

Pemanfaatan limbah batu bata merah sebagai substitusi agregat halus dan abu sekam padi sebagai substitusi semen pada beton normal

Bima Hendra Nugraha^{1*}, Astriana Hardawati¹

¹Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Compressive strength
Brick waste
Rice husk ash

Corresponding Author:

Bima Hendra Nugraha
[*bimahendra79@gmail.com](mailto:bimahendra79@gmail.com)

Abstract

This research aims to utilize brick waste as a substitute for fine aggregate with variations of 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, and 15% of the weight of sand and rice husk ash as much as 10% of the weight of cement as a cement substitute in making concrete. In this study, the design quality of the concrete used was 25 MPa with concrete curing for 28 days. Calculation of concrete mix planning using SNI 03-2834-2000. The number of samples made in this research was 60 samples. This research was conducted with the aim of determining the effect the substitution of brick waste as fine aggregate and rice husk ash as a cement substitute on compressive strength. Research results show that the use of brick waste as a substitute for fine aggregate with variations of 0%, 3%, 6%, 9%, 12% and 15% can increase compressive strength. Concrete compressive strength can increase up to 23.4% of normal concrete. The optimum compressive strength value obtained in the LBB 12% - ASP 10% variation was 31.23 MPa.

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Beton merupakan bagian dari bahan konstruksi bangunan yang digunakan dalam proyek konstruksi seperti bangunan gedung, jalan dan infrastruktur lainnya. Keberlanjutan dan perkembangan infrastruktur seiring berjalannya waktu telah meningkatkan permintaan dan kebutuhan akan beton. Beton menjadi material yang sering digunakan dalam konstruksi infrastruktur yaitu beton dapat menahan kekuatan, tahan terhadap cuaca dan biaya yang terjangkau. Oleh karena itu, beton menjadi pilihan utama dalam proyek konstruksi yang melibatkan Pembangunan dan perawatan infrastruktur yang berkembang seiringnya waktu, Bahan penyusun yang digunakan untuk pembuatan beton pada umumnya yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, air, dengan atau tanpa penambahan tambah (*admixture*). Beton

memiliki beberapa keunggulan antara lain kemampuannya berubah bentuk sesuai dengan kebutuhan, kuat tekan yang tinggi dan mampu menahan suhu tinggi.

Seiring dengan kemajuan dan perkembangan struktur Indonesia saat ini, kebutuhan bahan bangunan untuk konstruksi diperkirakan akan meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode alternatif untuk menggantikan sebagian dari pasir. Bahan yang digunakan sebagai pengganti sebagian pasir harus mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bangunan beton yang umum digunakan. Alternatifnya adalah dengan memanfaatkan limbah batu bata yang dihasilkan selama konstruksi.

Untuk mendapatkan hasil limbah batu bata menjadi agregat halus diperlukan proses penghalusan atau penghancuran dari

pecahan limbah batu bata yang sudah tidak terpakai menjadi butiran yang lebih kecil dan lebih halus menggunakan mesin penghancur batu (*stone crusher*). Material limbah batu bata yang bisa digunakan menjadi agregat halus yaitu ukuran butiran kurang dari 4,80 mm agar masuk kedalam kategori agregat halus. Dengan memanfaatkan limbah batu bata pada pembuatan beton, maka diharapkan dapat menghasilkan konstruksi yang lebih ramah lingkungan dengan kualitas yang tidak jauh berbeda Shofia, Shafira & Kusumah (2019).

Abu sekam padi mengandung silika yang dapat bereaksi dengan hasil samping reaksi semen dan air yaitu kalsium hidroksida yang akan berubah menjadi kalsium silikat hidrat. Pada penelitian sebelumnya tentang penggunaan abu sekam padi sebesar 0-12,5% sebagai bahan tambah dalam campuran beton, didapatkan kadar optimum penggunaan abu sekam padi sebesar 10% dari berat semen Rochmah, Sutriyono, Beatrix & Pertiwi (2022). Pada penelitian tentang optimasi campuran beton dengan abu sekam padi kadar optimum pada beton umur 28 hari didapatkan kuat tekan optimum pada variasi 10% sebagai substitusi semen Satria Umar Dani (2023). Abu Sekam Padi (ASP) bersifat seperti pozzolan yang dapat dipakai untuk meningkatkan kualitas beton serta memberikan pengaruh yang baik bagi lingkungan

