



UJI EXPERIMENTAL KARAKTERISTIK BETON MENGGUNAKAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR

Dewi Ayu Setiawati¹, Sulfiati¹, Syahputra Ramadhan¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palu, Palu, Jalan Hang Tuah No. 114

DISUBMIT 17 Desember 2023

DIREVISI 13 Juni 2024

DITERIMA 15 Juni 2024

ABSTRAK Perkembangan infrastruktur telah mengalami kemajuan, terutama dalam perkembangan pembangunan gedung dan infrastruktur lainnya. Keadaan ini telah menimbulkan masalah ketersediaan bahan konstruksi, termasuk bahan baku beton, sehingga menimbulkan kekhawatiran kerusakan lingkungan. Agregat kasar merupakan bagian terbesar dari campuran beton sekitar 65-80% dari total volume beton. Memanfaatkan limbah sampah plastik dengan pengolahan atau daur ulang sampah plastik untuk dijadikan sebagai agregat kasar sebagai campuran beton dari botol kemasan plastik jenis Poly Ethylene Terephthalate (PET). Penelitian ini digunakan metodologi kajian eksperimental di mana pelaksanaan pencetakan dan pengujian beton di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Tadulako. Sedangkan pembuatan agregat kasar dari limbah plastik dilakukan di Universitas Muhammadiyah Palu. Pengujian agregat kasar dari limbah plastik tersebut, dan *mix design* beton ringan menggunakan SNI 03-2461-2002, di samping melakukan pengujian bahan penyusun beton lainnya sesuai dengan peraturan atau persyaratan yang berlaku. Penelitian ini menggunakan komposisi penambah agregat kasar dengan plastik PET sebanyak 9 sampel yang terdiri dari 4 variasi, sampel di uji pada umur 7, 14 dan 28 hari. Yang menggunakan penambah agregat kasar buatan PET terhadap Beton normal, hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut beton normal 0% PET sebesar 31,7 MPa, campuran beton 25% PET sebesar 13,741 MPa, campuran beton 50% PET sebesar 7,437 MPa dan campuran beton 75% PET sebesar 6,254 MPa.

KATA KUNCI Agregat; Bahan Konstruksi; Beton; Kuat Tekan; Limbah Plastik

1 PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur telah mengalami kemajuan, terutama dalam pembangunan gedung dan infrastruktur lainnya. Keadaan ini telah menimbulkan masalah ketersediaan bahan konstruksi, termasuk bahan baku beton, sehingga menimbulkan kekhawatiran kerusakan lingkungan. Agregat kasar merupakan bagian terbesar dari campuran beton sekitar 65-80% dari total volume beton. Karena itu, alternatif yang lebih berkelanjutan dari agregat kasar alam yang diperlukan. Di sisi lain, perkembangan ekonomi dan perubahan pola konsumsi dan produksi manusia telah menyebabkan peningkatan sampah plastik secara drastis di seluruh dunia. [1] [2] [3]

Sampah padat plastik merupakan masalah yang sangat sering di jumpai di daerah pedesaan dan perkotaan, termasuk di Kota Palu. Data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) menunjukkan sampah yang dihasilkan

masyarakat kota palu mencapai 186 juta ton per hari pada tahun 2022. Rata-rata dari pengangkutan, 30 % adalah sampah plastik per satu retase dan sisanya sampah rumah tangga ini diperkirakan terus meningkat dari waktu ke waktu. Akibatnya, peningkatan sampah plastik tidak bisa dihindari, sehingga perlu adanya kebijakan dalam pengelolaan sampah plastik.

Penggunaan plastik dalam setiap tahunnya akan terus mengalami peningkatan karena produk makanan dan minuman yang menggunakan bahan dari plastik. Plastik membutuhkan waktu sekitar 10-1000 tahun untuk terurai sepenuhnya, yang merupakan durasi yang sangat lama, dan bila terurai, partikel plastik akan mencemari tanah dan air yang ada di dalam tanah. [4]

Hal inilah yang menyebabkan jumlah sampah plastik pun ikut bertambah oleh karena itu, untuk mengurangi limbah ini maka volume limbah ini dimanfaatkan

dalam pembangunan. Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan agregat limbah plastik terhadap kuat tekan beton.

