

Penerapan Teknologi Komposit Limbah Rami-Semen-Latex Akrilik untuk Perbaikan Infrastruktur Beton di Kabupaten Salatiga, Jawa Tengah

Budi Basuki Subagio¹, Muhlasah Novitasari Mara^{*2}, Irfan Mujahidin³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang, Indonesia
^{*}e-mail: budib.subagio@polines.ac.id¹, muhlahah@polines.ac.id², muhlahah@polines.ac.id³

Abstrak

Bengkel Industri Triyasa Manunggal di Kabupaten Salatiga, yang bergerak di bidang perbaikan infrastruktur logam dan bangunan. Aktivitas keluar-masuk alat berat di area workshop terjadi dengan frekuensi tinggi, sehingga permukaan lantai beton mengalami kerusakan berulang seperti retak dan lepasnya bagian permukaan. Terbatasnya ketersediaan bahan berkualitas tinggi, yang menyebabkan hasil perbaikan infrastruktur kurang tahan lama dan rentan terhadap kerusakan lanjutan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, diusulkan program penerapan teknologi komposit limbah Rami-Semen-Latex Akrilik sebagai bahan tambalan alternatif untuk beton rusak. Komposit dibuat dengan menggabungkan limbah serat rami, semen Portland, pasir Muntilan, lem beton, styrene acrylic, dan air, dengan rasio tertentu untuk menghasilkan material tambal beton yang kuat dan mudah diaplikasikan. Kegiatan dilakukan melalui pelatihan teknis pembuatan dan penggunaan komposit limbah Rami-Semen-Latex Akrilik, demonstrasi aplikasi langsung pada infrastruktur yang rusak, pendampingan intensif dalam penerapan teknologi, serta evaluasi kualitas hasil tambalan. Hasil uji menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton yang diperbaiki menggunakan komposit meningkat secara signifikan, dari 12,8 MPa (tanpa komposit) menjadi 24,7 MPa. Selain itu, penggunaan limbah rami memberikan nilai tambah dari sisi keberlanjutan, mengingat serat ini merupakan bahan alami yang murah dan mudah diperoleh. Efektivitas biaya dan kemudahan pelaksanaan menjadikan teknologi ini layak diadopsi untuk kebutuhan perbaikan beton skala kecil hingga menengah, khususnya di lingkungan masyarakat umum.

Kata kunci: Teknologi Komposit, Limbah Rami, Perbaikan Infrastruktur

Abstract

Triyasa Manunggal Industrial Workshop in Salatiga Regency, which is engaged in metal infrastructure and building repair. Heavy equipment activities in and out of the workshop area occur with high frequency, so that the concrete floor surface experiences repeated damage such as cracking and detachment of surfaces. The limited availability of high-quality materials, which makes infrastructure repairs less durable and prone to further damage. To answer these problems, a program is proposed to apply Hemp-Cement-Acrylic Latex waste composite technology as an alternative filling material for damaged concrete. The composite is made by combining hemp fiber waste, Portland cement, Muntilan sand, concrete glue, acrylic styrene, and water, with a certain ratio to produce a strong and easy-to-apply concrete patch material. The activity was carried out through technical training on the manufacture and use of Hemp-Cement-Latex Acrylic waste composites, demonstrations of direct applications on damaged infrastructure, intensive assistance in the application of technology, and evaluation of the quality of patch results. The test results showed that the compressive strength of the concrete repaired using composites increased significantly, from 12.8 MPa (without composite) to 24.7 MPa. In addition, the use of hemp waste provides added value in terms of sustainability, considering that this fiber is a natural material that is cheap and easy to obtain. The cost-effectiveness and ease of implementation make this technology suitable for the adoption of small to medium-scale concrete repair needs.

Keywords: Composite Technology, Hemp Waste, Concrete, Infrastructure Repair

1. PENDAHULUAN

Mitra Industri Triyasa Manunggal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang permesinan berat. Aktivitas keluar-masuk alat berat di area workshop terjadi dengan frekuensi tinggi, sehingga permukaan lantai beton mengalami kerusakan berulang seperti retak dan lepasnya bagian permukaan. Kerusakan ini tidak hanya mengganggu operasional produksi, tetapi

juga meningkatkan risiko keselamatan kerja dan menambah biaya perawatan rutin. Dari pengamatan tim, kerusakan terjadi setiap 2-3 bulan sekali pada area dengan beban kendaraan tertinggi, menandakan perlunya solusi material yang lebih tahan lama dan ramah lingkungan.



