

Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Besi dan Serbuk Kayu terhadap Kuat Tekan Beton

Sefti Maulana Putri¹, Romadhon²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan
Email: seftiputri84@gmail.com; ir.romadhon@yahoo.com

ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang umum digunakan untuk membangun bangunan. Penggunaan bahan beton semakin meningkat tetapi bahan yang digunakan untuk membuat beton semakin mahal dan terbatas. Dalam hal ini perlu dilakukan inovasi untuk menghemat bahan pembuatan beton dengan penambahan limbah serbuk besi dan serbuk kayu, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk besi dan serbuk kayu terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian ini metode ASTM digunakan untuk menganalisis data primer. Data diperoleh dari penelitian yang dilakukan di laboratorium dengan metode uji analisis semen, agregat halus, agregat kasar, serta bahan tambah (serbuk besi dan serbuk kayu). Hasil penelitian dari 3 variasi campuran serbuk besi dan serbuk kayu kelas 1 yang digunakan dengan variasi 1% serbuk besi 1% serbuk kayu, 2% serbuk besi 2% serbuk kayu, dan 3% serbuk besi 3% serbuk kayu. Untuk nilai variasi yang memiliki stabilitas tinggi terdapat pada variasi normal (tanpa bahan tambah) dan variasi 1% serbuk besi 1% serbuk kayu dengan nilai stabilitas sebesar 14,82Mpa dan 14,50Mpa. Kadar variasi 1% serbuk besi 1% serbuk kayu dinyatakan paling efektif untuk pencampuran beton karena nilai kuat tekan variasi ini sudah memenuhi spesifikasi SNI, dan dinilai paling optimal digunakan sebagai bahan campuran beton K-175.

Kata Kunci: Beton, ASTM, limbah serbuk besi dan serbuk kayu.

ABSTRACT

Concrete is a common material used to build buildings. The use of concrete materials is increasing, but the materials used to make concrete are increasingly expensive and limited. In this case it is necessary to innovate to save materials for making concrete by adding iron filings and sawdust, with the aim of knowing the effect of adding iron filings and sawdust to the compressive strength of concrete. In this study the ASTM method used was to analyze primary data. The data were obtained from research conducted in the laboratory using the analytical test method of cement, fine aggregate, coarse aggregate, and additives (iron filings and wood powder). Research results from 3 variations of class 1 iron powder and sawdust mixtures used with variations of 1% iron powder 1% wood powder, 2% iron powder 2% wood powder, and 3% iron powder 3%. The variation values that have high stability are the Normal variation (0% added material) and the 1% iron powder 1% wood powder variation with stability values of 14.82 MPa and 14.50 MPa. Variation levels of 1% iron filings and 1% sawdust are stated to be the most effective for mixing concrete because the compressive strength values of this variation already meet the SNI specifications, so the variations of iron filings and wood powder added materials are the most optimal to be used as K-175 concrete mix ingredients.

Key words: concrete, ASTM, iron filings waste, sawdust.

| Submitted: | Reviewed: | Revised | Published: |
|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 21 Juli 2023 | 15 Agustus 2023 | 18 Oktober 2023 | 01 Februari 2024 |

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi berakibat pada tingginya kebutuhan akan sarana hunian. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun buatan. Salah satu cara untuk mengatasi permintaan kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemberdayaan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita (Purwanto et al, 2020). Saat ini sedang banyak penelitian untuk mendapatkan bahan yang lebih murah dan berkualitas. Salah satunya adalah penambahan serbuk besi dan

serbuk kayu yang dapat meminimalisir penggunaan semen (Erlina et al, 2022).

Di setiap bengkel las bubut sering kita jumpai sisa bubut besi yang merupakan limbah dari hasil bubut besi. Sampai saat ini sisa limbah bubut belum dapat dimaksimalkan secara optimal (Bahri et al, 2010), sedangkan serbuk kayu atau serbuk gergaji merupakan limbah industri penggergajian kayu. Selama ini limbah kayu banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan (Masril, 2021). Kandungan kimia pada besi yaitu silika (Si) yang merupakan 1-3% dari

total komposisi kimia besi dapat membuat beton lebih kuat. Sedangkan limbah kayu, kandungan selulosa kayu sangat tinggi sekitar 70% selain itu kayu juga mengandung sekitar 15-30% dari berat kering bahan hemiselulosa dan lignin, yang ketika ditambahkan ke dalam campuran beton komponen yang terkandung dalam kayu akan teradsorpsi pada permukaan partikel dan akan memberikan daya rekat antar partikel karena sifat perekatnya. Selain itu serpihan kayu bersifat higroskopis atau mudah menyerap sehingga beton lebih kuat dan relatif kedap air (Wibowo et al, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pengolahan dari limbah serbuk besi dan serbuk kayu agar dapat digunakan sebagai bahan tambah beton, serta mengetahui dan menganalisis pengaruh dari penambahan limbah serbuk besi dan serbuk kayu terhadap kuat tekan beton.

