

PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN

Fahrizal Zulkarnain^{1*}, Liza Maulidza²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan

*Email: fahrizalzulkarnain@umsu.ac.id

ABSTRAK

Beton sebagai bahan utama dalam pembangunan infrastruktur karena biaya ekonomis dan bahan baku yang dibutuhkan mudah diperoleh. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi persentase abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tarik belah beton. Abu sekam padi memiliki sifat pozzolan yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti semen sebagian. Metode yang digunakan, memberikan penekanan pada pengujian variasi persentase abu sekam padi dengan metode eksperimen. Penelitian ini memakai variasi beton normal dan persentase abu sekam padi 5%, 10%, dan 15%. Benda uji silinder berdimensi 150 x 300 mm, sebanyak 12 buah beton yang kemudian akan diuji setelah umur beton 28 hari. Rata-rata kuat tarik belah untuk variasi beton normal (2,005 MPa), ASP 5% (1,109 MPa), ASP 10% (0,920 MPa) dan ASP 15% (0,708 MPa). Dari pengujian ini didapat bahwa penambahan abu sekam padi (ASP) menyebabkan penurunan kuat tarik belah beton secara signifikan.

Kata kunci: abu sekam padi, substitusi parsial semen, kuat tarik belah beton

1. PENDAHULUAN

Beton sebagai material penting dalam mewujudkan bangunan yang dirancang, sehingga biaya pekerjaan dan ketersediaannya menjadi pertimbangan pertama. Di samping itu, pemeliharaan beton juga cenderung lebih sederhana. Beton banyak dipakai dalam pembangunan karena memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan resisten terhadap air dalam jangka panjang, tetapi di sisi lain, beton memiliki kelemahan dalam hal kekuatan tarik (Budi, Purwanto and Aji, 2021).

Beton yang dipakai menjadi struktur dalam konstruksi teknik sipil, bisa digunakan berbagai keadaan. Struktur beton digunakan sebagai bangunan pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang (Zulkarnain, 2021).

Menurut (SNI 2847, 2013) beton adalah kombinasi semen, agregat kasar, agregat halus, dan air, yang bisa ditambahkan komponen lainnya. Beton merupakan suatu material multikomposit, sehingga untuk melihat mutu beton sangat bergantung pada setiap bahannya (Hamdi *et al.*, 2022).

Beton unggul dibandingkan bahan bangunan lainnya, namun beton juga mempunyai kelemahan yaitu bobotnya yang sangat berat. Berat jenis beton standar berkisar antara 2200 sampai 2600 kg/m³. Berat beton konvensional yang tinggi dapat mempengaruhi efisiensi biaya dalam perancangan dan struktur beton (Rahamudin, Manalip and Mondoringin, 2016).

Kandungan semen menghasilkan karbon dioksida (CO₂) yang terlepas ke atmosfer menyebabkan kerusakan lingkungan dan pemanasan global. Mengatasi hal dengan menurunkan emisi karbon dioksida serta mengurangi pemakaian semen dalam pembuatan beton (Aprianti *et al.*, 2015).

Tinggi atau rendahnya kinerja semen bergantung pada karakteristik material dan bahan pengganti yang digunakan. Karakteristik beton akan meningkat dengan interaksi kimia yang lebih baik. Struktur material pengganti bervariasi, termasuk: serat, serbuk, bubuk, dan bahkan cairan dengan perubahan yang signifikan ditunjukkan melalui uji coba kualitas mekanik, senyawa, dan termal (Zulkarnain, Dewi and Hasibuan, 2021).

Bahan pengganti semen yang ramah lingkungan harus mengandung silika (Si) dan aluminium (Al) dalam jumlah besar beserta memiliki sifat pozzolan. Bahan tambahan seperti abu sekam padi dapat menggantikan sebagian semen. Akibatnya, abu sekam padi menaikkan kekuatan tekan dan tarik beton karena mengisi pori-porinya. (Nugroho, 2017).

Abu sekam padi berfungsi sebagai bahan perekat ketika dicampurkan dengan air. Abu sekam padi digunakan pada beton agar berperan sebagai penyerapan kelebihan air dan mengisi pori-pori agregat penyusun beton sehingga memberikan daya tahan yang baik pada beton (Tata and Sultan, 2016).