Gambar 1. Proses penambalan beton oleh mitra

Mitra menghadapi tantangan dalam memilih material yang mampu memperbaiki beton secara efektif, cepat, dan tahan lama, namun tetap memenuhi prinsip keberlanjutan lingkungan dan biaya. Semen khusus untuk menambal beton dikenal dengan semen instan atau *rapid-set cement*. Jenis semen ini dirancang untuk penggunaan yang membutuhkan kecepatan pengerasan yang tinggi, seperti perbaikan cepat pada beton yang rusak [1]. Proses pengerasan semen instan terjadi lebih cepat daripada semen biasa, sehingga memungkinkan pekerjaan perbaikan yang lebih efisien dan cepat. Selain itu, semen instan juga biasanya memiliki kekuatan awal yang tinggi, sehingga area yang diperbaiki dapat segera digunakan setelah proses pengerasan selesai. Namun, material ini memiliki kekurangan: harga yang relatif mahal (Rp 320.000–380.000 per sak) dan ketahanan yang rendah terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti fluktuasi suhu dan kelembapan tinggi.



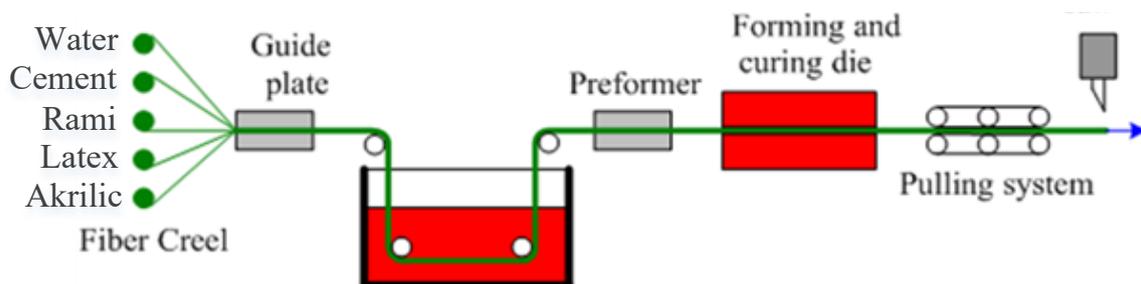
Gambar 2. Semen penambal beton di pasaran

Dalam menghadapi situasi ini, tim pengabdian Politeknik Negeri Semarang mengembangkan material Komposit Limbah Rami-Semen-Latex Akrilik sebagai alternatif pengganti *rapid-set cement* yang biasa digunakan mitra. Hal ini meliputi pengembangan teknologi komposit yang sesuai dengan kondisi lingkungan lokal [2]. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan material komposit dan limbah untuk perbaikan beton memiliki performa yang menjanjikan. Misalnya, penggunaan rubber-engineered cementitious composite (RECC) mampu meningkatkan kapasitas kekuatan elemen struktur beton hingga 43% pada balok dan 190% pada kolom [3]. Selain itu, teknologi smart concrete dan geopolimer berbasis limbah industri mulai banyak diterapkan sebagai solusi perbaikan beton berkelanjutan karena kemampuannya dalam memperbaiki retak secara mandiri dan ketahanan yang tinggi terhadap

degradasi lingkungan [4, 5]. Penerapan beton ramah lingkungan tidak hanya mengurangi emisi karbon, tetapi juga menghemat sumber daya alam melalui pemanfaatan limbah industri sebagai substitusi agregat [6]. Dengan pendekatan ini, solusi perbaikan beton dapat lebih berkelanjutan dan ekonomis.

