

PENGARUH PENAMBAHAN ABU DAUN BAMBU DAN LIMBAH PECAHAN KERAMIK SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Alvian Viki Nur Yahya¹, Hammam Rofiqi Agustapraja²

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan, Indonesia
e-mail: *Alvianviki1@gmail.com (corresponding author)

Abstrak

Penelitian ini menggabungkan abu daun bambu dan limbah pecahan keramik sebagai bahan pengganti material beton. abu dari daun bambu memiliki sifat pozzolan. Sedangkan keramik dapat dicampur dalam beton karena bahan baku seperti tanah liat dan plastik digunakan untuk membuat keramik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh penggunaan abu daun bambu sebagai substitusi sebagian semen dan limbah pecahan keramik sebagai substitusi sebagian agregat kasar terhadap kekuatan tekan serta untuk menentukan proporsi ideal variasi presentase campuran bahan tambah. Perencanaan beton menggunakan metode eksperimen yang mengacu pada SNI 03 -2834-2000, SNI 03-1974-1990 dan Buku Panduan Praktikum Beton Unisla. Jumlah sampel sebanyak 12 benda uji dengan kualitas rencana K-250. Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan kode N sebesar 24,2 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah dengan kode AK2 sebesar 23,64 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah dengan kode AK5 sebesar 21,36 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah dengan kode AK8 sebesar 19,66 MPa. Berdasarkan hasil penelitian ditarik kesimpulan bahwa bahan tambah abu daun bambu dan limbah pecahan keramik tidak berpengaruh secara signifikan pada kuat tekan beton, semakin tinggi nilai bahan tambah semakin rendah nilai kuat tekan beton.

Kata kunci— kuat tekan, abu daun bambu, limbah keramik

Abstract

This study combines bamboo leaf ash and ceramic shard waste as a substitute for concrete materials. Ash from bamboo leaves has pozzolanic properties. While ceramics can be mixed in concrete because raw materials such as clay and plastic are used to make ceramics. This study aims to determine the effect of using bamboo leaf ash as a partial substitution of cement and ceramic shard waste as a partial substitution of coarse aggregate on the compressive strength and to determine the ideal proportion of variation in the percentage of mixed additives. Unisla Concrete Practicum. Total sample of 12 specimens, 3 samples were used for each proportion variation with the quality of the K-250 plan. The results of the normal concrete compressive strength test with an N code of 24.2 MPa. The results of testing the compressive strength of concrete with added materials with code AK2 are 23.64 MPa. The results of testing the compressive strength of concrete with added materials with code AK5 are 21.36 Mpa. The results of testing the compressive strength of concrete with added materials with AK8 code are 19.66 MPa. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the added ingredients of bamboo leaf ash and ceramic shards have no significant effect on the quality of the compressive strength of concrete and the higher the added material value, the lower the concrete compressive strength value and the lower the added material value..

Keywords— compressive strength, bamboo leaf ash, ceramic waste

I. PENDAHULUAN

SNI 2493-2011 menjelaskan beton sebagai salah satu bahan bangunan yang tersusun dari sejumlah campuran, antara lain semen, agregat kasar, agregat halus, dan air serta bahan tambahan yang ditambahkan pada saat campuran tersebut diolah menjadi suatu derajat tertentu dan memiliki sifat plastis saat pertama kali dibuat sebelum mengeras secara bertahap. (Aji Firmansyah, Anisah, and Santoso Sri Handoyo 2022).

Mulyono, 2004 menerangkan beton merupakan campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air serta menggunakan bahan tambah atau tidak yang dapat membentuk massa padat. (Kamil 2021). Berat beton yang disyaratkan dalam SNI 03-2847-2002 adalah 2200 kg/m³ hingga 2500kg/m³ yang dibuat menggunakan agregat pecah atau tak pecah. Menurut Raja (2021) yang mengutip penelitian Nugraha dan Antoni menjelaskan kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas bahan, perencanaan dan peralatan yang digunakan oleh karena itu jika ingin mendapatkan kualitas beton yang baik harus menggunakan bahan, perencanaan dan peralatan yang baik pula.

