

## Pengelolaan Limbah Genteng sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar Ditinjau dari Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Daru Salam<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, 971002105@uii.ac.id

*Submisi: 25 September 2023; Penerimaan: 28 November 2023*

### ABSTRAK

Beton merupakan salah satu bahan struktur bangunan yang tersusun dari berbagai material yaitu semen, agregat dan air. Agregat yang digunakan dalam beton bisa berupa butiran-butiran mineral alami maupun buatan serta dari sumber lain yang bisa digunakan sebagai bahan pengisi beton. Limbah genteng Sokka saat ini belum dikelola dengan baik menjadikan dasar ide penelitian bahwa limbah tersebut sebagai bahan alternatif agregat kasar pada beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar persentase limbah pecahan genteng untuk pengganti agregat kasar ditinjau dari nilai kuat tekan dan kuat tarik beton. Metode pelaksanaan penelitian meliputi survei lapangan, studi literatur, persiapan bahan/material serta pengujian laboratorium yang meliputi pemeriksaan karakteristik material, analisa data material, perhitungan proporsi campuran, pembuatan sampel silinder beton, perawatan sampel, pengujian sampel dan pembahasan hasil uji. Pecahan limbah genteng sebagai bahan alternatif pada beton mulai dari 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari jumlah kebutuhan agregat kasar didapatkan hasil kuat tekan secara berurutan 21,638 MPa, 16,911 MPa, 16,083 MPa, 13,012 MPa dan 12,269 MPa, sedangkan hasil kuat tarik belah secara berurutan adalah 1,738 MPa, 1,950 MPa, 1,644 MPa, 1,684 MPa dan 1,594 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan dan tidak terjadi perbedaan nilai kuat tarik belah pada perlakuan 0% - 100%.

**Kata kunci:** Alternatif; Limbah genteng; Kuat tekan; Kuat tarik

### PENDAHULUAN

Limbah secara umum menjadi permasalahan yang serius baik di daerah-daerah pedesaan maupun kota besar. Jenis-jenis limbah dapat berbentuk padat, cair dan gas bahkan dari ketiganya itu ada yang masuk kategori limbah berbahaya (limbah B3). Limbah bersumber dari manusia, perumahan, perkantoran, pengelola komersial serta Industri. Penanganan limbah industri genteng belum sepenuhnya tertangani dengan baik padahal setiap harinya produksi limbah cukup tinggi. Efek dari limbah yang belum dikelola dengan baik akan menimbulkan suatu masalah diantaranya mengganggu kenyamanan/kotor,

memakan tempat, biaya pembersihan cukup tinggi.

Beton merupakan hasil dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar dan air dengan proporsi tertentu. Beton diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu beton mutu rendah dengan kuat tekan <20 MPa, beton mutu sedang dengan kuat tekan 21 - 40 MPa dan beton mutu tinggi adalah beton dengan kuat tekan >41 MPa (SNI-03-6468-2000).

Jenis-jenis agregat kasar umumnya berasal dari batu pecah, batu alami, agregat buatan. Agregat harus bersih dari kotoran atau zat organik yang dapat mengganggu pengikatan semen (Nawy, 1990).