Beton merupakan campuran dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air untuk membuat massa yang dikenal sebagai beton. Massa beton ini dapat dibentuk sebelum mengeras, dan setelah itu, beton akan mempunyai kekuatan tekan, tarik, dan jenis kekuatan lainnya (Chayati et al, 2017).

Bahan umum yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Sejak zaman Yunani dan Romawi dan bahkan sebelumnya, beton telah digunakan dalam industri konstruksi. Biasanya, beton digunakan dalam balok bangunan, kolom, pelat lantai, pelat atap, dan pondasi. Inovasi diperlukan untuk memenuhi tuntutan pembangunan infrastruktur di masa depan karena begitu banyak kegunaan beton sebagai hasil dari pesatnya pembangunan infrastruktur dan peningkatan teknologi beton yang ada. (Wibowo et al, 2018)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian eksperimen kuantitatif untuk menjelaskan pengaruh penambahan serbuk kayu dan besi pada campuran beton sebagai bahan tambahan agregat halus. Tujuan dari studi ini adalah untuk menentukan bagaimana kombinasi bahan tersebut akan berdampak pada uji kuat tekan beton.

Analisis data

Analisis data digunakan untuk memilih jenis pemeriksaan yang tepat untuk dilakukan guna mengumpulkan data yang valid. SNI, ASTM, dan Buku Panduan Praktikum Bahan dan Teknologi Beton dari Universitas Islam Lamongan digunakan sebagai data acuan untuk analisis.

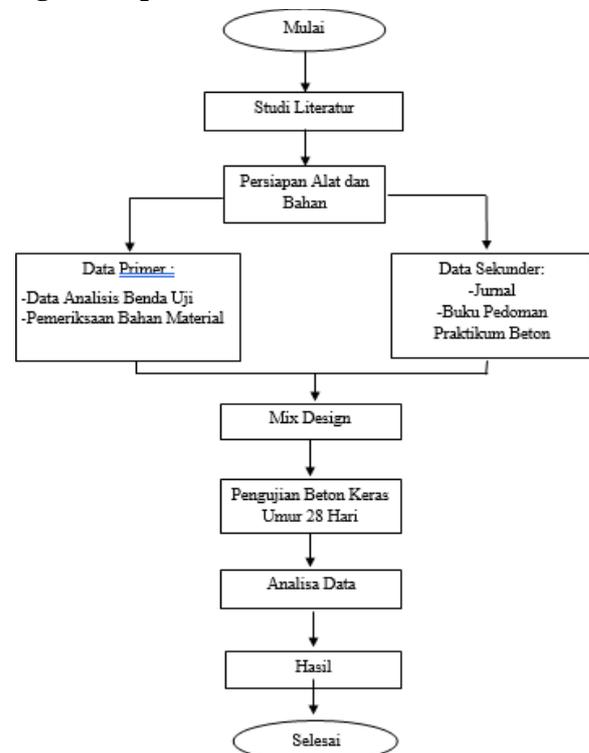
Berikut ini adalah analisis dari data yang bersangkutan sesuai dengan persyaratan:

- 1) Pengujian semen meliputi; pengujian konsistensi semen, waktu mengikat dan mengeras semen, dan berat jenis.
- 2) Pengujian bahan agregat halus meliputi; pengujian kadar air, berat jenis, air resapan, berat volume, dan analisa saringan
- 3) Pengujian agregat kasar meliputi; pengujian kelembapan batu pecah, berat jenis, air resapan, berat volume, dan analisa saringan.
- 4) Pengujian bahan tambah (serbuk besi dan serbuk kayu) meliputi; pengujian konsistensi bahan tambah, waktu mengikat dan mengeras bahan tambah, dan berat jenis.

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan, pada bulan Maret – April 2023.

Bagan alir penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian
(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

Persiapan Benda Uji

Proses pengolahan limbah Serbuk Besi

Aditif beton adalah zat yang ditambahkan ke beton untuk mengubah karakteristik dan kekuatan tariknya. Tanpa menurunkan kualitas beton, penggunaan aditif beton adalah cara yang sangat membantu untuk memerangi penipisan sumber daya mentah tahunan.