Inovasi dilakukan dengan mensubstitusikan agregat halus dengan limbah batu bata dan mensubstitusikan semen dengan abu sekam padi untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik lagi dari beton normal. Dari latar belakang masalah tersebut, Memanfaatkan limbah batu bata dapat berguna untuk dikembangkan menjadi bahan konstruksi yang ramah lingkungan, oleh karena itu dalam penelitian ini peneliti ingin mengetahui sejauh mana kuat tekan beton dengan menggunakan substitusi limbah batu bata dengan variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% sebagai substitusi agregat halus dan penggunaan 10% Abu Sekam Padi (ASP) sebagai substitusi semen

terhadap nilai kuat tekan dan kuat lentur dengan mutu rencana mutu beton 25 MPa.

Metode Penelitian

Material Penyusun Beton

Material yang digunakan dalam campuran beton pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Material Penyusun Beton

Material	Keterangan
Air	Bahan yang mengubah semen menjadi pasta
Semen Portland	Semen dengan tipe semen <i>portland</i> komposit
Agregat Halus	Agregat dengan butiran lolos saringan 4,8mm
Agregat Kasar	Agregat dengan butiran 4,8 mm sampai dengan 20 mm

Selanjutnya dilakukan *mix design* pada penelitian ini sesuai dengan SNI 2834-2000. Mutu yang direncanakan yaitu, 25 Mpa. Hasil perencanaan campuran beton dengan angka penyusutan 25% per satuan m³ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perencanaan Campuran Beton per 1 m³

Material	Berat (Kg)
Air	256,25
Semen Portland	502,45
Agregat Halus	903,081
Agregat Kasar	1299

Pada Penelitian ini, menggunakan sampel berbentuk silinder ukuran 15 × 30 cm dengan variasi limbah batu bata dan abu sekam padi yang berbeda beda pada campuran beton (Tabel 3). Seluruh sampel dilakukan pengujian kuat tekan. Proses *mixing* menggunakan *mixer* yang berukuran sedang, maka peneliti perlu melakukan 1 kali proses *mixing* dengan 5 sampel setiap jenis campuran beton. Dengan total 30 buah sampel silinder. Berikut merupakan kebutuhan campuran beton untuk setiap proses *mixing* dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Perencanaan Campuran Beton Setiap Variasi

Kode	Air (Kg)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Limbah Batu Bata (Kg)	Abu Sekam Padi (Kg)
LBB0% ASP0%	6,521	12,786	22,981	33,070	-	-
LBB3% ASP10%	6,521	11,507	21,291	33,070	0,677	1,279
LBB6% ASP10%	6,521	11,507	21,602	33,070	1,354	1,279
LBB9% ASP10%	6,521	11,507	20,912	33,070	2,031	1,279
LBB12% ASP10%	6,521	11,507	20,223	33,070	2,708	1,279
LBB15% ASP10%	6,521	11,507	19,534	33,070	3,385	1,279

Keterangan

LBB : Limbah Batu Bata

ASP : Abu Sekam Padi

Metode Pengujian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan lokasi penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Pengujian dilakukan saat benda uji berumur 28 hari dengan metode pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan.

Standar-standar yang dijadikan dasar dalam pemeriksaan material penyusun campuran beton adalah sebagai berikut:

- Uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus berdasarkan SNI 1970-2008.
- Uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar berdasarkan SNI 1969-2008.
- Uji analisa saringan agregat halus berdasarkan SNI 1968-1990.
- Uji analisa saringan agregat kasar berdasarkan SNI 1968-1990.
- Uji berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus berdasarkan SNI 4804-1998.
- Uji berat volume gembur dan berat volume padat agregat kasar berdasarkan SNI 4804-1998.
- Uji butiran lolos ayakan No. 200 (uji kandungan lumpur dalam pasir)

berdasarkan SNI 4142-1996.

- Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03 2834-2000.
- Uji *slump* beton berdasarkan SNI 1972-2008.
- Uji kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974-2011.

