
**ANALISIS KUAT LENTUR DAN KUAT TEKAN PADA LIMBAH
BOTOL PLASTIK BAHAN PEMBENTUK GRC****Suripto^{1*}, Tri Wulan Sari², Denny Yatmadi³***Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Universitas Indonesia,
Depok, 16425, Indonesia**e-mail: suripto@sipil.pnj.ac.id, tri.wulansari@sipil.pnj.ac.id, denny.yatmadi@sipil.pnj.ac.id***Corresponding author***ABSTRACT**

Plastic is one of the items that cannot be separated from our daily lives. GRC (Glassfibre Reinforced Cement) is a building material similar to concrete, made of cement reinforced by fiberglass which has alkali resistant properties. The purpose of this study was to analyze the flexural strength and compressive strength of GRC building materials with plastic bottle substitution. The type of research used experimental. The method carried out by replacing several compositions of fiber, plastic processed from plastic bottle waste and fiber with plastic waste in the GRC-forming mixture to utilize plastic waste to reduce the use of fiber glass. The research method used starts from the study of literature, manufacture of test materials, manufacture of test specimens, testing of flexural strength and compressive strength, then data analysis and discussion are carried out. The results obtained were that the flexural strength of the GRC material specimen with a substitution of 3.5% fiber as measured by the weight of the mortar is the largest flexural strength compared to other material substitutions. With the average flexural strength value obtained is 1.81 MPa or $F_s = 18.48 \text{ kg/cm}^2$. From the substitution of 1.75% fiber plus 1.75% plastic bottle waste to the GRC-forming material, there was a decrease in the average flexural strength value of 1.44 MPa or about 10.10%, while the act of replacing plastic bottled waste to the GRC-forming material decreased. the average flexural strength value is 3.27 MPa or about 22.93%.

Keywords: *GRC, Plastic Bottle, Waste, Flexural Strength, Compressive Strength.*

ABSTRAK

Plastik menjadi salah satu barang yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan kita sehari-hari. GRC (Glassfibre Reinforced Cement) merupakan bahan bangunan sejenis beton, terbuat dari semen yang diperkuat oleh fibreglass yang memiliki sifat alkali resistan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis terhadap kuat lentur dan kuat tekan bahan bangunan GRC dengan bahan substitusi botol plastik. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen, metode yang dilakukan dengan cara menyubstitusi beberapa komposisi serat fiber, plastik hasil olahan limbah botol plastik dan serat fiber dengan limbah plastik pada campuran pembentuk GRC guna memanfaatkan plastik limbah untuk mengurangi penggunaan serat fibre glass. Metode penelitian yang digunakan dimulai dari studi literatur, pembuatan bahan uji, pembuatan spesimen uji, pengujian kuat lentur dan kuat tekan, kemudian dilakukan analisis data dan pembahasan. Hasil yang diperoleh kekuatan lentur terhadap spesimen material GRC dengan substitusi 3,5 % serat fiber yang diukur dari besarnya berat mortar merupakan kuat lentur terbesar dibanding dengan substitusi material lainnya. Dengan nilai kuat lentur rata-rata yang didapat sebesar 1,81 MPa atau $F_s = 18,48 \text{ kg/cm}^2$. Dari substitusi 1,75 % serat fiber ditambah 1,75 % plastik limbah botol terhadap material pembentuk GRC terjadi penurunan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 1.44 MPa atau sekitar 10,10 %, sedangkan tindakan menyubstitusi plastik limbah botol terhadap material pembentuk GRC Terjadi penurunan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 3,27 MPa atau sekitar 22,93 %.

Kata kunci: *GRC, Botol Plastik, Limbah, Kuat Lentur, Kuat Tekan.*

PENDAHULUAN

Limbah plastik memang salah satu masalah terbesar lingkungan, Indonesia sebagai negara berkembang mempunyai permasalahan yang kompleks dalam hal sampah, salah satunya sampah plastik bekas minuman dalam kemasan [1], [2]. Sampai saat ini, plastik menjadi barang yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia sehari-hari[3]. Namun saat ini sudah banyak produsen air minum, jus, maupun soda yang menggunakan plastik yang bisa didaur ulang, yang dilabeli tanda '*bisa didaur ulang*' (*recyclable*) [4]. Didapatkan asumsi bahwa 500 juta sampai dengan satu miliar penggunaan sampah plastik di dunia setiap tahunnya [5]. Botol plastik merupakan bahan yang tergolong barang sekali pakai (*disposable*), yang dapat memberi dampak memperbanyak sampah dan ketebalan dinding cukup tebal sehingga cocok sebagai serat untuk bahan pembuatan beton[3].