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis mempunyai gagasan untuk mengkaji dan mencari solusi terkait penanganan limbah pada industri pembuatan genteng *type* Sokka di wilayah Mberjo Godean. Limbah yang dihasilkan dari industri genteng tersebut antara lain genteng yang gagal produk (bengkok, retak rambut), pecah saat dibakar, pecah karena salah penempatan, terjatuh atau terkena benturan benda keras bahkan pecah saat akan diangkat/dipindahkan ketempat lain. Penggunaan limbah genteng untuk pengganti agregat kasar didapatkan kuat tekan dari berbagai variasi campuran yaitu 0% = 298,06 Kg/cm<sup>2</sup>, 25% = 212,31 kg/cm<sup>2</sup>, 50% = 232,73 Kg/cm<sup>2</sup>, 75% = 222,52 Kg/cm<sup>2</sup>, 100 % = 179,65 Kg/cm<sup>2</sup>. Semakin besar jumlah proporsi limbah pecahan genteng maka semakin rendah nilai kuat tekannya. (Soemantoro et al., 2017). Penelitian sejenis juga dilakukan oleh (Suanto et al., 2021) sampel penelitian berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan waktu pengujian sampel berumur 7, 14, 21 dan 28 hari yaitu: 0% = 200,03 MPa, 5% = 190, 97 kg/cm<sup>2</sup>, 15% = 185,68 Kg/cm<sup>2</sup> dan 25% = 169,83 Kg/cm<sup>2</sup> dapat disimpulkan bahwa penggunaan semakin banyak jumlah prosentase limbah genteng semakin turun nilai kuat tekannya dibanding beton normal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase limbah pecahan genteng untuk pengganti agregat kasar pada beton ditinjau dari nilai kuat tekan dan kuat tarik belah. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah bisa memberikan informasi atau referensi bahwa pecahan limbah genteng bisa dipakai sebagai agregat kasar pada campuran beton dan seberapa besar pengaruhnya jika dikombinasikan dengan agregat kasar alami (split).

### Metodologi Penelitian

Pembuatan benda uji beton berbentuk silinder ukuran 15 x 30 cm dengan mutu beton  $f_c$  19 MPa. Hasil perhitungan rancangan proporsi campuran (*mixdesign*) per 1 m<sup>3</sup> beton setelah dikonversi ke volume 8 silinder secara berurutan semen (merk Dynamik): pasir (eks. Merapi): kerikil (eks. Celereng): air (PAM) = 16,67 kg: 38,68 kg: 49,22 kg: 9,99 kg. Sedangkan untuk kerikil digantikan dengan limbah pecahan genteng dengan berbagai variasi yaitu 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

Alat pencampur beton berupa *Mixer* kapasitas 50 liter, Mesin uji tekan kaps. 3000 KN merk *ELE International*, Timbangan kapasitas 30 kg merk Ohaus, alat ukur *Sketmacth* kapasitas 12" merk Mitutoyo.

Tabel 1. Pemeriksaan karakteristik agregat halus

| Uraian             | Hasil pengujian         |
|--------------------|-------------------------|
| Jenis material     | Pasir alami eks. Merapi |
| Analisa saringan   | Zona 2                  |
| Kandungan lumpur   | 3,6 %                   |
| Berat Jenis (SSD)  | 2,56                    |
| Penyerapan air     | 3,09 %                  |
| Berat volume padat | 1,7 kg/liter            |
| Berat volume lepas | 1,46 kg/liter           |

Tabel 2. Pemeriksaan karakteristik agregat kasar (split)

| Uraian             | Hasil pengujian             |
|--------------------|-----------------------------|
| Jenis material     | Split/batu pecah eks. Progo |
| Analisa saringan   | Ukuran maks. 20 mm          |
| Abrasi/keausan     | 14,17 %                     |
| Berat Jenis (SSD)  | 2,67 gram/cc                |
| Penyerapan air     | 2,50 %                      |
| Berat volume padat | 1,61 kg/liter               |
| Berat volume lepas | 1,38 kg/liter               |

### Prosedur pelaksanaan penelitian

Prosedur penelitian yaitu menyiapkan bahan yang akan digunakan untuk membuat beton meliputi semen, agregat halus (pasir), agregat kasar