Tujuan penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui serta membandingkan karakteristik beton dengan menggunakan limbah plastik sebagai pengganti agregat kasar buatan pada campuran beton dan untuk mengetahui pengaruh pengganti agregat limbah plastik terhadap kuat tekan beton.

Manfaat dari penelitian ini adalah penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah plastik, Menghasilkan beton yang bisa digunakan untuk struktur bangunan dan memberikan informasi mengenai pengaruh pengganti limbah plastik terhadap kuat tekan beton.

2 METODOLOGI

Lokasi Penelitian. Pada penelitian ini digunakan metodologi kajian eksperimental di mana pelaksanaan pencetakan dan pengujian beton di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Tadulako. Sedangkan pembuatan agregat kasar dari limbah plastik dilakukan di Universitas Muhammadiyah Palu.

Pada penelitian ini, fokus utama sebelum melakukan pengadukan (*mixing*) adalah persiapan agregat kasar dari limbah plastik, pengujian agregat kasar tersebut, dan *mix design* beton ringan menggunakan SNI 03-2461-2002, di samping melakukan pengujian bahan penyusun beton lainnya sesuai dengan peraturan atau persyaratan yang berlaku. [5] [6]

Pembuatan Agregat Kasar dari Limbah Plastik. Khusus untuk proses pembuatan agregat kasar dari limbah plastik ini, memiliki tahap-tahap sebagai berikut:

- Siapkan alat dan bahan
- Alat pemotong. Limbah plastik dipotong menggunakan gunting agar pada saat proses pemanasan, limbah plastik lebih mudah meleleh.
- Pembersihan. Setelah plastik di potong-potong kecil plastik kemudian di

cuci/dibersihkan agar kotoran yang masih berada di plastik hilang. Setelah dibersihkan kemudian sampel di keringkan.

- Pemanasan/pelelehan. Plastik yang sudah terpotong di masukan ke dalam wajan lalu dipanaskan hingga meleleh.
- Pencetakan. Dalam keadaan meleleh, plastik dipindahkan ke dalam cetakan.
- Pendinginan. Tunggu sekitar 30 menit lelehan akan mengeras.
- Pemecahan. Plastik dikeluarkan dari cetakan lalu dipecah-pecahkan dengan martil/palu-palu hingga membentuk agregat kasar dengan ukuran 1/2.

Tahapan Persiapan Penelitian Eksperimental. Adapun tahapan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Tahap 1. Tahap Pertama ini merupakan tahapan persiapan. Persiapan pada langkah ini meliputi persiapan materi, persiapan literatur, persiapan alat dan bahan serta perizinan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Tadulako yang akan dilakukan.

Tahap 2. Tahap ini merupakan pemeriksaan dari agregat halus dan agregat kasar yang akan digunakan. Pemeriksaan yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan tersebut apakah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau tidaknya apabila digunakan dalam pencampuran beton (*mix design*) SNI-03-2834-2002. Berikut adalah macam-macam pengujian dari agregat kasar dan agregat halus.

- a. Pengujian analisa saringan agregat halus.
- b. Pengujian analisa saringan agregat kasar.
- c. Pengujian lolos saringan No. 200. (uji kandungan lumpur dalam pasir).
- d. Pengujian berat isi agregat halus.
- e. Pengujian berat isi agregat kasar.
- f. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
- g. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Tahap 3. Pada tahap ini dilakukan perencanaan campuran (*mix design*) (SNI-

03-2834-2002) berdasarkan hasil pengujian dari masing-masing bahan yang akan digunakan untuk campuran beton, mulai dari semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan limbah botol plastik PET (Polyethylene Terephthalate). Pada perhitungan (*mix design*) tersebut berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan dilakukan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji. Sebelum dicetak, campuran beton yang telah jadi diuji *slump* terlebih dahulu. [3] [4]