Beton merupakan material bangunan yang sering digunakan karena memiliki biaya perawatan yang relatif ekonomis[6]. Pesatnya pembangunan di sektor konstruksi mengakibatkan meningkatnya penggunaan material GRC di Indonesia. GRC (*Glassfibre Reinforced Cement*) merupakan bahan bangunan yang memiliki jenis yang sama dengan beton, terbuat dari semen yang diperkuat oleh fibreglass, dan memiliki sifat alkali resistan. Dikarenakan karakteristik dan keunggulannya dibanding bahan sejenis lainnya, sampai saat ini bahan GRC telah mulai digunakan secara luas di dunia konstruksi, properti serta arsitektur[7]. GRC termasuk bahan yang mudah diaplikasikan dan mampu membentuk detail yang rumit, dapat berakibat memudahkan para arsitek dan perancang untuk berkreasi, bentuk yang tipis serta pemasangan yang mudah sehingga mengurangi biaya pengangkutan dan

pemasangan, beban struktur dan pondasi dapat dikurangi karena bobotnya yang cenderung ringan, tahan cuaca, tahan api, tahan korosi, tidak berjamur dan anti rayap serta tahan abrasi, tidak terpengaruh sinar matahari, dan memiliki biaya perawatan yang rendah serta mudah dicat[7].

Kuat lentur beton dapat diartikan sebagai kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua penempatan untuk menahan gaya pada arah tegak lurus sumbu benda yang sedang dilakukan pengujian, sampai benda uji tersebut patah, satuan ukur yang diberikan adalah Mega Pascal (MPa) yang merupakan satuan tekanan yaitu gaya persatuan luas[8]–[10]. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai dan memenuhi persyaratan adalah dilakukannya pengujian laboratorium pada umur tertentu. Untuk mendapatkan beton sesuai dengan gaya lentur yang bekerja, maka nilai kuat lentur beton harus memenuhi syarat yang ditentukan. Beberapa acuan yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat lentur beton tersebut salah satunya adalah SNI 03-2493-1991 tentang Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium

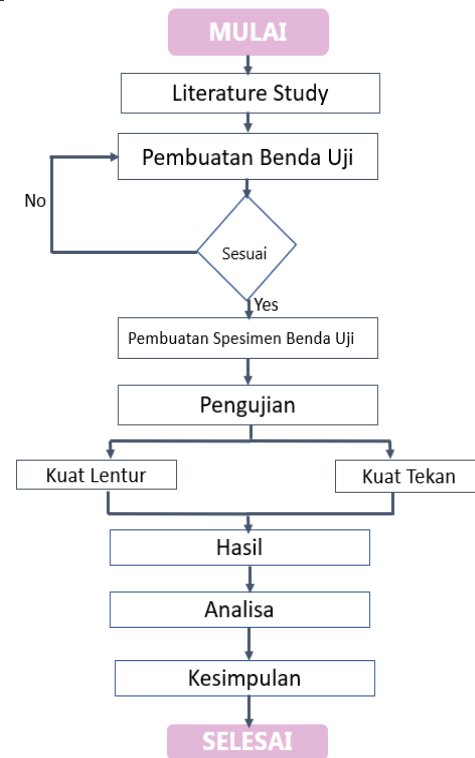
Kuat tekan beton dapat diartikan sebagai besarnya gaya (beban) dibagi dengan satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya tekan cukup yang dihasilkan oleh mesin tekan[8], [10]. Jadi dalam proses pengujiannya, mesin tekan digunakan sebagai alat untuk melihat seberapa jauh kekuatan tekanan benda yang berasal dari beton. Kuat tekan beton menjadi sifat yang paling penting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat lainnya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya sifat-sifat fisik utama beton yang dapat ditentukan dari berbagai kuat tekan beton seperti kuat geser beton, modulus elastisitas beton, kuat tarik

