

Study Penggunaan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Pengaruh Terhadap Sifat Mekanik Beton

Moch.Aftarian Ferdiansyah^{1*}, Bella Lutfiani Alzakina¹, Zainuddin¹

¹Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp. (0353) 881984 PO. BOX. 114 BOJONEGORO

*m.aftarianferdiansyah@gmail.com

ABSTRAK

Beton adalah bagian dari bangunan yang kita jumpai pada proses pembangunan seperti bangunan gedung, jalan dan jembatan. Perencanaan suatu beton dituntut adanya hasil perencanaan yang menghasilkan beton dengan kuat tekan yang sesuai dengan yang diinginkan. Dalam penelitian ini hasil dari penambahan serbuk kaca sebagai bahan pengganti Sebagian agregat halus dengan persentase penambahan 5%, 7,5% dan 10%. Berdasarkan hasil penelitian beton dengan campuran limbah serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus diperoleh kuat tekan beton normal umur 14 hari sebesar 7,76 Mpa, Variasi 1 5% umur 14 hari sebesar 9,32 Mpa, dan Variasi 2 7,5 % umur 14 hari sebesar 12,18 Mpa, dan Variasi 3 10 % umur 14 hari sebesar 12,09 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton normal umur 28 hari sebesar 18,15 Mpa, Variasi 1 5% umur 28 hari sebesar 10,95 Mpa, dan Variasi 2 7,5 % umur 28 hari sebesar 12,13 Mpa, dan Variasi 3 10 % umur 28 hari sebesar 10,75 Mpa. hasil penelitian ini pengganti Sebagian agregat halus dengan menggunakan limbah serbuk kaca dapat berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan kuat tekan beton.

Kata kunci: beton, serbuk kaca pengganti agregat halus, kuat tekan

ABSTRACT

Concrete is part of the building that we encounter in the construction process such as building construction, roads and bridges. Planning a concrete requires planning results that produce concrete with compressive strength that is in accordance with what is desired. In this study, the results of adding glass powder as a substitute for some fine aggregate with an additional percentage of 5%, 7.5% and 10%. Based on the results of the study, concrete with a mixture of glass powder waste as a substitute for fine aggregate obtained normal concrete compressive strength at 14 days of 7.76 Mpa, Variation 1 5% at 14 days of 9.32 Mpa, and Variation 2 7.5% at 14 days of 12.18 Mpa, and Variation 3 10% at 14 days of 12.09 Mpa. While the normal concrete compressive strength at 28 days is 18.15 Mpa, Variation 1 5% at 28 days is 10.95 Mpa, and Variation 2 7.5% at 28 days is 12.13 Mpa, and Variation 3 10% at 28 days is 10.75 Mpa. The results of this study show that partial replacement of fine aggregate using glass powder waste can affect the increase and decrease of concrete compressive strength.

Keywords: concrete, glass powder substitute for fine aggregate, compressive strength

1. PENDAHULUAN

Beton adalah elemen penting dalam konstruksi karena tahan terhadap gaya tekan, sehingga kekuatan tekan beton perlu diuji sebelum digunakan dalam pembangunan. Kualitas beton yang digunakan sangat bergantung pada cara perletakkannya. Penelitian

dan inovasi dalam bidang beton sangat berperan dalam mengurangi ketergantungan pada bahan alam yang membutuhkan waktu lama untuk regenerasi. Teknologi beton telah berkembang pesat sejak penemuan "Beton Prategang" beberapa dekade lalu, yang diikuti oleh berbagai studi untuk meningkatkan kinerja material ini, baik melalui pemilihan bahan penyusun beton maupun penggantian material lain, termasuk metode pembuatan dan produksinya. Beberapa jenis beton yang telah dikenal saat ini meliputi beton ringan, beton mutu tinggi, dan beton berkinerja tinggi. (Handy Yohanes Karwur R. Tenda, S. E. Wallah, R. S. Windah, 2013).