Jenis benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah mensubstitusi agregat halus (Pasir) menggunakan limbah batu bata dan mensubstitusikan semen menggunakan abu sekam padi. Limbah batu bata yang digunakan merupakan butiran halus kurang dari 4,8 mm. Rincian benda uji dengan masing-masing jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Detail Benda Uji

Jenis Pengujian	Variasi Campuran	Kode Benda Uji	Jumlah Sampel
Kuat Tekan	Beton Normal	SA	5
	LBB3%ASP10%	SB	5
	LBB6%ASP10%	SC	5
	LBB9%ASP10%	SD	5
	LBB12%ASP10%	SE	5
	LBB15%ASP10%	SF	5

Keterangan

S : Silinder

A : limbah batu bata 0% & abu sekam padi 0%

B : limbah batu bata 3% & abu sekam padi 10%

C : limbah batu bata 6% & abu sekam padi 10%

D : limbah batu bata 9% & abu sekam padi 10%

E : limbah batu bata 12% & abu sekam padi 10%

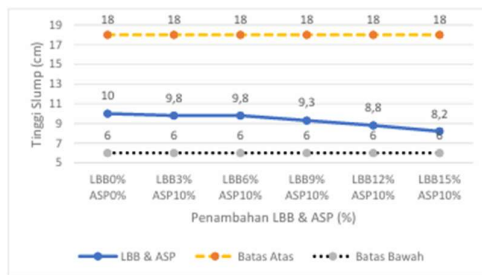
F : limbah batu bata 15% & abu sekam padi 10%

Pengujian Slump

Berdasarkan SNI 1972-2008 Pengujian slump dilakukan dengan kerucut Abram, dengan diameter bawah 20 cm, atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian slump dapat dilihat pada gambar 1.

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata *slump* variasi LBB0%

ASP0%, LBB3% ASP10%, LBB6% ASP10%, LBB9% ASP10%, LBB12% ASP10% dan LBB15% ASP10% berturut-turut adalah 10 cm; 9,8 cm; 9,8 cm; 9,3 cm; 8,8 cm; 8,2 cm. Dari hasil tersebut, didapatkan nilai *slump* semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin banyak campuran batu bata sebagai substitusi agregat halus semakin kental dan padat campuran betonnya. Namun begitu, nilai *slump* rata-rata untuk variasi masih memenuhi *slump* rencana yaitu 60 – 180 mm



Gambar 1 Hasil pengujian *slump*

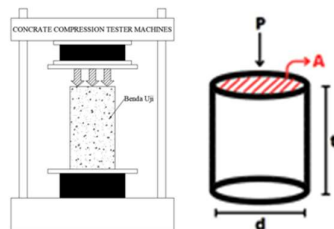
Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kapasitas beton dalam menahan beban aksial per satuan luas. Nilai kuat tekan beton didapat dengan memakai uji mesin tekan (*compression testing machine*) dan ditunjukkan dengan benda uji beton tersebut hancur saat terkena gaya tekan. Kalkulasi kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974-2011 sebagai berikut.

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

Ket:

- P : beban maksimum (N)
- A : luas penampang benda uji (mm^2)



Gambar 2 Ilustrasi Pengujian Kuat Tekan

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari analisis ini adalah uji tekan pada setiap benda uji dengan persentase limbah batu bata dan abu sekam padi yang bervariasi seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan

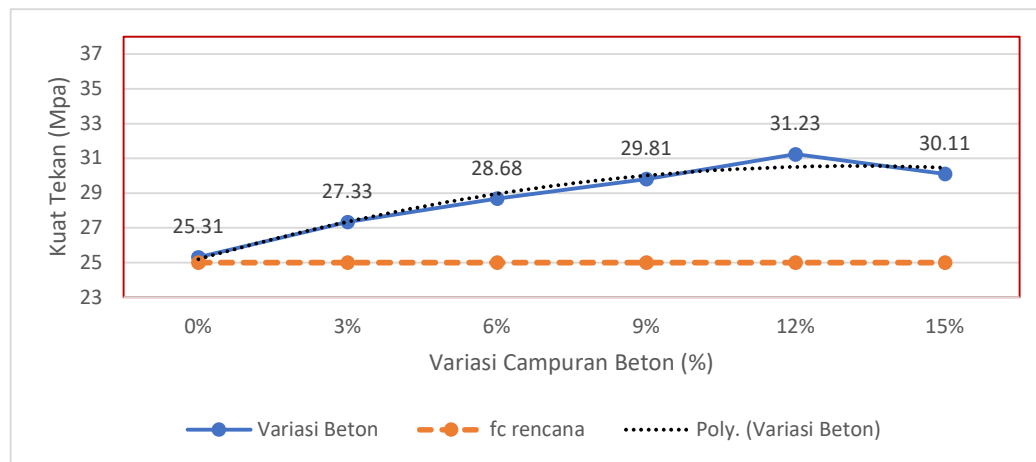
Kode Sampel	Luasan Tampang (mm^2)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
S1-A	179,55332	453	25,23	25,32
S2-A	178,13113	461	25,88	
S3-A	179,79091	437	24,31	
S4-A	178,36777	457	25,62	
S5-A	177,89464	455	25,58	
S1-B	179,55332	460	25,62	27,33
S2-B	177,65832	465	26,17	
S3-B	178,36777	512	28,70	
S4-B	179,31590	549	30,62	
S5-B	180,98118	462	25,53	
S1-C	180,02865	523	29,05	28,68
S2-C	179,07863	558	31,16	
S3-C	177,42215	477	26,89	
S4-C	180,26655	496	27,51	
S5-C	179,07863	516	28,81	
S1-D	177,42215	486	27,39	29,81
S2-D	178,36777	562	31,51	
S3-D	180,02865	533	29,61	
S4-D	180,98118	518	28,62	
S5-D	179,55332	573	31,91	
S1-E	179,0786	565	31,26	31,23
S2-E	178,6045	581	32,44	
S3-E	179,0786	568	31,80	
S4-E	177,4221	518	28,93	
S5-E	180,2665	563	31,73	
S1-F	178,3677	498	27,63	30,11
S2-F	179,5533	523	29,32	
S3-F	178,8415	573	31,91	
S4-F	179,0786	558	31,20	