Metode Sampel Bahan. Dalam penelitian ini setelah dilakukan pembuatan dan pencetakan bahan sampel uji beton, maka lebih awal diukur volume sampel dengan model seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Model Sampel Beton yang Dibuat

Pengadukan (*Mixing*). Setelah semua bahan tersedia, selanjutnya bahan yang sudah ditimbang sebelum dimasukkan satu per satu ke dalam molen yang sudah dalam keadaan berputar. Pasir dan agregat dari limbah plastik dimasukkan terlebih dahulu kemudian disusul dengan semen. Kemudian diamkan hingga campuran merata kemudian dilanjutkan dengan air. Setelah campuran homogen lalu dapat dilakukan penuangan dan pencetakan. Pada proses ini sekaligus dilakukan *Slump Test*.

Pembuatan Benda Uji. Pembuatan benda uji menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Sebelum digunakan cetakan silinder terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran yang menempel dan kemudian permukaannya diolesi dengan *Vaseline*.

Pencetakan dilakukan dengan memasukkan campuran beton 1/3 tinggi cetakan lalu dipadatkan menggunakan vibrator.

Kemudian campuran beton dimasukkan kembali 1/3 tinggi cetakan dan dipadatkan menggunakan *vibrator* lagi. Hal yang sama dilakukan sampai cetakan dalam keadaan penuh lalu ratakan permukaan adukan beton dengan sendok semen.

Perawatan Benda Uji. Setelah 24 jam kemudian cetakan dibuka lalu dilakukan penomoran pada benda uji agar lebih mudah dalam melakukan pengujian selanjutnya.

Selanjutnya dilakukan perendaman 28 hari. Setelah dilakukan perendaman 28 hari selanjutnya dilakukan pengujian, namun sebelumnya benda uji dikeringkan menggunakan oven sehari sebelum pengujian.

Pengujian Kuat Tekan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kuat tekan dari benda uji beton. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Compressive Strength Machine*, sehingga didapatkan beban maksimum benda uji. Kuat tekan benda uji diperoleh dengan persamaan berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana, f'_c adalah Gaya tekan (kg/m^2), P adalah Beban tekan (kg), dan A adalah Luas bidang permukaan (m^2).

3 HASIL DAN DISKUSI

Hasil Penelitian. Pada penelitian ini, dilakukan di laboratorium beton Universitas Tadulako dengan menggunakan agregat limbah plastik jenis PET dengan parameter uji kuat tekan beton. Bahan beton berupa agregat limbah plastik sebagai penambah agregat kasar yang berbahan semen, kerikil, pasir, dan air dicampur sesuai ukuran standar dari masing-masing yang ditentukan oleh hasil *Mix Design* yang dilakukan di laboratorium beton Universitas Tadulako yaitu semen = 8,6 kg, kerikil = 19,7 kg, pasir = 12,6 kg, air = 4,8 kg dan agregat plastik = 19,7 kg, dengan total jumlah pengujian kuat tekan beton sebanyak 9 sampel.

