

Inovasi Struktural: Pemanfaatan Geofoam Expanded Polystyrene (Eps) Dalam Pembangunan Infrastruktur Modern

Akhmad Faishol^{1*}, Linda Wijayanti¹, Melisa Mulyadi¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

*Email: akhmad.202304070522@student.atmajaya.ac.id

Diterima xxx; Disetujui xxxx; Dipublikasi xxx

Abstract. *The contemporary infrastructure development field is at a turning point in its history, caught between demands for environmentally friendly development methods and the relentless search for innovation. The integration of Geofoam Expanded Polystyrene (EPS) is a structural breakthrough that promises revolutionary changes in various engineering applications related to modern infrastructure construction. The aim of this research is to determine the use of Geofoam Expanded Polystyrene (EPS) in the construction of modern infrastructure. This study used qualitative research methods. Scientific journals, papers, books, research reports, and related technical publications published by government agencies, the business world, and research institutions are secondary data sources used in this research. The research results show that Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam is a building material that has different qualities, making it a desirable choice for contemporary infrastructure development. Its low weight, high compressive strength, strong thermal insulation qualities, constant dimensional stability, resistance to chemical damage, variety of uses, environmental sustainability and affordability are some of its key attributes. The use of EPS Geofoam in various building projects, such as retaining walls, airports, toll roads, bridges and other infrastructure has been proven to offer great advantages in terms of cost effectiveness, structural performance and environmental sustainability.*

Keywords: *Innovation, Geofoam Expanded Polystyrene (EPS), Modern Infrastructure.*

Abstrak. Bidang pembangunan infrastruktur kontemporer berada pada titik balik dalam sejarahnya, terjebak di antara tuntutan akan metode pembangunan yang ramah lingkungan dan pencarian inovasi yang tiada henti. Integrasi Geofoam Expanded Polystyrene (EPS) merupakan terobosan struktural yang menjanjikan perubahan revolusioner dalam berbagai aplikasi teknik terkait konstruksi infrastruktur modern. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan Geofoam Expanded Polystyrene (EPS) dalam pembangunan infrastruktur modern. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Jurnal ilmiah, makalah, buku, laporan penelitian, dan publikasi teknis terkait yang diterbitkan oleh instansi pemerintah, dunia usaha, dan lembaga penelitian merupakan sumber data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam merupakan bahan bangunan yang memiliki kualitas berbeda-beda sehingga menjadi pilihan tepat untuk pembangunan infrastruktur masa kini. Bobotnya yang rendah, kekuatan tekan yang tinggi, kualitas isolasi termal yang kuat, stabilitas dimensi yang konstan, ketahanan terhadap kerusakan kimia, beragam penggunaan, kelestarian lingkungan, dan keterjangkauan adalah beberapa atribut utamanya. Penggunaan EPS Geofoam pada berbagai proyek bangunan, seperti dinding penahan tanah, bandara, jalan tol, jembatan dan infrastruktur lainnya telah terbukti memberikan keuntungan besar dalam hal efektivitas biaya, kinerja struktural dan kelestarian lingkungan.

Kata Kunci: *Innovation, Geofoam Expanded Polystyrene (EPS), Modern Infrastructure.*

1 Pendahuluan

Bidang pembangunan infrastruktur kontemporer berada pada titik balik dalam sejarahnya, terjebak di antara tuntutan metode pembangunan yang ramah lingkungan dan pencarian inovasi yang tiada henti untuk memenuhi tuntutan yang terus berubah. Integrasi Geofoam Expanded Polystyrene (EPS) merupakan terobosan struktural yang menjanjikan perubahan revolusioner dalam berbagai aplikasi teknik terkait konstruksi infrastruktur modern (Khan & Meguid, 2020). Membangun infrastruktur sangat penting bagi kemajuan masyarakat karena meningkatkan ketahanan terhadap bencana alam dan bencana akibat ulah manusia, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan kualitas hidup. Namun, penipisan sumber daya, penggunaan energi, dan emisi karbon hanyalah sebagian kecil dari dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh metode konstruksi tradisional. Lebih lanjut, Berawi et al. (2021) menyatakan bahwa bahan dan metode tradisional mungkin tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur kontemporer yang rumit, termasuk namun tidak terbatas pada urbanisasi yang cepat, adaptasi terhadap perubahan iklim, dan ketahanan infrastruktur.

Mengingat hal ini, sangat penting untuk mengadopsi metode bangunan inovatif untuk menemukan solusi yang menyeimbangkan tuntutan keberlanjutan, ekonomi, dan daya tahan. Pengenalan EPS Geofoam, yang mewujudkan konsep konstruksi ringan, efisiensi material, dan keberlanjutan, merupakan hal yang menarik untuk diteliti. Jenis spesifik polistiren yang diperluas yang dirancang untuk memiliki karakteristik ringan yang luar biasa tanpa mengorbankan integritas struktural atau kemampuan menahan beban disebut EPS Geofoam. EPS Geofoam terbuat dari butiran polistiren sel tertutup yang telah diperluas melalui proses pemanasan uap yang diatur. Kualitas uniknya meliputi kepadatan rendah, kekuatan tekan yang kuat, dan isolasi termal. Kualitas-kualitas ini membuatnya sangat cocok untuk berbagai aplikasi teknik, mulai dari remediasi lingkungan hingga infrastruktur transportasi (Bumanis et al., 2023).