(split) dan limbah genteng. Selanjutnya membuat agregat kasar dari limbah pecahan genteng dengan mesin penghancur batuan selanjutnya di pilih agregat yang berukuran tertahan di saringan > 4,75 mm dan lolos saringan berukuran 38,1 mm. Dilakukan pengujian pendahuluan berupa karakteristik material meliputi uji berat jenis agregat halus dan agregat kasar sesuai SNI 1969: 2016 (BSN, 2016) , berat volume agregat halus dan agregat kasar , keausan agregat kasar dan agregat kasar hasil olahan limbah genteng dengan mengacu pada SNI 2417 – 2008 (BSN, 2008). Pemeriksaan karakteristik agregat halus dan kasar sebagaimana terangkum pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 3. Pemeriksaan karakteristik agregat kasar limbah pecahan genteng

| Uraian             | Hasil pengujian        |
|--------------------|------------------------|
| Jenis material     | Pecahan limbah genteng |
| Analisa saringan   | Ukuran maks. 20 mm     |
| Abrasi/keausan     | 70,02 %                |
| Berat Jenis (SSD)  | 2,07                   |
| Penyerapan air     | 19,75 %                |
| Berat volume padat | 1,23 kg/liter          |
| Berat volume lepas | 1,03 kg/liter          |

**Perencanaan Proporsi Campuran Beton (Mixdesign)**

Perencanaan proporsi campuran yang akan dilakukan mengacu pada SNI

03-2834-2000 (BSN, 2000) tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Mutu beton yang direncanakan adalah 19 MPa dan hasil perhitungan proporsi campuran sebagaimana terangkum pada Tabel 4. Adapun jenis variasi pengganti agregat dari limbah genteng dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 4. Rangkuman hasil Perencanaan proporsi campuran beton normal tiap m<sup>3</sup> beton

| Material              | Kebutuhan | Satuan |
|-----------------------|-----------|--------|
| Semen                 | 341,67    | Kg     |
| Agregat halus (Pasir) | 793,47    | Kg     |
| Agregat kasar (Split) | 1009,87   | Kg     |
| Air                   | 205       | Kg     |

Tabel 5. Proporsi pengganti agregat kasar dari limbah pecahan genteng pada campuran beton normal

| Jenis Variasi               | Kebutuhan agregat kasar |                        |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------|
|                             | Split                   | Limbah pecahan genteng |
| Variasi 1 (V <sup>1</sup> ) | 100 %                   | 0 %                    |
| Variasi 2 (V <sup>2</sup> ) | 75 %                    | 25 %                   |
| Variasi 3 (V <sup>3</sup> ) | 50 %                    | 50 %                   |
| Variasi 4 (V <sup>4</sup> ) | 25 %                    | 75 %                   |
| Variasi 5 (V <sup>5</sup> ) | 0 %                     | 100 %                  |



Gambar 1. Pembuatan benda uji (pengujian slum)



Gambar 2. Perawatan sampel beton (disiram/ditutup karung goni)



Gambar 3 pengukuran dimensi sampel beton



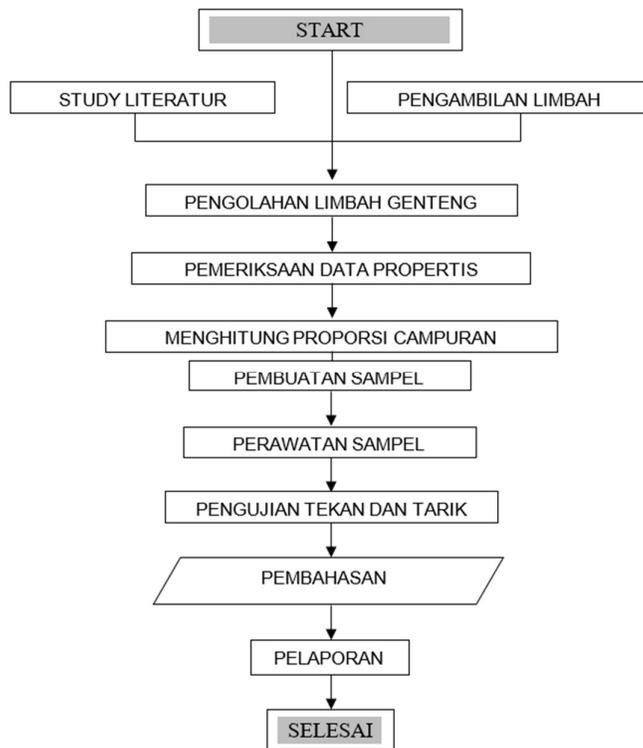
Gambar 4. Perataan permukaan sampel silinder beton dengan belerang