Błaszczczyński & Król (2015) menjelaskan beton digunakan untuk membangun infrastruktur yang dapat menunjang hidup manusia lebih mudah salah satunya pada bangunan gedung, tetapi penggunaan beton juga dapat menimbulkan kerusakan pada alam karena pemanasan global. Oleh karena itu perlu adanya penelitian beton dengan menggunakan bahan material yang ramah lingkungan (Agustapraja and Dhana 2021)

Penelitian ini menggabungkan abu daun bambu dan limbah pecahan keramik sebagai bahan pengganti material beton, karena abu dari daun bambu memiliki sifat pozzolan. Dan limbah pecahan keramik dapat dicampur dalam beton karena bahan baku seperti tanah liat dan plastik digunakan untuk membuat keramik. Hal ini sejalan dengan penelitian Nura Diana et al dan Febrianita et al (2020).

Salah satu alternatif yang dapat memberikan manfaat adalah dengan mendaur ulang limbah pecahan keramik. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan penelitian terhadap penggunaan limbah pecahan keramik sebagai campuran agregat kasar dalam beton untuk menentukan kekuatan tekan beton (Yeni et al., 2021). Mulyati menyatakan dalam penelitian David (2011) bahwa pozzolan tidak memiliki sifat seperti semen secara alami. Namun, ketika dimurnikan, pozzolan dapat bereaksi dengan

udara dan air untuk membentuk massa padat yang tidak larut dalam air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu daun bambu dan limbah pecahan keramik terhadap kuat tekan beton serta untuk menentukan proporsi ideal variasi presentase campuran bahan tambah dengan mutu beton K-250 pada umur beton 28 hari. Penelitian ini menggunakan bahan tambah abu daun bambu sebagai pengganti sebagian semen dan limbah pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan 4 variasi presentase campuran beton, yang pertama yaitu beton normal dengan kode sampel N, kedua beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 2% dengan kode sampel AK2, ketiga beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 5% dengan kode sampel AK5, dan keempat beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 8% dengan kode sampel AK8. Masing – masing variasi dibuat 3 sampel beton.

II. METODE PENELITIAN

Perencanaan beton menggunakan metode eksperimen yang mengacu pada sni 03-2834-2000 (tata cara pembuatan rencana campuran beton normal), sni 03-1974-1990 (metode pengujian kuat tekan beton) dan buku panduan praktikum beton universitas islam lamongan. Pengujian kuat tekan beton merupakan salah satu pengujian yang dilakukan untuk penelitian ini, bersamaan dengan pengujian material. Dengan jumlah sampel sebanyak 12 benda uji, digunakan 3 sampel untuk setiap variasi persentase, benda uji yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah beton dengan campuran abu daun bambu dan limbah pecahan keramik, dengan mutu rencana k-250.

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu memulai penelitian dengan mengumpulkan data, dengan meninjau dan mempelajari metode penelitian – penelitian terdahulu, kemudian melakukan pengujian material beton serta material bahan tambah yang meliputi semen, agregat kasar, agregat halus, abu daun bambu dan limbah pecahan keramik. Setelah melakukan analisa bahan dan didapatkan hasil yang sesuai dengan standart hal yang dilakukan selajutnya yaitu melakukan perhitungan *mix design* kemudian menyiapkan bahan material beton dan bahan tambah sesuai dengan perhitungan *mix design* setelah semua bahan siap dapat dilakukan proses pencampuran beton atau pembuatan benda uji sesuai variase presentase benda uji, setelah benda uji dibuat kemudian dilakukan

perawatan selama 28 hari dalam bak perawatan. Kemudian dilakukan pengetesan kuat tekan beton lalu menyimpulkan penelitian dan penelitian selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Abu Daun Bambu

Abu daun bambu yang digunakan adalah jenis bambu ori dengan variasi presentase pengganti abu 1,5% dari jumlah semen, sebelum digunakan daun bambu telah melewati beberapa proses pemiilahan dan pencucian, pengeringan kemudian pembakaran, setelah menjadi abu dioven kemudian diayak menggunakan ayakan no.200 sesuai dengan ayakan semen. bertujuan untuk untuk memudahkan proses pengayakan. Proses pembuatan abu daun bambu dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Proses penyanjangan abu daun bambu.

Proses pengujian terhadap abu daun bambu dilakukan sesuai dengan proses pengujian semen yaitu pengujian konsistensi normal semen, waktu pengikatan dan pengerasan semen, dan pengujian berat jenis semen. Sebelum dilakukan analisa abu daun bambu diayak dengan menggunakan ayakan no.200 yang sesuai dengan ayakan semen. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian konsistensi normal semen dengan abu daun bambu 1,5%.

