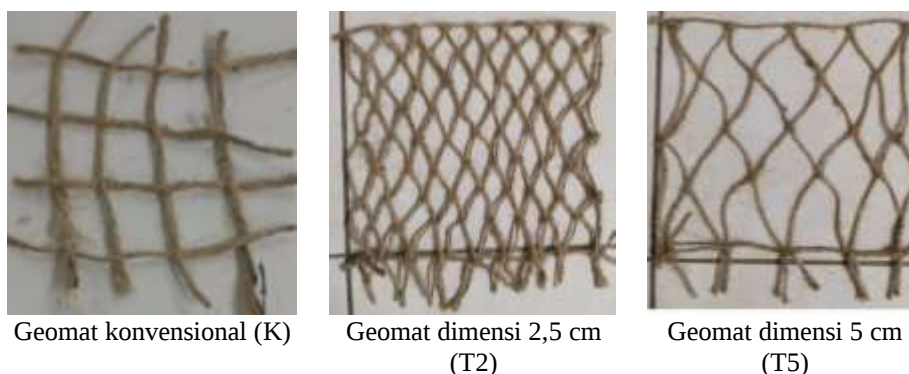
Gambar 3. Hasil Pengujian Tarik

Pengaruh Sistem Perekat terhadap Perilaku Mekanis

Perbandingan antara kedua sistem perekat menunjukkan bahwa penggunaan VAE pada PVAc/VAE memberikan peningkatan yang signifikan terhadap performa mekanik geokomposit. Secara umum, sampel dengan VAE (PVAc/VAE) memiliki kekuatan tarik maksimum yang lebih tinggi, nilai elongasi yang lebih besar, serta variasi data yang lebih stabil antar sampel. Sebaliknya, pada sistem PVAc saja, terlihat adanya fluktuasi nilai yang lebih besar, terutama pada sampel K-PVAc dan T2-PVAc. Hal ini mengindikasikan bahwa ikatan antar lapisan belum optimal, sehingga distribusi beban tidak merata selama pengujian tarik. Secara mekanis, perbedaan ini dapat dijelaskan dari peran VAE yang ditambahkan pada PVAc sebagai perekat dapat meningkatkan fleksibilitas dan kompatibilitas antar material [14].

Pengaruh Struktur Geomat

Selain perekat, konfigurasi geomat juga memberikan pengaruh terhadap performa tarik geokomposit. **Gambar 4** memperlihatkan tiga variasi struktur geomat serat rami yang meliputi konvensional, pola simpul berdimensi 2,5 cm, dan pola simpul berdimensi 5 cm. Pada kedua perekat yakni PVAc dan PVAc/VAE, struktur konvensional (K) dan variasi jarak simpul 2,5 cm dan 5 cm (T2 dan T5) menunjukkan respons mekanik yang berbeda. Penambahan simpul pada struktur geomat serat rami menunjukkan peningkatan kekuatan tarik dan elongasi dibandingkan dengan struktur konvensional. Lebih lanjut, geomat serat rami dengan jarak simpul lebih rapat (2,5 cm) cenderung menghasilkan distribusi tegangan yang lebih merata. Sedangkan jarak simpul yang lebih besar (5 cm) memungkinkan deformasi lebih tinggi sebelum terjadi kegagalan. Namun demikian, tanpa dukungan perekat yang optimal (PVAc/VAE), keunggulan konfigurasi struktur tersebut belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja geokomposit merupakan hasil sinergi antara struktur internal geomat dan kualitas ikatan antar lapisan, sehingga tidak ditentukan oleh satu faktor saja.



Gambar 4. Tiga variasi struktur geomat serat rami.

Implikasi bagi Penerapan Perlindungan Pesisir

Hasil perbandingan menunjukkan geokomposit dengan perekat berbasis PVAc/VAE memiliki performa lebih baik dalam menahan beban tarik dan deformasi. Temuan ini mengidentifikasi bahwa material tersebut berpotensi digunakan sebagai material proteksi pantai berbasis struktur lunak. Kemampuan material untuk mempertahankan integritas struktural di bawah pembebanan tarik menjadi indikator penting dalam menghadapi kondisi lapangan, seperti interaksi dengan gelombang, pergerakan pasir, serta beban dinamis lainnya [15].

Meskipun penelitian ini telah menunjukkan hasil sifat mekanik yang baik, kajian lanjutan masih berpeluang dikembangkan untuk mendapatkan gambaran kinerja yang lebih komprehensif pada kondisi lingkungan pesisir. Parameter seperti permeabilitas air dan udara, resistensi terhadap abrasi akibat pergerakan partikel pasir, serta respons terhadap pembebanan hidrodinamik menjadi aspek penting untuk diteliti pada tahap berikutnya. Dengan demikian, penelitian selanjutnya yang mencakup pengujian multi-aspek diharapkan dapat semakin memperkuat validasi performa geokomposit pada kondisi operasional yang lebih kompleks.