Gambar 5. Pengujian tekan sampel silinder beton



Gambar 6. Pengujian tekan sampel silinder beton



Gambar 7. Bagan alir penelitian

### Pembuatan benda uji

Proses pembuatan benda uji sampai pengujian sampel seperti pada Gambar 1 hingga Gambar 6. Sedangkan metode penelitian secara rinci dapat dijelaskan pada Gambar 7 bagan alir penelitian (*flowchart*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pengujian tekan dan tarik belah silinder beton merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas beton dengan metode uji merusak sampel (*destructive*). Beton dikatakan bagus jika kuat tekan sesuai dengan target/terpenuhi mutu rencana.

### Tekan beton

Nilai kuat tekan adalah besarnya beban yang mampu ditahan benda uji silinder dibagi dengan luasan penampang bidang uji. Perhitungan Kuat tekan mengacu pada peraturan SNI 1974-2011 (BSN, 2011) tentang cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder sebagaimana pada persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P_{\max}}{A}$$

Dengan:

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P_{\max}$  = Beban maksimum (N)

$A$  = Luas permukaan penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Hasil pengujian tekan silinder beton ditunjukkan pada Tabel 5. Jumlah sampel setiap variasi sebanyak 3 buah selanjutnya diambil hasil rerata.

### Tarik belah Beton

Beton mempunyai kemampuan menahan gaya tekan yang tinggi akan tetapi lemah/tidak kuat menahan gaya tarik. Tata cara Penghitungan nilai kuat tarik belah beton mengacu pada peraturan SNI 2491:2014 (BSN, 2014) tentang metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder dengan persamaan berikut:

$$\sigma_{tr} = \frac{2P}{\pi DL}$$

Dengan:

$\sigma_{tr}$  = Kuat tarik beton (MPa),

$P_{\max}$  = Beban maksimum (N),

$D$  = Diameter benda uji (mm),

$L$  = Panjang benda uji (mm)

$\pi$  = 3,14

Hasil pengujian Tarik belah silinder beton ditunjukkan pada Tabel 6. Jumlah sampel setiap variasi sebanyak 3 buah selanjutnya diambil hasil rerata. Korelasi antara Kuat tekan dan kuat Tarik belah beton dapat di lihat pada Gambar 8.

### Pembahasan

Hasil penelitian uji kuat tekan yang ditunjukkan pada Tabel 5. bahwa beton dengan menggunakan agregat kasar batu pecah/split sebesar 21,638 MPa sedangkan beton dengan menggunakan agregat kasar dari limbah genteng nilai kuat tekannya 12,269 MPa dikarenakan kekrasan agregat sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Hal ini memperkuat penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya jumlah persentase limbah genteng sebagai pengganti kerikil pada beton maka terjadi penurunan nilai kuat tekannya sebesar 19 MPa. (Soemantoro et al., 2017). Penelitian lain menyebutkan bahwa beton dengan penggantian agregat dari limbah pecahan genteng terjadi penurunan kuat tekannya dibanding beton normal (Suanto dan Ferdinan, 2021).



