

INOVASI *ECO GREEN CONCRETE* DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH SAW, LIMBAH BETON, LIMBAH KERAMIK, DAN LIMBAH KARET SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT

Lilis Tiyani¹, Amalia², Sukarman³, Afrizal Nursin⁴, Muhtarom Riyadi⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 16425

lilis.tiyani@sipil.pnj.ac.id¹, amalia@sipil.pnj.ac.id², sukarman@sipil.pnj.ac.id³, afrizal.nursin@sipil.pnj.ac.id⁴, muhtarom.riyadi@sipil.pnj.ac.id⁵

Abstrak

Alternatif beton ramah lingkungan yang dikenal dengan sebutan "beton *eco green*" diciptakan dengan menggunakan bahan sisa atau limbah dari berbagai usaha. Salah satunya adalah mengganti sumber daya ramah lingkungan dengan agregat yang digunakan untuk memproduksi beton. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan inovasi *Eco Green Concrete* dengan campuran *Submerged Arc Welding* (SAW) yang merupakan sisa hasil dari proses pengelasan baja, limbah beton, limbah keramik yang disubstitusikan pada agregat kasar dan limbah karet yang juga di substitusikan terhadap agregat halus dengan persentase limbah SAW 20%, limbah beton 20%, limbah keramik 10%, dan limbah karet 8%. Tujuan dilakukan penelitian inovasi *Eco Green Concrete* adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dan diharapkan akan berpengaruh pada estimasi biaya proyek yang lebih ekonomis namun mutu beton yang digunakan tetap berkualitas dan ramah lingkungan. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan membuat benda uji beton yang diuji kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari, uji kuat tarik belah umur 28 hari dan uji lentur 28 hari. Berdasarkan pengujian kuat tekan diperoleh hasil uji kuat tekan umur 28 hari beton tanpa inovasi sebesar 34,74 Mpa dan beton inovasi 33,92 Mpa. Hasil pengujian kuat tarik belah beton tanpa inovasi sebesar 3,87 Mpa dan beton inovasi 3,95 Mpa. Hasil pengujian kuat lentur beton tanpa inovasi sebesar 4,83 Mpa dan beton inovasi sebesar 5,22 Mpa.

Kata kunci : beton, limbah, substitusi

Abstract

Eco-green concrete emerged as an environmentally friendly solution using waste or leftover materials from various industries. One of them is the replacement of concrete constituent aggregates with materials that do not damage the environment. In this study, Eco Green Concrete innovation was made with a mixture of Submerged Arc Welding (SAW) which is the residual result of the steel welding process, concrete waste, ceramic waste which is substituted for coarse aggregate and rubber waste which is also substituted for fine aggregate with a percentage of 20% SAW waste, 20% concrete waste, 10% ceramic waste, and 8% rubber waste. The purpose of Eco Green Concrete innovation research is to determine the compressive strength of concrete and is expected to affect the estimation of more economical project costs but the quality of concrete used remains quality and environmentally friendly. The research was conducted experimentally by making concrete test objects that were tested for compressive strength at the age of 7, 14, and 28 days, 28-day split tensile strength test and 28-day bending test. Based on the compressive strength test, the results of the 28-day compressive strength test of concrete without innovation were 34.74 Mpa and 33.92 Mpa of innovation concrete. The results of the split tensile strength test of concrete without innovation amounted to 3.87 Mpa and 3.95 Mpa innovation concrete. The results of testing the flexural strength of concrete without innovation amounted to 4.83 Mpa and concrete innovation amounted to 5.22 Mpa.

Keywords : concrete, substitution, waste

I. PENDAHULUAN

Beton *eco green* muncul sebagai solusi beton ramah lingkungan yang dibuat dengan memanfaatkan sisa atau limbah dari berbagai industri. Melalui inovasi *eco green concrete*, beton yang dibuat menghasilkan lebih sedikit karbon dioksida, sementara beton yang dihasilkan tetap berkualitas tinggi. Penggunaan limbah sebagai bahan substitusi pada agregat halus dan agregat kasar dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan yang disebabkan dari penambahan bahan agregat serta sekaligus memanfaatkan kembali limbah (Rivai et al, 2020). Oleh karena itu, pemanfaatan agregat daur ulang berupa *Submerged Arc Welding* (SAW), limbah beton, dan limbah keramik sebagai pengganti agregat kasar dan limbah karet sebagai pengganti agregat halus dapat di aplikasikan dalam campuran *eco green concrete*. Semen, agregat, dan udara merupakan tiga komponen utama penyusun beton, suatu material komposit dengan kuat tekan tinggi namun kuat tarik rendah (Victor, 2016). Limbah karet yang di substitusikan terhadap agregat halus diharapkan dapat menambah kuat Tarik pada beton.