Karena kualitas teknisnya yang luar biasa dan bentuknya yang ringan, EPS Geofoam sangat serbaguna dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi infrastruktur untuk mencapai efisiensi pengoperasian dan solusi desain yang kreatif. EPS Geofoam adalah bahan pengisi ringan yang digunakan dalam infrastruktur transportasi yang meminimalkan jangka waktu konstruksi, mengurangi ketidakstabilan tanah, dan menurunkan bahaya pemukiman pada pendekatan tanggul, jalan, dan jembatan. Serupa dengan ini, EPS Geofoam menyediakan pengganti material konvensional yang terjangkau

dan ramah lingkungan dalam proyek teknik hidrolik seperti dinding penahan dan sistem perlindungan tanggul, sehingga mempercepat konstruksi dan meningkatkan kinerja proyek. Selain penggunaan rekayasa tradisional, EPS Geofom memiliki potensi besar di bidang infrastruktur perkotaan, yang memerlukan sistem infrastruktur yang kuat dan fleksibel serta pertumbuhan perkotaan yang berkelanjutan sangat penting. EPS Geofom memungkinkan para desainer dan pengembang untuk memikirkan kembali lanskap perkotaan, mendorong kreativitas dan keberlanjutan secara setara. Penerapannya meliputi atap hijau, utilitas bawah tanah, penghalang kebisingan, dan arsitektur lanskap. Meluasnya penggunaan EPS Geofom dalam pembangunan infrastruktur bukannya tanpa kesulitan, meskipun memiliki banyak keuntungan (Hayes et al., 2023).

Evaluasi yang ketat dan teknik mitigasi diperlukan untuk menjaga integritas dan keberlanjutan aplikasi EPS Geofom karena kekhawatiran mengenai ketahanan terhadap api, ketahanan jangka panjang, dan implikasi lingkungan. Selain itu, karena teknologi EPS Geofom masih dalam tahap awal, inisiatif penelitian yang terkoordinasi, pengembangan teknis, dan kerangka legislatif harus diterapkan untuk memungkinkan penerapannya secara aman dan efisien ke dalam praktik bangunan standar. Meskipun demikian, ada banyak peluang untuk kreativitas, kerja sama tim, dan berbagi informasi di tengah kesulitan-kesulitan ini (Ižvolt et al., 2023). Pemangku kepentingan dapat mempercepat adopsi dan optimalisasi solusi EPS Geofom dengan memanfaatkan metode multidisiplin, memanfaatkan teknologi baru, dan membina hubungan industri-akademis. Hal ini dapat mengarah pada eksplorasi jalan baru dalam pembangunan infrastruktur berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan Geofom Expanded Polystyrene (EPS) dalam pembangunan infrastruktur modern.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Teknik kualitatif digunakan karena memungkinkan peneliti mengkaji secara menyeluruh seluk-beluk fenomena yang terkait dengan penggunaan Geofom EPS, memahami latar belakang, dan menyelidiki sudut pandang beberapa pemangku kepentingan. Data sekunder yang dikumpulkan melalui studi literatur berfungsi sebagai sumber data penelitian (Creswell, 2018). Untuk mengumpulkan data terkini dan relevan mengenai penerapan EPS Geofom dalam berbagai konteks pembangunan infrastruktur kontemporer, dilakukan penelitian literatur. Jurnal ilmiah, makalah, buku, laporan penelitian, dan publikasi teknis terkait

yang diterbitkan oleh lembaga pemerintah, dunia usaha, dan lembaga penelitian merupakan sumber data sekunder yang digunakan pada penelitian ini.

Ada beberapa fase metodologis yang terlibat dalam proses analisis data. Analisis literatur yang menyeluruh dan mendalam dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkait tentang penerapan Geofom EPS dalam pembangunan infrastruktur kontemporer. Berdasarkan tema atau isu tertentu, seperti penggunaan dalam pembangunan jalan, perkerasan, atau inisiatif perlindungan lingkungan, data yang dikumpulkan disusun dan diklasifikasikan. Setelah organisasi, data diperiksa secara menyeluruh untuk mengetahui pola, tren, dan informasi penting penerapan Geofom EPS dalam pembangunan infrastruktur. Untuk melakukan analisis isi, pertimbangan diberikan pada variasi dan konvergensi metode, kegunaan, kelebihan, dan kekurangan terkait penggunaan EPS Geofom. Untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang kontribusi, kemungkinan, dan tantangan terkait penerapan Geofom EPS dalam konteks pembangunan infrastruktur kontemporer, temuan analisis konten dinilai dan dianalisis. Hasil diinterpretasikan dengan mempertimbangkan berbagai situasi dan sudut pandang terkait (Creswell, 2018).