2. METODE

Tahap awal dari kegiatan ini adalah merancang teknologi komposit limbah rami-semen-latex akrilik untuk menambal beton. Perancangan ini disesuaikan dengan kebutuhan mitra, seperti jenis kerusakan beton dan kondisi lingkungan sekitar. Selain itu, desain teknologi juga mempertimbangkan efisiensi penerapan di lokasi mitra, termasuk ketersediaan material lokal dan kemudahan aplikasi di lapangan. Komposit ini dirancang dengan **menggabungkan material limbah rami dan bahan berbiaya rendah**, semen dan latex akrilik, untuk menciptakan material tambal beton yang ekonomis namun kuat [7]. Durasi pelaksanaan program ini **3 bulan**, dengan rangkaian kegiatan Minggu 1–2 perancangan teknologi dan pengujian laboratorium awal, Minggu 3–6 pengumpulan material dan pembuatan komposit. Bahan utama yang digunakan adalah limbah rami, semen, dan latex akrilik. Limbah rami dikumpulkan dari hasil pertanian, lalu diproses menjadi serat melalui pengikisan, pencelupan, pengeringan dan pencacahan. Setelah serat rami siap, dilakukan pencampuran dengan semen dan latex akrilik dalam perbandingan tertentu. Proses ini mencakup pencampuran bertahap agar homogen, pemadatan dan pembentukan (lembaran atau bentuk lain sesuai kebutuhan) dan pengeringan untuk menghilangkan kelembaban dan memperkuat struktur. Proses pembuatan teknologi komposit limbah rami-semen-latex akrilik untuk menambal beton yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. proses pembuatan teknologi komposit limbah rami-semen-latex akrilik

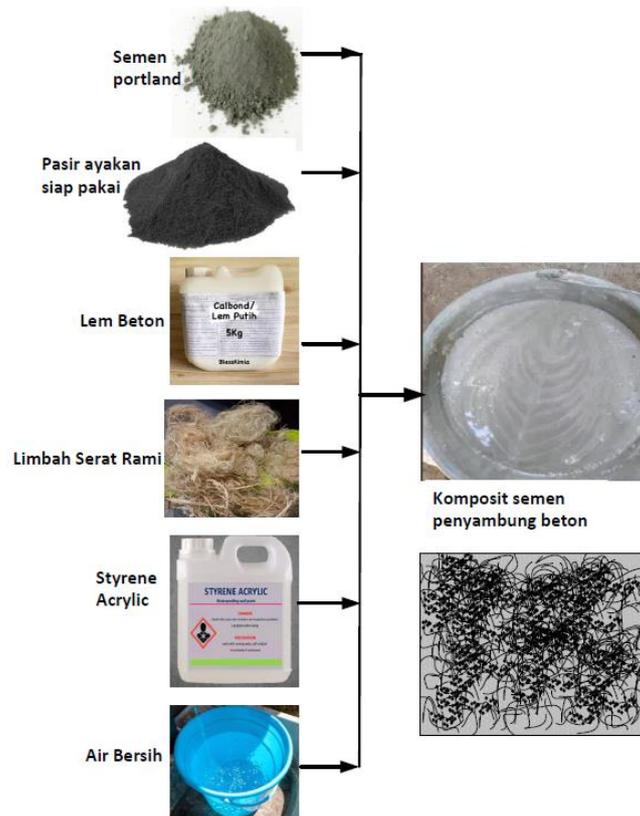
Minggu 7–10 aplikasi di lapangan dan penyempurnaan proses. Komposit diterapkan pada permukaan beton retak yang telah dibersihkan. Langkah-langkah pengaplikasian adalah dengan penempelan dan perataan komposit, proses pengeringan dan penyembuhan agar komposit menempel sempurna. Jika diperlukan, dilakukan pengecatan atau pelapisan tambahan untuk estetika dan proteksi lebih lanjut [8, 9]. Minggu 11–12: Evaluasi keberhasilan dan pelaporan. Keberhasilan program ini diukur melalui kekuatan tekan beton setelah perbaikan, dibandingkan dengan beton retak yang tidak ditambal komposit [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis bahan pada tahap perancangan, dirumuskan bahwa bahan-bahan untuk pembuatan teknologi **komposit limbah rami-semen-latex akrilik** terdiri atas:

1. **Limbah serat rami** – Serat alami yang tahan kimia dan sangat ulet, digunakan sebagai penguat utama untuk mencegah retakan mikro.
2. **Semen Portland** – Sebagai bahan pengikat utama dengan karakteristik tahan sulfat, tidak mudah retak, dan mudah diaplikasikan.
3. **Pasir Muntilan siap pakai** – Digunakan sebagai agregat halus yang memperkuat struktur komposit.

