



Penerapan Teknologi Mortar Busa sebagai Solusi Penggantian Jembatan Tanpa Jalur Alternatif (Studi Kasus: Penggantian Jembatan pada Ruas Tj. Redeb – Batas Bulungan)

Sigit Herananda Prabowo

Program Studi Magister Teknik, Sekolah Pascasarjana, Universitas 17 Agustus 1945

DOI: [10.31004/jutin.v8i2.42941](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i2.42941)

✉ Corresponding author:

[\[sigitherananda@gmail.com\]](mailto:sigitherananda@gmail.com)

Article Info	Abstrak
<p>Kata kunci: Mortar Busa; Penggantian Jembatan; Oprit Jembatan</p>	<p>Penerapan teknologi material ringan mortar busa untuk konstruksi oprit jembatan pada proyek Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan memberikan efisiensi biaya yang signifikan. Dengan metode konstruksi separuh bagian jembatan lama tetap digunakan untuk jalur lalu lintas, sementara separuh lainnya dibongkar dan dibangun kembali dengan menggunakan oprit mortar busa. Setelah mortar busa mencapai kekuatan yang cukup dalam 14 hari, lalu lintas dapat dialihkan ke jembatan baru, sehingga separuh jembatan yang tersisa dapat dibongkar dan dibangun kembali dengan metode yang sama, sehingga tidak diperlukan pembangunan jembatan sementara dan relokasi bangunan yang terdampak, yang umumnya memakan biaya tinggi. Analisis menunjukkan bahwa konstruksi menggunakan mortar busa dapat menghemat biaya hingga 10,77% dibandingkan metode timbunan pilihan konvensional, mengurangi total pengeluaran dari Rp. 7,3 miliar menjadi sekitar Rp. 6,59 miliar. Keuntungan tambahan meliputi pengurangan kebutuhan dinding penahan tanah dan percepatan waktu pelaksanaan, berkat sifat self-compacting dan cepat mengeras dalam 14 hari.</p>
<p>Keywords: Foam Mortar; Bridge Replacement; Bridge Approach</p>	<p>Abstract</p> <p><i>Application of foam mortar technology for bridge approach construction in the Bridge Replacement project Tj. Redeb - Bts. Bulungan provided significant cost efficiency. With the construction method half of the old bridge section remained in use for traffic lanes, while the other half was dismantled and rebuilt using foam mortar. After the foam mortar reached sufficient strength in 14 days, traffic could be diverted to the new bridge, so the remaining half of the bridge could be demolished and rebuilt using the same method, eliminating the need for temporary bridge construction and relocation of affected buildings, which are generally costly.</i></p>

Analyses showed that construction using foam mortar could save up to 10.77% over the conventional preferred backfill method, reducing total expenditure from IDR 7.3 billion to approximately IDR 6.59 billion. Additional benefits include a reduction in the need for retaining walls and an accelerated implementation time, thanks to its self-compacting properties and rapid hardening in 14 days.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan infrastruktur transportasi, khususnya jembatan, merupakan salah satu elemen kunci dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat di Indonesia. Jembatan yang menghubungkan berbagai wilayah penting harus senantiasa berada dalam kondisi optimal agar dapat menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Namun, seiring dengan bertambahnya usia, banyak jembatan yang mengalami kerusakan struktural dan memerlukan penggantian total. Salah satu tantangan dalam proyek penggantian jembatan adalah tetap menjaga kelancaran arus lalu lintas, terutama ketika tidak tersedia jalur alternatif.

