

# KAJIAN KUAT TEKAN, KUAT TARIK, KUAT LENTUR, DAN REDAMAN BUNYI PADA PANEL DINDING BETON RINGAN DENGAN AGREGAT LIMBAH PLASTIK PET DAN LIMBAH SEKAM PADI

AdiPurwokoWicaksono<sup>1)</sup>, Achmad Basuki<sup>2)</sup>, Sunarmasto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2),3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: adi.purwoko.w@gmail.com

## Abstract

*The amount of environmental damage as a result of many unutilized waste materials is increasing. To reduce the environmental damage caused by waste materials, a mixture of aggregate and waste PET plastic waste rice husk is made. PET plastic waste can be used as a substitute for coarse aggregate in lightweight concrete through a process of heating, cooling and solving. Waste rice husk is used as a filler material because it contains silica (SiO<sub>2</sub>) which used for the manufacture of portland cement mixture, then mixed with cement as an adhesive. The purpose of this study are to determine the compressive strength, tensile strength, flexural strength and absorption of sound in concrete wall panels with replacement of coarse aggregate using waste PET plastic and waste rice husk.*

*The method used in this study is the experimental method. Specimens used in this study consists of 4 different shapes in different size with 3 samples for each size, ie a cylinder with a diameter of 7.5 cm and a height of 15 cm for compressive strength testing, I beam for testing the tensile strength, the 50 x 30 x 3 cm panel for flexural strength test, and a cylinder with a diameter of 10 cm and 3 cm thick for sound absorption test. The Dreux-Corrise method is used for planning the mix design that will be used in the mixture using. The testing of compressive strength, tensile strength, flexural strength, and sound absorption are held after the specimens are 28-days-old.*

*The test results showed that concrete with coarse aggregate from waste PET plastic and waste rice husk has a compressive strength of 6.19 MPa, tensile strength of 1.01 MPa, flexural strength of 1.703 MPa, and sound absorption coefficient between 0.1 to 0.42 in the frequency range of 250 -2000 Hz. From these data the of the lightweight concrete as a wall panels based on the compressive strength test and flexural strength test are not eligible, whereas based on the sound absorption test it is eligible as a wall panel.*

**Keywords:** *compressive strength, tensile strength, flexural strength, sound absorption, coarse aggregate, PET plastic waste, waste of rice husk, and wall panels lightweight concrete.*

## Abstrak

Kerusakan lingkungan semakin meluas dikarenakan banyak limbah yang tidak dimanfaatkan. Untuk mengurangi kerusakan lingkungan yang diakibatkan karena limbah, dilakukan pemanfaatan limbah dengan cara membuat agregat campuran dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi. Limbah Plastik PET dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada beton ringan melalui proses pemanasan, pendinginan dan pemecahan. Limbah sekam padi digunakan sebagai bahan pengisi karena memiliki kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) yang biasa digunakan untuk campuran pada pembuatan semen portland, kemudian dicampur dengan semen sebagai perekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur dan redaman bunyi pada panel dinding beton dengan penggantian agregat kasar menggunakan limbah plastik PET dan limbah sekam padi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 bentuk dengan ukuran yang berbeda setiap pengujian sebanyak 3 sampel, yaitu silinder diameter 7,5 cm tinggi 15 cm untuk pengujian kuat tekan, balok I untuk pengujian kuat tarik, panel 50 x 30 x 3 cm untuk pengujian kuat lentur, dan silinder diameter 10 cm tebal 3 cm untuk pengujian redaman bunyi. Perencanaan *mix design* yang akan digunakan dalam campuran menggunakan metode *Dreux-Corrise*. Pengujian kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan redaman bunyi dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi memberikan hasil kuat tekan 6,19 MPa, kuat tarik 1,01 MPa, kuat lentur 1,703 MPa, dan koefisien redaman bunyi antara 0,1-0,42 pada rentang frekuensi 250-2000 Hz. Dari data tersebut untuk pengaplikasian sebagai panel dinding beton dalam pengujian kuat tekan dan kuat lentur belum memenuhi syarat, sedangkan untuk pengujian redaman bunyi memenuhi persyaratan untuk diaplikasikan sebagai panel dinding beton.

**Kata kunci :** kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, redaman bunyi, agregat kasar, limbah plastik PET, limbah sekam padi, dan panel dinding beton ringan.