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Geofom Expanded Polystyrene (EPS)

EPS Geofom yang berbobot sangat ringan adalah salah satu fiturnya yang paling luar biasa. Dalam proses pembuatannya, manik-manik busa sel tertutup dipompa dan digabungkan untuk membentuk EPS Geofom, suatu bahan plastik seluler. Busa kaku sel tertutup yang terbuat dari polistiren yang diperluas (EPS) adalah bahan ringan yang 10-15 kali lebih ringan dari bahan pengisi bangunan konvensional dan sekitar 100 kali lebih ringan dari tanah. Dalam aplikasi bangunan, kualitas ringan ini memiliki berbagai manfaat, seperti penurunan beban mati pada tanah dan struktur di bawahnya, prosedur penanganan dan pemasangan yang disederhanakan, serta peningkatan ketahanan terhadap gempa. Karena kekuatan tekannya yang luar biasa, EPS Geofom dapat memikul beban yang sangat besar dalam proyek bangunan meskipun ringan. EPS Geofom dapat mencapai kekuatan tekan berkisar antara 10 hingga 60 pon per inci persegi (psi) atau bahkan lebih, tergantung pada persyaratan aplikasi tertentu, melalui pemadatan dan kontrol kepadatan yang memadai selama pembuatan. Karena kekuatan tekannya yang besar, EPS Geofom dapat menahan tekanan vertikal yang besar tanpa mengalami

deformasi atau pengendapan, menjamin stabilitas jangka panjang dan integritas struktural dari berbagai proyek infrastruktur, seperti dinding penahan, pendekatan jembatan, dan tanggul (Meguid & Khan, 2020).

Karena udara terperangkap di dalam struktur sel tertutupnya, EPS Geofom memiliki kualitas isolasi termal yang luar biasa. Karena EPS Geofom secara substansial menghambat perpindahan panas melalui tanah, maka geofom ini sangat cocok untuk situasi di mana isolasi termal sangat penting, seperti landasan pacu di bandara, fondasi bangunan, dan jalan raya. Kualitas isolasi termalnya mengurangi perubahan suhu, mengurangi gelombang es di lokasi dingin, dan meningkatkan efisiensi energi infrastruktur dan bangunan. EPS Geofom memiliki stabilitas dimensi yang baik dari waktu ke waktu, menjaga integritas struktural dan bentuknya dalam berbagai kondisi lingkungan. EPS Geofom memastikan kinerja dan daya tahan jangka panjang dalam proyek bangunan karena tahan terhadap penyerapan air, pembusukan, dan dekomposisi, tidak seperti bahan pengisi organik seperti tanah atau kayu. Pelestarian integritas struktural tanggul, dinding penahan, dan struktur rekayasa lainnya bergantung pada stabilitas dimensi ini, terutama di daerah dengan permukaan air tanah yang tinggi atau kondisi tanah yang keras. Selain itu, ketahanan EPS Geofom terhadap penyusutan dan mulur mengurangi kemungkinan kerusakan akibat penurunan, sehingga memperpanjang umur aset infrastruktur (Sigdel et al., 2020).

Kemampuan EPS Geofom untuk menahan kerusakan kimia merupakan fitur penting lainnya yang membuatnya memenuhi syarat untuk digunakan dalam lingkungan industri dan kondisi tanah yang keras. Struktur sel tertutup EPS Geofom bertindak sebagai penghalang untuk mencegah kelembapan dan bahan kimia, melindunginya dari unsur-unsur berbahaya yang ditemukan di air tanah atau tanah, seperti garam, asam, dan hidrokarbon. Dalam proyek konstruksi, terutama yang melibatkan utilitas bawah tanah, saluran pipa, dan lokasi yang tercemar dimana paparan bahan kimia korosif menjadi perhatian, ketahanan terhadap bahan kimia ini menjamin ketahanan EPS Geofom dalam jangka panjang. Karena keserbagunaannya yang luar biasa, EPS Geofom mudah dibentuk dan dibentuk untuk memenuhi kebutuhan masing-masing proyek. Karena sifatnya yang mudah dibentuk, desainer dan insinyur dapat menciptakan geometri yang rumit, profil unik, dan kurva yang tepat yang memaksimalkan penggunaan ruang dan menghasilkan solusi arsitektur yang kreatif. EPS Geofom dapat disesuaikan agar sesuai dengan kesulitan dan keterbatasan desain masing-masing proyek, apakah digunakan sebagai bahan pengisi ringan untuk tanggul, pengisi rongga untuk pendekatan jembatan,

atau bahan pendukung untuk atap hijau. Karena kemampuan beradaptasinya, EPS Geofom menjadi bahan pilihan bagi pengembang, pembangun, dan arsitek yang mencari solusi bangunan inovatif dan terjangkau (Geofoamintl, 2019).