Limbah *Submerged Arc Welding* (SAW) atau *circum slag* adalah limbah hasil proses pengelasan las busur teredam. *Circum slag* pada metode las *Submerged Arc Welding* (SAW) ini dijadikan bahan pengganti agregat kasar. Berbeda dengan *steel slag* atau terak, *circum slag* ini terdiri dari adanya campuran *steel slag* dengan butiran-butiran *flux* (Pohan et al, 2016). Disamping itu, *circum slag* merupakan limbah yang dihasilkan oleh PT. Bukaka dalam jumlah sangat banyak.

Limbah konstruksi juga dapat berperan sebagai material pengganti agregat. Limbah konstruksi yang tidak dikelola tersebut akan berdampak buruk pada lingkungan. Limbah beton dan keramik digunakan untuk menggantikan agregat kasar. Limbah beton dan keramik yang digunakan pada penelitian ini merupakan sisa dari pengujian Laboratorium Teknik Sipil PNJ yang akan dimanfaatkan kembali.

Limbah karet dari ban dapat berpotensi mencemari lingkungan karena ban bekas tidak dapat terurai sendiri. Untuk mengolah limbah ban diperlukan pengolahan lebih lanjut. Limbah ban ini diolah sehingga menjadi serat karet yang digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus. Tujuan dari penelitian “*Inovasi Eco Green Concrete dengan Pemanfaatan Limbah Submerged Arc Welding*

(SAW), Limbah Beton, Limbah Keramik, dan Limbah Karet sebagai Substitusi Agregat” yaitu untuk mendapatkan hasil kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton dengan penambahan limbah SAW, beton, keramik dan limbah karet juga menghasilkan beton kinerja tinggi ramah lingkungan dengan pemanfaatan limbah yang dapat mencemari lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, antara lain penyiapan bahan penelitian dan penyusunan daftar referensi, pengujian pendahuluan bahan yang digunakan dalam campuran beton (pengujian sifat agregat), perancangan campuran beton, pembuatan dan pengujian benda uji, serta analisis dan evaluasi hasil pengujian. Laboratorium Pengujian Material Politeknik Negeri Jakarta Teknik Sipil menjadi tempat penelitian ini.

Tabel 1. Variasi Jumlah Benda Uji

| Variasi | Pengujian | Jumlah |
|---------------------|------------------|------------|
| Beton Inovasi | Kuat Tekan | 9 Silinder |
| | Kuat Tarik Belah | 3 Silinder |
| | Kuat Lentur | 2 Balok |
| Beton Tanpa Inovasi | Kuat Tekan | 9 Silinder |
| | Kuat Tarik Belah | 3 Silinder |
| | Kuat Lentur | 2 Balok |

Pada Tabel 2 diberikan hasil pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus, karet dan limbah SAW.

Tabel 2. Hasil Pengujian dan Spesifikasi Material

| Material | Properties | |
|---|--------------------|-------------------------|
| Semen | Berat jenis | 3,15 g/cm ³ |
| Agregat Halus | Berat jenis SSD | 2,5 g/cm ³ |
| | Penyerapan air | 3,47 % |
| Agregat Kasar (Split) | Berat jenis SSD | 2,31 g/cm ³ |
| | Penyerapan air | 2,512 % |
| Limbah Karet | Berat jenis | 0,964 g/cm ³ |
| Limbah Submerged Arc Welding (SAW) | Berat jenis SSD | 2,458 g/cm ³ |
| | Penyerapan air | 1,594 % |
| | Kadar lumpur | 0,796 |
| Superplastisizer Sika Viscocrete-3270 (520) | Abrasi Los Angeles | 13,060 % |
| | Density | 1,07 kg/L |