Kode Sampel	Luasan Tampang (mm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
55-F	179,0786	546	30,49	

Untuk setiap variasi dilakukan pengujian pada lima sampel. Nilai rata-rata umumnya dihitung berdasarkan hasil dari lima sampel, jika hasil yang didapatkan dirasa cukup seragam.

Pada Tabel 5 dapat dilihat pada variasi limbah batu bata 0% dan abu sekam padi 0% mendapatkan hasil dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 25,32 MPa. Variasi limbah batu bata 3% dan abu sekam padi 10% mendapatkan hasil dengan nilai rata-rata sebesar 27,33 MPa. Variasi limbah batu bata 6% dan abu sekam padi 10% mendapatkan hasil dengan nilai rata-rata sebesar 28,68 MPa. Variasi limbah batu bata

9% dan abu sekam padi 10% mendapatkan hasil dengan nilai rata-rata sebesar 29,81 MPa. Variasi limbah batu bata 12% dan abu sekam padi 10% mendapatkan hasil dengan nilai rata-rata sebesar 31,23 MPa. Adapun pada variasi limbah batu bata 15% dan abu sekam padi 10% dengan nilai rata-rata sebesar 30,11 MPa mengalami penurunan nilai kuat tekan, dikarenakan dengan adanya penambahan limbah batu bata dan abu sekam padi yang berlebihan dapat mengakibatkan campuran beton mengalami kekurangan air sehingga campuran beton menjadi kurang maksimal dan material campuran beton tidak dapat mengikat antara satu dengan yang lainnya, hal ini dapat menimbulkan lebih banyak rongga-rongga pada beton.



Gambar 3 Grafik Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Berdasarkan pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa seiring dengan bertambahnya persentase limbah batu bata dan abu sekam padi dapat meningkatkan nilai kuat tekan pada beton. Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada variasi limbah batu bata 12% dan abu sekam padi 10% sebesar 32,23 MPa dengan persentase kenaikan 23,411% dari

beton normal. Limbah batu bata dan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan beton karena butiran agak kasar dari limbah batu bata dapat mengisi rongga-rongga udara yang terdapat pada beton sehingga kondisi beton menjadi lebih padat. Adapun pada penambahan limbah batu bata 15% dan abu sekam padi 10% mengalami penurunan

nilai kuat tekan, dikarenakan dengan adanya penambahan limbah batu bata dan abu sekam padi yang berlebihan dapat mengakibatkan campuran beton mengalami kekurangan air sehingga campuran beton menjadi kurang maksimal dan material campuran beton tidak dapat mengikat antara satu dengan yang lainnya, hal ini dapat menimbulkan lebih banyak rongga-rongga pada beton.