Sekam, yang juga dikenal sebagai limbah penggilingan, akan dipisahkan dari bulir beras selama proses penggilingan. Sekam padi jarang digunakan karena sifatnya yang abrasif, kerapatan yang rendah, nilai gizi rendah, dan kandungan abu yang tinggi. Diperlukan tempat penimbunan yang sangat besar untuk sekam padi, sehingga sekam padi biasanya dihanguskan untuk mengurangi isinya. Apabila sekam padi tidak dimanfaatkan, maka akan memicu masalah alam yaitu iklim (Juwanda and Zulkarnain, 2021).

Abu sekam padi hasil efek pembakaran kulit padi menjadi abu dan berfungsi sebagai pozzolan dalam campuran beton. Sifat pozzolan yang terdapat pada abu sekam padi cukup tinggi, sehingga lebih baik dari bahan lain yang memiliki kandungan zat pozzolan (Pranata, Ismeddiyanto and Olivia, 2018).

Penelitian ini menganalisis perubahan kuantitatif kekuatan tarik belah beton ketika abu sekam padi dimasukkan ke campuran beton dan perbedaan antara beton yang mengandung abu sekam padi dan beton polos.

Penelitian ini bertujuan mengkaji kelayakan pendayagunaan abu sekam padi pada beton dan analisis kekuatan tarik belah beton yang dibuat dari setiap variasi persentase penambahan abu sekam terhadap semen.

2. METODE PENELITIAN

Metode dalam riset ini mencakup pendekatan empiris di lingkungan laboratorium fisik.

2.1 Material

Penelitian ini mengadopsi spesifikasi standar, di mana semen *Portland* tipe I digunakan sebagai semen, pasir untuk agregat halus, kerikil untuk agregat kasar, dan air yang bersumber dari PDAM untuk menyiapkan contoh uji tanpa bahan kimia ataupun material lain yang dapat merusak beton. Selain itu, abu sekam padi yang digunakan berawal dari limbah pertanian tidak terpakai dan dibakar.

Dilakukan pemilihan agregat dan kemudian melakukan pemeriksaan agregat yang sesuai dengan ketentuan SNI dan langkah kerja dengan buku panduan teknologi beton. Pemeriksaan agregat kasar dan halus tersebut ialah:

1. Analisa gradasi (SNI ASTM C136, 2012);
2. Berat jenis agregat kasar (SNI 1969, 2016);
3. Berat jenis agregat halus (SNI 1970, 2016);
4. Berat isi (SNI 1973, 2008);
5. Kadar air (SNI 1971, 2011);
6. Kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).

2.2 Abu sekam padi

Sebagian dari semen dapat digantikan abu sekam padi dengan tujuan mengurangi penggunaan semen sehingga meminimalkan dampak produksi semen terhadap pemanasan global akibat emisi CO₂. Natrium silikat dihasilkan dari abu sekam padi yang pada gilirannya didapat dari pengabuan kulit luar padi. Dalam hal ini, pembakaran menghasilkan abu dengan berbagai macam warna, mulai dari abu-abu hingga hitam, tergantung pada suhu pembakaran. Maka dari itu pembakaran sekam padi sebaiknya dilakukan pada suhu 400°C sampai 500°C (Sapriandi *et al.*, 2024). Dalam pembuatan benda uji ini, abu sekam padi disaring menggunakan mesin *sieve shaker* dan diambil abu lolos saringan no. 200.

Tabel 1. Partikel kimia pada abu sekam padi.

No	Komponen	% Kandungan
1	CO ₂	0,10%
2	SiO ₂	89,90%

3	K ₂ O	4,50%
4	P ₂ O ₅	2,45%
5	CaO	1,01%
6	MgO	0,79%
7	Fe ₂ O ₃	0,47%
8	Al ₂ O ₃	0,46%
9	MnO	0,14%

2.3 Pembuatan benda uji

Produksi spesimen uji dijelaskan berdasarkan (SNI 2493, 2011) dan bergantung pada prinsip yang disajikan dalam buku teknologi beton. Sampel dibagi menjadi dua kategori: Beton pervious (beton yang dihasilkan tanpa aditif apapun) dan beton pervious dengan aditif abu sekam padi. Dengan demikian, total penelitian ini menggunakan 12 sampel uji, yang masing-masing dibuat 3 per variasi %. Prisma beton berbentuk persegi panjang dengan dimensi penampang sebesar 150 mm x 300 mm.