Dalam penelitian ini digunakan tiga buah contoh beton berbentuk silinder berukuran 15 cm kali 30 cm untuk menilai kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari, serta kuat tarik belah pada umur 28 hari. Pengujian kuat lentur sebanyak dua buah sampel pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk balok berukuran 10 x 10 x 50 cm.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan inovasi *Eco Green Concrete* dengan campuran *Submerged Arc Welding (SAW)* yang merupakan sisa hasil dari proses pengelasan baja, limbah beton, limbah keramik yang disubstitusikan pada agregat kasar dan limbah karet yang juga di substitusikan terhadap agregat halus dengan persentase limbah SAW 20%, limbah beton 20%, limbah keramik 10%, dan limbah karet 8%.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pengujian Beton Segar

Pengujian beton baru dilakukan pada pengujian Slump, berat satuan, dan waktu pengikatan awal digunakan dalam penelitian ini. Ada hasil tes konkrit baru yang tersedia, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Beton Segar

| Pengujian | Variasi Beton | |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| | Inovasi | Tanpa Inovasi |
| Slump (cm) | 9 | 9,5 |
| Berat Isi (kg/m ³) | 2335 | 2375 |
| Waktu Ikat (menit) | 200 | 207 |

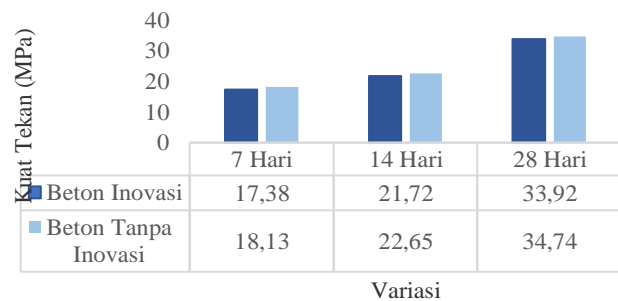
Pada penelitian ini digunakan tiga buah sampel beton berbentuk silinder berukuran 15 cm kali 30 cm untuk mengukur kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya hasil kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, temuan uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa hasil beton inovatif dan non inovatif semakin kuat dari tahun ke tahun. Temuan pengujian nilai kuat tekan beton ini mendukung pernyataan Tjokrodimuljo (2007) dalam buku Teknologi Beton KMTS FT UGM bahwa nilai kuat tekan beton akan meningkat berbanding lurus dengan umurnya. Baik beton tanpa maupun dengan

inovasi melebihi target beton berumur 28 hari yang diperuntukkan yaitu sebesar 30 MPa. Namun hasil pengujian kuat tekan beton pada umur tersebut lebih tinggi pada beton tanpa inovasi yaitu sebesar 34,74 MPa dibandingkan beton dengan inovasi sebesar 33,92 MPa.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 2. Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7, 14 dan 28 Hari

Pengujian Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari

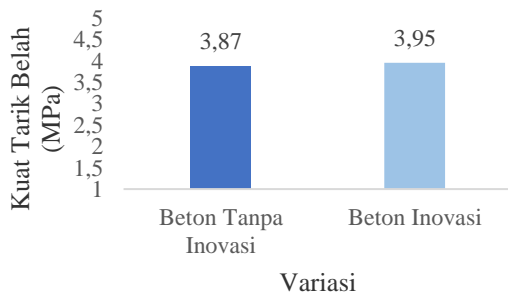
Tiga buah benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm berumur 28 hari dijadikan sebagai benda uji pada penelitian kuat tarik belah ini. Pengujian tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Selanjutnya hasil kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



Gambar 5. Pengujian Kuat Lentur Beton

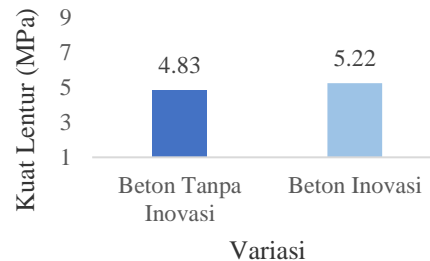


Gambar 4. Grafik Hasil Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Pada hasil pengujian ini, beton inovasi memperoleh hasil lebih tinggi yaitu sebesar 3,95 MPa dari beton tanpa inovasi yang memperoleh hasil 3,87 MPa. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan karet pada beton inovasi dapat meningkatkan kuat tarik belah beton.

Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari

Pengujian kuat lentur sebanyak dua buah sampel pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk balok berukuran 10 x 10 x 50 cm. . Pengujian tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Selanjutnya hasil kuat lentur beton dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

Pada hasil pengujian kuat lentur, beton inovasi memperoleh hasil lebih tinggi yaitu sebesar 5,22 MPa dari beton tanpa inovasi yang memperoleh hasil 4,83 MPa. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan karet pada beton inovasi dapat meningkatkan kuat lentur beton.

Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa beton tanpa inovasi memperoleh kuat tekan lebih tinggi. Namun untuk hasil kuat tarik belah dan kuat lentur beton inovasi memperoleh hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton tanpa inovasi.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan material pengganti, limbah SAW sebesar 20%, limbah beton 20%, limbah keramik 10%, dan limbah karet 4% ke dalam beton inovasi menghasilkan kuat tekan sebesar 33,92 Mpa pada umur 28 hari dan melebihi kuat tekan rencana yaitu 30 MPa. Berdasarkan hasil kuat tarik, beton inovasi ini memperoleh hasil sebesar 3,95 MPa. Hasil kuat lentur beton inovasi memperoleh hasil sebesar 5,22 MPa. Hasil kuat tarik dan kuat lentur beton inovasi memperoleh hasil lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa inovasi.

REFERENSI

- A Rivai, M., Kimi, S., & Revisdah, R. (2020). Inovasi Beton Ramah Lingkungan. *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 6(2). <https://doi.org/10.32502/jbearing.2829201962>
- Ageng Anggara, E. (2019). *Pengaruh Penambahan Potongan Karet Ban Terhadap Kuat Lentur Beton*. 16(1), p-ISSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan, (SNI 4431-2011), BSN, Bandung.
- Ishaq, M., Nasmirayanti, R., & Trinanda, A. Y. (2021). Pengaruh Limbah Beton sebagai Pengganti Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton. *Civil Engineering Collaboration*, 1(2), 34–40. <https://doi.org/10.35134/jcivil.v6i2.21>
- K. Tjokrodinuljo, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, 2007.
- Latu Mowo, C., & Arumningsih, D. (2021). Beton Memadat Sendiri Ramah Lingkungan Menggunakan Limbah Serbuk Beton, Limbah Serbuk Batu Bata dan Limbah Debu Pematangan Marmer. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 26(2), 29–39. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v26i2.1430>
- Makmur, M., Ngii, E., Sukri, A. S., Rahmat, Haryadi, A., Adam, C., & Kudus, F. (2019). Beton ramah lingkungan dengan kekuatan awal yang tinggi. *STABILITA Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 7(2), 183–190. https://ojs.uho.ac.id/index.php/stabilita_jtsuho/article/view/8199
- Paslah, R., & Suhana, N. (2021). Pengaruh Penggunaan Substitusi Limbah Genteng pada Agregat Kasar dan Agregat Halus pada Beton terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 7(2), 13–24. <https://doi.org/10.31943/jri.v7i2.180>
- Pratikto, H. (2017). Penelitian Kuat Uji Tekan Beton dengan Memanfaatkan Limbah Beton yang Tidak Terpakai. *UKaRsT*, 1(2), 21. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v1i2.411>
- Revisdah, & Utari, R. (2018). Pemanfaatan Limbah Keramik terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, 1–10.
- Setiaji, D. H., Riyanto, S., & Novianto, D. (2021). Pengaruh Limbah Ban Karet sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton. *Jurnal JOS-MRK*, 2(2), 175–181. <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.02.175-181>
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 1974-2011. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.
- Soemantoro, Safrin, Z., & Nosen, R. (2015). Pemanfaatan Limbah Genteng sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar pada Beton. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 1(1), 49–56. <https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/sipil/article/view/272>
- Suria, A., Neneng, I., & Alamsyah, W. (2017). Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Campuran dan Pengaruhnya Terhadap Kuat Tekan Beton. *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik*. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1581>.