

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

Pitra Ardhiatika<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> Staff Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: nta.pitra@gmail.com

## Abstract

*Developments in the world of construction always increase, both in terms of quality, efficiency and productivity. Lightweight concrete is increasingly developed because it will reduce the burden of its own weight which is quite large. Therefore in this study the coarse aggregates will be replaced with the artificial aggregates that made of plastic bottle waste which is the PET types. Selected types of PET plastic because this type of plastic is commonly found as trash. One more thing that can be viewed directly from this waste is light weight and not easily deformed. This study aims to determine the compressive strength, tensile strength, flexural strength, and the sound absorption of concrete with coarse aggregate PET plastic waste in the application as a non-structural concrete as wall panels, so it can be known whether this modification worth of concrete to be used or not. This study used an experimental method in the laboratory. With the replacement of coarse aggregate presentation is 100%, so the natural coarse aggregates will be entirely replaced by artificial aggregates of PET plastic. Testing will be conducted on 28-day-old concrete. Replacement gravel aggregates with the PET plastic waste aggregates produces the maximum compressive strength of 6.187 MPa, whereas for testing tensile strength and flexural strength respectively produce maximum tensile strength of 1.133 MPa and a maximum flexural strength of 1.759 MPa. For sound absorption, sound absorption coefficient of PET aggregates concrete is located in the E class, where sound absorption coefficient ranged from 0.1 to 0.3 with a frequency range of 250-2000 Hz. Based on research conducted it can be concluded that the flexural strength of concrete test less qualified, as a minimum requirement bending is 10 MPa, while the sound absorption based testing concrete can be classified as a silencer with a very low grade, because the minimum value of the sound absorption coefficient is 0.15.*

**Key words :** PET concrete, compressive strength, tensile strength, flexural strength, sound absorption, panels concrete, sound absorption coefficient

## Abstrak

Perkembangan dalam dunia konstruksi selalu mengalami peningkatan, baik dari segi mutu, efisiensi dan produktivitas. Beton ringan kini semakin dikembangkan karena akan mereduksi beban sendiri yang cukup besar. Untuk itu dalam penelitian ini agregat kasar kerikil akan digantikan dengan agregat buatan yang terbuat dari limbah botol plastik minuman jenis PET. Dipilih plastik jenis PET karena plastik jenis ini sangat banyak ditemukan sebagai sampah. Satu lagi yang dapat dilihat langsung dari limbah ini adalah berat yang ringan dan tidak mudah berubah bentuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan redaman bunyi dari beton dengan agregat kasar limbah plastik PET dalam aplikasinya sebagai beton nonstruktural yaitu panel dinding, sehingga dapat diketahui apakah beton modifikasi ini layak untuk digunakan atau tidak. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium. Dengan presentasi penggantian agregat kasar adalah 100%, sehingga agregat kasar alami seluruhnya akan digantikan oleh agregat buatan dari plastik PET. Pengujian akan dilaksanakan pada beton berumur 28 hari. Penggantian kerikil dengan agregat limbah plastik PET ini menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 6,187 MPa, sedangkan untuk pengujian kuat tarik dan kuat lentur berturut turut menghasilkan kuat tarik maksimum sebesar 1,133 MPa dan kuat lentur maksimal sebesar 1,759 MPa. Untuk redaman bunyi, koefisien serapan bunyi beton agregat PET ini berada didalam kelas E, dimana koefisien serapan bunyi berkisar antara 0,1 – 0,3 dengan rentang frekuensi 250 – 2000 Hz. Berdasar penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari pengujian kuat lentur beton kurang memenuhi syarat, karena syarat lentur minimal adalah 10 MPa, sedangkan berdasar pengujian redaman suara beton ini dapat diklasifikasikan sebagai peredam suara dengan kelas sangat rendah, karena nilai minimum koefisien serap bunyi adalah 0,15.

**Kata kunci :** beton PET, kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, redaman bunyi, panel beton, koefisien serap bunyi

## PENDAHULUAN

Pembangunan merupakan upaya yang dilakukan secara terus-menerus yang diarahkan pada peningkatan taraf hidup masyarakat dan kesejahteraan secara umum. Dalam pelaksanaannya, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu adanya pengembangan kreatifitas setiap orang sebagai modal agar pembangunan dapat dilaksanakan secara lebih baik. Seiring dengan hal tersebut, peningkatan mutu, efisiensi, dan produktivitas dari setiap kegiatan pembangunan terutama yang terkait dengan sektor fisik mutlak harus dilakukan, seperti halnya sektor bangunan yang saat ini terus mengalami peningkatan.

