

STUDI KAPASITAS LENTUR BALOK BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN SERAT KAWAT

Badordin Muhtar^{*1}, Ismanto Wahab Ali², Thariq Al Faridzi Amir Sultan¹

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun

²Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Universitas Khairun

*badordinmuhtar125@gmail.com

Abstrak

Beton ringan didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu kerikil (batu apung) atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu, guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Beton ringan dengan berat antara $1440 \text{ kg/m}^3 - 1850 \text{ kg/m}^3$, dapat dipakai sebagai beton struktur jika bersifat mekanik dapat memenuhi syarat pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan berkisar $>17,42 \text{ MPa}$. Untuk mencapai kekuatan sebesar itu, beton dapat memakai agregat kasar seperti pumice, expanded shale, clays, slate, dan slag. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek penambahan serat karwat bendrat terhadap lentur balok beton ringan. Benda uji yang dipakai berbentuk balok dengan ukuran $15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 120 \text{ cm}$, dan tambahan potongan karwat bendrat lurus dengan panjang 6 cm , dan konsentrasi penambahan serat sebesar $7,5\%$ terhadap berat semen. Jumlah benda uji 12 buah masing-masing komposisi sebanyak 3 sampel. Dari hasil penelitian ini menunjukkan penambahan serat karwat bendrat dengan kadar serat $7,5\%$ ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat lentur pada balok beton.

Kata kunci— *Beton Ringan, Beton Serat, Batu Apung, Serat Kawat*

PENDAHULUAN

Beton banyak digunakan di berbagai macam konstruksi karena memiliki banyak keunggulan diantaranya kemampuan menahan gaya tekan yang tinggi, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, ketahanan yang baik terhadap lingkungan sekitar serta proses perawatannya lebih murah dan mudah. Secara struktural beton juga memiliki kelemahan yaitu kekuatan tarik yang rendah dan memiliki sifat getas. Salah satu cara perbaikan dalam beton tersebut adalah dengan menambahkan serat kawat ke dalam adukan beton (Alex & Arunachalam, 2019; Gunawan et al., 2015; Kawulusan et al., 2019a; M Krisna Bagus Hidayat, Eddy Purwanto, 2018; Malino et al., 2019; Oktarina et al., 2018). Salah satunya adalah beton ringan yang merupakan beton dengan menggunakan agregat ringan atau dikombinasikan dengan agregat normal sedemikian rupa sehingga dihasilkan beton dengan berat isi yang lebih kecil (lebih ringan) dari pada beton normal yang bertujuan untuk mengurangi berat sendiri dari struktur terhadap komponen struktur pendukungnya (Ala & Arruan, 2017; Miswar, 2018; Rommel, 2015).

Karena berat jenisnya yang besar maka dimensi elemen struktur akan besar pula sehingga sangat berpengaruh terhadap beban bangunan secara keseluruhan. Berat ini akan mengecil/ringan apabila dimensinya kecil. Hal ini hanya akan tercapai bila beton tersebut mempunyai kekuatan yang tinggi/bermutu tinggi. Tetapi beton yang bermutu tinggi bersifat lebih getas/*brittle*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan beton yang bermutu tinggi tetapi bersifat daktil. Dewasa ini penggunaan beton ringan merupakan alternatif yang sangat bagus sebab beton dengan mutu rendah yang telah digunakan sebagai material dasar sejak ribuan tahun lalu digunakan untuk pengaplikasian pada konstruksi bangunan. Berat jenis beton normal sangat tinggi yaitu berkisar 2400 kg/m^3 sehingga beban mati yang dipikul akan menjadi sangat besar,

dengan menggunakan beton ringan akan mereduksi berat struktur (Darwis et al., 2016; Gaus et al., 2020; Numan et al., 2021; Sultan et al., 2018)

Kebutuhan beton ringan dalam teknologi konstruksi modern meningkat dengan cepat. Hal ini disebabkan karena beberapa keuntungan dari penggunaan teknologi beton ringan diantaranya, berat jenis beton yang lebih kecil sehingga dapat memberikan keuntungan dalam pengurangan ukuran pondasi yang diperlukan. Hal ini juga akan berdampak pada pengurangan biaya konstruksi.

Dengan suatu perancangan khusus, kuat tarik beton ini dapat ditingkatkan sehingga mampu menahan tegangan tarik untuk mengurangi retakan (daktail). Salah satu cara adalah dengan penambahan serat-serat pada adukan beton sehingga retak-retak yang mungkin terjadi akibat tegangan tarik pada daerah beton tarik ditahan oleh serat-serat tambahan ini, sehingga kuat tarik beton serat dapat lebih tinggi dibandingkan kuat tarik beton biasa.