belah beton, syarat kepadatan, syarat keawetan beton dan lain-lain. Berdasarkan uraian tersebut tujuan dari penelitian adalah melakukan analisis terhadap kuat lentur dan kuat tekan pada GRC dengan bahan substitusi limbah botol plastik.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah *Mixer* adonan, timbangan digital, sendok spesi, ember plastik, ruskam, gayung, *cutter* dan ayakan pasir. Adapun Bahan yang digunakan antara lain: semen, pasir, serat *fibreglass*, serat plastik hasil olahan limbah botol plastik, air, dan bekisting. Jenis penelitian ini adalah eksperimen, metode yang dilakukan dengan cara menyubstitusi beberapa komposisi serat fiber, plastik hasil olahan limbah botol plastik dan serat fiber dengan limbah plastik pada campuran pembentuk GRC guna memanfaatkan plastik limbah untuk mengurangi penggunaan serat *fibreglass*. Hasil penelitian ini akan didapat hasil kuat tekan dan kuat lentur dari berbagai kombinasi substitusi bahan pembentuk GRC, dalam hal ini adalah limbah botol plastik dan akan didapat kekuatan tekan dan lentur yang optimum. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat dari *flowchart* di bawah ini:

Studi literatur merupakan langkah pertama yang dilakukan yaitu mendapatkan pengetahuan tentang material GRC, dinding Krawangan dan pengujian material. Studi literatur dapat dilakukan dengan mengumpulkan artikel yang telah terbit dalam jurnal maupun prosiding, buku teks, bahan kuliah maupun ketentuan - ketentuan dan standar yang berguna dalam penelitian ini. *Mix Design* dilakukan untuk mendapatkan *design* benda uji agar uji yang dilakukan bisa maksimal.



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi Penelitian

Pembuatan benda uji pada penelitian ini 50 mm x 50 mm x 50 mm untuk uji tekan dengan sebanyak 3,5 % kandungan serat gelas yang diukur dari berat total mortar beton. Proses pembuatan benda uji/spesimen GRC ini dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan, berikut ini alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian:

Material Utama:

- Pasir; Agregat halus pembuatan GRC menggunakan ukuran pasir yang lolos dari aturan pembuatan beton GRC, yaitu diameter maksimal 1,18 mm untuk metode *spray* dan untuk metode *premix* sebesar 2,36 mm. Campuran mortar yang memiliki diameter tersebut akan mendapatkan kepadatan yang tinggi sehingga tidak ada celah maupun rongga udara di dalam dinding GRC sehingga menyebabkan GRC akan memiliki kekuatan dan kedap air yang relatif tinggi.
- Semen;

Beberapa merek semen Portland di Indonesia yang bisa digunakan dalam penelitian ini yaitu, Gresik, Tiga Roda, Kujang, namun dalam penelitian ini yang digunakan bermerek Tiga roda dengan pertimbangan mudah didapat.

- c. Serat Gelas/ *fiber glass*;
Berdasarkan tata cara pembuatan GRC yang dipublikasikan oleh GRC Association dengan menggunakan serat gelas yang memiliki panjang sekitar 12 mm – 50 mm dan disebar secara merata dalam adukan mortar.
- d. Air;
Pembuatan GRC harus menggunakan air yang jernih, air isi ulang, sehingga tidak terdapat kotoran yang terapung pada air tersebut. Selain dilakukan pemeriksaan secara visual juga harus diamati dan diperiksa air tersebut terindikasi mengandung bahan perusak atau tidak seperti fosfat, minyak, asam, dan bahan organik atau garam.
- e. Bekisting/ Cetakan;
Cetakan dibentuk menggunakan tripleks 6 mm dengan ukuran bagian dalam 5 cm x 5 cm x 5 cm untuk benda uji kuat tekan dan 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm untuk benda uji kuat lentur.



Gambar 2. Perletakan Benda Uji dan Pembebanannya

Pembuatan Spesimen Benda Uji

- a. Spesimen Benda Uji Kuat Lentur

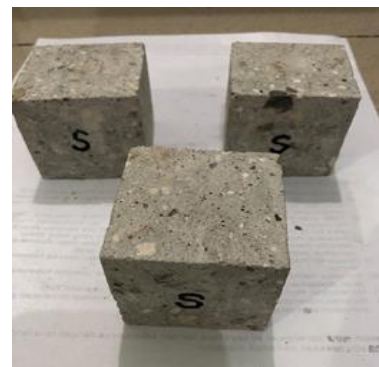
Peraturan Kuat lentur SNI 4431-2011, tentang Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan dua titik beban, maka dibuat benda uji berbentuk balok dengan dimensi P x L x T = 10 cm x 2,5 cm x 2,5 cm.