Bahan bangunan ramah lingkungan dengan dampak kecil terhadap lingkungan adalah EPS Geofom. Polistiren yang diperluas, polimer termoplastik yang terbuat dari bahan dasar minyak bumi, digunakan dalam pembuatannya. Namun metode yang digunakan untuk memproduksi EPS Geofom telah berubah seiring waktu dengan menggunakan bahan daur ulang dan menggunakan lebih sedikit energi, sehingga meminimalkan emisi karbon dan menghabiskan sumber daya. Di akhir masa pakainya, EPS Geofom sepenuhnya dapat didaur ulang, sehingga memungkinkan pemulihan dan penggunaan kembali material secara tertutup. Desainnya yang ringan secara signifikan mengurangi dampak karbon dengan menghemat bensin selama pemasangan dan transportasi. Secara keseluruhan, EPS Geofom adalah pengganti bahan pengisi konvensional yang berkelanjutan dan mengedepankan metode bangunan ramah lingkungan dan tanggung jawab lingkungan di sektor bangunan. Karena EPS Geofom ringan, mudah dipasang, dan memiliki keunggulan kinerja jangka panjang dibandingkan bahan pengisi standar, hal ini dapat menghemat banyak uang. Lebih sedikit beban mati pada tanah dan bangunan di bawahnya berarti lebih sedikit volume penggalian, biaya tenaga kerja, dan kebutuhan pondasi. Selain itu, karakteristik ringan EPS Geofom mengurangi kebutuhan peralatan dan perlengkapan berat selama pemasangan dan pengiriman, yang selanjutnya menurunkan biaya proyek. Selain itu, selama umur aset infrastruktur, kualitas isolasi termal EPS Geofom dapat menghasilkan penghematan energi dan menurunkan biaya pengoperasian. EPS Geofom meningkatkan total efektivitas biaya dan kelayakan finansial proyek bangunan dengan menyederhanakan anggaran konstruksi dan meningkatkan keekonomian proyek (Ižvolt et al., 2023).

3.2 Aplikasi EPS Geofom

Geofom Expanded Polystyrene (EPS) digunakan di berbagai bidang pembangunan infrastruktur kontemporer. Proyek pembangunan jalan sering kali menggunakan EPS Geofom, terutama untuk stabilisasi lereng dan pembangunan tanggul. Karena bobotnya yang kecil, lapisan tanah di bawahnya menerima beban total yang lebih sedikit, sehingga meminimalkan masalah pengendapan dan mempercepat konstruksi. Selain itu, stabilitasnya terjamin dengan kuat tekannya yang kuat, terutama pada kondisi tanah yang sulit. EPS Geofom merupakan material pengisi yang ringan dan pengisi

rongga yang efektif untuk pendekatan bangunan jembatan. Hal ini meminimalkan kemungkinan terjadinya penurunan dan kemungkinan kerusakan struktural dengan menurunkan secara drastis tegangan lateral pada dinding penahan dan abutmen. Kesederhanaan pemasangannya juga mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk konstruksi. EPS Geofom digunakan pada bangunan landasan pacu bandara untuk perlindungan lereng dan tanggul. Karena konduktivitas termalnya yang buruk, maka sangat cocok untuk landasan pacu yang terletak di daerah dengan fluktuasi suhu yang signifikan. EPS Geofom memperpanjang umur dan keselamatan infrastruktur bandara dengan mengurangi pengendapan tanah dan meningkatkan stabilitas secara keseluruhan (Azzam & Abdelsalam, 2015).

Karena EPS Geofom ringan dan memiliki kekuatan tekan yang tinggi, maka EPS Geofom semakin banyak digunakan dalam konstruksi dinding penahan. Bahan ini memiliki kualitas drainase yang baik dan mengurangi tekanan lateral pada struktur dinding, menjadikannya bahan timbunan yang dapat diandalkan. Penggunaan ini khususnya bermanfaat di lingkungan perkotaan dimana terdapat kebutuhan konstruksi yang berat dan ruang yang terbatas. EPS Geofom adalah material pengisi ringan yang menopang tanaman dan menciptakan perbedaan ketinggian dalam proyek lanskap dan instalasi atap hijau. Dalam aplikasi semacam ini, ketahanannya terhadap kelembapan dan kerusakan lingkungan menjamin stabilitas jangka panjang dan daya tarik estetika. Kualitas isolasi termalnya juga membantu desain bangunan ramah lingkungan menjadi lebih hemat energi. Untuk memberikan lapisan yang kokoh dan perlindungan bagi infrastruktur bawah tanah, EPS Geofom digunakan dalam pembangunan utilitas dan parit pipa. Karena bobotnya yang kecil, kecil kemungkinan terjadinya kerusakan akibat permasalahan pemukiman ketika jaringan pipa dan kabel bawah tanah tidak terlalu tertekan. Selain itu, kemampuannya menahan kelembapan menjamin umur panjang di lingkungan bawah tanah. EPS Geofom adalah bahan ringan dengan harga terjangkau yang dapat digunakan untuk membuat lanskap bertingkat dan tata letak tempat duduk berjenjang di gedung stadion olahraga. Karena betapa sederhananya bentuk dan pemasangannya, desainer dan arsitek dapat membuat kombinasi unik namun tetap memenuhi spesifikasi struktural. Kemampuannya dalam menahan beban juga menjamin kenyamanan dan keamanan penonton (Puppala et al., 2019).