Di berbagai negara serat sebagai penguat dan peningkat sifat deformasi beton bukan lagi barang asing. Beton diperkuat serat dan apabila terjadi deformasi pada beton maka serat akan berfungsi untuk mengurangi retakan. Peranan serat sebagai penahan retakan yang menjalar untuk menjebak ujung retakan agar lambat melintasi matrik dengan demikian regangan retakan ultimit komposit meningkat drastis dibandingkan beton tanpa serat.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan cara melakukan pengujian di Laboratorium.

Bahan dan Peralatan

Bahan penelitian terdiri atas:

1. Semen, semen sebagai bahan pengikat adukan beton menggunakan semen portland tipe I. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong 50 kg, tertutup rapat dan butiran halus serta tidak terjadi pengumpalan.
2. Agregat halus digunakan adalah pasir batu apung (*pumice sand*) yang lolos ayakan no. 4, dari quarry agregat batu apung di desa Dowora Kota Tidore Kepulauan,
3. Agregat kasar yang digunakan adalah batu apung yang diambil dari quarry desa Dowora Kota Tidore Kepulauan.
4. Air bersih dari laboratorium struktur dan bahan.
5. Serat berupa potongan kawat bendrat dengan panjang 6 cm serta variasi serat 7.5 kg/m³, terhadap campuran beton.

Lokasi pengambilan agregat kasar dan halus seperti pada gambar 1.

Peralatan yang digunakan dari laboratorium:

1. Mesin *sieve analysis* (ayakan).
2. Timbangan.
3. Mixer dan silinder cetakan benda uji.
4. Mesin uji tekan.
5. Mesin los angeles,
6. Bak perendam.



Gambar 1. Quarry agregat kasar batu apung dan agregat halus pasir batu apung

Bahan Tambah Serat Kawat

Serat kawat yang utuh dipotong dengan ukuran 60 mm dengan jumlah persentase yang digunakan 7,5% dari berat benda uji. Potongan serat kawat akan di tunjukan pada gambar 2.



Gambar 2. Serat kawat

Desain Benda Uji

Benda uji berbentuk balok berukuran 15 cm x 20 cm x 120 cm. Ada dua jenis balok yaitu balok serat dengan kadar serat 0% dan balok serat dengan kadar serat 7.5% dengan komposisi yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Variasi benda uji

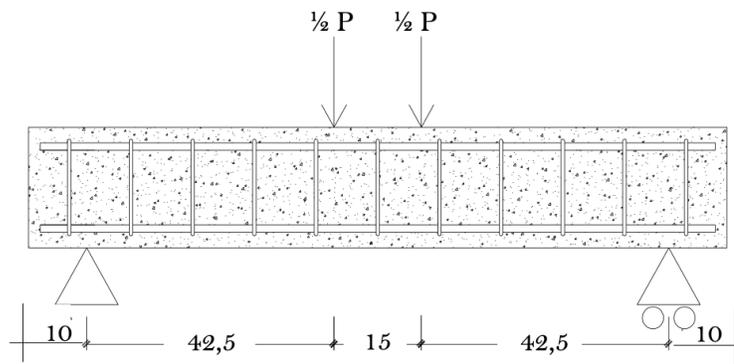
Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji (buah)	Jumlah Tulangan Utama	Sketsa Benda Uji
BS ₁ -T ₂	3	2	
BS ₂ -T ₂	3	2	
BS ₁ -T ₃	3	2	
BS ₂ -T ₃	3	2	

Pengujian Kuat Lentur

Pengujian lentur dilakukan dengan pembebanan dua titik atau *two point load* seperti ditunjukkan pada gambar 3, pengujian ini mengacu ke standar nasional Indonesia (SNI 4431, 2011). Pengujian lentur dilakukan untuk menentukan besarnya kekuatan lentur beton dengan benda uji balok berukuran 15x15x120 cm (balok dengan variasi tulangan). Perhitungan kekuatan lentur berdasarkan mengikuti persamaan

$$Kuat\ Lentur = \frac{M \cdot y}{I} \tag{1}$$

Di mana: M adalah beban maksimum (Nmm), y adalah jarak dari titik berat ke tepi balok (mm), dan I adalah momen inersia penampang balok (mm⁴)



Gambar 3. Sketsa pengujian kuat lentur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