Gambar 3. Spesimen Benda Uji Kuat Lentur Substitusi Serat Fiber

- b. Spesimen Uji Kuat Tekan

Berdasarkan peraturan yang tercantum pada SNI 4431-2011, tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, maka dibuat benda uji berbentuk kubus dengan dimensi P x L x T = 5 cm x 5 cm x 5 cm.



Gambar 4. Spesimen Uji Kuat Tekan dengan Substitusi Limbah Serat

Uji Kuat Lentur

Berdasarkan peraturan SNI 4431-2011 (4431-2011, 2011) tentang rumus menghitung kuat lentur adalah sebagai berikut:

$$F_s = \frac{P \times L}{b \cdot d^2} \quad (1)$$

Keterangan :

F_s = Kuat Lentur/*Flexural Strength* (MPa)

P = Gaya maksimal (N)
L = Panjang tumpuan (mm)
B = Lebar spesimen (mm)
d = Tinggi spesimen (mm)

Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memberi beban pada permukaan benda uji sampai retak. Dari hasil pengujian ini didapat kuat tekan maksimum dari benda uji kemudian dihitung besarnya kuat tekan dengan rumus:

$$\text{Kuat tekan } F_c = P_{\max} / A \quad (2)$$

Keterangan :

F_c = Kuat tekan maksimum (MPa)

P_{\max} = Beban Maksimum (N)

A = Luas permukaan (mm²)

HASIL dan PEMBAHASAN

Massa Dinding Krawangan

Ukuran dinding Krawangan: L = 1,2 m, B = 0,60 m, T = 0,020 m. Volume dinding Krawangan = 0,0151 m³ dan volume motif pada dinding = 0,0075 m³, maka Volume Beton GRC = 0,0076 m³. Massa Beton 1m³ adalah 2200 kg (berat beton normal). Maka berat GRC dinding Krawangan sebesar 16,72 kg.

a. Serat *Fiberglass*

Massa *Fiberglass* = 3,5% dari Berat Mortar GRC = 3,5 % x 16,72 Kg = 0,585 Kg, Maka diperoleh berat dinding Krawangan keseluruhan = 16,72 + 0,585 = 17,385 kg. Berat dinding Krawangan yang terukur di timbangan sebesar 17,385 kg.

b. Plastik Limbah

Massa plastik Limbah = 3,5% dari Berat Mortar GRC = 3,5 % x 16,72 Kg = 0,585 Kg, Maka diperoleh berat dinding Krawangan keseluruhan = 16,72 + 0,585 = 17,385 kg. Berat dinding Krawangan yang terukur di timbangan = 17,385 Kg.

c. Serat *Fiberglass* + Plastik Limbah

Massa *fiberglass* = 0,5 x 3,5% dari Berat Mortar GRC = 0,5 x 3,5 % x 16,72 Kg = 0,2925 Kg, Massa plastik limbah = 0,5 x 3,5% dari Berat Mortar GRC = 0,5 x 3,5 % x 16,72 Kg = 0,2925 Kg, maka diperoleh berat dinding Krawangan keseluruhan = 16,72 + 0,2925 + 0,2925 = 17,385 kg. Berat dinding Krawangan yang terukur di timbangan = 17,385 Kg. Berat dinding Krawangan 17,3 kg, maka dapat dikatakan, dinding Krawangan berbahan dasar GRC cenderung memiliki bobot yang ringan.

Tabel 1. Hasil Penimbangan Berat dinding

| No. | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Tebal (cm) | Berat (kg) |
|-----|--------------|------------|------------|------------|
| I | 120 | 60 | 2,1 | 17,3 |

Kuat Lentur

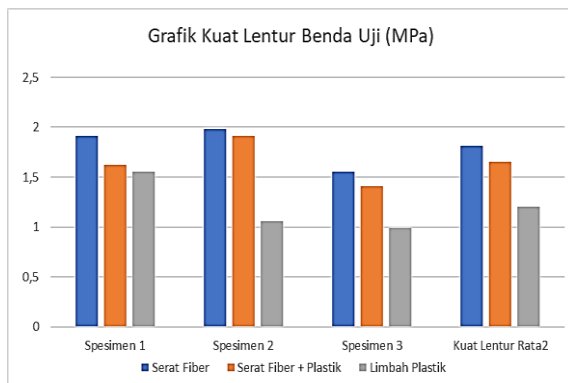
Beban maksimal yang didapat dari tiga spesimen S1, S2, S3 berturut-turut 264,87 N, 274,68 N, 215,82 N, maka didapat kuat lentur GRC sebagai berikut:

Tabel 2. Data Perhitungan Kuat Lentur dan Standar Deviasi

| N o. | Spesi men | Beban maksi mal (N) | Kuat lentur (MPa) | Kuat Lentur rata-rata (MPa) | Stan dar Devi asi |
|------|-----------|---------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | S1 | 264,87 | 1,917 | | |
| 2 | S2 | 274,68 | 1,988 | | |
| 3 | S3 | 215,82 | 1,552 | | |
| | | | | 1,81 | 0,227 |
| 4 | P1 | 215,82 | 1,552 | | |
| 5 | P2 | 147,15 | 1,065 | | |
| 6 | P3 | 137,34 | 0,994 | | |
| | | | | 1,20 | 0,308 |
| 7 | S+P1 | 225,63 | 1,623 | | |
| 8 | S+P2 | 264,87 | 1,917 | | |
| 9 | S+P3 | 196,20 | 1,410 | | |
| | | | | 1,65 | 0,248 |

Dari **Tabel 2** dapat kita ketahui bahwa hasil pengujian kekuatan lentur rata-rata, untuk material GRC dengan kandungan serat gelas 3,5% terhadap kandungan mortar adalah sebesar 1,81 MPa atau 18,48 kg/cm². Hasil nilai rata-rata kuat lentur material GRC yaitu $F_s = 1,81$ MPa atau 18,48 kg/cm² maka dapat dikatakan material GRC dengan kandungan serat gelas sebanyak 3,5% dari berat mortar diperoleh hasil layak digunakan sebagai bahan dasar untuk dinding Krawangan.

Kandungan 3,5% substitusi plastik limbah terhadap kandungan mortar sebesar 1,20 MPa atau 12,23 kg/cm². akan mengalami penurunan kekuatan lentur sebesar 0,61 MPa atau sekitar 33,7 %. Kandungan 1,75% substitusi serat fiber dan 1,75 % substitusi plastik limbah terhadap kandungan mortar adalah menghasilkan kuat lentur sebesar 1,65 MPa atau 16,82 kg/cm². Atau mengalami penurunan kekuatan lentur sebesar 0,16 MPa atau sekitar 8,84 %.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kuat Lentur

Kuat Tekan dari **Tabel 3** dapat kita ketahui bahwa hasil pengujian kuat tekan rata-rata, untuk material GRC dengan kandungan 3,5% serat gelas terhadap kandungan mortar sebesar 14,26 MPa atau 145,36 kg/cm². Material GRC memiliki hasil nilai rata-rata kekuatan lentur yaitu $F_s = 14,26$ MPa maka dapat dikatakan bahwa material GRC dengan kandungan serat gelas sebanyak 3,5% dari berat mortar memiliki hasil layak

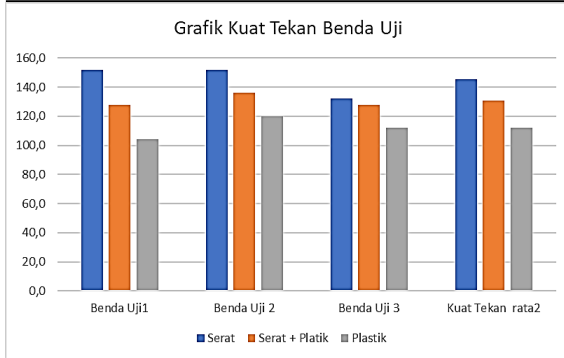
digunakan sebagai bahan dasar untuk dinding Krawangan.

Kandungan 3,5% substitusi plastik limbah terhadap kandungan mortar sebesar 10,99 MPa atau 12,23 kg/cm², mengalami penurunan kekuatan lentur sebesar 3,27 MPa atau sekitar 22,93 %. Kandungan 1,75% substitusi serat fiber dan 1,75 % substitusi plastik limbah terhadap kandungan mortar adalah sebesar 12,82 MPa atau 130,68kg/cm². Mengalami penurunan kekuatan lentur sebesar 1.44 MPa atau sekitar 10,10 %.