## PENDAHULUAN

Seiring semakin pesatnya perkembangan industri di Indonesia diperlukan suatu pola untuk meniadakan dan mengelola permasalahan lingkungan tersebut agar kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dapat dihindari. Limbah terdiri dari dua jenis, yaitu limbah organik dan non organik. Limbah non organik seperti plastik, besi, kaca, dan sebagainya. Sedangkan limbah organik seperti kertas, serbuk gergaji, sekam padi, dan sebagainya. Limbah sekam padi yang di-

guna kandidat dapat limbah hasil padi yang telah diku-  
pas. Pemilihan pemakaian limbah sekampadi adalah untuk memanfaatkan limbah sekampadi yang sering dibuang secara  
percuma. Pertimbangan lain dalam penggunaan limbah sekampadi adalah mengenai keuntungan yang dinilai lebih mu-  
rahdan ramah lingkungan. Pada penelitian ini, agregat ringan dibuat dari campuran limbah plastik dengan limbah  
sekampadi dalam pembuatan panel beton yang ringan, kuat dan aman. Pada penelitian ini akan ditinjau dari kuat  
tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan redaman bunyi.

## LANDASAN TEORI

Beton merupakan campuran antar bahan agregat halus dan kasar dengan pasta semen, terkadang ditambahkan oleh  
admixtures. Proses pengerasan terjadi karena adanya reaksi kimia antara air dengan semen yang terus berlangsung  
dari waktu ke waktu. Hal ini yang menyebabkan kekerasan beton akan terus bertambah sejalan dengan waktu. Beton  
ringan pada dasarnya memiliki campuran sama dengan beton normal pada umumnya, namun agregat kasar yang  
menempati 60% dari seluruh komponen, direduksi berat jenisnya. Reduksi ini dilakukan dengan menggantinya  
dengan *Artificial Light Weight coarse Aggregate (ALWA)* semisal bloated clay, crushed bricks, atau batu apung. Pada  
penelitian ini agregat kasar yang digunakan adalah agregat limbah plastik PET dan limbah sekampadi. Panel  
dinding beton merupakan beton yang dibuat dengan bentuk sesuai cetakan, biasanya berbentuk seperti plat.  
Untuk mengurangi jumlah pori dalam suatu cetakan panel beton dapat dilakukan dengan cara mengisi ruang pori  
menggunakan material atau agregat yang lebih kecil. Oleh karena itu ukuran agregat yang akan dibuat adalah  
dengan ukuran maksimum 2 cm. Agregat kasar dihasilkan dari pencairan botol PET yang kemudian dicampur  
dengan limbah sekampadi, dan didinginkan. Kemudian dipecah agar diperoleh agregat dengan bentuk tidak  
beraturan dan bersudut dengan tekstur permukaan yang tidak rata dan berongga.

## METODE PENELITIAN

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 bentuk dengan ukuran yang berbeda setiap pengujian  
sebanyak 3 sampel, yaitu silinder diameter 7,5 cm tinggi 15 cm untuk pengujian kuat tekan, balok I untuk  
pengujian kuat tarik, panel 50 x 30 x 3 cm untuk pengujian kuat lentur, dan silinder diameter 10 cm tebal 3 cm  
untuk pengujian redaman bunyi. Pengujian kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan redaman bunyi dilakukan  
setelah benda uji berumur 28 hari. Penelitian ini menggunakan *mix design* beton ringan yang sesuai dengan  
peraturan *Dreux-Corrise*. Dengan fungsi beton sebagai panel dinding dan termasuk kategori beton yang  
non struktural, kuat tekan beton direncanakan ( $f_c'$ ) 15 MPa. Sebelum melakukan penelitian di laboratorium,  
peneliti melakukan uji pendahuluan terhadap agregat halus dan agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah  
sekampadi. Membuat benda uji kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan redaman bunyi. Perawatan benda uji.  
Melakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan redaman bunyi. Melakukan analisis data hasil  
pengujian. Pada tahap terakhir, peneliti melakukan pengambilan kesimpulan dan saran dari analisis pengujian  
yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

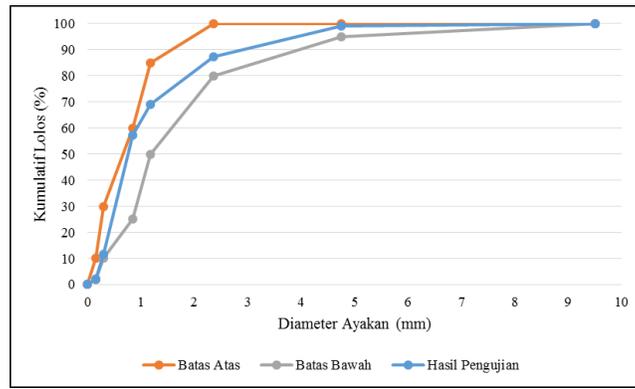
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Bahan Dasar