Tabel 1 Nilai *Slump* yang dihasilkan

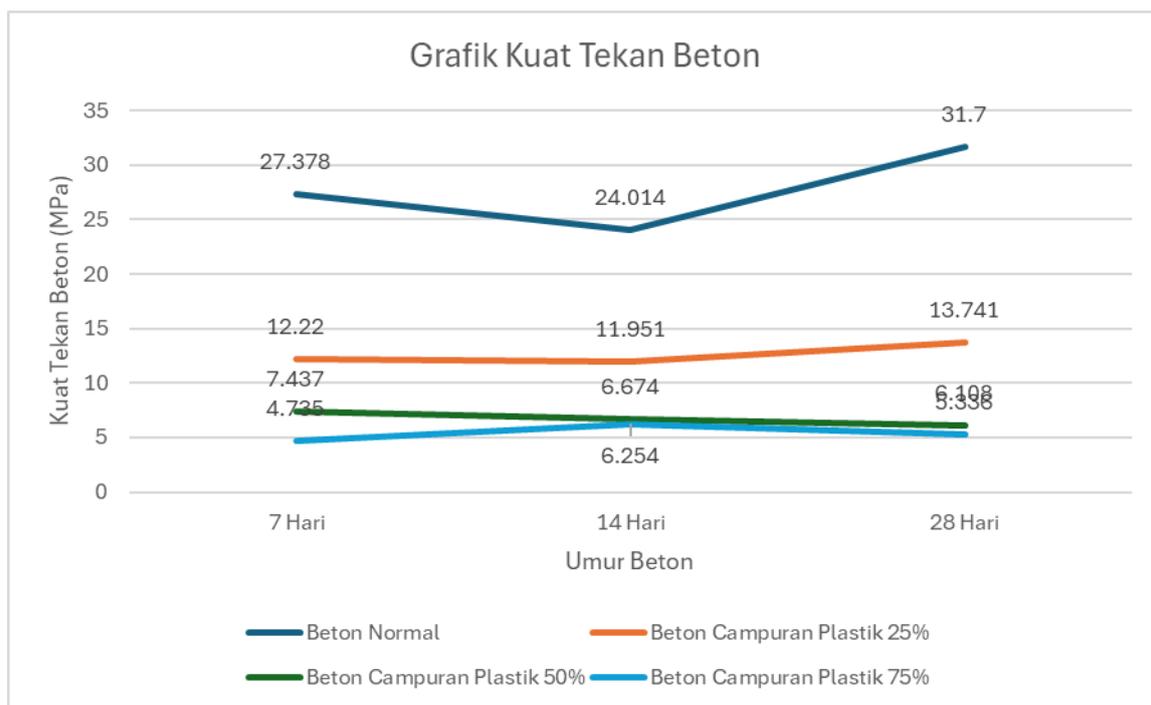
Sampel dengan variasi campuran agregat kasar dan limbah plastik PET	<i>Slump</i> (mm)
Beton Normal	100
Beton Campuran Plastik PET 25%	85
Beton Campuran Plastik PET 50%	75
Beton Campuran Plastik PET 75%	130

Tabel 2 Data Pengamatan Beton Normal Terhadap Kuat Tekan

Agregat Tanpa Pengganti Plastik	Jenis Benda Uji	Kuat Tekan Beton		
		7 Hari	14 Hari	28 Hari
Beton Normal	Silinder 300 x 150 mm	27,378 MPa	24,014 MPa	31,7 MPa

Tabel 3 Pengamatan dengan Pengganti Agregat Plastik Terhadap Kuat Tekan Beton

Pengganti Agregat Plastik	Jenis Benda Uji	Kuat Tekan Beton		
		7 Hari	14 Hari	28 Hari
25%	Silinder 300 x 150 mm	12,22 MPa	11,951 MPa	13,741 MPa
50%	Silinder 300 x 150 mm	7,437 MPa	6,674 MPa	6,108 MPa
75%	Silinder 300 x 150 mm	4,735 MPa	6,254 MPa	5,336 MPa



Gambar 2 Kuat Tekan Beton

Nilai *Slump*. Nilai *slump* yang dihasilkan tercapai sesuai dengan *slump* rencana pada *mix design*, yaitu antara 75-100 mm. Nilai *slump* beton segar pada saat melakukan pencampuran (*mixing*) dapat di lihat pada Tabel 1.

Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Ringan dengan Agregat Kasar dari Limbah Plastik PET. Perkembangan kuat tekan beton di sini menjelaskan peningkatan dan

penurunan kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari hasilnya beragam tergantung dengan banyaknya presentasi penambahan agregat kasar dari plastik, Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Secara grafik, kuat tekan beton hasil penelitian untuk umur beton dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari data tabel dan grafik menunjukkan untuk umur beton 7 hari, hasil kuat tekan

terbesar terjadi pada beton normal sebesar 27,378 MPa, sedangkan hasil terkecil terjadi pada beton yang menggunakan campuran agregat kasar dari plastik PET 75% yaitu sebesar 4,735 MPa, untuk beton campuran agregat kasar plastik PET 50% sebesar 7,437 MPa. Dan untuk campuran agregat kasar plastik PET 25% sebesar 12,220 MPa.

Untuk umur beton 14 hari hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal sebesar 24,014 MPa, Beton yang menggunakan campuran agregat kasar plastik PET 25% sebesar 11,951 MPa, sedangkan beton yang menggunakan campuran kasar plastik PET 50% sebesar 6,674 MPa, dan hasil terkecil adalah beton dengan campuran agregat plastik PET 75% sebesar 6,254 MPa.

Untuk umur beton 28 hari, didapat hasil kuat tekan terbesar pada beton normal sebesar 31,7 MPa, hasil kuat tekan beton dengan campuran agregat plastik PET 25% sebesar 13,741 MPa, untuk campuran agregat plastik PET 50% sebesar 6,108 MPa, sedangkan hasil terkecil terjadi pada campuran agregat plastik PET 75% 5,336 MPa.

Dari tiga variasi campuran agregat kasar menggunakan limbah plastik jenis PET, beton yang dihasilkan tidak mencapai kuat tekan beton normal sebagai pembanding, yaitu 25 MPa. Kekuatan tekannya tidak memenuhi untuk struktur akan tetapi dapat memenuhi syarat sebagai struktural ringan, yaitu antara 5,336 – 13,741 MPa. Namun apabila dilihat dari syarat berat beton ringan untuk struktur ringan, beton yang dihasilkan dengan berat bervariasi terhadap campuran penambah agregat plastik yaitu 1.415 – 1.981 kg/m³ belum bisa memenuhi syarat sebagai beton ringan. Beton ringan untuk struktural ringan harus memiliki berat maksimum 1.400 kg/m³.

Kuat tekan beton mengalami pertambahan kekuatan seiring dengan kecilnya variasi campuran agregat plastik jenis PET. Beban tekan maksimal yang bisah dicapai adalah 13,741 MPa. Kuat tekan maksimal ini dapat di capai dengan kecilnya variasi campuran agregat kasar yang terbuat dari plastik jenis PET yaitu 25% campuran plastik yang

berbentuk agregat kasar. Semakin kecil nilai variasi campuran agregat dari limbah plastik, semakin tinggi nilai kuat tekan beton yang di hasilkan dari campuran plastik 50% dan 75%.

Analisis Data Pengaruh Penambahan Agregat Kasar dari Limbah Plastik Berdasarkan Kuat Tekan Beton.

Grafik kekuatan tekan beton hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton ringan yang dihasilkan tidak sama untuk ketiga variasi campuran yang dijadikan sampel penelitian. Kuat tekan beton mengalami penambahan kekuatan seiring dengan pencampuran agregat kasar dari plastik yang digunakan. Keadaan ini diduga terjadi karena beberapa faktor:

- Agregat kasar dari limbah plastik jenis PET sebagai campuran pengganti pada beton. Agregat dengan campuran plastik yang dominan lebih banyak akan terlihat berongga dibandingkan dengan campuran agregat plastik yang lebih sedikit.
- Dalam pencampuran agregat plastik ke dalam beton yaitu ketidak cocokan bahan kimia plastik dengan bahan pasta semen, mengingat bahwa plastik merupakan bahan hidrofobik dan tidak dapat mengikat secara kimiawi dengan semen pasta sehingga kekuatan antara semen dan plastik sangat rendah yang menyebabkan penurunan kualitas daya dukung beton.
- Semakin banyak agregat kasar dari limbah plastik PET ini yang ada pada campuran beton maka semakin lemah ikatan beton tersebut yang kemudian mempengaruhi kekuatan tekannya.
- Kepadatan agregat kasar dari limbah plastik PET di dalam beton. Semakin kecil agregat kasar maka semakin memadat agregat kasar tersebut di dalam beton. Agregat kasarnya akan berusaha saling mengisi ruang yang ada di dalam beton sehingga beton lebih dipadati oleh agregat kasar, dalam penelitian ini agregat kasarnya adalah agregat buatan dari limbah plastik jenis PET yang memiliki kekuatan hancur yang sangat