Tabel 3. Data Perhitungan Kuat Tekan dan Standar Deviasi

| N o. | Spesimen | Beban maksimal (N) | Kuat Teka n (MP a) | Kuat Tekanr ata-rata (MPa) | Sandar Devi asi |
|------|----------|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | S1 | 37,28 | 14,91 | | |
| 2 | S2 | 37,28 | 14,91 | | |
| 3 | S3 | 32,37 | 12,95 | | |
| | | | | 14,26 | 1,13 |
| 4 | P1 | 25,51 | 10,20 | | |
| 5 | P2 | 29,43 | 11,77 | | |
| 6 | P3 | 27,47 | 10,99 | | |
| | | | | 10,99 | 0,78 |
| 7 | S+P1 | 31,39 | 12,56 | | |
| 8 | S+P2 | 33,35 | 13,34 | | |
| 9 | S+P3 | 31,39 | 12,56 | | |
| | | | | 12,82 | 0,45 |

Dari **Gambar 6** dapat kita ketahui bahwa hasil pengujian kuat tekan rata-rata, untuk kandungan 3,5% serat gelas material GRC terhadap kandungan mortar lebih besar dibandingkan pada kandungan substitusi plastik 3,5% maupun substitusi serat fiber 1,75%.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Bahan Pembentuk Dinding Krawangan GRC

KESIMPULAN

1. Pengujian kekuatan lentur terhadap spesimen material GRC dengan substitusi serat fiber sebesar 3,5 % dari berat mortar merupakan kuat lentur terbesar dibanding dengan substitusi material lainnya. Dengan nilai kuat lentur rata-rata yang didapat sebesar 1,81 MPa atau $F_s = 18,48 \text{ kg/cm}^2$.
2. Substitusi 1,75 % serat fiber ditambah 1,75 % plastik limbah botol terhadap material pembentuk GRC terjadi penurunan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 1.44 MPa atau sekitar 10,10 %, sedangkan tindakan menyubstitusi plastik limbah botol terhadap material pembentuk GRC Terjadi penurunan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 3,27 MPa atau sekitar 22,93 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UP2M) Politeknik Negeri Jakarta yang telah menjadi sponsor dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratikto, "Beton Ringan ber-agregat Limbah botol plastik jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate)," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2010.
- [2] R. P. Mahyudin, "Strategi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan," *EnviroScienteeae*, vol. 10, pp. 80–87, 2014.
- [3] S. Hidayatullah, A. Kurniawandy, and Ermiyati, "Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Serat Pada Beton," pp. 1–7, 2008.
- [4] N. Marlioni, "Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup," *Form. J. Ilm. Pendidik. MIPA*, vol. 4, no. 2, pp. 124–132, 2015, doi: 10.30998/formatif.v4i2.146.
- [5] A. Priliantini, K. Krisyanti, and I. V. Situmeang, "Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID)
DOI: 10.31504/komunika.v9i1.2387," *J. Komunika J. Komunikasi, Media dan Inform.*, vol. 9, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.31504/komunika.v9i1.2387.
- [6] F. Fassa, "Teknologi Bahan Konstruksi," in *Teknologi Bahan Konstruksi*, 2013.
- [7] S. Indonesia, "CV. Karya Megah Mandiri," 2021. <https://www.steelindonesia.com/company/index.php?id=CMP0028553> (accessed Nov. 16, 2021).
- [8] A. Nugraha, A. Basuki, and Sunarmasto, "Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur, Dan Redaman Bunyi Pada Panel Dinding Beton Dengan Agregat Limbah Plastik Pet Dan Limbah Kertas," *MATRIKS Tek. SIPIL*, 2014.
- [9] Z. A. Munandar, "Penggunaan Styrofoam Sebagai Bahan Substitusi Pada Campuran Pembuatan Plafon GRC (Glassfiber Reinforced Cement) Terhadap Uji Kuat Lentur, Resapan, Dan Kuat

- Tekan,” *J. Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 26–34, 2018.
- [10] A. S. Umam, “Analisa Kekuatan Komposit Bata Grc (Glassfiber Reinforced Concrete) Dengan Bahan Isian Biji Plastik Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur, Dan Daya Serap Air,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil FT UMS*, pp. 31–37, 2020.