Gambar 8. Korelasi rerata hasil uji kuat tekan dan kuat Tarik belah beton

Tabel 5. Hasil uji kuat tekan silinder beton dari berbagai variasi campuran

| Variasi | Ukuran Benda uji |             | Luas Penampang (mm <sup>2</sup> ) | Berat Benda uji (Kg) | Berat Volume (Kg/m <sup>3</sup> ) | Beban Maksimum (KN) | Kuat Desak aktual (MPa) | Rata-rata Kuat tekan (MPa) |
|---------|------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|
|         | Diameter (mm)    | Tinggi (mm) |                                   |                      |                                   |                     |                         |                            |
| a       | b                | C           | d                                 | e                    | f                                 | G                   | h                       | i                          |
| V1      | 150,50           | 304,00      | 17780,45                          | 12,72                | 2353,64                           | 350,60              | 19,72                   | 21,638                     |
|         | 150,40           | 303,50      | 17756,83                          | 12,75                | 2365,29                           | 384,20              | 21,64                   |                            |
|         | 151,00           | 301,80      | 17898,79                          | 12,62                | 2335,49                           | 421,70              | 23,56                   |                            |
| V2      | 149,90           | 303,70      | 17638,96                          | 12,20                | 2277,41                           | 303,10              | 17,18                   | 16,911                     |
|         | 151,40           | 305,00      | 17993,74                          | 12,37                | 2253,97                           | 288,30              | 16,02                   |                            |
|         | 149,40           | 301,00      | 17521,48                          | 12,13                | 2300,36                           | 307,10              | 17,53                   |                            |
| V3      | 152,40           | 303,10      | 18232,22                          | 12,04                | 2179,44                           | 280,00              | 15,36                   | 16,083                     |
|         | 149,70           | 304,00      | 17591,92                          | 11,08                | 2072,20                           | 280,20              | 15,93                   |                            |
|         | 150,00           | 303,30      | 17662,50                          | 12,02                | 2244,15                           | 299,60              | 16,96                   |                            |
| V4      | 151,00           | 305,20      | 17898,79                          | 11,53                | 2111,22                           | 235,90              | 13,18                   | 13,012                     |
|         | 152,00           | 302,80      | 18136,64                          | 11,34                | 2064,91                           | 237,00              | 13,07                   |                            |
|         | 150,40           | 303,00      | 17756,83                          | 11,53                | 2142,81                           | 227,10              | 12,79                   |                            |
| V5      | 151,80           | 304,80      | 18088,94                          | 11,17                | 2026,66                           | 218,70              | 12,09                   | 12,269                     |
|         | 150,60           | 303,40      | 17804,08                          | 11,06                | 2047,11                           | 194,90              | 10,95                   |                            |
|         | 149,60           | 305,00      | 17568,43                          | 11,07                | 2066,11                           | 241,90              | 13,77                   |                            |

Keterangan:

V<sup>1</sup> = agregat kasar (split) 100%, agregat kasar (limbah genteng) 0%V<sup>2</sup> = agregat kasar (split) 75%, agregat kasar (limbah genteng) 25%V<sup>3</sup> = agregat kasar (split) 50%, agregat kasar (limbah genteng) 50%V<sup>4</sup> = agregat kasar (split) 25%, agregat kasar (limbah genteng) 75%V<sup>5</sup> = agregat kasar (split) 0%, agregat kasar (limbah genteng) 100%