Dalam dunia konstruksi bangunan, penelitian untuk mendapatkan produk-produk konstruksi yang lebih baik terus dilakukan. Dan penelitian yang sering dilakukan adalah mengenai beton, baik yang berupa beton struktural maupun non struktural dalam bentuk panel beton. Pada dasarnya bahan penyusun panel beton sama dengan beton biasa, yaitu terbentuk dari dua bagian utama yaitu pasta semen dan agregat.

Pasta semen terdiri dari semen Portland, air dan bahan campur tambahan (*admixture*). Sedangkan agregat terdiri dari agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Panel beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain beton merupakan material yang kuat dalam kondisi tekan. Selain itu, alasan lain mengapa beton merupakan elemen struktur yang paling banyak digunakan dalam bangunan adalah karena bahannya yang mudah didapat, beton juga mudah dibuat dan harganya relatif lebih murah, selain itu beton juga tergolong lebih tahan dalam keadaan lembab dan apabila terjadi kebakaran.

Namun beton juga mempunyai beberapa kelemahan yaitu berat jenisnya yang tinggi. Untuk itu dalam penelitian ini ditujukan untuk mengurangi berat jenis beton yang tinggi dengan cara mengganti agregat kasar pada umumnya dengan agregat buatan yang terbuat dari sampah botol plastik. Botol Plastik yang digunakan adalah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) atau sering dikenal dengan plastik #1 adalah jenis plastik yang paling umum digunakan diseluruh dunia dan paling banyak didaur ulang. Biasanya jenis plastik ini didapatkan dari botol air kemasan. Salah satu hal yang dapat dilihat langsung dari limbah ini adalah berat yang ringan dan tidak mudah berubah bentuk. Sampah plastik merupakan masalah bagi banyak negara di dunia ini, Indonesia sebagai negara berkembang mempunyai permasalahan yang kompleks dalam hal sampah baik dari segi kesehatan, keindahan dan kesejahteraan. Karena sifat plastik yang tidak dapat diuraikan oleh organisme, maka dicoba beberapa alternatif agar dapat digunakan kembali dalam dalam fungsi yang berbeda. Salah satunya dengan mengujinya apakah bisa digunakan dalam campuran beton.

Dalam percobaan ini, plastik dipilih karena :

1. Memiliki unit densitas yang lebih rendah daripada agregat pada umumnya, sehingga mampu mereduksi berat sendiri beton agar masuk dalam kategori ringan.
2. Memiliki sifat mekanis yang cukup baik yaitu sukar berubah bentuk.
3. Bahan yang berasal dari sampah, sehingga berorientasi ramah lingkungan.

Peranan berat sendiri dalam struktur bangunan bertingkat sangat dominan khususnya bila dilakukan analisa terhadap beban gempa. Semakin berat bangunan, momen inersia yang ditimbulkan juga semakin besar, sehinggapanel beton ringan beragregat plastik ini diharapkan mampu menjadi salah satu alternatif mengatasi permasalahan tersebut.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Irvan dan kawan-kawan dalam PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) yang dibiayai oleh Dikti pada tahun 2011-2012. Pada penelitian sebelumnya PET digunakan sebagai pengganti agregat kasar untuk mengetahui kuat tekan yang dihasilkan. Untuk melanjutkan penelitian sebelumnya dilakukan penambahan tinjauan yaitu pada kuat tarik, kuat lentur, serta redaman bunyi.

## DASAR TEORI

### Beton Ringan

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 *flyash based coarsed aggregate* yang diperoleh dengan pembuatan pada *rotary kiln*, batu tulis, sisa bara yang berbusa, dan batu apung. (Ali, et.al, 1989)

Menurut SKSNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan dan gedung, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>.

### Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan gambaran mutu beton. Menurut SNI 03-1974-1990 yang dimaksudkan dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan [1]

$$f_c' = \frac{P_{\max}}{A} \dots\dots\dots [1]$$

dengan :

$f_c'$  = kuat tekan beton yang didapat dari benda uji (MPa)

$P_{max}$  = beban tekan maksimum (N)

$A$  = luas permukaan benda uji ( $mm^2$ )

### Kuat Tarik

Kuat tarik beton berpengaruh terhadap kemampuan beton di dalam mengatasi retak awal sebelum dibebani. Kekuatan tarik lebih sulit diukur dibandingkan dengan kekuatan tekan karena masalah penjepitan pada mesin. Ada sejumlah metode yang tersedia untuk menguji kekuatan tarik.