Penelitian ini fokus pada pemanfaatan limbah kaca, yang berasal dari industri, pembongkaran bangunan, maupun rumah tangga, dalam jumlah besar. Limbah kaca ini berpotensi menjadi solusi alternatif karena sulit terurai oleh tanah dalam waktu ratusan atau ribuan tahun. Sifat kaca yang keras dan tahan terhadap korosi, berbeda dengan limbah besi yang dapat berkarat seiring waktu, menjadikannya bahan yang lebih tahan lama. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kaca sangat berguna. Dalam proses ini, kaca dihancurkan menjadi serbuk dengan ukuran mes 100, yang kemudian digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen, di mana data dihitung berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan di laboratorium Universitas Bojonegoro.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen Portland Pozolan

Semen yang digunakan adalah semen portland pozolan cement (PPC) dengan merek Semen Gresik Tipe I

2. Agregat

Agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus berupa pasir yang lolos saringan 4,80 mm dan agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm. Agregat halus yang digunakan berasal dari pasir bengawan solo tepatnya di Desa Ledok Kec. Bojonegoro Kab. Bojonegoro. Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil lokal dari Bojonegoro

3. Air

Air berfungsi sebagai katalis dalam pembuatan beton, yang bereaksi dengan semen untuk mengikat agregat, serta digunakan untuk perawatan beton setelah dicetak (curing). Air yang digunakan dalam pembuatan sampel benda uji diambil dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro.

4. Bahan tambah

Bahan tambah yang di gunakan pada pembuatan ini yaitu serbuk kaca (limbah kaca) yang berasal dari rumah ataupun dari toko penjual kaca yang sudah tidak di gunakan.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Ayakan

Ayakan dengan lubang berturut-turut 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm yang dilengkapi dengan penutup dan alat penggetar, digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus dan agregat kasar.

2. Timbangan Digital

Timbangan digital dengan kapasitas 100 kg. Timbangan ini digunakan untuk menimbang material – material yang akan diteliti dan juga untuk menimbang semen, pasir, dan kerikil sebagai bahan beton sebelum di campur.

3. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air, misalnya pada waktu pemeriksaan kandungan kadar lumpur dan waktu pembuatan benda uji, gelas ukur ini mempunyai kapasitas sebesar 1000 cc.

4. Pikhnometer

Alat ini digunakan untuk memeriksa berat jenis dan penyerapan agregat pasir, piknometer memiliki kapasitas sebesar 500 cc.

5. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, berat jenis dan gradasi agregat.

6. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams beserta tilam pelat baja dan tongkat besi digunakan untuk mengukur konsistensi atau secara sederhana workability adukan dengan percobaan Slum Test.

7. Cetakan Beton

Cetakan beton yang digunakan untuk mencetak benda uji terbuat dari bahan baja berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

8. Mesin Pengaduk Beton (Concrete Mixer)

Mesin pengaduk beton ini digunakan untuk mencampur bahan adukan beton. Alat yang digunakan memiliki kapasitas 0.125 m³ dengan kecepatan 20-30 rpm.

9. Mesin Penguji Kuat Tekan

Mesin penguji kuat tekan yang di pakai memiliki kapasitas pembebanan maksimum 150 ton dengan ketelitian baca 0.01 ton. Alat ini di gunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan beton silinder.

10. Tongkat Baja

Digunakan untuk pengujian slump serta pemadatan pada cetakan silinder.

11. Bak Perendam

Alat ini digunakan untuk merendam benda uji selama proses perawatan pada benda uji.

12. Alat Bantu

Selama proses pembuatan benda uji digunakan beberapa alat bantu untuk melakukan pembuatan benda uji di antaranya adalah, sendok semen, stopwatch, palu karet dan mistar.

Langkah Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Persiapan peralatan yang akan digunakan dan pengujian material utama pembuatan benda uji beton (Agregat kasar, Agregat halus, Semen Portland dan Air) yang akan dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro.

2. Proses Pembuatan bahan tambah

Limbah kaca di tumbuk sampai halus kemudian di saring menggunakan ayakan lolos saringan no 50 agar memiliki tingkat kehalusan yang seragam.

3. Uji Material

Uji material dilakukan dari analisis saringan, berat isi agregat, berat jenis, kadar air, kadar organik, dan kadar lumpur.

4. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode berdasarkan SNI-03-2834-2000.

5. Pengujian Nilai Slump Test

Pengujian nilai slump test dilakukan untuk mengukur kelecakan beton segar yang berhubungan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan.

6. Pembuatan Beton Segar

Pembuatan beton segar menggunakan mesin pengaduk beton.

7. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm.

8. Perawatan Benda Uji

Perawatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perendaman dalam air (curing) selama 28 hari.

9. Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton dilakukan dengan cara benda uji diletakkan pada bidang tekan pada mesin dan pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran.

10. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

11. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran bertujuan untuk menyimpulkan apa yang telah didapat dari hasil penelitian dan saran untuk peneliti selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini penulis akan melakukan analisis terhadap data penelitian untuk menghasilkan campuran beton yang diinginkan. Tabel berikut menunjukkan data ini:

Tabel 1. Data yang diperoleh pada saat penelitian

| Nama percobaan | Satuan | Hasil percobaan |
|----------------------------|--------------------|-----------------|
| Berat jenis agregat kasar | Gr/cm ³ | 2,45 |
| Berat jenis agregat halus | Gr/cm ³ | 2,05 |
| Kadar lumpur agregat kasar | % | 0,99 |
| Kadar lumpur agregat halus | % | 0,79 |
| Berat isi agregat kasar | Gr/cm ³ | 1,35 |
| Berat isi agregat halus | Gr/cm ³ | 1,69 |
| Kadar air agregat kasar | % | 1,35 |
| Kadar air agregat halus | % | 2,20 |
| FM agregat kasar | | 2,35 |
| FM agregat halus | | 2,35 |
| Penyerapan agregat halus | % | 0,75 |
| Penyerapan agregat kasar | % | 0,87 |
| Nilai slump rencana | Mm | 25-75 |
| Ukuran agregat maksimum | mm | 40 |

Nilai di atas dapat digunakan untuk merancang campuran beton setelah pengujian dasar (Mix Design) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada tabel 4.2 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 2. Perancangan campuran beton

| PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000 | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------|---------|
| No. | Uraian | Tabel/Gambar Perhitungan | Nilai |
| 1 | Kuat tekan yang disyaratkan | Ditetapkan | 25 MPa |
| 2 | Deviasi Standar | - | 8,3 MPa |

| | | | | | |
|----|---|------------|----------|--------|---|
| 3 | Nilai tambah (margin) | - | | | 13,6 MPa |
| 4 | Kekuatan rata-rata yang ditargetkan | 1+2+3 | | | 38,6 MPa |
| 5 | Jenis semen | | | | Tipe I |
| 6 | Jenis agregat: | Ditetapkan | | | Batu pecah Bojonegro |
| | - kasar | | | | |
| | - halus | Ditetapkan | | | Pasir Lumajang |
| 7 | Faktor air-semen bebas | - | | | 0,60 |
| 8 | Faktor air-semen maksimum | Ditetapkan | | | 0,48 |
| 9 | Slump | Ditetapkan | | | 25-75 mm |
| 10 | Ukuran agregat maksimum | Ditetapkan | | | 40 mm |
| 11 | Kadar air bebas | | | | 170 kg/m ³ |
| 12 | Jumlah semen | 11:15 | | | 354,17 kg/m ³ |
| 13 | Jumlah semen maksimum | Ditetapkan | | | 354,17 kg/m ³ |
| 14 | Jumlah semen minimum | Ditetapkan | | | 325 kg/m ³ |
| 15 | Faktor air-semen yang disesuaikan | - | | | 0,48 kg/m ³ |
| 16 | Susunan besar butir agregat halus | | | | Daerah gradasi zona 3 |
| 17 | Susunan agregat kasar atau gabungan | | | | Gradasi maksimum 40 mm |
| 18 | Persen agregat halus | | | | 25,5% |
| 19 | Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan) | - | | | 2,35 |
| 20 | Berat isi beton | | | | 2230 kg/m ³ |
| 21 | Kadar agregat gabungan | 20-(12+11) | | | 1705,83 kg/m ³ |
| 22 | Kadar agregat halus | 18 x 22 | | | 434,99 kg/m ³ |
| 23 | Kadar agregat kasar | 21-22 | | | 1270,85 kg/m ³ |
| 24 | Proporsi campuran | | | | Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg) |
| | | Semen (kg) | Air (kg) | | Halus Kasar |
| 25 | - Tiap m ³ | 354,17 | 170 | 434,99 | 1270,85 |
| | - Tiap m ³ dengan ketelitian 5 kg | 354,17 | 170 | 434,99 | 1270,85 |
| | - Tiap campuran uji 0,031 m ³ | 10,98 | 5,27 | 13,48 | 39,40 |
| | Koreksi proporsi campuran | | | | |
| | - Tiap m ³ | 354,17 | 177,91 | 438,51 | 1259,41 |
| | - Tiap campuran uji 0,031 m ³ | 10,98 | 5,52 | 13,59 | 39,04 |

Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder dengan ukuran 15 x 30 cm sebagai benda uji, dan menghasilkan sebanyak 48 benda uji. Berdasarkan hasil desain campuran, diperoleh proporsi campuran adukan sebagai berikut:

Tabel 3. Pembuatan Benda Uji

| No. | Variasi Campuran Beton | Umur | |
|-------|---|---------|---------|
| | | 14 Hari | 28 Hari |
| 1 | Beton Normal | 6 buah | 6 buah |
| 2 | Beton Dengan Campuran Bahan Tambah Serbuk kaca 5% | 6 buah | 6 buah |
| 3 | Beton Dengan Campuran Bahan Tambah Serbuk kaca 7,5% | 6 buah | 6 buah |
| 4 | Beton Dengan Campuran Bahan Tambah Serbuk kaca 10% | 6 buah | 6 buah |
| Total | | 48 | |

Slump Test

Berdasarkan Tabel 4, perbandingan nilai slump antara beton normal, beton V1 5%, beton V2 7,5%, dan beton V3 10% menunjukkan bahwa beton normal memiliki nilai slump tertinggi yaitu 12 cm, sementara beton dengan campuran serbuk kaca mengalami penurunan nilai slump. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk kaca dalam campuran beton menyebabkan penurunan nilai slump, dan semakin sedikit serbuk kaca yang ditambahkan, semakin tinggi nilai slumpnya.

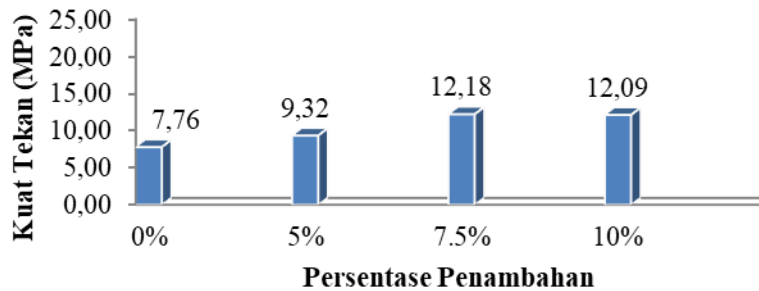
Tabel 4. Slump Test

| No. | Nama Benda Uji | Tinggi Slump |
|-----|----------------|--------------|
| 1 | Beton Normal | 12 |
| 2 | V1 5% | 11 |
| 3 | V2 7,5% | 9,5 |
| 4 | V3 10% | 8,3 |

Uji Kuat Tekan

Berdasarkan Gambar 1, menjelaskan kuat tekan beton normal rata rata sebesar 7,76Mpa, kuat tekan beton V1 5% rata rata sebesar 9,32 Mpa, kuat tekan beton V2 7,5% rata rata sebesar 12,18 Mpa, dan kuat tekan beton V3 10% sebesar 12,09 Mpa.

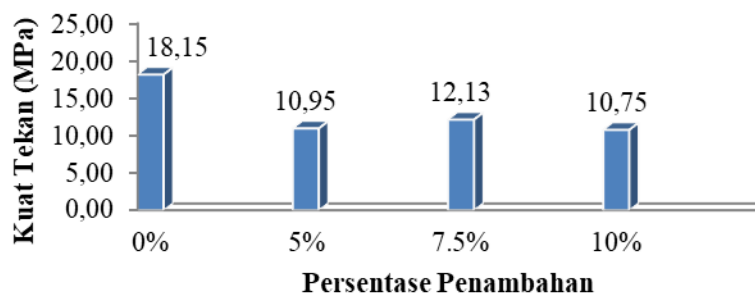
Kuat Tekan Beton 14 Hari



Gambar 1. Uji kuat tekan beton 14 hari

Berdasarkan Gambar 2, menjelaskan kuat tekan beton normal rata rata sebesar 18,15 Mpa, kuat tekan beton V1 5% rata rata sebesar 10,95 Mpa, kuat tekan beton V2 7,5 % rata rata sebesar 12,13 Mpa, dan kuat tekan beton V3 10% rata rata sebesar 10,75 Mpa.

Kuat Tekan Beton 28 Hari



Gambar 2. Uji kuat tekan beton 28 hari

Analisis Data

Berdasarkan hasil penelitian beton dengan campuran limbah serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus diperoleh kuat tekan beton normal umur 14 hari sebesar 7,76 Mpa, Variasi 1 5% umur 14 hari sebesar 9,32 Mpa, dan Variasi 2 7,5 % umur 14 hari sebesar 12,18 Mpa, dan Variasi 3 10 % umur 14 hari sebesar 12,09 Mpa.