Tabel 6. Pengujian Tarik belah silinder beton

| Variasi | Ukuran           |                | Luas<br>Penampang<br>(mm <sup>2</sup> ) | Berat<br>Benda<br>uji<br>(Kg) | Berat<br>Volume<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Beban<br>Maksimum<br>(KN) | Kuat<br>Tarik<br>aktual<br>(MPa) | Rata-rata<br>Kuat Tarik belah<br>(MPa) |
|---------|------------------|----------------|---|-------------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|--|
|         | Diameter<br>(mm) | Tinggi<br>(mm) |   |                               |   |                           |                                  |  |
| a       | b                | c              | d                                       | e                             | f                                       | G                         | h                                | i                                      |
| V1      | 151,70           | 299,80         | 18065,12                                | 12,73                         | 2351,03                                 | 114,90                    | 1,61                             | 1,738                                  |
|         | 149,00           | 303,20         | 17427,79                                | 12,60                         | 2383,75                                 | 131,10                    | 1,85                             |  |
|         | 152,00           | 302,00         | 18136,64                                | 12,81                         | 2338,58                                 | 126,50                    | 1,76                             |  |
| V2      | 149,40           | 302,20         | 17521,48                                | 11,95                         | 2256,85                                 | 138,00                    | 1,95                             | 1,950                                  |
|         | 151,00           | 299,60         | 17898,79                                | 11,95                         | 2228,45                                 | 141,51                    | 1,99                             |  |
|         | 149,60           | 303,60         | 17568,43                                | 12,17                         | 2282,44                                 | 136,30                    | 1,91                             |  |
| V3      | 148,90           | 305,30         | 17404,40                                | 11,87                         | 2233,72                                 | 117,90                    | 1,65                             | 1,644                                  |
|         | 150,00           | 304,00         | 17662,50                                | 11,77                         | 2191,49                                 | 110,30                    | 1,54                             |  |
|         | 150,00           | 303,90         | 17662,50                                | 11,91                         | 2218,11                                 | 124,50                    | 1,74                             |  |
| V4      | 150,20           | 304,00         | 17709,63                                | 11,55                         | 2145,91                                 | 113,20                    | 1,58                             | 1,684                                  |
|         | 151,20           | 301,00         | 17946,23                                | 11,31                         | 2093,74                                 | 125,00                    | 1,75                             |  |
|         | 149,40           | 303,40         | 17521,48                                | 11,32                         | 2128,66                                 | 122,60                    | 1,72                             |  |
| V5      | 151,40           | 304,00         | 17993,74                                | 11,21                         | 2049,32                                 | 115,60                    | 1,60                             | 1,594                                  |
|         | 149,70           | 305,30         | 17591,92                                | 11,29                         | 2102,85                                 | 113,60                    | 1,58                             |  |
|         | 151,40           | 304,00         | 18065,12                                | 12,73                         | 2351,03                                 | 114,90                    | 1,60                             |  |

Keterangan:

V<sup>1</sup> = agregat kasar (split) 100%, agregat kasar (limbah genteng) 0%V<sup>2</sup> = agregat kasar (split) 75%, agregat kasar (limbah genteng) 25%V<sup>3</sup> = agregat kasar (split) 50%, agregat kasar (limbah genteng) 50%V<sup>4</sup> = agregat kasar (split) 25%, agregat kasar (limbah genteng) 75%V<sup>5</sup> = agregat kasar (split) 0%, agregat kasar (limbah genteng) 100%

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil kuat tekan beton dengan perlakuan kombinasi agregat kasar 25% agregat split dan 75% limbah genteng sebesar 16,911 MPa. Nilai kuat tarik beton perlakuan kombinasi agregat kasar 25% agregat split dan 75% limbah genteng sebesar 1,950 MPa. Sehingga penggunaan agregat kasar dari limbah genteng maksimum 25% (variasi 2) masih layak penggunaannya pada beton mutu rendah. Kekerasan agregat sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Nilai kuat tarik beton antara beton normal dengan beton dengan menggunakan limbah genteng tidak mengalami perbedaan yang signifikan yaitu pada rentang antara 8 – 15% dari kuat tekan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI-03-6468-2000 Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu terbang
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 03-2417-2008 Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 1974: 2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 2491: 2014 Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1969: 2016 Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar: Jakarta.
- Murdock, L. J., dan K. M. Brook. 1986. Bahan dan Praktek Beton. Edisi ke 4, cetakan ke 3. Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G. 1990. Beton Bertulang. Suatu Pendekatan Dasar. Bandung: Eresco.
- Soemantoro, M., S. Zuraidah dan R. Nosen. 2017. Pemanfaatan limbah genteng sebagai bahan alternatif agregat kasar pada beton. *Jurnal Teknik Sipil* 1(1): 49 – 56.
- Suanto, P., dan F. Ferdinan. 2021. Analisis kuat tekan mutu beton K. 200 memakai limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar. *Jurnal Teknik Sipil*. 11 (1):1– 13.