Benda uji dibuat sesuai dengan rancangan *mix design* yang diacu setelah tahap pemeriksaan agregat dengan (SNI 7656, 2012). Data uji meliputi pengaturan slump 75-100mm, ukuran agregat maksimum 19mm, kekuatan beton 25MPa, dan rasio air semen 0,61.

Kebutuhan material untuk setiap sampel dengan volume 1meter kubik pada tabel 2 di bawah:

Tabel 2. Keperluan bahan tiap variasi campuran.

No	Kode Sampel	Volume (m ³)	Komposisi Bahan				
			Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Air (kg)
1	BN	0,0053	5,34	13,47	16,16	-	2,94
2	BASP 5%	0,0053	5,07	13,47	16,16	0,26	2,94
3	BASP 10%	0,0053	4,8	13,47	16,16	0,53	2,94
4	BASP 15%	0,0053	4,54	13,47	16,16	0,8	2,94

Total kebutuhan bahan dalam satu variasi yang terdapat 3 benda uji yaitu semen sebanyak 19,75 kg, total agregat halus 53,88 kg, total agregat kasar sebanyak 64,64 kg, total abu sekam padi sebanyak 1,59 kg, dan air sebanyak 11,76 kg. Penambahan abu sekam padi ke dalam semen dilakukan dalam tiga variasi yaitu, variasi I dengan 5%, variasi 2 dengan 10%, dan variasi 3 dengan 15%.

Adapun langkah kerja pembuatan benda uji dengan abu sekam padi berikut ini:

1. Persiapan peralatan dan bahan.
2. Melakukan pemeriksaan agregat.
3. Perencanaan campuran beton dengan menimbang bahan juga material sesuai kebutuhan bahan yang telah dihitung. Dalam prosedur saat pengadukan beton secara perlahan memasukkan batu kerikil, air, pasir, semen dan abu sekam padi saat kondisi mesin berputar.
4. Melakukan uji slump.

5. Masukkan campuran beton ke dalam cetakan sesuai cara pada SNI dengan cara rojok, kemudian memadatkan beton dengan cara memukul cetakan menggunakan palu karet sampai beton menjadi padat.
6. Mendinginkan beton selama 24 jam, lalu dibuka dari cetakan.

Pengujian slump dilakukan mengacu pada (SNI 1972, 2008), untuk menentukan *workability* dari beton standar dan beton yang mengandung abu sekam padi didalamnya.

Adapun langkah kerja pengujian slump yaitu:

1. Persiapan peralatan dan bahan
2. Kerucut abrams diisi campuran beton dalam tiga lapisan. Setiap lapisan dipadatkan menggunakan metode rojok, lalu meratakan permukaan atas beton dengan tongkat pematik.
3. Mengangkat kerucut abrams dengan arah tegak lurus secara perlahan.
4. Mengukur dan mencatat hasil slump dengan memperhatikan perbedaan ketinggian secara tegak antara bagian atas cetakan dengan permukaan atas beton.

Setelah mendapat hasil slump, campuran beton dituangkan dalam cetakan silinder lalu dibiarkan selama 24 jam sampai beton mengeras dan cetakan dapat dibuka. Setelahnya menunggu sampai beton berumur 28 hari kemudian dapat di uji menggunakan mesin uji tekan di laboratorium.

Tabel 3. Nilai pengujian slump.

Sampel	Hari	Rata-Rata (mm)
BN	28	50
BASP 5%	28	50
BASP 10%	28	55
BASP 15%	28	70

Apabila kadar abu sekam padi (ASP) yang digunakan melebihi batas optimal maka akan mengakibatkan penurunan kekuatan tarik beton. Penggunaan ASP dalam campuran beton juga mempengaruhi pada penurunan hasil slump. Nilai slump dari campuran beton harus lebih rendah jika semakin banyak abu sekam padi yang ditambahkan.