3.3 Manfaat dari EPS Geofom

Ada beberapa keuntungan menggunakan EPS Geofom dalam pembangunan infrastruktur kontemporer. Karena EPS Geofom jauh lebih ringan dibandingkan material pengisi konvensional seperti tanah atau batuan, maka EPS Geofom mengurangi total bobot mati material dan struktur bawah permukaan. Fitur ini mengurangi kebutuhan akan pondasi, mempercepat konstruksi, dan meningkatkan ketahanan infrastruktur terhadap gempa. Meskipun EPS Geofom ringan, ia memiliki kekuatan tekan luar biasa yang menjamin stabilitas dan umur panjang dalam berbagai aplikasi. Ini adalah material yang sempurna untuk menopang konstruksi besar dan mengurangi masalah penurunan tanah karena kemampuannya menahan beban besar tanpa mengalami tekukan atau pengendapan. Kualitas isolasi termal yang sangat baik dari EPS Geofom menurunkan transmisi panas melalui tanah dan meningkatkan efisiensi energi bangunan dan infrastruktur. Fitur ini sangat membantu di daerah yang lebih dingin, karena menurunkan biaya pemanasan dan mencegah naiknya embun beku. Karena EPS Geofom tidak terurai secara kimia, maka dapat digunakan di lingkungan industri dan kondisi tanah yang keras. Menurut Lin dkk. (2010), meminimalkan kebutuhan pemeliharaan dan menjamin kinerja jangka panjang dengan mempertahankan integritas strukturalnya sepanjang waktu.

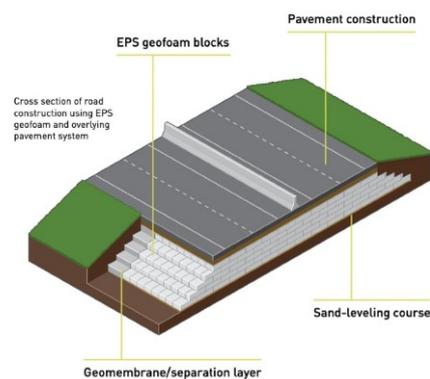
Karena keserbagunaannya yang luar biasa, EPS Geofom mudah dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan masing-masing proyek. Karena sifatnya yang mudah dibentuk, desainer dapat menciptakan bentuk dan pengaturan rumit yang memaksimalkan penggunaan ruang dan menghasilkan solusi arsitektur yang kreatif. Karena EPS Geofom dapat didaur ulang, hal ini membantu upaya industri bangunan menuju keberlanjutan. Penggunaannya menurunkan produksi limbah dan mengurangi konsumsi sumber daya alam, sejalan dengan pedoman konstruksi ramah lingkungan dan undang-undang lingkungan hidup. Karena EPS Geofom memerlukan lebih sedikit pekerjaan penggalian, transportasi, dan pemasangan dibandingkan bahan pengisi standar, maka penggunaannya sering kali lebih murah. Peningkatan keekonomian proyek lebih lanjut adalah karakteristiknya yang ringan, yang secara signifikan mengurangi pengeluaran personel dan kebutuhan peralatan (Geofoamintl, 2019).

3.4 Dampak Penggunaan EPS Geofom

Penggunaan EPS Geofom dalam pembangunan infrastruktur menawarkan banyak keuntungan. Karena EPS Geofom ringan, prosedur penanganan dan pemasangan

material menjadi lebih sederhana sehingga mempercepat jadwal konstruksi. Hal ini meningkatkan efisiensi konstruksi secara keseluruhan dengan mengurangi biaya tenaga kerja dan mempercepat penyelesaian proyek. EPS Geofom meningkatkan stabilitas jangka panjang dan keamanan aset infrastruktur dengan mengurangi penurunan tanah dan tekanan lateral pada struktur. Hal ini menurunkan kemungkinan kerusakan struktural, memperpanjang masa pakai, dan memerlukan lebih sedikit perawatan, sehingga meningkatkan keandalan operasional dan menurunkan biaya. Pemanfaatan EPS Geofom meminimalkan gangguan tanah, volume penggalian, dan pengangkutan material, sehingga mengurangi dampak lingkungan dari operasi konstruksi. Sifatnya yang dapat didaur ulang mendukung strategi pembangunan berkelanjutan dengan mengurangi limbah dan melestarikan sumber daya (Febriansya et al., 2024).

Sistem infrastruktur lebih tahan terhadap bencana alam seperti gempa bumi dan banjir ketika EPS Geofom digunakan. Kualitas tahan airnya berfungsi untuk mengurangi bahaya banjir dan menjaga utilitas bawah tanah, sementara kualitas ringannya mengurangi tekanan seismik pada struktur dan menghentikan pencairan tanah. Di bidang teknik sipil dan arsitektur, kemampuan beradaptasi dan mudah dibentuk EPS Geofom merangsang ide-ide desain yang kreatif. Hal ini mendorong kreativitas dan mendorong batas-batas inovasi desain dengan mewujudkan geometri kompleks, bangunan ringan, dan lanskap perkotaan yang berkelanjutan. Bagi pemangku kepentingan proyek, keterjangkauan EPS Geofom berarti keuntungan finansial nyata. Keterjangkauan keseluruhan dan keberlanjutan finansial proyek ditingkatkan dengan penghematan biaya akibat penurunan konsumsi material, waktu pembangunan, dan biaya pemeliharaan (Lin et al., 2010).