Sedangkan kuat tekan beton normal umur 28 hari sebesar 18,15 Mpa, Variasi 1 5% umur 28 hari sebesar 10,95 Mpa, dan Variasi 2 7,5 % umur 28 hari sebesar 12,13 Mpa, dan Variasi 3 10 % umur 28 hari sebesar 10,75 Mpa. hasil penelitian ini pengganti Sebagian agregat halus dengan menggunakan limbah serbuk kaca dapat berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan kuat tekan beton.

Pada pengujian slump dalam pembuatan benda uji, terjadi penurunan nilai slump pada beton dengan campuran serbuk kaca dibandingkan dengan beton normal. Beton normal memiliki nilai slump tertinggi, yaitu 12 cm, sedangkan beton dengan penambahan serbuk

kaca menunjukkan penurunan nilai slump. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk kaca dalam campuran beton menyebabkan penurunan nilai slump, dan semakin sedikit serbuk kaca yang digunakan, semakin tinggi nilai slump yang diperoleh.

4. KESIMPULAN

Setelah diadakan tahap pembuatan benda uji, perendaman di dalam air, pengujian kuat tekan dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Variasi optimum yang didapatkan dari pengganti agregat halus dengan menggunakan serbuk kaca umur 28 hari dapat berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan kuat tekan.
2. Kuat tekan beton normal yang diperoleh pada umur 14 hari sebesar 7,76 Mpa sedangkan pada umur 28 hari sebesar 18,15 Mpa.
3. Kuat tekan variasi 5% pada umur 14 hari diperoleh sebesar 9,32 Mpa sedangkan pada umur 28 hari diperoleh sebesar 10,95 Mpa.
4. Kuat tekan variasi 7,5% pada umur 14 hari diperoleh sebesar 12,18 Mpa sedangkan pada umur 28 hari diperoleh sebesar 12,13 Mpa.
5. Kuat tekan variasi 10% pada umur 14 hari diperoleh sebesar 12,09 Mpa sedangkan pada umur 28 hari diperoleh sebesar 10,75 Mpa.

Diketahui dari hasil yang diperoleh bahwa nilai kuat tekan beton yang di rencanakan sebesar 25 MPa pada umur 28 hari. Dan hasil yang diperoleh dari uji kuat tekan pada umur 28 hari. Dari beton normal, variasi 1, variasi 2 dan variasi 3 Pada penelitian ini kuat tekan yang dihasilkan tidak memenuhi target yang di rencanakan.

SARAN

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan beton dengan penggunaan bahan tambahan atau bahan campuran lainnya yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.
2. Pada saat akan dilakukan pencampuran atau pengecoran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan secara alami harus benar-benar dalam keadaan SSD sehingga kandungan air dalam agregat dapat stabil.
3. Pada saat akan dilakukan pengecoran disarankan untuk membuat 12 benda uji sekaligus untuk mendapatkan pengadukan yang stabil.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bojonegoro dan semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penelitian ini berlangsung.

6. DAFTAR PUSTAKA

- AMIWARTI, A., & MAHIPAL, M. (2019). ANALISA PENGARUH SERBUK KACA DAN ABU TERBANG SEBAGAI BAHAN PENGGANTI ALTERNATIF TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *JURNAL DEFORMASI*, 4(1), 1. [HTTPS://DOI.ORG/10.31851/DEFORMASI.V4I1.2969](https://doi.org/10.31851/DEFORMASI.V4I1.2969)
- ANDI LOLO, J., AMBALI, D. P. P., & PAEMBONAN, M. L. (2020). KARAKTERISASI SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP SIFAT FISIS-MEKANIS CAMPURAN BETON. *JOURNAL DYNAMIC SAINT*, 4(2), 850–854.
- APRIWELNI, S., & BINTANG WIRAWAN, N. (2020). KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN FLY ASH DAN BUBUK KACA SEBAGAI BAHAN PENGISI. *JURNAL SAINTIS*, 20(01), 61–68.
- HANDAYASARI, I., ARTIANI, G. P., & PUTRI, D. (2016). STUDI PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN PADA PEMBUATAN BATA BETON PEJAL. 5(1), 2356–1491.
- KARWUR, H. Y., TENDA, R., WALLAH, S. E., & WINDAH, R. S. (2013). KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN. *JURNAL SIPIL STATIK*, 1(4), 1–6.
- NICOLAAS, S., RUMBAYAN, R., & MALEKE, M. (2019). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KACA TERHADAP PERILAKU MEKANIS BETON. *JURNAL TEKNIK SIPIL TERAPAN*,
- SUDJATI, J. J., & YULIYANTI, T. (2014). PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON. *JURNAL TEKNIK SIPIL*,