2.4 Pengujian kuat tarik belah

Uji kekuatan tarik belah mengikuti prosedur yang ditunjukkan dalam (SNI 2491, 2014). Kekuatan tarik dalam arah sejajar dengan sumbu silinder sangat kecil dan berkisar antara 9% dan 15% dari AS. Secara umum, penentuan kekuatan tarik beton selalu sulit karena hasil yang diperoleh dapat bervariasi dengan bahan yang diuji dan juga sangat bervariasi dibandingkan dengan hasil penentuan kekuatan tekan. (Bunyamin, Hendrif and Ridha, 2021).

Perhitungan kuat tarik belah menggunakan persamaan:

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.L.D} \quad (1)$$

Keterangan:

F_{ct} = kuat Tarik belah beton (MPa)

- P = beban pada waktu belah (N)
 L = Panjang benda uji (mm)
 D = diameter benda uji (mm)

Setelah umur beton 28 hari, mesin uji tekan di laboratorium digunakan untuk pengujian. Sebelum melakukan pengujian, pastikan untuk menimbang sampel. Benda uji berbentuk silinder diletakan secara mendatar sejajar dengan bantalan penahan beton.

Pembebanan dilakukan tanpa henti pada tingkat tekanan konstan hingga beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji, lalu catat hasilnya. Pebebanan dilakukan hingga benda uji terlihat keretakannya menjadi terbelah dua bagian. Pembacaan beban terbesar pada benda uji terlihat ketika seberapa banyak beban berkurang, yang diikuti terjadinya pembelahan yang horizontal. Hasil beban yang mengakibatkan keretakan pada benda uji akan digunakan sebagai data untuk pengolahan dan menghitung kekuatan tarik belah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

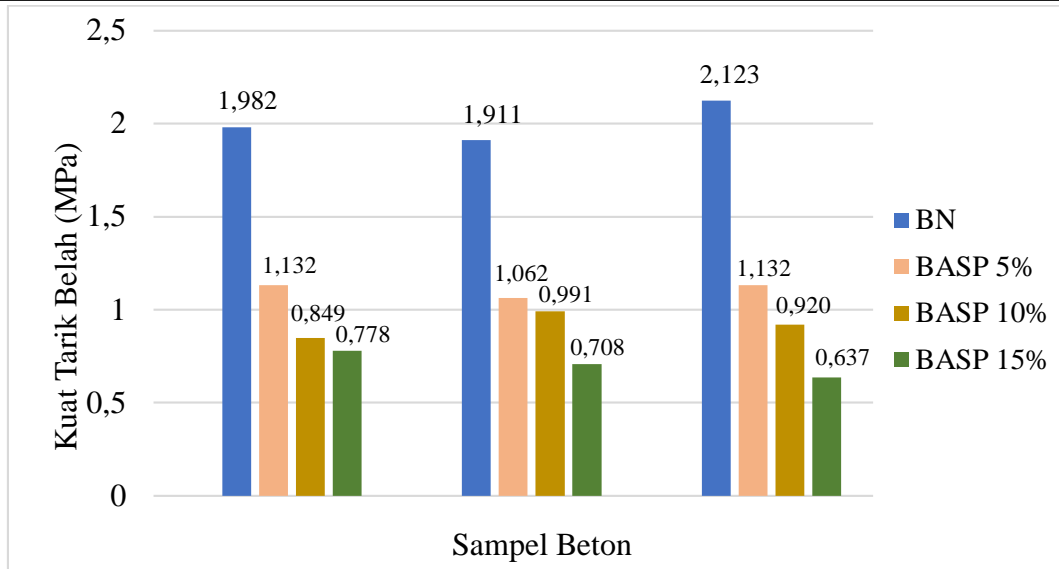
Nilai pengujian kuat tarik belah beton sebagai pemahaman efek beton dengan memanfaatkan abu sekam padi. Pengujian dibuat sesuai SNI setelah beton berumur 28 hari.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik belah beton.