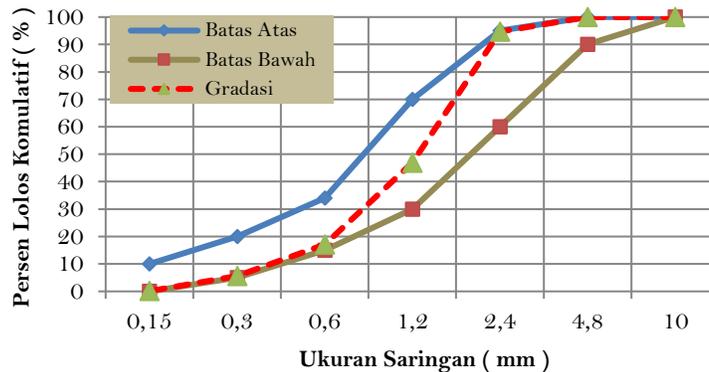
Agregat halus yang digunakan yaitu agregat halus pasir batu apung (*pumice sand*) dan agregat kasar batu apung (*pumice*) dari quarry desa Dowora kota Tidore Kepulauan. Hasil pengujian karakteristik agregat halus dan agregat kasar, ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar

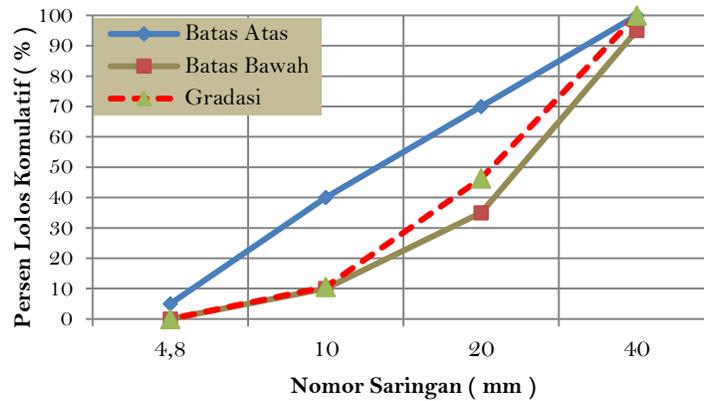
Jenis pengujian	Pasir batu apung	Batu apung
Kadar lumpur	4,97%	0,9%
Kadar air	7,37%	15,0%
Berat volume		
- Kondisi lepas	0,91	0,63
- Kondisi padat	0,80	0,55
Berat jenis dan penyerapan air		
- Penyerapan air	0,91%	3,09%
- Berat jenis kering oven	1,78	2,14
- Berat jenis SSD	1,79	2,25
- Berat jenis semu	1,81	2,41
Modulus kehalusan	3,36	7,43
Keausan	-	45,63

Hasil pengujian dari agregat halus (pasir batu apung) dan agregat kasar (batu apung) yang terdapat pada tabel 4. bahwa, berat jenis, berat volume, modulus kehalusan diuji sesuai dengan SNI. Modulus kehalusan agregat pasir batu apung gradasinya masuk pada zona I yang merupakan gradasi agregat halus kasar (pasir kasar). Gradasi pasir batu apung dapat dilihat pada gambar 4.

Dari hasil pengujian agregat kasar batu apung pada pengujian karakteristik sebagian tidak memenuhi standar karakteristik yaitu pada uji keausan, ini disebabkan karena batu apung mempunyai banyak rongga. Modulus kehalusan agregat batu apung gradasinya masuk pada zona I, dapat dilihat pada gambar 5.



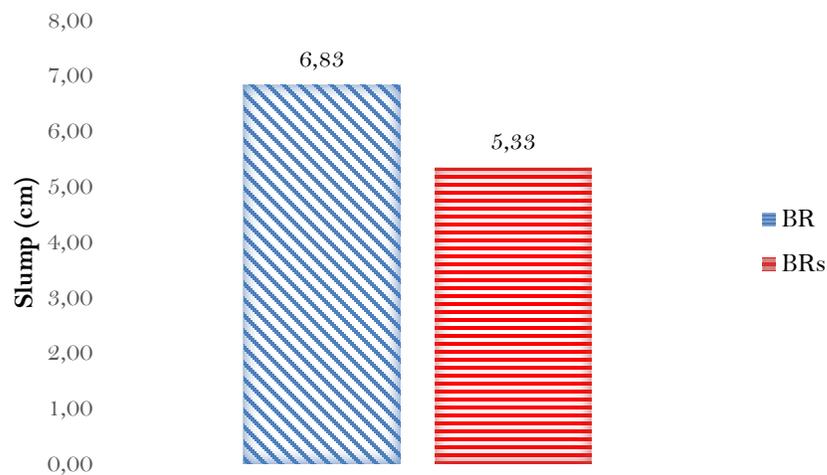
Gambar 4. Grafik gradasi agregat halus pasir batu apung (Zona I)