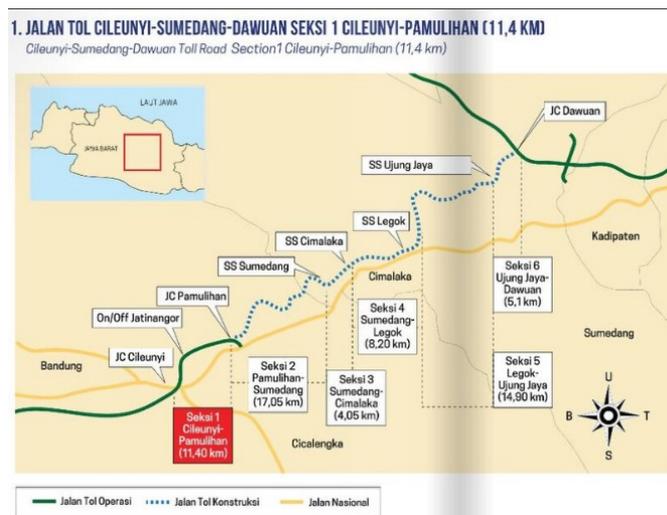


Gambar 1. Ilustrasi penggunaan geofom di jalan tol (Sumber: Dwi, 2023).

3.5 Penggunaan Geofom dalam proyek Jalan Tol Cisumdawu

Jalan Tol Cisumdawu atau dikenal juga dengan nama Jalan Tol Cileunyi–Sumedang–Dawuan merupakan jalan tol sepanjang 62,60 kilometer yang menghubungkan Kota Bandung, Majalengka, dan Sumedang di Jawa Barat. Merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Jawa. Peletakan batu pertama proyek jalan tol ini dilakukan pada 29 November 2011 oleh Gubernur Jawa Barat Ahmad Heryawan dan Menteri Pekerjaan Umum Djoko Kirmanto. Di simpang Rancakalong di Desa Citali, Desa Pamulihan, Kabupaten Sumedang, digelar acara peletakan batu pertama. Jalan tol ini melewati Kabupaten Majalengka, Sumedang, dan Bandung. Jalan tol ini merupakan bagian dari Jalan Tol Trans-Jawa yang menghubungkan kota besar Bandung dan Cirebon di Jawa Barat dengan kota Surabaya dan Bandung di Jawa Timur. Tol Cikopo-Palimanan nantinya akan terkoneksi dengan tol ini. Jika terkoneksi, waktu perjalanan dari Bandung ke Cirebon tidak lebih dari enam puluh menit (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022).

Tol ini mampu memangkas waktu tempuh dari lima hingga enam jam menjadi dua jam dan diperuntukkan bagi lebih dari 20.000 mobil setiap harinya. Panjang keseluruhan rute yang diusulkan adalah 15.138 kilometer. Terdapat tujuh tikungan Spiral-Lingkar-Spiral pada jalur yang diusulkan. Jalan yang diusulkan diklasifikasikan sebagai jalan arteri utama ketika menentukan klasifikasi jalan. Sebab, dengan tersambungannya seluruh simpul pelayanan distribusi, maka jalan yang direncanakan akan memudahkan perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata yang tinggi, jumlah jalan masuk yang terbatas, serta distribusi barang dan jasa bagi pembangunan seluruh daerah secara nasional (Andarini & Prastyanto, 2019). Presiden Joko Widodo resmi membuka Tol Cisumdawu pada 11 Juli 2023, tepat di depan terowongan kembar tersebut. Lokasi ini menjadi emblem jalur tersebut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022).



Gambar 2. peta Jalan Tol Cisumdawu (Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022)

Untuk menurunkan risiko kecelakaan yang disebabkan oleh pekerjaan atau kecerobohan dalam bekerja, pelaku usaha dan pekerja konstruksi harus mematuhi peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan kerja di lokasi kerja, pengelolaan K3, dan kesadaran bekerja sendiri. Faktor internal, seperti rantai risiko dan manajemen yang tidak memadai, menghambat kemajuan. Untuk mengatasi kerugian atau risiko pada pembangunan pekerjaan jalan tol Cisumdawu tahap III, pihak terkait dapat memanfaatkan identifikasi dan alokasi potensi risiko sebagai faktor yang mendominasi dan landasan pengambilan keputusan (Alamsyah et al., 2021).

Karakteristik tersebut dinilai sebesar 16 dari nilai efek 4 (besar) dan frekuensi 4 (sering), yang menunjukkan tingkat risiko dan relevansi yang tinggi. Hal ini dilaporkan terjadi karena proyek pembangunan jalan tol Cisumdawu tahap III berada di dekat pemukiman warga sehingga menyebabkan lambatnya proses pembebasan lahan. rangkuman tanggapan peserta peninjauan proyek pembangunan jalan tol tahap III di Cisumdawu, yaitu: Penilaian risiko dinilai kuat sebesar 63,00%, identifikasi risiko dinilai kuat sebesar 63,27%, pencegahan risiko dinilai kuat sebesar 63,27%. kuat sebesar 62,00%, pengendalian risiko dinilai kuat sebesar 68,10%, dan empati dinilai kuat (Alamsyah et al., 2021).

Geofoam digunakan di berbagai lokasi proyek Jalan Tol Cisumdawu sebagai pengganti tanggul yang memerlukan stabilitas dan daya dukung tinggi. Kapasitas Geofoam untuk menurunkan beban struktural dan mempercepat proses pembangunan adalah salah satu pembenaran utama penggunaannya. Karena banyaknya manfaat yang

dimilikinya, Geofom menjadi pilihan populer untuk berbagai proyek bangunan di seluruh dunia. Geofom dimanfaatkan sebagai lapisan pendukung bawah permukaan jalan pada proyek jalan tol Cisumdawu (Dwi, 2023).