TABEL 1. Konsistensi Normal Semen

| Percobaan Nomor | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| Berat abu dun bambu (gr) | 3,75 | 3,75 | 3,75 |
| Berat Semen(gr) | 246,25 | 246,25 | 246,25 |
| Berat air (cc) | 71 | 68 | 69 |
| Penurunan (mm) | 16 | 7 | 10 |
| Konsistensi (%) | 28,4 | 27 | 27,6 |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Pengujian konsistensi diperoleh nilai konsistensi sebesar 27,6% yang telah menuhi ketetapan. Berdasarkan ketetapan ASTM C-187-86, konsistensi normal semen berkisar antara 26% - 29%.

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian waktu pengikatan dan pengerasan semen dengan abu daun bambu 1,5% .

TABEL 2. Pengujian Waktu Pengikatan dan Pengerasan semen

| No. | Waktu Penurunan (menit) | Penurunan (mm) |
|-----|-------------------------|----------------|
| 1 | 45 | 37 |
| 2 | 60 | 37 |
| 3 | 75 | 32 |
| 4 | 90 | 24 |
| 5 | 105 | 17 |
| 6 | 120 | 10 |
| 7 | 135 | 7 |
| 8 | 150 | 4 |
| 9 | 165 | 4 |
| 10 | 180 | 2 |
| 11 | 195 | 0,5 |
| 12 | 210 | 0,5 |
| 13 | 225 | 0 |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Pengujian waktu pengikatan dan pengerasan semen setelah di tes secara interfal setiap 15 menit, dibutuhkan waktu 225 menit untuk mendapatkan hasil penurunan 0 mm, hasil ini telah memenuhi ketetapan. Berdasarkan ketentuan ASTM 191-92 yaitu antara 49-202 menit (intial) dan tidak boleh lebih dari 375 menit (final).

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian berat jenis semen dengan abu daun bambu 1,5%.

TABEL 3. Pengujian Berat Jenis Semen

| Percobaan Nomor | 1 | 2 |
|-----------------------------------------------|--------|--------|
| Abu daun bambu | 3,75 | 3,75 |
| Berat semen (w1) – (gr) | 246,25 | 246,25 |
| Berat semen + minyak + labu takar (w2) – (gr) | 512 | 5016 |
| Berat labu takar + minyak (w3) – (gr) | 330 | 329 |
| $B_j = 0,8 w_1 / (w_1 + w_2 + w_3)$ | 2,94 | 3,17 |
| Bj rata – rata | 3.06 | |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Pengujian berat jenis semen setelah dirata – rata mendapatkan hasil berat jenis semen 3,06 gr nilai ini telah memenuhi standar. Berdasarkan SNI 15-2531-1991 berat jenis semen berada diantara 3,00 – 3,20 t/m³.

B. Limbah Pecahan Keramik

Limbah pecahan keramik dalam penelitian ini didapat dari perenovasian rumah tinggal atau gedung dengan variasi presentase pengganti 2%, 5%, 8% dari jumlah agregat kasar. Limbah keramik kemudian ditumbuk kasar hingga memiliki ukuran sesuai dengan agregat kasar. Dalam penelitian ini limbah keramik digunakan sebagai bahan tambah agregat kasar Proses pembuatan limbah pecahan keramik dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Proses penyaringan limbah pecahan keramik

Pengujian terhadap limbah pecahan keramik berupa uji fisik seperti pengujian agregat kasar yaitu pengujian analisa saringan, pengujian kelembapan agregat kasar, pengujian berat jenis agregat kasar, pengujian air resapan agregat kasar, pengujian berat volume agregat kasar. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan.

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian analisa saringan limbah pecahan keramik.

TABEL 4. Pengujian Saringan Limbah Pecahan Keramik

| Berat Bahan Kering | | : 1993 gr | | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------------|---------------|-------|--------------------------|--|
| Saringan | Berat Tertahan (gram) | Jumlah Berat Tertahan (gram) | Jumlah Persen | | Lewat thd Seluruh Contoh | |
| | | | Tertahan | Lewat | | |
| 25,4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 19,1 | 3/4 | 575 | 575 | 28,85 | 71,15 | |
| 12,7 | 1/2 | 905 | 1480 | 74,26 | 25,74 | |
| 12,7 | 3/8 | 350 | 1830 | 91,82 | 8,18 | |
| No | 4 | 100 | 1930 | 96,84 | 3,16 | |
| No | 8 | 35 | 1965 | 98,60 | 1,40 | |
| No | 16 | 20 | 1985 | 99,60 | 0,40 | |
| Pan | 8 | 1993 | 100 | 0 | 0 | |
| Fineness Modulus | | : 5,90 | | | | |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Berdasarkan ASTM C 33 - 98 berkisa antara 6-7%. Dan dari kesimpulan data saringan pengujian analisa agregat kasar diperoleh FM = 5,90%, nilai ini sedikit kurang memenuhi syarat mutu. Sehingga gradasi kasar ini cenderung pipih / tidak kasar.