Gambar 5. Grafik gradasi agregat kasar batu apung (Zona I)

Pemeriksaan Slump

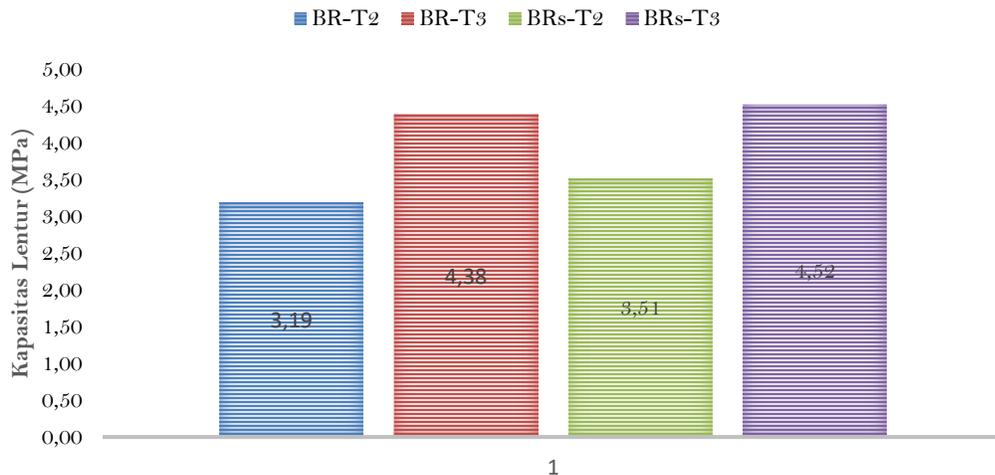
Pengujian *slump* pada dasarnya merupakan salah satu pengujian sederhana untuk mengetahui *workability* beton sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Dari hasil pengujian *slump* yang ditunjukkan pada gambar 6 adalah perbandingan nilai *slump* beton ringan serat dan beton ringan tanpa serat yang mana terdapat perbedaan nilai *slump* dari beton ringan serat dengan nilai *slump* rata-rata 5,33 cm dan beton ringan tanpa serat dengan nilai *slump* rata-rata 6,83 cm dari perbedaan nilai *slump* tersebut diakibatkan penambahan serat kawat ke dalam adukan beton yang mana dapat mempengaruhi *workability* beton tersebut. Grafik hasil pengujian *slump* ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pemeriksaan beton ringan tanpa serat (BR) dan beton ringan serat (BRs)

Kuat Lentur

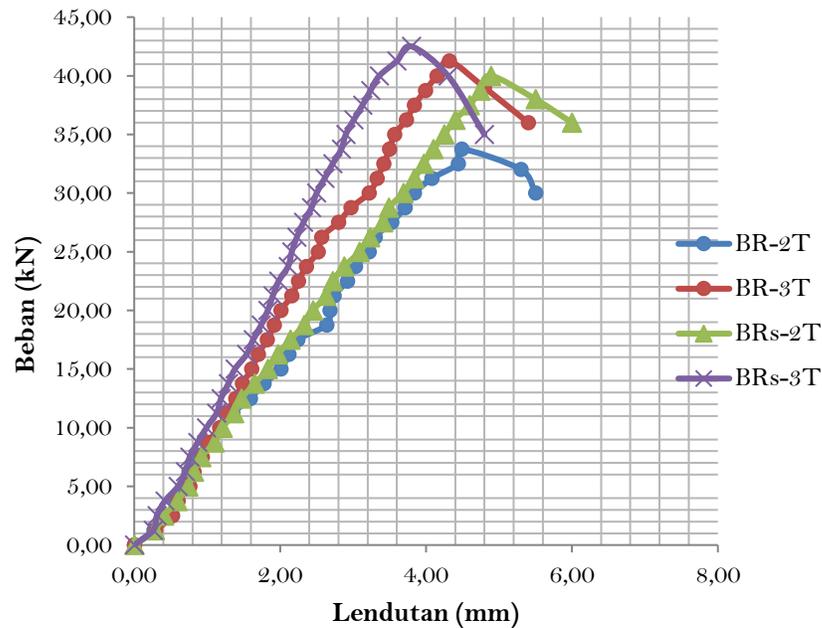
Pada gambar 7 memperlihatkan kapasitas lentur balok beton bertulang dengan serat maupun tanpa serat, di mana balok beton normal dengan jumlah tulangan 2 buah mempunyai kapasitas lentur maksimum sebesar 3,19 MPa, dengan penambahan tulangan menjadi 3 buah kapasitas lentur maksimum sebesar 4,38 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 37,03%. Balok beton berserat dengan jumlah tulangan 2 buah mempunyai kapasitas lentur maksimum sebesar 3,51 MPa, dengan penambahan tulangan menjadi 3 buah kapasitas lentur maksimum sebesar 4,52 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 28,77%. Dengan penambahan jumlah tulangan pada bagian bawah balok yang menerima beban lentur. Namun untuk penambahan jumlah tulangan dalam desain harus tetap mengacu standar nasional Indonesia dengan memperhatikan rasio tulangan maksimum (SNI 03-2847, 2019). Penambahan tulangan pada balok beton bertulang di daerah lentur dapat meningkatkan kapasitas balok tersebut terhadap beban maksimum dan beban awal retak (Sangadji et al., 2020)