Variasi Beton	Kuat Tarik Belah Beton			Rata-Rata
	(MPa)			
BN	1,982	1,911	2,123	2,005
BASP 5%	1,132	1,062	1,132	1,109
BASP 10%	0,849	0,991	0,920	0,920
BASP 15%	0,778	0,708	0,637	0,708

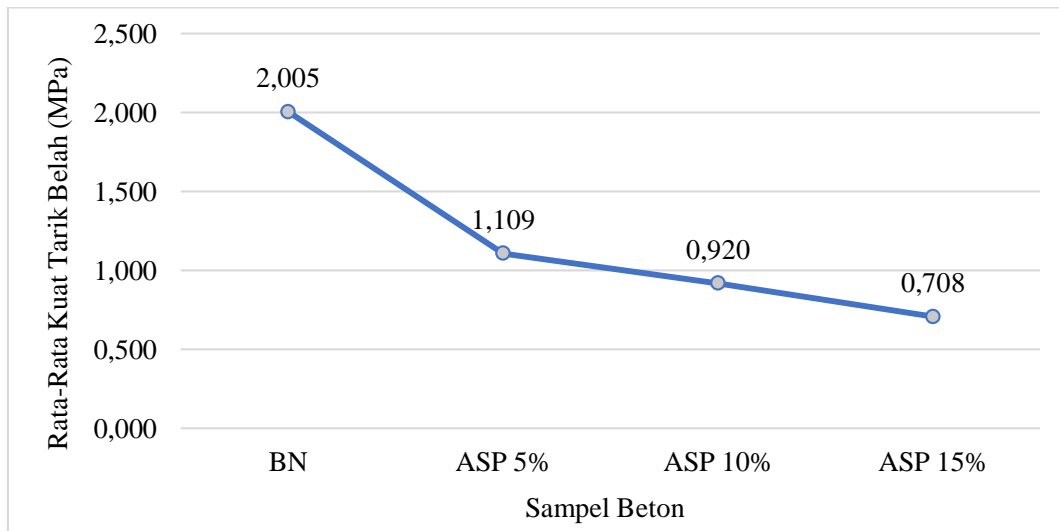
Keterangan:

- BN = beton normal
 BASP = beton abu sekam padi



Gambar 1. Grafik hasil uji kuat tarik belah beton (MPa).

Tabel 4 menunjukkan nilai kuat tarik belah beton bervariasi dengan variasi benda uji tertinggi dengan ASP 5% yaitu 1,132 MPa, pada ASP 10% yaitu 0,991 MPa, dan ASP 15% yaitu 0,778 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh pada kenaikan dan penurunan nilai persatuan beton dengan kandungan abu sekam padi.



Gambar 2. Grafik hasil rata-rata pengujian kuat tarik belah (MPa).

Didapat hasil uji kekuatan tarik belah, dengan perbandingan nilai beton normal dan beton variasi. Untuk sampel beton normal, nilainya sebesar 2,005 MPa. Beton yang mengandung variasi ASP 5% menunjukkan nilai sebesar 1,109 MPa, maka terjadinya penurunan ASP 5% dengan selisih 0,896 MPa perbandingan dengan beton normal. Beton ASP 10% mengalami penurunan dengan selisih 1,085 MPa dari beton normal, dan beton ASP 15% mengalami penurunan dengan selisih 1,297 MPa dibandingkan dengan beton normal.