Besar nilai tegangan tarik leleh dan tegangan tarik putus dapat dihitung dengan menggunakan rumus Persamaan [2]

Tegangan tarikputus ( $f_s$ ) :

$$f_s = \frac{P_{maks}}{A_{so}} \dots\dots\dots [2]$$

dengan :

$P_{maks}$  = kuat tarik leleh (N)

$A_{so}$  = luas penampang benda uji setelah pengujian ( $mm^2$ )

$f_s$  = tegangan tarik putus (MPa)

### Kuat Lentur

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam MPa gaya tiap satuan luas. Hitungan kuat lentur panel untuk mendapatkan tingkat lendutan maksimal dengan beban dua titik, berdasar pada SNI 03-4431-1997.

Besar kuat lentur dapat dilihat pada Persamaan [3]berikut

$$\sigma_l = \frac{PL}{bh^2} \dots\dots\dots [3]$$

dengan :

$\sigma_l$  = Kuat Lentur (MPa)

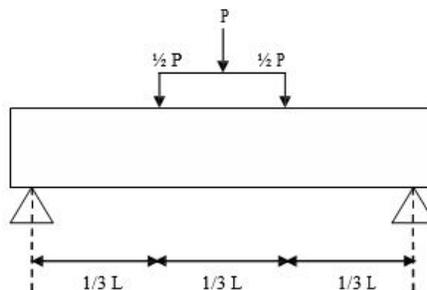
$P$  = Beban Maksimum (N)

$L$  = Panjang bentang (mm)

$b$  = Lebar benda uji (mm)

$h$  = Tinggi benda uji (mm)

Standar kuat lentur panel berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 minimal 10 MPa. Skema pembebanan kuat lentur digambarkan pada Gambar 1

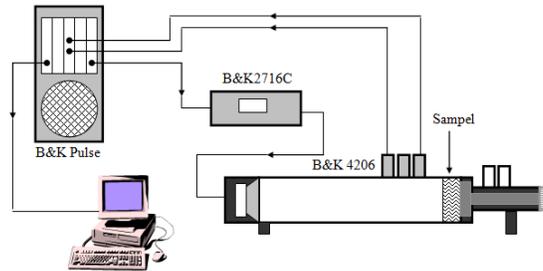


Gambar 1. Skema Pembebanan Kuat Lentur

### Redaman Bunyi

Insulasi akustik merupakan material yang memiliki sifat yang mampu mengurangi intensitas suara disuatu ruangan sehingga mampu membuat ruangan tersebut kedap suara atau *soundproof*. Pada prinsip insulasi dikenal

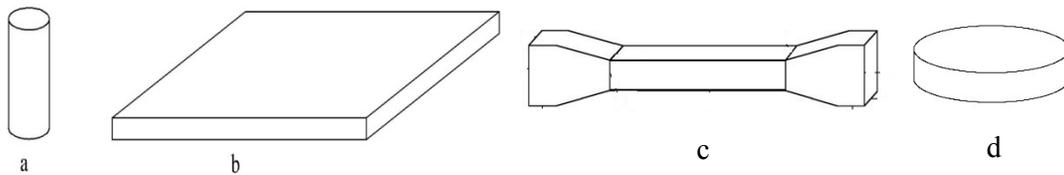
bahwa semakin tebal bahan dinding yang digunakan, maka redaman suara yang diperoleh juga akan semakin besar. Kemampuan insulasi dinding berlapis (dinding utama yang dilapis panel) salah satunya diukur dalam *Transmission Loss* (TL) dalam satuan deciBell (dB). Semakin besar nilai TL suatu dinding, maka semakin besar kemampuannya meredam perambatan gelombang bunyi. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM E-1050-98. Skema pengujian redaman bunyi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi dalam pengujian koefisien redaman bunyi dengan ASTM E-1050-98

### METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen di laboratorium, dengan menggunakan benda uji terdiri dari 4 bentuk dengan ukuran yang berbeda, yaitu silinder diameter 7,5 cm tinggi 15 cm dan diameter 10 cm tebal 3 cm, balok I dan panel 50 x 30 x 3 cm. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.