Proyek Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan merupakan contoh kasus di mana tidak ada jalur alternatif untuk mengalihkan arus lalu lintas selama proses konstruksi. Selain itu, padatnya bangunan di sekitar jembatan menambah kompleksitas proyek ini. Dalam situasi seperti ini, pemilihan jenis dan metode konstruksi tepat menjadi sangat penting untuk meminimalkan gangguan terhadap pengguna jalan dan memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan dalam waktu yang ditentukan. Material ringan mortar busa, sebagaimana diatur dalam Spesifikasi Khusus SKh-2.7.21 (PUPR, 2024) menawarkan keunggulan dalam hal pengurangan beban timbunan dan kemudahan aplikasi pada tanah lunak. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Atamini, 2018), yang menunjukkan bahwa penggunaan timbunan ringan mortar busa dapat meningkatkan stabilitas dan mengurangi penurunan pada oprit jembatan dibandingkan dengan timbunan pilihan. Dalam konteks biaya, (Riadi & Sujana, 2024) melakukan analisis yang menunjukkan bahwa teknologi mortar busa dapat memberikan efisiensi biaya dan waktu yang signifikan dalam proyek konstruksi. Penelitian lain oleh (Putra & Ariestianty, 2022) juga mendukung temuan ini, dengan menunjukkan bahwa penggunaan timbunan ringan mortar busa dapat mengurangi biaya konstruksi pada jembatan dengan struktur baja bergelombang. Lebih lanjut, (Bahari & Hamdhan, 2017) serta (Hidayat, 2016) menekankan pentingnya analisis geoteknik dalam perencanaan penggunaan material mortar busa, yang dapat mempengaruhi stabilitas dan kekuatan struktur. Penelitian terbaru oleh (Alfareza et al, 2023) dan (Tisnawan et al, 2023) juga menunjukkan bahwa mortar busa memiliki potensi untuk meningkatkan kekuatan kompresi dan stabilitas dalam aplikasi konstruksi.

Oprit jembatan merupakan bagian penting dalam infrastruktur jalan yang berfungsi sebagai penghubung antara jalan raya dan jembatan, memungkinkan perpindahan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Dalam konstruksi oprit jembatan, pemilihan material timbunan menjadi aspek krusial yang mempengaruhi stabilitas dan efisiensi biaya pembangunan. Salah satu inovasi material yang digunakan adalah mortar busa, yaitu campuran pasir, semen, air, dan cairan busa (foam agent) yang memiliki densitas ringan, maksimal 8 kN/m^3 , sesuai dengan Spesifikasi Khusus Material Ringan Mortar Busa SKh-2.7.21 (PUPR, 2024). Keunggulan utama mortar busa terletak pada kekuatan tekan minimum yang telah diuji pada umur 14 hari, dengan nilai minimum 2000 kPa untuk lapis fondasi dan 800 kPa untuk lapis fondasi bawah atau timbunan. Alternatif lain yang sering digunakan dalam timbunan oprit jembatan adalah timbunan pilihan, yang terdiri dari tanah berbutir sedang hingga kasar sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 (PUPR, 2020). Material ini harus memenuhi standar tertentu, termasuk nilai CBR minimal 10% setelah perendaman selama empat hari, serta memiliki kekuatan geser yang cukup untuk mendukung kestabilan timbunan. Pemilihan antara mortar busa dan timbunan pilihan bergantung pada berbagai faktor, seperti efisiensi biaya, kebutuhan struktural, serta kondisi lingkungan proyek.

Dalam kajian ini, kami juga merujuk pada penelitian oleh (Lastiasih & Mochtar, 2022) yang membandingkan oprit yang diisi dengan material pilihan dan mortar busa pada jalan tol, serta (Santoso, 2020) yang mengeksplorasi penggunaan CSS-Mortar Busa sebagai alternatif dalam pemilihan tipe konstruksi jalan layang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai efisiensi biaya dan efektivitas penggunaan material mortar busa dalam konstruksi oprit jembatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua jenis konstruksi oprit, yaitu Alternatif 1 yang menggunakan material timbunan pilihan dan Alternatif 2 yang menggunakan material ringan mortar busa, dari segi biaya. Jenis konstruksi oprit alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan) memerlukan jalur pengalihan arus lalu lintas dengan membangun jembatan sementara dan opritnya disamping jembatan yang akan diganti, serta dibutuhkan relokasi bangunan warga yang terkena dampak pembuatan jembatan sementara. Jenis konstruksi oprit alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar

busa) memungkinkan pelaksanaan penggantian jembatan tanpa pekerjaan jembatan sementara dengan metode separuh bagian jembatan lama tetap digunakan untuk lalu lintas, sementara separuh lainnya dibongkar dan dibangun kembali dengan menggunakan oprit mortar busa. Setelah mortar busa mencapai kekuatan yang cukup dalam 14 hari, lalu lintas dapat dialihkan ke jembatan baru, sehingga separuh jembatan yang tersisa dapat dibongkar dan dibangun kembali dengan metode yang sama. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk membandingkan biaya antara kedua alternatif konstruksi oprit, tetapi juga untuk memberikan rekomendasi yang berbasis data bagi pengambilan keputusan dalam proyek konstruksi jembatan di masa depan.

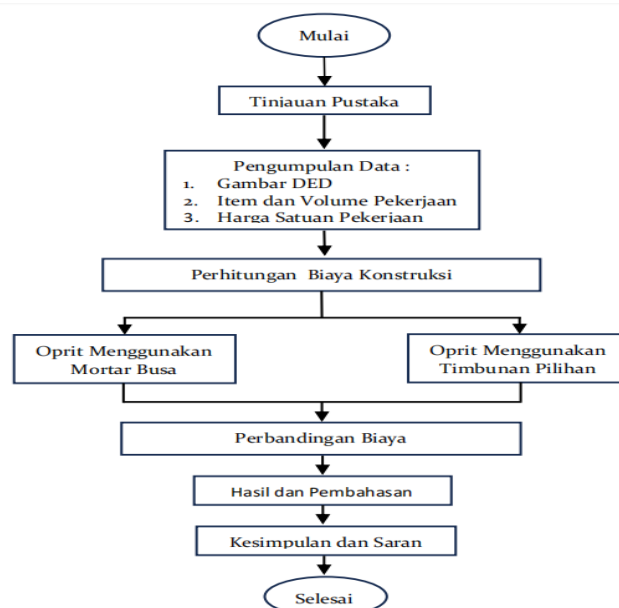
2. METODE

Lokasi penelitian ini dilakukan pada proyek Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan yang berlokasi di Kampung Maluang, Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : Data Primer

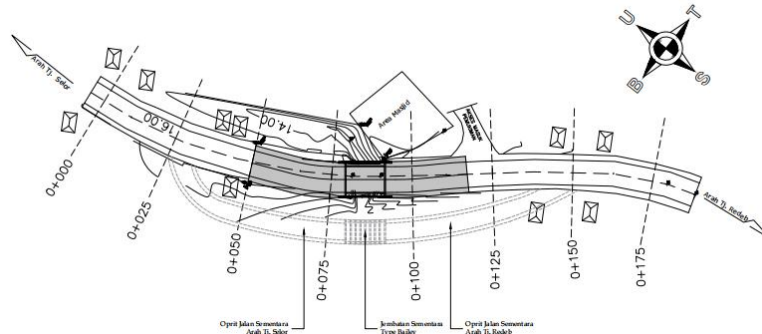
Tahapan penelitian dimulai dengan kajian pustaka dan pengumpulan data, yang mencakup data perencanaan dan *Detail Engineering Design (DED)*, inventarisasi item serta kuantitas pekerjaan, dan harga satuan pekerjaan. Selanjutnya, proses perhitungan biaya konstruksi dilakukan untuk berbagai alternatif tipe konstruksi yang diusulkan. Perhitungan biaya ini menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang dikembangkan oleh Ditjen Bina Marga, dengan mengacu pada Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2. Tahap akhir penelitian melibatkan pembahasan mengenai perbandingan hasil perhitungan biaya konstruksi serta penyusunan kesimpulan. Langkah-langkah penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