4. Kesimpulan

Fabrikasi geokomposit tiga lapis berbasis geomat rami dan geotekstil polietilen berhasil dikembangkan menggunakan metode *hot-pressing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja mekanik geokomposit dipengaruhi oleh kombinasi antara struktur geomat-rami dan sistem perekat yang digunakan. Penambahan simpul pada geomat-rami terbukti meningkatkan kekuatan tarik dan elongasi dibandingkan

dengan struktur konvensional. Penggunaan perekat PVAc/VAE pada geokomposit memberikan performa yang lebih baik dibandingkan dengan PVAc, terutama pada peningkatan elongasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi struktur geomat rami dengan simpul yang tepat pada sistem perekat PVAc/VAE menghasilkan kekuatan tarik dan elongasi yang lebih tinggi karena kualitas ikatan antara lapisan lebih kuat. Material ini berpotensi dikembangkan sebagai material proteksi pantai berbasis struktur lunak untuk proteksi Pantai. Guna mengoptimalkan pemanfaatannya, penelitian lanjutan perlu difokuskan pada evaluasi parameter permeabilitas, ketahanan abrasi, serta respons terhadap pembebanan hidrodinamik untuk memastikan kinerja material secara komprehensif dalam kondisi lingkungan pesisir yang dinamis.

5. Singkatan

%	Persentase
V	Perekat dengan campuran VAE
NV	Perekat tanpa campuran VAE
N	Newton
MPa	Mega Pascal
K	Struktur Geomat tanpa simpul
T2	Struktur Geomat dengan simpul berjarak 2,5 cm
T5	Struktur Geomat dengan simpul berjarak 5 cm

6. Referensi

- [1] A. P. Jatti dan D. Mardiatno, "Analisis Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut Di Kabupaten Bantul," *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, vol. 7, no. 1, pp. 47–58, Jan. 2023, doi: 10.22236/jgel.v7i1.10088.
- [2] D. Nugroho, H. Subagio, H. Rachmadi, A. T. Kadesti, and L. G. Kintawangi, "Tata Ruang Pesisir Bantul dalam Perspektif Keistimewaan DIY," 2023. [Online]. Available: <https://lenteranusa.id/>
- [3] P. Scholz *et al.*, "Environmental impact of geosynthetics in coastal protection," *Materials*, vol. 14, no. 3, Feb. 2021, doi: 10.3390/ma14030634.
- [4] Asthana, Harshita, et al. "Comparative analysis of pixel and object based classification approach for rapid landslide delineation with the aid of open source tools in Garhwal Himalaya." *Journal of the Geological Society of India* 96.1 (2020): 65-72.
- [5] L. F. Ng *et al.*, "Mechanical Characterization, Water Absorption, and Thickness Swelling of Lightweight Pineapple Leaf/Ramie Fabric-Reinforced Polypropylene Hybrid Composites," *Polymers (Basel)*, vol. 16, no. 13, Jul. 2024, doi: 10.3390/polym16131847.
- [6] Rildova *et al.*, "Application of ramie-based eco-friendly material in coastal protection structures in Indonesia: feasibility study focusing on strength and biodegradability," *International Journal of Sustainable Engineering*, vol. 17, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.1080/19397038.2024.2346367.
- [7] Rowe, R. Kerry, ed. *Geotechnical and geoenvironmental engineering handbook*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [8] Das, Braja M., ed. *Geotechnical engineering handbook*. J. Ross publishing, 2011.
- [9] C. Mudi and A. Shaw, "Experimental investigation on durability of chemically treated natural fiber textile reinforced cementitious composite," *Constr. Build. Mater.*, vol. 466, p. 140298, Mar. 2025, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2025.140298.
- [10] G. Petković, M. Vukoje, J. Bota, and S. P. Preprotić, "Enhancement of polyvinyl acetate (PVAc) adhesion performance by SiO₂ and TiO₂ nanoparticles," *Coatings*, vol. 9, no. 11, 2019, doi: 10.3390/coatings9110707.
- [11] Z. I. El Sayed *et al.*, "Chemical and Biological Characterization of the Ethyl Acetate Fraction from the Red Sea Marine Sponge *Hymedesmia* sp.," *Pharmaceuticals*, vol. 17, no. 6, Jun. 2024, doi: 10.3390/ph17060724.
- [12] F. Hira *et al.*, "Effects of Process Parameters on the Mechanical Properties and Microstructure of Additively Manufactured Carbon Black Particles-Reinforced Thermoplastic Polyurethane Composite Samples," *Polymers (Basel)*, vol. 17, no. 3, p. 426, Feb. 2025, doi: 10.3390/polym17030426.
- [13] ASTM, "Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials," Sep. 15, 2008, *ASTM International, West Conshohocken, PA*. doi: 10.1520/D3039_D3039M-08.

-
- [14] Jia, Mengjie, et al. "Synthesis and characterization of a novel eco-friendly adhesive for plywood composed by vinyl acetate-ethylene copolymer emulsion and polyvinyl alcohol." *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 45 (2025): 102014.
- [15] S. Li *et al.*, "Static and dynamic tensile behaviors of BFRP bars embedded in seawater sea sand concrete under marine environment," *Compos. B Eng.*, vol. 242, p. 110051, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.compositesb.2022.110051.