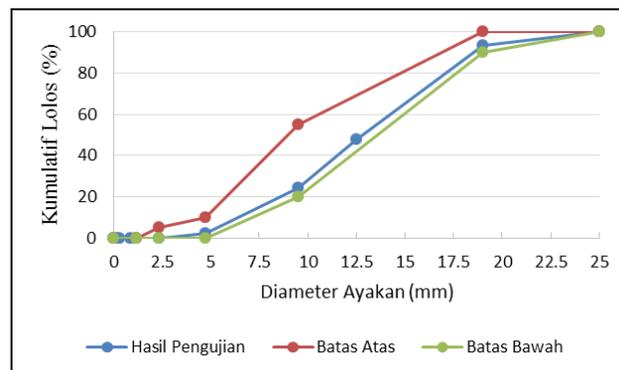


Gambar 3. Benda Uji (a)Kuat Tekan (b)Kuat lentur (c)Kuat Tarik (d)Redaman Bunyi

### Hasil Pengujian Agregat

Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar PET

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Standar	Kesimpulan
BSG	1,25 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
BS SSD	1,27 gr/cm <sup>3</sup>	2,5-2,7	Memenuhi syarat
ASG	1,28gr/cm <sup>3</sup>	-	-
Absorbtion	2%	-	Memenuhi syarat
Abrasi	18,75%	Maks 50%	Memenuhi syarat
Modulus Halus	7,32	5-8	Memenuhi syarat



#### Gambar 4. Grafik Gradasi Agregat Kasar PET

Dalam Gambar 4 menjelaskan bahwa hasil pengujian gradasi agregat kasar PET memenuhi syarat ASTM C-33.

#### Hasil Penghitungan Rancang Campur

Penghitungan rancang campur adukan beton PET menggunakan metode *Dreux-Corrise*. Metode ini dipakai dikarenakan agregat kasar yang dipakai termasuk agregat ringan, karena memiliki berat jenis yang kurang dari berat jenis agregat normal. Dari hasil Penghitungan untuk 1 m<sup>3</sup> didapatkan berat masing-masing material yang dibutuhkan, yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penghitungan Berat Material Untuk Setiap 1 m<sup>3</sup>

Berat (kg)			
Semen	Air	Pasir	PET
275	183,33	658,08	588,38

#### Berat Jenis Beton

Hasil pengujian berat jenis didapat hasil berat jenis beton PET sebesar 1810 kg/m<sup>3</sup>

#### Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder pada umur 28 hari disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton PET

Kode	Umur Rencana (Hari)	Hasil Pengujian		Rerata (MPa)
		Beban (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	
TP-1	28	30000	6,791	6,187
TP-2	28	20000	4,527	
TP-3	28	30000	6,791	

Kuat tekan maksimal beton dengan agregat kasar PET yang di-*curing* selama 28 hari adalah 6,187 MPa dari kuat tekan target 15 MPa. Hasil yang didapat tidak sesuai target karena beberapa hal, antara lain kekerasan agregat buatan PET tidak sekeras agregat alami atau kerikil, serta pengaruh permukaan agregat PET yang cenderung halus dan licin sehingga mengurangi kekuatan ikatan agregat dengan mortar. Dari hasil pengujian kerusakan banyak terjadi dibagian ikatan antara agregat PET dengan mortar.

#### Kuat Tarik

Hasil pengujian kuat tarik beton PET umur 28 hari disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton PET

Kode	Umur Rencana (Hari)	Hasil Pengujian		Rerata (MPa)
		Beban (N)	f <sub>s</sub> (MPa)	
TRP-1	28	300	1	1,133
TRP-2	28	340	1,133	
TRP-3	28	380	1,267	

Pengujian kuat tarik terhadap beton agregat PET menghasilkan kuat tarik maksimal sebesar 1,133 MPa.

#### Kuat Lentur

Hasil pengujian kuat lentur selengkapnya disajikan pada Tabel 5.

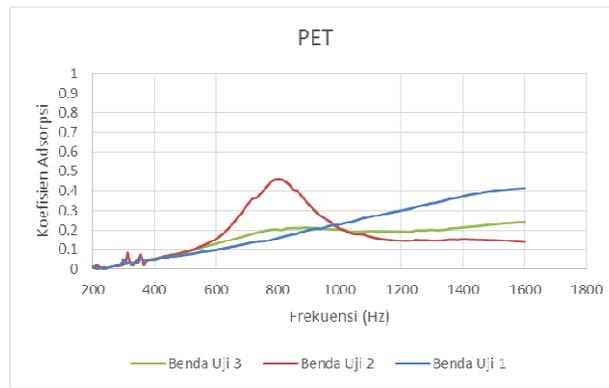
Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton PET

Kode	Umur Rencana (Hari)	Hasil Pengujian		Rerata (MPa)
		Beban (N)	σ (MPa)	

LP-1	28	1569,6	1,812	
LP-2	28	1510,74	1,744	1,759
LP-3	28	1491,12	1,722	

Kerusakan panel diawali dengan renggangnya ikatan antara agregat PET dengan pasta semen yang menjadi titik lemah beton tersebut.