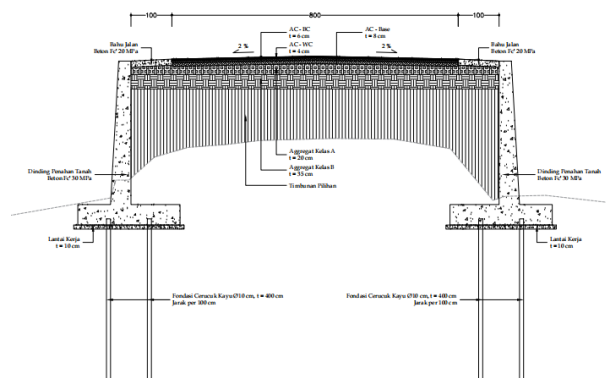
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survey tidak terdapat jalur alternatif untuk pengalihan arus lalu lintas yang melintasi jembatan yang akan dilakukan penggantian, sehingga jika menggunakan metode konvensional menggunakan oprit jembatan dengan material timbunan pilihan diperlukan pembuatan jembatan sementara beserta opritnya disisi samping jembatan *existing* seperti pada gambar 3.



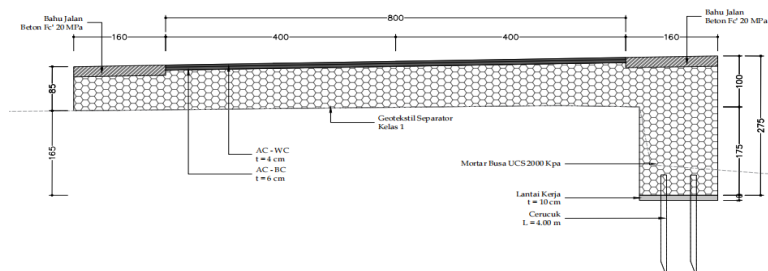
Gambar 3. Layout Alternatif 1 Oprit menggunakan Timbunan Pilihan
Sumber : Data Sekunder

Oprit jembatan dengan material timbunan pilihan memerlukan Dinding Penahan Tanah (DPT) seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Potongan melintang oprit menggunakan material timbunan pilihan
Sumber : Data Sekunder

Sebagai alternatif perbandingan untuk pemilihan jenis konstruksi oprit jembatan, dipilih tipe konstruksi material ringan mortar busa dengan desain oprit seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Potongan melintang oprit menggunakan material ringan mortar busa
Sumber : Data Sekunder

Asumsi yang digunakan dalam perbandingan item pekerjaan mengacu pada Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2 (PUPR, 2020), di mana beberapa item pekerjaan seperti drainase, galian struktur, pondasi tiang jembatan, *abutment* jembatan, *Girder* baja jembatan, plat lantai jembatan, Laston Lapis Antara (AC-BC), Laston Lapis Aus (AC-WC), marka jalan, patok pengarah, kerb pada kedua alternatif adalah sama. Perbandingan item pekerjaan

pada jenis konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan) dan Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa) ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Item Pekerjaan Alternatif 1 dan Alternatif 2 pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan

Konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan)	Konstruksi oprit Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa)	Keterangan
Divisi 1. Umum Ada Pekerjaan 1.8. (2) Jembatan Sementara	Divisi 1. Umum -	Item jembatan sementara termasuk biaya relokasi bangunan warga dan biaya sewa lahan
Divisi 3. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik Ada Pekerjaan 3.1.(2a) Timbunan Pilihan dari Sumber Galian -	Divisi 3. Pekerjaan Tanah dan Geosintetik - Ada pekerjaan 3.5.(2a) Geotekstil Separator Kelas 1	
Divisi 5. Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen Ada Pekerjaan 5.1.(1) Lapis Pondasi Agregat Kelas A Ada Pekerjaan 5.1.(2) Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Divisi 5. Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen - -	
Divisi 6. Perkerasan Aspal Ada Pekerjaan 6.3.(7a) Laston Lapis Fondasi (AC-Base)	Divisi 6. Perkerasan Aspal -	
Divisi 7. Struktur Ada Pekerjaan Dinding Penahan Tanah (DPT) Beton Bertulang -	Divisi 7. Struktur - Ada pekerjaan SKh-1.7.21 (2) Material ringan mortar-busa UCS 2000 KPa	