rendah. Pemadatan ini dapat dilihat dari berat beton ringan yang dihasilkan, yaitu beton ringan yang menggunakan agregat kasar dari bahan plastik, dengan agregat kasar yang besar. Dengan demikian, beton yang lebih dipadatkan oleh agregat kasar dari limbah plastik jenis PET karena gradasinya yang kecil lebih lemah kekuatannya.

4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- 1) Perbandingan karakteristik beton dengan menggunakan limbah plastik sebagai pengganti agregat kasar buatan pada campuran beton adalah sebagai berikut:
 - a) untuk umur beton 7 hari, hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal sebesar 27,378 MPa, sedangkan hasil terkecil terjadi pada beton yang menggunakan campuran agregat kasar dari plastik PET 75% yaitu sebesar 4,735 MPa, untuk beton campuran agregat kasar plastik PET 50% sebesar 7,437 MPa; b) Untuk umur beton 14 hari hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal sebesar 24,014 MPa, beton yang menggunakan campuran agregat kasar plastik PET 25% sebesar 11,951 MPa, sedangkan beton yang menggunakan campuran kasar plastik PET 50% sebesar 6,674 MPa, dan hasil terkecil adalah beton dengan campuran agregat plastik PET 75% sebesar 6,254 MPa; c) Untuk umur beton 28 hari, didapat hasil kuat tekan terbesar pada beton normal sebesar 31,7 Mpa, hasil kuat tekan beton dengan campuran agregat plastik PET 25% sebesar 13,741 MPa, untuk campuran agregat plastik PET 50% sebesar 6,108 MPa, sedangkan hasil terkecil terjadi pada campuran agregat plastik PET 75% 5,336 MPa.
- 2) Pengaruh pengganti agregat limbah plastik terhadap kuat tekan beton terbagi menjadi tiga yaitu: a) Semakin besar variasi campuran agregat kasar dari limbah plastik PET yang digunakan pada beton, semakin ringan beton yang akan

dihasilkan; b) Berdasarkan berat dan kuat tekannya, beton yang dihasilkan tidak dapat digolongkan ke dalam konstruksi non struktural ringan; c) Semakin besar variasi campuran agregat kasar dari limbah plastik jenis PET yang digunakan pada beton, semakin lemah kekuatan tekannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. G. Nawi, *Beton Bertulang - Suatu Pendekatan Dasar*, Bandung: Refika Aditama, 1998.
- [2] H. Mubarak and D. R. Basri, "Beton Ringan dengan Bahan Plastik sebagai Agregat Kasar untuk Konstruksi di Atas Lahan Gambut," *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, vol. 8, no. 1, pp. 8-14, 2021.
- [3] T. Mulyono, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta, 2004.
- [4] Supratikno and Ratnanik, "Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Beton," *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, vol. 6, no. 1, pp. 21-29, 2019.
- [5] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana beton normal," Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Jakarta.
- [6] R. Widyawati, "Perbandingan kuat tekan beton ringan dengan Metoda Rancang-Campur ACI dan Dreux-Corrise," *Jurnal Rekayasa*, vol. 15, no. 2, pp. 109-120, 2011.
- [7] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 2461:2014 Spesifikasi agregat ringan untuk beton struktural," Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2014.
- [8] [PU] Departemen Pekerjaan Umum, "SNI 03-3449-2002 Tata cara rencana pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan," Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 2002.