Gambar 7. Kapasitas lentur balok beton ringan normal dan balok beton ringan berserat kawat (dengan tulangan)

Hubungan beban dan lendutan

Berdasarkan gambar 8 dapat dilihat hubungan beban dan lendutan balok beton ringan, dengan penambahan tulangan pada bagian bawah balok mampu meningkatkan kapasitas balok beton ringan tanpa serat dengan dengan penambahan serat kawat. Kenaikan kapasitas balok masing 18,52% untuk penambahan 2 tulangan utama dan 3,03% penambahan tulangan utama.



Gambar 8. Hubungan Beban dan Lendutan Pada Benda Uji

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan serat kawat bendrat dengan kadar serat 7.5% dapat meningkatkan kemampuan kuat lentur pada balok beton ringan.
2. Hubungan beban-lendutan yang terjadi pada balok beton serat kawat, mengalami peningkatan dikarenakan penambahan serat kawat bendrat ke dalam campuran beton. Terdapat pada sampel balok BRs-2T yang memiliki hubungan beban-lendutan dengan beban 40 kN, lendutannya 4.89 mm. sedangkan untuk balok BRs-3T yang memiliki hubungan beban-lendutan dengan beban 40.25 kN, lendutannya 3.81 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ala, P., & Arruan, H. (2017). Beton Ringan Menggunakan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2017*, 67–72.
- Alex, X. I., & Arunachalam, K. (2019). Flexural behavior of fiber reinforced lightweight concrete. *Revista de La Construccion*, 18(3), 536–544. <https://doi.org/10.7764/RDLC.18.3.536>
- Darwis, F., Sultan, M. A., & Anwar, C. (2016). Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Batu Apung. *SIPILsains*, 06(11), 31–38.

- Gaus, A., Sultan, M. A., Hakim, R., & Anggreni, I. (2020). Substitusi Parsial Batu Apung Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 6(2), 11–19.
- Gunawan, P., Prayitno, S., & Aldoko, W. (2015). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 611–619.
- Kawulusan, J. A., Manalip, H., & Dapas, S. O. (2019a). Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Serat Kawat Bendrat dengan Variasi Sudut Tekuk pada Kedua Ujungnya. *Jurnal Sipil Statik*, 7(5), 513–526.
- M Krisna Bagus Hidayat, Eddy Purwanto, B. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat pada Beton Mutu Tinggi terhadap Kapasitas Kuat Tekan dan Kuat Lentur. *Under Graduates Thesis*, 1(2), 12–14.
- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, D. B. (2019). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 711–722.
- Miswar, K. (2018). Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 33–39. <https://doi.org/10.30811/portal.v10i1.981>
- Numan, N., Gaus, A., & Sultan, M. A. (2021). Comparison of Compressive Strength Value of Concrete Using Pumice Sand with Ordinary Sand as Fine Aggregate. *E3S Web of Conferences*, 328, 10017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132810017>
- Oktarina, D., Ayu, O., & Purwanto, E. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2018*, 283–290. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v2i2.20>
- Rommel, E. (2015). Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. *Jurnal Gamma*, 9(1), 137–147.
- Sangadji, P. Y., Sultan, M. A., & Ahadian, E. R. (2020). Pengaruh Variasi Lubang Terhadap Tegangan Dan Regangan Pada Balok Beton Bertulang. *CLAPEYRON: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(1), 27–33. <https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2061>
- SNI 03-2847. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Sultan, M. A., Kusnadi, K., & Yudasaputra, M. T. (2018). Effect Of Pressure On Making Of Cemen Bricks from Pumice. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*, 9(5), 1084–1091. <https://doi.org/10.1126/science.ns-11.267.134>