Serbuk Besi merupakan residu pembubutan dan pemotongan besi yang merupakan hasil sampingan dari penggunaan besi industri menghasilkan limbah berupa serbuk besi (Purwanto et al., 2020). Pengolahan pada tahap awal adalah pengambilan limbah serbuk pagar besi di kecamatan Sukodadi, Lamongan, dilanjutkan dengan penumbukan dan pengayakan serbuk besi dengan saringan No. #200. Tahapan pengolahan diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Pemrosesan limbah Serbuk Besi
 a) limbah serbuk besi sebelum diproses; b) pembubukan limbah; c) penyaringan limbah
 (Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2023)

Proses pengolahan limbah Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan hasil sampingan dari pengolahan kayu yang dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Pada tahap awal adalah pengambilan limbah serbuk kayu yang diperoleh dari tempat produksi kursi di daerah Baureno, Bojonegoro. Lamongan, Pengeringan serbuk kayu dilakukan dengan cara dijemur, dan dilanjutkan dengan penggilingan dan pengayakan serbuk kayu dengan saringan No. #200. Tahapan pengolahan diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Pemrosesan limbah serbuk kayu.
 a) limbah serbuk kayu sebelum diproses; b) penggilingan limbah; c) penyaringan limbah
 (Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian semen

Kualitas perekat dan kohesif semen menjadikannya bahan bangunan yang populer untuk digunakan dalam proyek konstruksi. Produk manufaktur yang memiliki ukuran atau kapasitas besar adalah semen. Meskipun ada banyak jenis semen yang tersedia, semen Portland adalah yang paling banyak digunakan. Bentuk semen ini memiliki daya pengikatan awal yang cepat yang memungkinkannya mencapai kekuatan tekan yang cukup dalam waktu singkat, tetapi juga memiliki kekurangan yaitu tidak tahan terhadap asam dan air laut (Ardiansyah et al., 2022).

Tabel 1. hasil pengujian semen

| No | Keterangan | Hasil |
|----|-------------------------------------|---------|
| 1 | Konsistensi Bahan Semen | 25,20% |
| 2 | Waktu Pengerasan dan Pengikat Semen | 210 mnt |
| 3 | Berat Jenis semen | 3,05 gr |

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa:

- Hasil pengujian konsistensi bahan semen sebesar 25,20%
- Pengujian waktu pengkerasan dan pengikat semen sebesar 210 menit.
- Pengujian berat jenis semen adalah 3,05 gram.

Pengujian bahan tambah

Tabel 2. hasil pengujian bahan tambah

| No | Keterangan | Campuran | | |
|----|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 1%SB + 1%SK | 2%SB + 2%SK | 3%SB + 3%SK |
| 1 | Konsistensi Bahan Tambah | 26,00 % | 29,00% | 31,60% |
| 2 | Waktu Pengerasan dan Pengikat Bahan Tambah | 180 mnt | 180 mnt | 180 mnt |
| 3 | Berat Jenis Bahan Tambah | 2,53 gram/cm ³ | 2,62 gram/cm ³ | 2,77 gram/cm ³ |

(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa:

- Hasil pengujian konsistensi dengan tambahan

- additive (1% SB 1% SK) adalah 26,00%
- Hasil pengujian konsistensi dengan tambahan additive (2% SB 2% SK) adalah 29,00%
- Hasil pengujian konsistensi dengan tambahan additive (3% SB 3% SK) adalah 31,60%

Pengujian waktu pengkerasan dan pengikat semen sebesar 180 menit.

- Hasil pengujian berat jenis dengan tambahan additive (1% SB 1% SK) adalah 2,53 gram/cm³
- Hasil pengujian berat jenis dengan tambahan additive (2% SB 2% SK) adalah 2,62 gram/cm³
- Hasil pengujian berat jenis dengan tambahan additive (3% SB 3% SK) adalah 2,77 gram/cm³

Pengujian agregat halus dan kasar

Sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F, agregat adalah bahan butiran seperti pasir, kerikil, atau batu pecah yang digunakan bersama dengan bahan pengikat untuk membuat beton. Agregat dapat dibagi menjadi dua kategori menurut ukurannya:

1. Pasir merupakan agregat halus dengan diameter 0,063-5 mm. Pasir selanjutnya dibagi menjadi pasir halus (berdiameter 0,063-1 mm) dan pasir kasar. (diameter 1-5 mm)
2. Kerikil adalah bahan kasar dengan diameter lebih dari 5 mm dan kisaran ukuran biasanya antara 5 dan 40 mm.