Gambar 3. Teknologi geofom pada Jalan Tol Cisumdawu
(Sumber: Kompas.com, 2023)

Pemanfaatan Geofom pada proyek Jalan Tol Cisumdawu juga membantu menyelesaikan permasalahan yang sering disebabkan oleh air tanah. Karena geofom tidak terpengaruh oleh kelembapan, maka geofom dapat menjaga dasar jalan tetap stabil dalam keadaan apa pun (Clementio, 2018). Hal ini krusial karena Tol Cisumdawu melewati wilayah yang sering mengalami musim hujan berkepanjangan. Penggunaan Geofom di Jalan Tol Cisumdawu juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Mengurangi jumlah lahan yang digunakan untuk tempat pembuangan sampah membantu melindungi lingkungan dan lahan pertanian yang tak ternilai harganya, selain mengurangi dampak negatifnya (Dwi, 2023).

Proyek Jalan Tol Cisumdawu mendapatkan keuntungan secara ekonomi, teknis dan lingkungan dari penggunaan Geofom. Di Tol Cisumdawu, penggunaan Geofom memberikan sejumlah keuntungan penting. Dengan segala manfaatnya, teknologi geofom merupakan pengganti yang diinginkan untuk infrastruktur yang ada dalam proyek pembangunan di Indonesia, termasuk Jalan Tol Cisumdawu. Apabila dimanfaatkan dengan baik dan perencanaan yang matang, geofom dapat menjadi alternatif berkelanjutan dalam membangun infrastruktur bangsa (Dwi, 2023).



Gambar 4. Terowongan di Jalan Tol Cisumdawu (Sumber: Dwi, 2023)

3.6 Tantangan dan Solusi

Meskipun EPS Geofom memiliki ketahanan yang baik terhadap kerusakan kimia dan stabilitas dimensi, masalah ketahanan jangka panjang masih tetap ada. Kinerja EPS Geofom dapat dipengaruhi seiring berjalannya waktu oleh berbagai variabel seperti kerusakan mekanis, tekanan siklik, dan paparan sinar ultraviolet (UV). Untuk meningkatkan ketahanan EPS Geofom dalam kondisi lingkungan yang menantang, diperlukan lebih banyak penelitian mengenai proses penuaan material, lapisan pelindung, dan prosedur produksi yang lebih baik untuk mengatasi masalah ketahanan ini. Pada akhir masa pakainya, EPS Geofom dapat didaur ulang, meskipun fasilitas dan prosedur daur ulang bahan busa EPS tidak selalu dapat diakses. Oleh karena itu, sejumlah besar limbah EPS mungkin berakhir di tempat pembuangan sampah, yang akan menyebabkan penipisan sumber daya dan kerusakan lingkungan. Mengurangi dampak lingkungan EPS Geofom dan mengatasi masalah pengelolaan limbah memerlukan pengembangan teknologi daur ulang yang efektif, perluasan fasilitas daur ulang, dan promosi kegiatan ekonomi sirkular (Sulong dkk., 2019).

Solusi untuk mengatasi tantangan ini adalah kemajuan dalam ilmu material dan teknik memberikan peluang untuk menciptakan EPS Geofom generasi berikutnya dengan kualitas dan atribut kinerja yang lebih baik. Penelitian tentang kekuatan

mutakhir, material komposit, dan bahan aditif dapat meningkatkan kekuatan, ketahanan, dan kelestarian lingkungan EPS Geofom, sehingga meningkatkan penggunaannya dalam aplikasi konstruksi berat. Memanfaatkan metode simulasi mutakhir dan alat pemodelan digital dapat memaksimalkan kinerja dan desain EPS Geofom dalam proyek bangunan. Insinyur dapat memprediksi perilaku dalam berbagai kondisi pembebanan, mengoptimalkan konfigurasi struktural, dan memitigasi potensi risiko dengan menggunakan pembuatan prototipe virtual, *Finite Element Analysis* (FEA), dan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Teknik-teknik ini membantu menciptakan solusi infrastruktur yang lebih tangguh dan efisien (Shen et al., 2020).

4 Simpulan

Expanded Polystyrene (EPS) Geofom adalah bahan bangunan yang memiliki kualitas berbeda sehingga menjadikannya pilihan yang diinginkan untuk pembangunan infrastruktur kontemporer. Bobotnya yang rendah, kekuatan tekan yang tinggi, kualitas isolasi termal yang kuat, stabilitas dimensi yang konstan, ketahanan terhadap kerusakan kimia, variasi penggunaan, kelestarian lingkungan, dan keterjangkauan adalah beberapa atribut utamanya. Penggunaan EPS Geofom dalam berbagai proyek bangunan, seperti dinding penahan tanah, bandara, jalan tol, jembatan, dan infrastruktur lainnya telah terbukti menawarkan keuntungan besar dalam hal efektivitas biaya, kinerja struktural, dan kelestarian lingkungan.