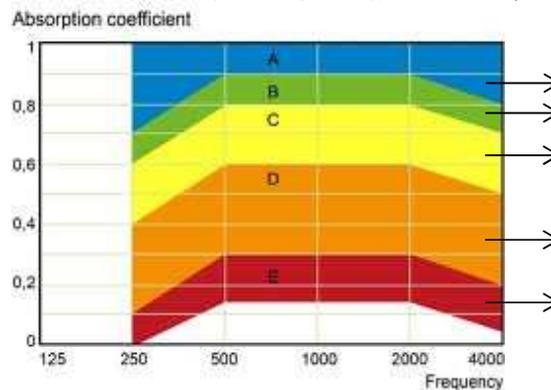
### Redaman Bunyi



Gambar 5. Grafik Koefisien Serap Bunyi Beton PET

Pengujian redaman bunyi menggunakan benda uji silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 3 cm dengan umur 28 hari. Dari hasil pengujian didapatkan grafik hubungan antara koefisien penyerapan bunyi dengan frekuensi seperti pada Gambar 6.

Dalam ISO 11654:1997 (*Acoustical Sound Absorber For Use In Buildings-Rating of Sound Absorption*) ada beberapa kelas kategori bahan bangunan berdasar koefisien penyerapan bunyi sebagaimana tersaji dalam gambar 6 berikut



Gambar 6. Kinerja Akustik *Building Absorber* Mengacu ISO 11654:1997

Berdasar gambar diatas, maka panel dinding beton dengan agregat kasar PET masuk kedalam kelas E, dimana koefisien serapan berkisar antara 0,1 – 0,3 dengan rentang frekuensi 250 – 2000 Hz. Berdasar pengujian yang dilakukan, panel dinding beton dengan agregat PET masuk kedalam kategori bahan peredam bunyi, karena nilai minimum koefisien serap bunyi adalah 0,15.

### SIMPULAN

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

1. Nilai kuat tekan rata-rata beton dengan agregat agregat limbah plastik PET sebesar 6,187 MPa.
2. Nilai kuat tarik rata-rata beton dengan agregat agregat limbah plastik PET sebesar 1,33 MPa.
3. Nilai kuat lentur rata-rata beton dengan agregat agregat limbah plastik PET sebesar 1,76 MPa.

4. Nilai redaman bunyi beton dengan agregat limbah plastik PET berada pada kelas E, dimana koefisien serapan berkisar antara 0,1 hingga 0,3 pada rentang frekuensi 250-2000 Hz.
5. Beton dengan agregat limbah plastik PET berdasarkan kuat lentur, tidak memenuhi syarat sebagai panel dinding, sedangkan berdasarkan redaman bunyi, beton memenuhi syarat sebagai peredam suara untuk kriteria gedung.

## REFERENSI

- Agus Hariyana, Mochammad, 2008, Studi Karakteristik Agregat Kasar Ringan Buatan Dari Limbah Botol Plastik *High Density Poly Ethylene* (HDPE) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Beton Ringan. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UI. Jakarta.
- Anonim, 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI –03 – 2834 - 2000, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 1994, Metode Pengujian Berat Isi Beton Ringan Struktural SNI – 03 – 3407 - 1994, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 1993, Tata Cara Perencanaan Pembuatan Rencana Campuran Beton Ringan SK – SNI –T – 09 - 1993 - 03, Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- BS, Doris Ibnu. 2004. Kajian Serapan Air Pada Beton Ringan. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS. Surakarta.
- Dwisetyowati, Shinta. 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.
- <http://erabaru.net/ipitek/82-teknologi-inovasi/5374-beton-plastik-solusi-hebat-untuk-pembangunan>
- Pratikto. 2010. Beton Ringan ber-agregat Limbah Botol Plastik Jenis PET (*Poly Ethylen Terephthalate*). Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta: Jakarta.
- Suarnita, I Wayan. 2010. Karakteristik Beton Ringan dengan Menggunakan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar. Jurnal SMARTek. UGM. Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, Kardiono, 1996, Teknologi Beton. Jogjakarta
- Widiyawati R. 2011. Studi Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Metode Rancang Campur *Dreux-Corrise*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Lampung.