Bahan dasar yang di uji dalam penelitian ini adalah agregat halus dan agregat limbah plastik PET dan limbah  
sekampadi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat kasar kerikil

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Standar	Kesimpulan
Kandungan Lumpur	4 %	Maksimum 5 %	Memenuhi syarat
<i>Bulk specific gravity</i>	2,61 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
<i>Bulk specific SSD</i>	2,63 gr/cm <sup>3</sup>	2,5-2,7	Memenuhi Syarat
<i>Apparent specific gravity</i>	2,67 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
<i>Absorbtion</i>	0,81 %	-	-
Modulus Halus	2,74	2,3-3,1	Memenuhi syarat



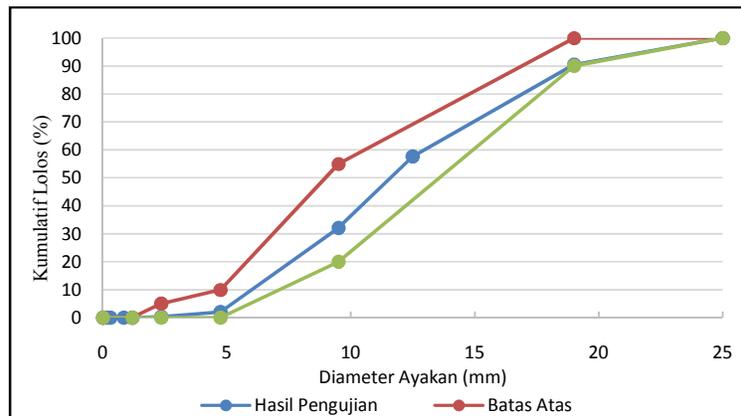
Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Kerikil

Dalam Gambar 1 menjelaskan hasil pengujian gradasi agregat halus yang digunakan masih memenuhi syarat batas dari ASTM C-33.

Pengujian terhadap agregat kasar buatan dari limbah plastik PET dengan limbah sekam padi yang dilaksanakan dalam penelitian ini meliputi pengujian berat jenis (*specific gravity*), keausan (abrasi) dan gradasi agregat kasar.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Standar	Kesimpulan
<i>Bulk specific gravity</i>	1,11 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
<i>Bulk specific SSD</i>	1,12 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
<i>Apparent specific gravity</i>	1,13 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
<i>Absorbtion</i>	1 %	-	-
Abrasi	38,5 %	Maksimum 50 %	Memenuhi syarat
Modulus Halus	7,32	5-8	Memenuhi syarat



Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Gerabah

Dalam Gambar 2 menjelaskan bahwa hasil analisis saringan agregat kasar memenuhi syarat batas dari ASTM C-33.

### Analisa Data Hasil Perhitungan Rencana Campuran Adukan Beton

Dari perhitungan rencana campuran (*mix design*) beton ringan dengan kuat tekan rencana 15 MPa yang mengacu pada metode *Dreux-Corrise* Dari metode *Dreux-Corrise* diperoleh kebutuhan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton sebagai berikut :

- a. Air = 183,333ltr
- b. Semen = 275,000kg
- c. Pasir = 658,078kg
- d. Agregat Buatan = 520,136kg

### Berat Jenis Beton

Berat jenis beton ringan yang agregatnya diganti dengan campuran PET dan sekam padi adalah sebagai berikut sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Umur 28 hari

Nama Benda Uji	Berat (kg)	Berat Jenis(kg/m <sup>3</sup> )	Berat rata-rata(kg/ m <sup>3</sup> )
TaW	1679,024	1679,024	
TeW	1637,427	1637,427	1647,738
LW	1636,593	1636,593	
RW	1637,907	1637,907	

Berat jenis beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi didapat rata-rata sebesar 1647,738 kg/m<sup>3</sup>. Hasil ini sudah memenuhi syarat untuk beton ringan karena beton ringan yang disyaratkan berat jenisnya kurang dari 1900 kg/m<sup>3</sup>.

### Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban saat beton hancur ketika menerima beban tersebut (Pmax). Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Nama Benda Uji	P max (kN)	fc'(MPa)	fc' rata-rata(MPa)
TeW-1	32	7,24	
TeW-2	20	4,53	6,19
TeW-3	30	6,79	

Kuat tekan beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi didapat rata-rata sebesar 6,19 MPa. Hasil ini didapat setelah dilakukan *curing* dengan perendaman dalam air selama 28 hari. Kuat tekan yang direncanakan sebesar 15 Mpa. Kuat tekan belum sesuai rencana, hal ini kemungkinan terjadi karena agregat kasar buatan limbah plastik PET dan limbah sekam padi yang tidak sekeras kerikil. Beton mengalami kerusakan pada bagian ikatan antara agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi dengan mortar. Hal ini dimungkinkan karena permukaan agregat yang cenderung halus. Hasil pengujian kuat tekan disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

### Hasil Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada saat beton berumur 28 hari. Dengan menggunakan *Universal Testing Machine* untuk mendapatkan gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh beton sebelum beton tersebut putus. Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Umur 28 hari

Nama Benda Uji	P max (kN)	fs' (MPa)	fs' rata-rata(MPa)
TaW-1	0,31	1,03	
TaW-2	0,26	0,87	1,01
TaW-3	0,34	1,13	

Kuat tarik beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi didapat rata-rata 1,01 MPa. Hasil ini didapat setelah dilakukan *curing* dengan perendaman dalam air. Hasil pengujian kuat tarik disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik

#### Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pada pengujian kuat lentur ini adalah dengan meletakkan benda uji diatas 2 tumpuan yang sejajar, kemudian membebaninya dengan beban merata yang terletak ditengah bentang, serta dilakukan penambahan beban secara bertahap hingga mencapai benda uji patah untuk mendapat nilai beban maksimum (Pmaks). Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 hari

Nama Benda Uji	P max (kN)	σl (MPa)	σl rata-rata(MPa)
LW-1	1530,36	1,77	
LW-2	1265,49	1,46	1,703
LW-3	1628,46	1,88	

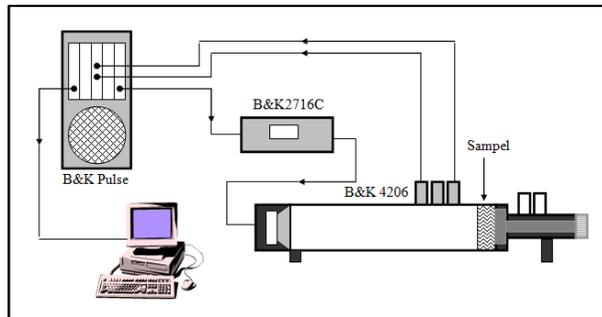
Pengujian kuat lentur panel dilakukan pada umur beton 28 hari. Kuat lentur panel dengan agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi mempunyai kuat lentur rata-rata 1,703 MPa. Kuat lentur panel pada penelitian ini belum memenuhi standar kuat lentur panel berdasar SNI 03-6861.1-2002. Karena kuat lentur yang disyaratkan sebesar 10 MPa. Kerusakan panel diawali dengan renggangnya ikatan antara agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi dengan pasta semen. Hal tersebut menjadi titik lemah beton dalam uji kuat lentur ini. Hasil pengujian kuat lentur disajikan dalam Gambar 5.



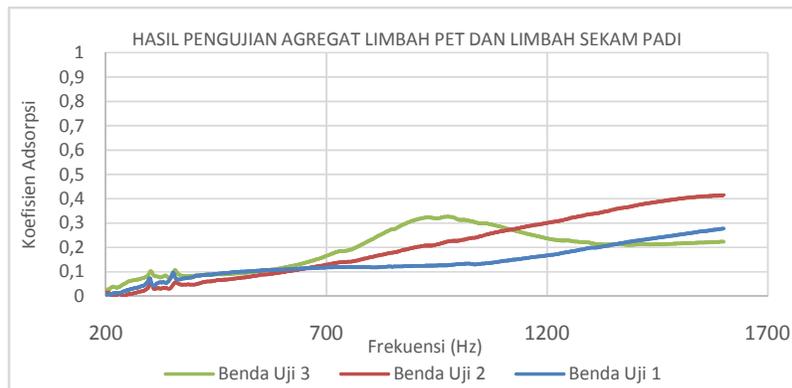
Gambar 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur

### Hasil Pengujian Redaman Bunyi

Pada pengujian redaman bunyi menggunakan metode impedansi dua mikrofon yang berbasis analisis fungsi transfer terhadap sinyal yang terindra oleh kedua mikrofon. Bunyi berupa random noise dibangkitkan dengan Generator Modul B&K 3160-A-042 yang kemudian diperkuat dengan amplifier B&K 2716C. Gelombang bunyi tersebut kemudian akan merambat dan mengenai benda uji. Sebagian gelombang akan diserap dan sebagian lagi akan terpantulkan kembali. Gelombang datang dan gelombang pantul akan diindra dengan dua buah mikrofon B&K 4187 yang merupakan *freefield microphone* dengan diameter  $\frac{1}{4}$  inchi. Setelah diperkuat, sinyal yang ditangkap oleh kedua mikrofon diteruskan ke 4-ch microphone modul. Skema pengujian koefisien redaman bunyi ditunjukkan dalam Gambar 6, dan hasil pengujian redaman bunyi disajikan dalam Gambar 7.