Tabel 3. hasil pengujian agregat halus

| No | Keterangan | Hasil |
|----|---------------------------|---------|
| 1. | Kelembapan Agregat Halus | 1,94% |
| 2. | Berat Jenis Agregat Halus | 2,60 gr |
| 3. | Air Resapan Agregat Halus | 2,25% |

Pengujian kuat tekan beton

Tabel 5. hasil pengujian kuat tekan

| Kode Benda Uji | Berat Beton Segar + Silinder (kg) | Berat Beton Lepas Silinder (kg) | Berat Beton Setelah Curing (kg) | Kuat tekan (kg/cm ²) | Kuat tekan (Mpa) | Rata - Rata Tegangan Hancur (Mpa) |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Normal 1 | 23,56 | 12,66 | 12,7 | 178,37 | 14,80 | 14,82 |
| Normal 2 | 24,02 | 12,84 | 12,96 | 182,65 | 15,16 | |
| Normal 3 | 23,8 | 12,6 | 12,7 | 174,53 | 14,49 | |
| SB 1% SK 1% I | 23,26 | 12,62 | 12,78 | 170,69 | 14,17 | 14,50 |
| SB 1% SK 1% II | 23,38 | 12,94 | 13,06 | 176,10 | 14,62 | |
| SB 1% SK 1% III | 23,64 | 12,26 | 12,36 | 177,44 | 14,72 | |
| SB 2% SK 2% I | 23,4 | 12,5 | 12,62 | 160,85 | 13,35 | 12,69 |
| SB 2% SK 2% II | 22,68 | 12,42 | 12,54 | 147,31 | 12,23 | |
| SB 2% SK 2% III | 23,22 | 12,18 | 12,3 | 150,64 | 12,50 | |

| No | Keterangan | Hasil |
|----|--------------------------------|-----------|
| 4. | Berat Volume Agregat Halus | |
| | a. Kondisi Biasa | 1,34 kg/L |
| | b. Kondisi Rojokan | 1,675kg/L |
| | c. kondisi Ketukan | 1,594kg/L |
| 5. | Analisa Saringan Agregat Halus | 3,44% |

(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan tabel di atas perolehan hasil pengujian sebagai berikut:

- Nilai kelembaban agregat halus sebesar 1,94%
- Pengujian berat jenis sebesar 2,60 gram
- pengujian air resapan agregat halus sebesar 2,25%
- Pengujian berat volume kondisi biasa, rojokan, ketukan, adalah 1,34 kg/liter, 1,67 kg/liter, 1,594 kg/liter
- Nilai *fineness modulus* dari analisa saringan sebesar 3,44%.

Tabel 4. hasil pengujian agregat kasar

| No. | Keterangan | Hasil |
|-----|--------------------------------|-----------|
| 1. | Kelembapan Agregat Kasar | 1,66% |
| 2. | Berat Jenis Agregat Kasar | 2,64 gr |
| 3. | Air Resapan Agregat Kasar | 2,92% |
| 4. | Berat Volume Agregat Kasar | |
| | a. Kondisi Biasa | 1,36 kg/L |
| | b. Kondisi Rojokan | 1,55kg/L |
| | c. kondisi Ketukan | 1,55kg/L |
| 5. | Analisa Saringan Agregat Kasar | 6,61% |

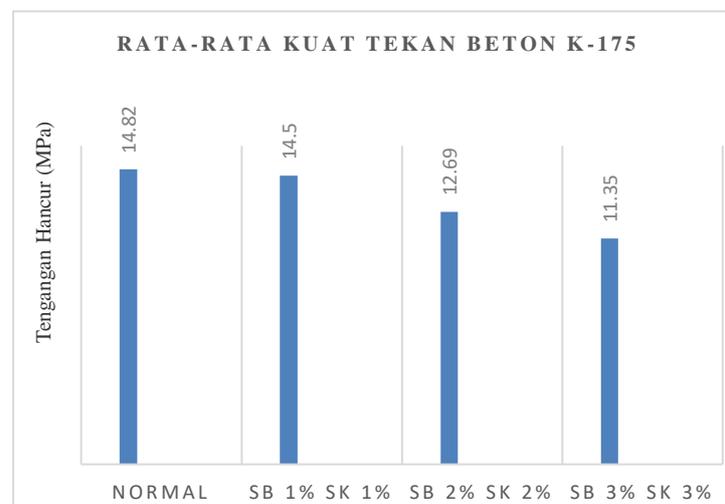
(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan tabel di atas perolehan hasil pengujian:

- Nilai kelembaban sebesar 1,66 %
- Pengujian berat jenis sebesar 2,64 gram
- Pengujian air resapan agregat halus sebesar 2,92%
- Berat volume kondisi biasa, rojokan, ketukan, adalah 1,36 kg/liter, 1,55 kg/liter, 1,55 kg/liter
- Nilai *fineness modulus* dari analisa saringan sebesar 6,61%.

| Kode Benda Uji | Berat Beton Segar + Silinder (kg) | Berat Beton Lepas Silinder (kg) | Berat Beton Setelah Curing (kg) | Kuat tekan (kg/cm ²) | Kuat tekan (Mpa) | Rata - Rata Tegangan Hancur (Mpa) |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| SB 3% SK 3% I | 23,72 | 12,52 | 12,64 | 146,69 | 12,18 | 11,35 |
| SB 3% SK 3% II | 23,7 | 12,44 | 12,54 | 139,09 | 11,54 | |
| SB 3% SK 3% III | 23,24 | 12,32 | 12,42 | 124,55 | 10,34 | |

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)



Gambar 4. Grafik rata-rata kuat tekan beton

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa:

- Hasil kuat tekan beton normal sebesar 14,82 mpa, dengan slump 12 cm
- Hasil kuat tekan beton dengan bahan additive (1% SB + 1% SK) adalah 14,5 MPa, dengan slump 10 cm.
- Hasil kuat tekan beton dengan bahan additive (2% SB + 2% SK) adalah 12,69 MPa, dengan slump 11 cm.
- Hasil kuat tekan beton dengan bahan additive (3% SB + 3% SK) adalah 11,35 MPa, dengan slump 9 cm.

KESIMPULAN

Serbuk besi dan serbuk gergaji kelas 1 diproses sebagai berikut agar dapat digunakan sebagai bahan tambah beton K-175. Serbuk besi dan serbuk gergaji diperoleh dari tempat pembuatan kursi dan pagar besi di kecamatan Baureno, Bojonegoro. Kedua material dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan berukuran 200 dan dicampur menjadi satu.

Hasil penelitian serbuk besi dan serbuk gergaji yang digunakan sebagai bahan tambah beton untuk variasi 0% (Normal), 1% serbuk besi + 1% serbuk kayu, 2% serbuk besi + 2% serbuk kayu, dan 3% serbuk besi + 3% serbuk kayu adalah 14,82 MPa, 14,50 MPa, 12,69 MPa dan 11,35

MPa. Alternatif penggunaan beton normal (bahan tambah 0%) dan beton dengan penambahan serbuk besi 1% + serbuk gergaji 1% telah memenuhi nilai kuat tekan k-175, dengan mutu beton sebesar 14,5 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R., & Respati, R. (2022). Perbandingan Jenis-Jenis Agregat Kasar Batu Merak, Batu Hampangan dan Batu Banjar untuk Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton Normal K-250. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Transukma*, 4(2), 144-152.
<https://doi.org/10.36277/transukma.v4i2.136>
- Badan Standardisasi Nasional (2020). SNI 03-2834-2000. 2000. tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal
- Bahri, S., & Irawan, D. A. S. (2010). Pengaruh Limbah Serbuk Besi sebagai Pengganti Sejumlah Agregat Halus terhadap Campuran Aspal. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 25-32.
<https://doi.org/10.33369/ijts.1.2.25-32>
- Chayati, N., Syaiful, S., & Abdurahman, E. E. (2017). Analisis Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Kaolin. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 1(2), 77-86.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v1i2.1543>

- Erlina, E., Iskandar, M. R., & Pohan, N. A. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Bubut Besi terhadap Kuat Tekan Beton. *CivETech*, 4(2), 1-16.
<https://doi.org/10.47200/civetechn.v4i2.1293>
- Masril, H. P. (2021). Analisa Pengaruh Substitusi Serbuk Kayu Surian dengan Agregat Halus Terhadap Rencana Kuat Tekan Beton. 3(1), 69–80.
<https://doi.org/10.33559/eoj.v3i2.611>
- Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 103-112.
<https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.50>
- 39
- Purwoto, A., & Garside, A. K. (2021). Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu terhadap Kuat Tekan Beton. 1, 1–8.
<https://doi.org/10.22219/skpsppi.v1i0.4197>
- Umar, U. H. (2019). Analisis Kuat Tekan Beton dengan Serbuk Kayu Jati. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(1), 20-25.
<http://repository.uib.ac.id/id/eprint/2462>
- Wibowo, I. n., & Sarwidi (2018). Pengaruh Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Sebagian Semen dan Bahan Tambah 0,6% Bestmittel Terhadap Karakteristik Beton.
<https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/11975>