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian kelembapan limbah pecahan keramik.

TABEL 5. Pengujian Kelembapan Limbah Pecahan Keramik

| Percobaan Nomor | I | II | III |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|
| Berat Kerikil Asli (w1) – (gr) | 1000 | 1000 | 1000 |
| Berat Kerikil Oven (w2) – (gr) | 961 | 958 | 963 |
| Kelembapan Kerikil : (w1-w2)/w2 x 100% | 4,05% | 4,38% | 3,84% |
| Kelembapan kerikil rata – rata | 4,09% | | |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Dari ketiga percobaan tersebut diperoleh nilai uji kelembapan rata – rata 4,09%. Berdasarkan ASTM C 566-89 nilai kelembapan pasir yang diperbolehkan sebesar 0 – 3%, tetapi jika Berdasarkan SNI 03-1969-1990 metode pengujian berat jenis dan penyerapan air, menyatakan bahwa kelembapan kerikil tidak memiliki batasan dalam pengujian, maka pecahan keramik dapat digunakan dalam mix design. Tabel 6 Menunjukkan Hasil Berat Jenis Limbah Pecahan Keramik.

TABEL 6. Pengujian Berat Jenis Limbah Pecahan Keramik

| Percobaan nomor | | I | II | Satuan |
|-----------------------------|----------------------|-------|------|--------|
| | | A | B | |
| Berat benda uji kering | Bj | 3000 | 3000 | Gram |
| permukaan SSD | | | | |
| Berat benda uji didalam air | Ba | 1698 | 1695 | Gram |
| Berat Jenis | $\frac{Bj}{Bj - Ba}$ | 2,30 | 2,29 | Gram |
| Bj Rata – rata | | 2,295 | | Gram |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Diketahui nilai berat jenis limbah pecahan keramik adalah 2,3gr, Berdasarkan standar ASTM C 128-78 nilai standar berat jenis agregat kasar yang di perbolehkan yaitu 2,2 – 2,7gr. Sehingga limbah pecahan keramik kasar yang digunakan pada penelitian telah memenuhi standar. Tabel 7 Menunjukkan hasil pengujian air resapan limbah pecahan keramik.

TABEL 7. Pengujian air resapan limbah

| Percobaan Nomor | | I A | II B | Satuan |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--------|---------|--------|
| Berat Benda Uji Kering Permukaan SSD | Bj | 3000 | 3000 | Gram |
| Berat Benda Uji Kering Oven | Bk | 2910 | 2930 | Gram |
| Penyerapan | $\frac{Bj - Bk}{Rk} \times 100\%$ | 3,09 | 2,38 | Gram |
| Penyerapan Rata – Rata | | 2,73 | | % |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Diketahui nilai hasil pengujian air resapan limbah pecahan keramik sebesar 2,73%, Berdasarkan PB-0202-76 pengujian air resapan agregat kasar yang disyaratkan adalah 3%. Nilai ini telah memenuhi standar pengujian air resapan agregat kasar. Tabel 8 Menunjukkan hasil pengujian berat volume limbah pecahan keramik.

TABEL 8. Pengujian Berat Volume Limbah Pecahan Keramik

| Jenis Percobaan | Kondisi Biasa | | Dengan Rojokan | | Dengan Ketukan | |
|----------------------------------------|---------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | I | II | I | II | I | II |
| Berat Silinder (W1) - (Kg) | 10,80 | 10,80 | 10,80 | 10,80 | 10,80 | 10,80 |
| Berat Silinder + Benda Uji (W2) - (Kg) | 16,32 | 16,20 | 16,66 | 16,70 | 16,86 | 16,78 |
| Berat Benda Uji (W2-W1) - (Kg) | 5,52 | 5,4 | 5,86 | 5,9 | 6,06 | 5,98 |
| Volume Silinder (V) - (L) | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 |
| Berat Isi/Volume (W2-W1)/V | 1,042 | 1,019 | 1,106 | 1,113 | 1,143 | 1,128 |
| Rata – Rata Berat Volume | 1,03 | | 1,66 | | 1,136 | |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Berdasarkan ASTM C29-21 berat volume agregat kasar yang disyaratkan adalah 1,4 – 1,7 kg/lt, Dari pengujian berat volume agregat kasar di peroleh

volume rata – rata sebesar 1,27 kg/l, hasil pengujian volume limbah pecahan keramik kurang memenuhi.