4. **Lem Beton** – Berfungsi sebagai bahan perekat antara beton lama dan beton baru.
5. **Styrene Acrylic** – Memberikan ketahanan mekanik dan fleksibilitas tambahan pada komposit.
6. **Air** – Digunakan secukupnya untuk melarutkan dan menyatukan seluruh bahan. Susunan komposit ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bahan Komposit Limbah Rami-Semen-Latex Akrilik

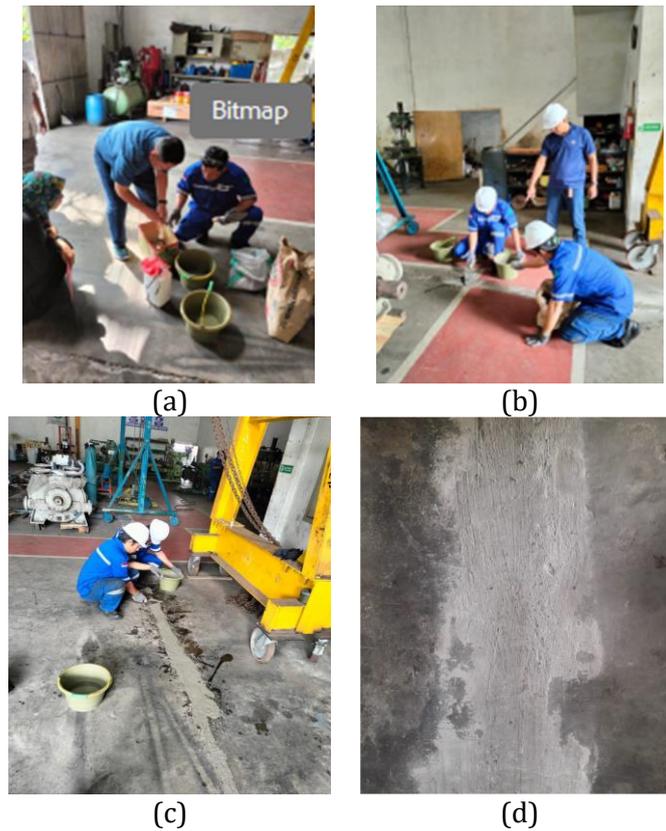
Rasio masing-masing bahan untuk menghasilkan campuran optimal dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rasio Bahan Komposit Limbah Rami-Semen-Latex Akrilik

Bahan	Rasio
Potongan Serat Rami (± 3 cm)	2 bagian
Semen Portland	5 bagian
Pasir Muntlan	5 bagian
Lem Beton	3 bagian
Styrene Acrylic	2 bagian
Air	Secukupnya

Mitra diberikan pendampingan dalam menerapkan komposit ke retakan beton melalui tahapan sebagai berikut:

1. Pembersihan area retak agar terbebas dari debu dan zat kimia pengganggu.
 2. Pembasahan permukaan beton dengan air untuk meningkatkan daya lekat.
 3. Aplikasi adukan komposit sesuai rasio bahan.
 4. Perataan dan pengisian detil retakan, untuk memastikan tidak ada rongga udara.
 5. Finishing agar permukaan beton kembali rata dan siap digunakan.
- Dokumentasikan pendampinga dapat dilihat pada Gambar 5

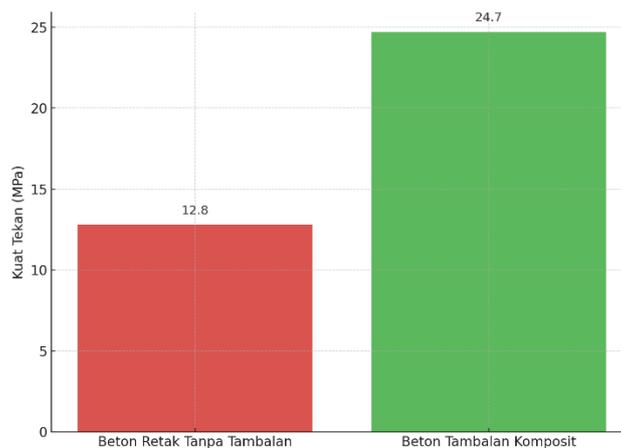


Gambar 5. Pendampingan Implementasi Komposit (a) Pembuatan Adukan (b) Persiapan Area yang Akan ditambal (c) Penambalan Beton (d) Hasil Penambalan Cor Beton

Untuk mengetahui efektivitas teknologi ini, dilakukan uji tekan terhadap beton yang ditambal dengan komposit dan dibandingkan dengan beton retak tanpa perbaikan. Hasil Evaluasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Grafik 6

Tabel 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton

Sampel	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
Beton Retak Tanpa Tambalan	12.8
Beton Tambalan Komposit	24.7