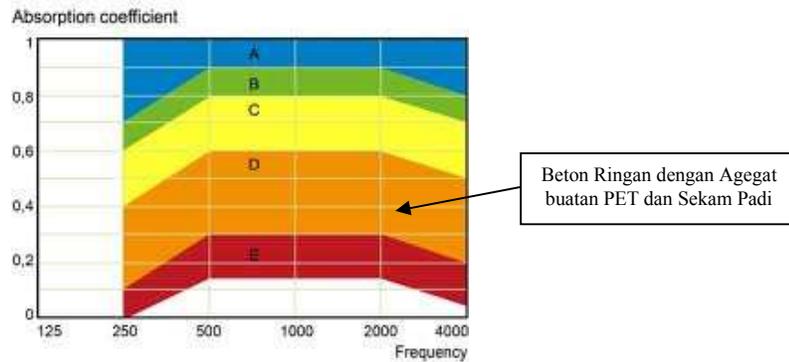


Gambar 6. Konfigurasi dalam Pengujian Koefisien Redaman Bunyi dengan ASTM E-1050-98



Gambar 7. Grafik Koefisien Serap Bunyi

Pengujian redaman bunyi dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil pengujian ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara koefisien penyerapan bunyi dengan frekuensi seperti pada Gambar 7. Jika dikaitkan dengan ISO 11654:1997 (*Acoustical Sound Absorbers For Use In Buildings - Rating of Sound Absorption*) sebagaimana tersaji dalam Gambar 8. Maka beton dengan agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi berada pada kelas D, dimana koefisien serapan berkisar antara 0,1 hingga 0,42 pada rentang frekuensi 250-2000 Hz. Hal ini berarti kemampuan beton dengan agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah sekam padi untuk menyerap bunyi rendah.



Gambar 8. Kinerja akustik *buildingsoundabsorber* mengacu ISO 11654-199

## SIMPULAN

Dari seluruh pengujian, analisis data, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan rerata beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi sebesar 6,19 MPa. Kuat tekan rencana 15 MPa. Sesuai dengan kuat tekan rencana panel dinding beton ringan ini belum memenuhi syarat.
2. Nilai kuat tarik rerata beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi sebesar 1,01 MPa.
3. Nilai kuat lentur rerata beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi sebesar 1,703 MPa. Kuat lentur belum memenuhi persyaratan karena sesuai standart kuat lentur panel berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 yaitu sebesar 10 MPa.
4. Nilai redaman bunyi beton dengan agregat limbah plastik PET dan limbah sekam padi berada pada kelas D, dimana koefisien serapan berkisar antara 0,1 hingga 0,42 pada rentang frekuensi 250-2000 Hz. Panel dinding beton ringan memenuhi syarat sebagai peredam suara untuk kriteria gedung sesuai dengan ISO 11654:1997.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Achmad Basuki, ST, MT dan Ir. Sunarmasto, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

## REFERENSI

- Achmad Basuki. 2012. Bahan Tambah Pada Campuran Beton. Harian Joglo Semarang, Surakarta.
- Anonim, 2012, SK SNI-T-15-1990-03. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Anonim, 2012, SNI 03-4154-1996. Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2012, SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Anonim, 2009, SNI 03-2487-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 2012, SNI 03-3449-2002. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Bagus Soebandono. 2013. Perilaku Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Demas Purnama Andhy Akbar. 2011. Pengaruh Variasi Serat Abu Terbang Terhadap Kuat Lentur Geopolymer Mortar Berbahan Dasar Abu Terbang. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Devinta Puspa Rahmadika. 2012. Pengaruh Abrasi Air Laut Pada Beton Berbasis Gula Ditinjau Dari Kuat Tekan, Modulus Elastisitas dan Ketahanan Kejut. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Muhammad Ikhsan Saifuddin. 2013. Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian, Riau.
- Nur Farida Setyarini. 2011. Pemanfaatan Limbah Kertas, Sekam Padi, dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Panel Penghambat Panas Lingkungan Fisik Kerja. Skripsi. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Peraturan Beton Indonesia N.I-2, 1971, *Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik Direktorat Jendral Cipta Karya*, Bandung.
- Shinta Dwisetyowati. 2008. Studi Sifat-Sifat Mekanis Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Dari Plastik Jenis Polyethylen Terephthalate (PET). Skripsi. Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Siswandi. 2007. Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Desak-Beton. Jurnal Teknik Sipil. Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.