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tabel 2 memperlihatkan beberapa perbedaan item pekerjaan pada jenis konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan) dan Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa) , yang tentunya akan mempengaruhi biaya yang diperlukan. Selanjutnya, item-item pekerjaan ini dianalisis menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Standart Bina Marga. Perbandingan rekapitulasi biaya untuk konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan) dan Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa) ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Biaya Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan untuk konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan)

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	1.425.035.847,45
2	Drainase	9.598.152,72
3	Pekerjaan tanah dan Geosintetik	183.539.,133,56
4	Pekerjaan Preventif	-
5	Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen	228.072.500,00
6	Perkerasan Aspal	396.116.819,52
7	Struktur	5.047.545.894,86
8	Preservasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-Lain	9.930.376,00
10	Pekerjaan Pemeliharaan	-
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk PPN 11 %)	7.299.838.724,11
(B)	Pembulatan	7.299.838.000,00

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan untuk konstruksi oprit Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa)

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	536.762.101,00
2	Drainase	9.598.152,72
3	Pekerjaan tanah dan Geosintetik	126.661.971,38
4	Pekerjaan Preventif	-
5	Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen	-
6	Perkerasan Aspal	241.922.640,96
7	Struktur	5.664.710.252,47
8	Preservasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-Lain	9.930.376,00
10	Pekerjaan Pemeliharaan	-
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk PPN 11 %)	6.589.585.494,53
(B)	Pembulatan	6.589.585.000,00

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, estimasi biaya untuk pekerjaan Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan bentang 12 meter dan lebar 10,20 meter menunjukkan bahwa penggunaan tipe konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan) menghabiskan biaya sebesar Rp. 7.299.838.000,00 sedangkan tipe konstruksi oprit Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa) memerlukan biaya sebesar Rp. 6.589.585.000,00. Selisih harga pekerjaan sebesar Rp. 710.253.000,00. Biaya pekerjaan penggantian jembatan dengan menggunakan tipe konstruksi oprit Alternatif 2 (menggunakan material ringan mortar busa) lebih murah 10,77 % dibandingkan dengan konstruksi oprit Alternatif 1 (menggunakan material timbunan pilihan).

1. Efisiensi Biaya

Penggunaan mortar busa mengurangi biaya proyek sebesar 10,77% dibandingkan metode timbunan pilihan. Hal ini terjadi karena sifat ringan mortar busa yang mengurangi kebutuhan akan dinding penahan tanah dan infrastruktur pendukung, serta mempercepat konstruksi (Atamini & Moestafa, 2018; PUPR, 2024).

2. Pengurangan Waktu Pelaksanaan

Mortar busa mempercepat waktu konstruksi hingga 20% karena sifat self-compacting-nya yang tidak memerlukan pemadatan manual, dan waktu pengerasan yang cepat (14 hari). Hal ini berbeda dengan timbunan pilihan yang memerlukan waktu lebih lama (Riadi & Sujana, 2024).

3. Stabilitas dan Penurunan Tanah

Mortar busa mengurangi penurunan tanah dan meningkatkan stabilitas oprit karena densitasnya yang rendah dan kemampuannya mengisi rongga tanpa ruang udara, mengurangi tekanan pada tanah di bawahnya (Alfareza et al., 2023; Hidayat et al., 2016).

4. Dampak Lingkungan

Penggunaan mortar busa lebih ramah lingkungan karena tidak memerlukan penambahan material tambahan seperti timbunan pilihan, mengurangi jejak karbon proyek (Santoso, 2020; Bahari & Hamdhan, 2017).