Gambar 6. Kekuatan Tekan Beton: Komposit vs Tanpa Komposit

Berdasarkan implementasi dan hasil uji coba, diperoleh **Peningkatan kekuatan beton sebesar ±93%** setelah ditambal menggunakan komposit. **Efektivitas biaya:** Komposit berbasis

limbah rami terbukti lebih murah dibandingkan tambalan berbasis resin sintesis komersial. **Ketersediaan bahan lokal** (rami, semen, pasir) memudahkan adopsi oleh mitra dan meningkatkan keberlanjutan. **Waktu pengerjaan** relatif singkat yakni kurang lebih 1 hari untuk satu area retakan. Dengan hasil tersebut, teknologi ini layak diterapkan secara luas sebagai solusi ekonomis dan ramah lingkungan untuk perbaikan infrastruktur berbasis beton.

4. KESIMPULAN

Dari kegiatan yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa pendampingan kepada Mitra Industri Triyasa Manunggal, diperoleh beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Komposit berbasis limbah rami yang dikombinasikan dengan semen, pasir, lem beton, dan styrene acrylic berhasil dikembangkan dan diterapkan secara efektif untuk memperbaiki retakan pada struktur beton.
2. Hasil uji menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton yang diperbaiki menggunakan komposit meningkat sebesar $\pm 93\%$ dibandingkan beton retak tanpa perbaikan (24,7 MPa vs 12,8 MPa).
3. Dari segi biaya dan ketersediaan material, komposit ini tergolong ekonomis karena menggunakan limbah lokal (rami) dan bahan tambahan yang umum ditemukan di pasaran.
4. Pendampingan terhadap mitra dalam pengaplikasian teknologi menunjukkan bahwa prosesnya relatif sederhana, mudah diterapkan, dan tidak memerlukan alat berat atau keterampilan teknis tinggi.
5. Komposit ini berpotensi sebagai solusi ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur beton, terutama pada lingkungan pedesaan atau wilayah dengan keterbatasan akses terhadap bahan bangunan konvensional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Semarang yang telah memberi dukungan **financial** terhadap pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Noor, F. Agustina, S. Yatnikasari, A. C. Siregar and U. Wahdah, "Pelatihan Pembuatan Perkerasan Beton Porous Di Gg Julak Gafur Rt 04 Kel. Sungai Pinang Samarinda," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, vol. 2, no. 4, pp. 437-444, 2022.
- [2] C. L. Mowo and D. Arumningsih, "Beton Memadat Sendiri Ramah Lingkungan Menggunakan Limbah Serbuk Beton, Limbah Serbuk Batu Bata dan Limbah Debu Pemoangan Marmer," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 26, no. 2, pp. 29-39., 2021.
- [3] O. Youssf, R. Roychand, M. E. and A. M. Tahwia, "Assessment of the Efficiency of Eco-Friendly Lightweight Concrete as Simulated Repair Material in Concrete Joints," *Buildings*, vol. 14, no. 1, p. 37, 2023.
- [4] Tian, Qiong, J. Zhou, J. Hou, Z. Zhou, Z. Liang, M. Sun, J. Hu and J. Huang, "Building the future: Smart concrete as a key element in next-generation construction," *Construction and Building Materials*, vol. 429, p. 136364, 2024.
- [5] C. Frangieh, M. Saba, D. Karmaoui and Z. Lafhaj, "Geopolymer: A new sustainable repairing material for concrete cracks," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022.
- [6] C. Llanes, Manuel, M. R. Pérez, M. J. G. González and J. P. B. Raya, "Construction and demolition waste as recycled aggregate for environmentally friendly concrete paving," *Environmental Science and Pollution Research International*, vol. 29, pp. 9826 - 9840, 2021.

-
- [7] R. Atmoko, "Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Rami dengan Matrik Polyester," *Universitas Lampung*, Lampung, 2015.
- [8] S. Trinugroho and N. Trisnawati, "Kapasitas Lentur Panel Bertulangan Rotan dengan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Semen, Fly Ash dan Kapur," *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 13, no. 2, pp. 48-53, 2020.
- [9] F. R. Tambingon, D. J. Martin, S. E. Sumajouw and Wallah., "Kuat Tekan Beton Geopolymer Dengan Perawatan Temperatur Ruangan," *Sipik Statik*, vol. 6, no. 9, 2018.
- [10] F. A. Emda, M. Safriani and T. Farizal, "Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan Campuran Abu Boiler Pada Proyek Jembatan di PT. Socfindo Kebun Seunagan," *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, vol. 7, no. 1, 2023.