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, secara keseluruhan dapat dikatakan hasil tertinggi pada penelitian ini dicapai pada variasi limbah batu bata sebanyak 12% dan abu sekam padi sebanyak 10%. Substitusi agregat halus dengan limbah batu bata dapat meningkatkan kualitas mutu beton dari yang direncanakan pada variasi tertentu. Hal ini dikarenakan limbah batu bata memiliki butiran yang lebih kasar dibandingkan pasir sehingga dapat mengisi rongga pada beton. Dengan terisinya rongga pada beton akan meningkatkan kepadatan beton tanpa menimbulkan rongga udara di dalam beton. Akan tetapi jika terlalu banyak menambahkan variasi limbah batu bata pada beton akan mengalami kekurangan kandungan air didalam campuran beton.

Dari hasil penelitian sebelumnya didapatkan persentase tertinggi sebesar 9% limbah batu bata Sofia, Shafira & Kusumah (2019). Abu sekam padi didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya dengan persentase tertinggi sebesar 10% Rochmah, Sutriyono, Beatrix & Pertiwi (2022). Sehingga pada penelitian ini digunakan interval 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% dengan melakukan substitusi semen dengan abu sekam padi sebesar 10%. Melihat dari hasil penelitian ini, beton mengalami peningkatan kekuatan pada pengujian kuat tekan dengan variasi campuran limbah batu bata 12% abu sekam padi 10% dengan persentase kenaikan hingga 25% terhadap beton normal. Mutu yang diperoleh sebesar 31,23 MPa.

Namun jika proporsi beton melebihi 12% maka kekuatannya akan menurun. Hal ini disebabkan tingginya daya serap air pada limbah batu bata dan abu sekam padi

mengakibatkan kurangnya kandungan air pada beton. Penambahan limbah batu bata mengurangi kadar air pada beton, hal ini berhubungan dengan semakin tinggi persentase limbah batu bata semakin turun nilai slump. Hal ini sesuai dengan teori nilai FAS yang rendah menyebabkan proses pemadatan beton menjadi sulit karena kekurangan air pada beton Tjokrodinuljo, (2004), sehingga terjadi reaksi kimia serta proses pengikatan dan pengawetan yang tidak maksimal. Dengan kata lain, proses penambahan dan pencampuran limbah batu bata mempercepat pemadatan beton segar dan menurunkan *workability* pada beton.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, diketahui Pengaruh substitusi limbah batu bata merah sebagai agregat halus dan substitusi abu sekam padi sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton normal pada umur 28 hari dengan mutu rencana 25 MPa adalah sebagai berikut. Penambahan limbah batu bata merah dan abu sekam padi pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan hingga 23,4% dari beton normal.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, Adapun saran yang bisa disampaikan oleh penulis yang berkaitan dengan hasil penelitian yang telah dilaksanakan untuk penelitian yang akan dilaksanakan selanjutnya terhadap kuat tekan sebagai berikut.

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan menggunakan bahan tambah jenis lainnya yang ramah lingkungan agar dapat meningkatkan *workability* adukan beton yang lebih baik, agar didapatkan kepadatan mutu beton yang maksimal serta hasil pengujian kuat tekan yang lebih baik serta hasil penelitian yang lebih akurat.
2. Pada saat proses pemadatan harus maksimal karena dapat mempengaruhi kondisi sampel atau benda uji menjadi keropos dan mempengaruhi hasil benda uji.

3. Dalam penelitian ini perlu diteliti lebih lanjut mengenai nilai kuat tekan dengan variasi umur beton pada setiap minggunya, untuk mengetahui ke efisiensi nilai kuat tekan beton pada umur beton hari ke berapa lebih ideal.

Tjokrodinuljo. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit.

Satria Umar Dani, S. H. (2023). Optimasi Campuran Beton Dengan Menggunakan Abu Sekam Padi *Statika Jurnal Teknik Sipil ugn.ac.id*.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1969-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat. *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran beton Normal. *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1972-2008 Cara Uji Slump Beton. *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI ASTM C136-2012 Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT). *BSN.go.id*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. *BSN.go.id*.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1971). PBI-1971 Peraturan Beton Bertulang Indonesia. *pu.go.id*.
- Kementrian PUPR. (1996). Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,75 mm). *BinaMarga.pu.go.id*.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offist.
- Rochmah, N., Sutriyono, B., Beatrix, M., & Pertiwi, D. (2022). Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen Pada Kuat Tekan Flowing Concrete. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*.
- Sofia, D. A., Shafira, P. A., & Kusumah, H. (2019). Pengaruh Limbah Batu Bata Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Kuat Tekan Beton. *Jurnal.polban.ac.id*.