Berdasarkan hasil penelitian, bahwa semakin tinggi persentase yang digunakan, kekuatan tarik beton cenderung menurun. Penurunan terjadi akibat adanya ikatan antara abu sekam padi dan semen yang tidak optimal. Faktor lain yang dapat menurunkan nilai kuat tarik belah adalah meningkatnya rasio air-semen, yang menyebabkan penurunan kekuatan signifikan pada beton yang memanfaatkan abu sekam padi pada semen (Siddika, Mamun and Ali, 2018). Pernyataan ini sesuai dengan jurnal yang terdapat pada peneliti terdahulu.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan analisis yang dilaksanakan, bisa dipastikan bahwa penambahan abu sekam padi pada tingkat yang sama dengan semen sebagai pengganti sebagian akan menyebabkan penurunan kekuatan beton secara signifikan. Kekuatan tarik beton yang dibuat tanpa abu sekam padi adalah 2,005 MPa, sedangkan kekuatan tekan beton yang mengandung 5 bagian abu sekam padi ialah 1,109 MPa. Nilai rata-rata berat bagian pada penambahan 10% abu sekam padi adalah 0,902 MPa dan pada konsentrasi 15%, kekuatannya adalah 0,708 MPa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis bersyukur atas rahmat Allah SWT, tanpa ridho-Nya penelitian ini tidak mungkin terwujud, serta bantuan dan fasilitas dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sehingga penelitian dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianti, E. *et al.* (2015) 'Supplementary cementitious materials origin from agricultural wastes - A review', *Construction and Building Materials*, 74, pp. 176–187. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.010>.
- Budi, A.S., Purwanto and Aji, A.W.C. (2021) 'Kajian Kuat Tarik Langsung Dan Kuat Tarik Belah Beton High Volume Fly Ash Dengan Kadar Fly Ash 50%, 60%, Dan 70%', *Matriks Teknik Sipil*, 9(3), p. 208. Available at: <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i3.54554>.
- Bunyamin, B., Hendrifa, N. and Ridha, M. (2021) 'Pengaruh Substitusi Cangkang Tiram Sebagai Pengganti Sebahagian Semen Dan Pasir Halus Terhadap Kuat Tarik Belah Beton', *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), p. 272. Available at: <https://doi.org/10.29103/tj.v11i2.486>.
- Hamdi, F. *et al.* (2022) *Teknologi Beton*. 2022nd edn, *Tohar Media*. 2022nd edn.
- Juwanda, D. and Zulkarnain, F. (2021) 'Kuat Tarik Beton Akibat Penambahan Superplasticizer Viscocrete-8670 MN Dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi', *175.45.187.195*, p. 31124. Available at: [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf).
- Nugroho, A. (2017) 'Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan', *Jurnal Teknik Sipil*, 24(2), pp. 139–144. Available at: <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.4>.
- Pranata, Y., Ismeddiyanto and Olivia, M. (2018) 'Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton OPC dan OPC Abu Sekam Padi di Lingkungan Gambut', *Jom FTEKNIK*, 5, pp. 1–7.

- Rahamudin, R.H., Manalip, H. and Mondoringin, M. (2016) 'Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen', *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), pp. 225–231.
- Sapriandi, S. *et al.* (2024) 'Tinjauan Sifat Mekanis Reactive Powder Concrete melalui Perlakuan Uap dengan Abu Sekam Padi sebagai Alternatif Material Pozzolan', *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), p. 293. Available at: <https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1079>.
- Siddika, A., Mamun, M.A. Al and Ali, M.H. (2018) 'Study on concrete with rice husk ash', *Innovative Infrastructure Solutions*, 3(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1007/s41062-018-0127-6>.
- SNI 03-4141 (1996) 'Metode pengujian jumlah bahan dalam agregate yang lolos', 200.
- SNI 1969 (2016) 'Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar', p. 20.
- SNI 1970 (2016) 'Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus', pp. 1–22.
- SNI 1971 (2011) "'Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan'", *Badan Standardisasi Nasional*, pp. 1–11.
- SNI 1972 (2008) 'Standar Nasional Indonesia SNI 1972:2008 Cara uji slump beton Cara uji slump beton ICS 91.100.30 Badan Standardisasi Nasional'.
- SNI 1973 (2008) 'Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton', *Badan Standardisasi Nasional*, pp. 1–13.
- SNI 2491 (2014) 'Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder (SNI 2491-2014).', *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*, pp. 1–17.
- SNI 2493 (2011) 'Sni 2493 : 2011', *BSN* [Preprint].
- SNI 2847 (2013) 'SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung', *Bsn*, p. 265. Available at: www.bsn.go.id.
- SNI 7656 (2012) 'Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa', *Badan Standardisasi Nasional*, p. 52.
- SNI ASTM C136 (2012) 'SNI ASTM C136-2012: Analisis Saringan Agregat', *Badan Standardisasi Nasional*, pp. 1–24.
- Tata, A. and Sultan, M.A. (2016) 'Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton', *SIPILsains*, 06, pp. 23–30.
- Zulkarnain, F. (2021) *Teknologi Beton*. Available at: <https://publication.umsu.ac.id/index.php/ht/article/download/4455/4257/8398>.
- Zulkarnain, F., Dewi, I. and Hasibuan, F.I. (2021) 'Comparison of Compressive Strength and Wood Powder Absorption and Coffee Grade Aggregate With Uniform Grade', 3, pp. 5043–5052. Available at: <https://www.bircu-journal.com/index.php/birci/article/view/2291/pdf>.