Studi lebih lanjut di bidang sains dan teknik material dapat dilakukan untuk menciptakan generasi berikutnya dari Geofom EPS dengan sifat dan kinerja yang lebih baik, seperti peningkatan ketahanan terhadap UV, beban siklik, dan kerusakan mekanis, guna memaksimalkan potensi Geofom. EPS dalam pembangunan infrastruktur. Selain itu, hal ini dapat mendorong terciptanya fasilitas daur ulang bahan busa EPS dan teknologi daur ulang yang efektif untuk mengurangi dampak lingkungan dan mendorong ekonomi sirkular.

5 References

- [1] Alamsyah, C. W., Walujodjati, E., Rahadian, S. P., *Manajemen Risiko K3 Pekerjaan Jalan Tol Cisumdawu Phase III*, Journal Teknik, **19**(1), pp. 60-69, Mei. 2021.
- [2] Andarini, M. E., & Prastyanto, C. A., *Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Cileunyi – Sumedang – Dawuan (Cisumdawu) STA 26+800 – STA 41+939 dengan Jenis Perkerasan Kaku*, Jurnal Teknik ITS, **8**(2), Apr. 2019.



- [3] Azzam, S., & Abdelsalam, S., *EPS Geofoam to Reduce Lateral Earth Pressure on Rigid Walls*. Conference: International Conference on Advances in Structural and Geotechnical Engineering "ICASGE'15" At: Hurghada- Egypt, **7**(1), Jan. 2015
- [4] Berawi, M., Sari, M., Miraj, P., *Fostering Infrastructure Development Aligned With Sustainable Development Goals*, CSID Journal of Infrastructure Development, **4**(1), Mei. 2021
- [5] Bumanis, G., Argalis, P. P., Sahmenko, G., Mironovs, D., Rucevskis, S., Korjakins, A., & Bajare, D., *Thermal and Sound Insulation Properties of Recycled Expanded Polystyrene Granule and Gypsum Composites*, Recycling, **8**(1), pp. 19. Mei. 2023
- [6] Creswell, D., *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, Fifth Edition*, SAGE Publications, Inc, 2018.
- [7] Dwi, V., *Jalan Tol Cisumdawu Gunakan Teknologi Geofoam sebagai Pengganti Timbunan Tanah*, Depobeta, <https://depobeta.com/magazine/artikel/jalan-tol-cisumdawu-teknologi-geofoam-pengganti-timbunan-tanah/>, (14 Mei 2024).
- [8] Febriansya, A., Iskandar, I., Amalia, D., Indah, R., Widyaningsih, Y., *Environmental implications of styrofoam waste and its utilization as lightweight fill material for embankment construction*, E3S Web of Conferences, **6**(2), pp. 479, Mei. 2024.
- [9] Geofoamintl, *How EPS Geofoam Is Transforming the Construction Industry*, Geofoamintl, (<https://geofoamintl.com/how-eps-geofoam-is-transforming-construction-industry/>), (14 Mei 2024).
- [10] Hayes, S., Desha, C., Caldera, S., & Gibbs, M., *A Transformed Approach for Benchmarking the Performance of 'Sustainable' Infrastructure*. Resources, **12**(3), pp. 37, Apr. 2023.
- [11] Ižvolt, L., Kardoš, J., Dobeš, P., & Navikas, D., *Comprehensive Assessment of the Effectiveness of the Application of Foam and Extruded Polystyrene in the Railway Substructure*, Buildings, **14**(1), pp. 31, Jan. 2023.
- [12] Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Buku Tahunan BPJT*, BPJT, https://bpjt.pu.go.id/booklet/buku_tahunan_BPJT_2022/mobile/index.html, (14 Mei 2022).
- [13] Khan, M. I., & Meguid, M. A., *Evaluating the Role of Geofoam Properties in Reducing Lateral Loads on Retaining Walls: A Numerical Study*, Sustainability, **13**(9), pp. 4754, Feb. 2020.
- [14] Kompas.com, *Mengenal Geofoam EPS, Teknologi Khusus yang Digunakan di Tol Cisumdawu*, Kompas, (<https://www.kompas.com/properti/read/2023/05/28/133000321/mengenal-geofoam-eps-teknologi-khusus-yang-digunakan-di-tol-cisumdawu>), (14 Mei 2024).
- [15] Lin, L. K., Chen, L. H., Chen, H. L., *Evaluation of Geofoam as a Geotechnical Construction Material*, Journal of Materials in Civil Engineering, **22**(160), pp 2-22, Mei. 2010.
- [16] Puppala, A., Ruttanaporamakul, P., Congress, S. S. C., *Design and construction of lightweight EPS geofoam embedded geomaterial embankment system for control of settlements*. Geotextiles and Geomembranes, **47**, 2019.
- [17] Shen, R., Jiao, Z., Parker, T., Sun, Y., Wang, Q., *Recent application of Computational Fluid Dynamics (CFD) in process safety and loss prevention: A review*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, **67**, 2020.



- [18] Sigdel, L. D., Leo, C. J., Liyanapathirana, S., & Hu, P., Geotechnical Design Practices and Soil–Structure Interaction Effects of an Integral Bridge System: A Review, *Applied Sciences*, *11*(15), pp. 7131, 2020.
- [1] Sulong, N. H. R., Mustapa, S. A. S, & Rashid, M. K. A., *Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions: A review*, *Journal of Applied Polymer Science*, **136**(20), pp. 47529, 2019.