C. Hasil Uji Kuat Tekan

Pengujian beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari yang mengacu pada SNI 03-1974-1990 tentang metode pengujian kuat teka beton. Tabel 9. Menunjukkan hasil kuat tekan beton.

TABEL 9. Hasil pengujian kuat tekan beton

| Percobaan ke | Nilai kuat tekan beton (Mpa) | | | |
|--------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | Normal | AK2 | AK5 | AK8 |
| 1 | 23,50 | 22,65 | 21,79 | 19,65 |
| 2 | 24,34 | 22,22 | 20,92 | 20,06 |
| 3 | 24,75 | 23,07 | 21,36 | 19,26 |
| Rata – rata | 24,20 | 22,65 | 21,36 | 19,66 |

Sumber : Hasil Penelitian 2023

Bersadarkan tabel 9 dapat diketahui Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan kode N pada umur 28 hari didapat hasil nilai rata – rata 3 sampel benda uji sebesar 24,2 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 2% dengan kode AK2 pada umur 28 hari didapat hasil nilai rata – rata 3 sampel benda uji sebesar 23,64 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 5% dengan kode AK5 pada umur 28 hari didapat hasil nilai rata – rata 3 sampel benda uji sebesar 21,36 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 8% dengan kode AK8 pada umur 28 hari didapat hasil nilai rata – rata 3 sampel benda uji sebesar 19,66 MPa.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa bahan tambah abu daun bambu dan limbah pecahan keramik tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas kuat tekan dan beton dengan nilai proporsi yang ideal dalam penelitian ini yaitu beton dengan bahan tambah abu daun bambu 1,5% dan limbah pecahan keramik 2% dengan kode sampel AK2 yang memiliki nilai kuat tekan dari sampel beton dengan bahan tambah lainnya dengan nilai kuat tekan beton 24,2 MPa.

REFERENSI

- Agustapraja, Hammam Rofiqi, and Rio Rahma Dhana. 2021. "The Effect of Newspaper Powder on Structural Concrete Pressure Fc '21, 7 Mpa." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 830 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/830/1/012002>.
- Aji Firmansyah, Anisah, and Santoso Sri Handoyo. 2022. "Pengaruh Penggunaan Abu Daun Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Pendukung Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton." *Menara: Jurnal Teknik Sipil* 17 (1): 9–17. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v17i1.23911>.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Produksi Kehutanan 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- David. 2011. "Universitas Kristen Petra Surabaya." *Dimensi Interior*, 8 (1): 44–51. publication.petra.ac.id/index.php/sastra-tionghoa/article/view/121%0D.
- Febrianita, O, A Ridwan, and Y C S Poernomo. 2020. "JURMATEKS Penelitian Beton Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Dan Limbah." *Jurnal Manajemen & Teknik Sipi* 3 (2).
- Kamil, Bustanul. 2021. "Perbandingan kuat tekan beton menggunakan pasir sungai wampu sebagai agregat halus dengan variasi bahan tambah sica fume pada perendaman air tawar dan air laut" 3 (2): 6. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Nura Diana, Anita Intan, Subaidillah Fansuri, and Dwi Deshariyanto. 2020. "Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Beton." *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 9 (2): 172–82. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1788.172-182>.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & R.S. Windah. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Priyono, S. A., Agustapraja, H. R., & Lamongan, U. I. (2021). Limbah Bata Ringan untuk Bahan Campuran Agregat Halus Terhadap. *Jurnal Teknik*, 19(1), 23–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.37031/jt.v19i1.159> Limbah
- Raja, Tondi Mulia. 2021. "Analisa Pengaruh Penambahan Serat Bambu Dan Sika Viscocrete - 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Beton" Fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara medan.
- Syarifuddin, M. (2020). "Analisis pengaruh penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat tekan beton". Fakultas teknik jurusan teknik sipil universitas semarang.
- Yeni, Sari Fitri, Ishak, and Febrimen Herista. 2021. "Analisis Substitusi Agregat Kasar Menggunakan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton." *Ensiklopedia Research and Community Service Review* 1 (1): 219–24.