Temuan ini menunjukkan bahwa mortar busa menawarkan solusi yang efisien dalam penggantian jembatan, mengurangi biaya, durasi, dan dampak lingkungan, serta meningkatkan stabilitas. Hasil ini mendukung penerapan mortar busa sebagai alternatif efektif di proyek infrastruktur masa depan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan biaya konstruksi pada Proyek Penggantian Jembatan Ruas Tj. Redeb – Bts. Bulungan, penggunaan teknologi mortar busa sebagai material timbunan pada oprit jembatan terbukti memiliki keunggulan yang signifikan dibandingkan metode konvensional dengan timbunan pilihan. Dari segi efisiensi biaya, penggunaan mortar busa memungkinkan penghematan sebesar Rp. 710.253.000,00, dengan total estimasi biaya konstruksi Rp. 6.589.585.000,00, lebih rendah dibandingkan metode timbunan pilihan yang mencapai Rp. 7.299.838.000,00. Penggunaan mortar busa juga menghasilkan pengurangan biaya sebesar 10,77%, menunjukkan bahwa teknologi ini lebih ekonomis serta memberikan efisiensi dalam pemanfaatan lahan dan durasi proyek. Selain itu, secara teknis, mortar busa memungkinkan pembangunan oprit jembatan tanpa memerlukan dinding penahan tanah atau jembatan sementara, sehingga mengurangi kebutuhan ruang dan kompleksitas dalam pelaksanaan konstruksi. Keunggulan lain yang ditawarkan adalah kemampuannya dalam mempertahankan

kelancaran arus lalu lintas selama proses pembangunan melalui metode separuh-separuh, yang sangat penting terutama di lokasi tanpa jalur alternatif. Dengan berbagai keunggulan tersebut, penerapan teknologi mortar busa menjadi solusi yang lebih efisien dan efektif dalam proyek pembangunan jembatan.

5. REFERENSI

- Alfareza et al. (2023). Analisis Stabilitas Pada Teknologi Mortar Busa Dalam Perencanaan Flyover SKA pekan baru. *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, 11(1).
- Ariansyah, et al., (2022). Analisis Stabilitas Lereng Dan Alternatif Penanganannya Pada Timbunan Oprit Jembatan Labu Sawo Sumbawa. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 107–116.
- Atamini, et al. (2018). Evaluasi Stabilitas dan Penurunan antara Timbunan Ringan Mortar Busa Dibandingkan dengan Timbunan Pilihan pada Oprit Jembatan (Studi Kasus: Flyover Antapani, Kota Bandung). In *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Maret* (Vol. 4).
- Bahari, S. R., & Hamdhan, I. N. (2017). Analisis Geoteknik pada Teknologi Corrugated Mortar Busa Pusjatan (CMP) dalam Perencanaan Flyover Antapani. In *Teknik Sipil Itenas* | (Vol. 3, Issue 4).
- Hidayat, et al. (2016, November 8). Analisis Material Ringan Dengan Mortar Busa Pada Konstruksi Timbunan Jalan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2016*.
- Lastiasih & Mochtar. (2022). Comparison Study of Embankment Filled with Selected Material and Foamed Mortar on Toll Road. *Indonesian Geotechnical Journal*, 1(2), 12–26. <https://doi.org/10.56144/igj.v1i2.1>
- PUPR. (2020). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- PUPR. (2024). *Spesifikasi Khusus Material Ringan Mortar-Busa SKh-2.7.21*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Putra & Ariestianty. (2022). Pengaruh Timbunan Ringan Mortar Busa Pengganti Timbunan Biasa Pada Jembatan Menggunakan Konstruksi Struktur Baja Bergelombang (The Effect Of Lightweight Foam Mortar A Substitute Of Common Fill On Bridge Structure Using Corrugated Steel Plate). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 39(2), 67–73.
- Riadi, H., & Sujana, C. M. (2024). Cost and Time Comparison between Corrugated Foam Mortar Technology and Girders (Study Case on Martadinata Pamulang Flyover Project). *E3S Web of Conferences*, 476. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601039>
- Santoso. (2020). Penggunaan CSS-Mortar Busa Sebagai Alternatif Pemilihan Tipe Konstruksi Jalan Layang terhadap Biaya Konstruksi. *Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 8(2), 87–98. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang>
- Tisnawan et al. (2023). Analysis Of Compressive Strength Of Foam Mortar With The Use Of Teratak Buluh Sand And Ringgit Sand. *Journal International Multidiscipline*, 1(2), 2023.