

## PEMANFAATAN ABU KELAPA SAWIT DAN SERAT PLASTIK JENIS PET SEBAGAI BAHAN CAMPURAN DALAM PEMBUATAN BATA BETON (PAVING BLOCK)

Wahyudhie Baharuddin<sup>1</sup>, Ery Budiman<sup>2</sup>, Mardewi Jamal<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua Jalan Sambaliung No.9, Samarinda 75119, Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315

<sup>2)</sup> Pengajar Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua Jalan Sambaliung No.9, Samarinda 75119, Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315  
Email :ery\_budi@yahoo.com

<sup>3)</sup> Pengajar Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua Jalan Sambaliung No.9, Samarinda 75119, Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315  
Email :wie\_djamal@yahoo.com

### Abstrak

Berbagai penelitian dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi konstruksi yang kuat, hemat, dan secara tidak langsung ikut serta dalam upaya penyelamatan lingkungan, termasuk di antaranya penelitian mengenai inovasi bata beton (*paving block*). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas bata beton (*paving block*) adalah dengan menambahkan bahan tambah. Salah satu alternative penyelamatan lingkungan adalah menggunakan abu kelapa sawit (*palm oil fuel ash*) dan serat plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) sebagai bahan tambah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh adanya penambahan bahan tambah campuran dengan menggunakan abu kelapa sawit dan serat elastik PET terhadap kuat tekan. Dalam penelitian ini perbandingan semen dan pasir adalah 1:4 dan komposisi plastik plastic PET adalah 0,2% dari volume pasir serta komposisi dari abu kelapa sawit adalah 3%, 6%, 9% dari volume semen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton..

Hasil uji nilai kuat tekan rata-rata dengan penambahan serat plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) sebanyak 0% dan 0,2% serta abu kelapa sawit masing-masing dengan penambahan 0% 3%, 6%, 9% berturut-turut ialah 14,77 Mpa, 16,1 Mpa, 16,63 Mpa, 17,6 Mpa. Berdasarkan hasil tersebut maka paving block dengan adanya penambahan plastik jenis PET dan Abu Kelapa Sawit termasuk klasifikasi mutu C yang dapat digunakan untuk Pejalan Kaki.

**Kata Kunci : Abu Kelapa Sawit, Serat Plastik PET, Paving Block, Kuat Tekan**

### Abstract

*Various studies have been conducted to obtain construction specifications that are strong, economical, and indirectly participate in efforts to save the environment, including research on paving block innovations. One of the efforts that can be made to improve the quality of concrete bricks (paving blocks) is By adding additional materials. One alternative to saving the environment is to use palm oil ash (palm oil ash) and PET plastic fiber (Polyethylene terephthalate) as additives.*

*This study aims to determine the effect of adding mixed additives using palm ash and PET plastic fibers on compressive strength. In this study, the ratio of cement to sand was 1: 4 and the composition of PET plastic was 0.2% of the volume of sand and the composition of oil palm ash was 3%, 6%, 9% of the volume of cement. The method used in this research refers to SNI 03-0691-1996 concerning Concrete Bricks.*

*The test results of the average compressive strength value with the addition of PET plastic fibers (Polyethylene terephthalate) as much as 0% and 0.2% and oil palm ash with the addition of 0% 3%, 6%, 9% respectively 14, 77 Mpa, 16.1 Mpa, 16.63 Mpa, 17.6 Mpa. Based on these results, paving blocks with the addition of plastic types of PET and Palm Ash are classified as quality C which can be used for pedestrians.*

**Keywords:** *Palm Oil Fuel Ash, PET Plastic Fiber, Paving Block, Compressive Strength*

## Pendahuluan

### Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi di Indonesia terus menerus mengalami peningkatan, dimana hal ini tidak terlepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang memadai. Hal ini mendorong adanya kebutuhan akan teknologi konstruksi yang tepat guna baik secara teknik, ekonomis, maupun ekologis. Inovasi-inovasi ini dilakukan dengan upaya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan bahan baku dari alam, serta upaya untuk mengurangi kuantitas limbah yang dihasilkan dari berbagai aktivitas produksi, baik dari rumah tangga hingga skala industri dengan cara pemanfaatan ulang limbah tersebut. Berbagai penelitian dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi konstruksi yang kuat, hemat, dan secara tidak langsung ikut serta dalam upaya penyelamatan lingkungan, termasuk di antaranya penelitian mengenai inovasi bata beton (*paving block*).

Bata beton (*paving block*) dengan kualitas yang baik harus memenuhi SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (*paving block*). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas bata beton (*paving block*) adalah dengan menambahkan bahan tambah. Secara umum bahan tambah dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah admixture ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*), sedangkan bahan tambah *additive* ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan.

Kondisi kekinian akan kebutuhan bata beton (*paving block*) berkualitas tinggi dengan kuat tekan dan daya tahan yang baik, serta pemanfaatan abu kelapa sawit serta sampah plastik saat ini melatarbelakangi inovasi dalam hal pemanfaatan limbah-limbah tersebut sebagai bahan tambah dalam campuran beton untuk pembuatan bata beton (*paving block*). Limbah padat kelapa sawit yang diolah ke dalam bentuk abu kelapa sawit sebagai bahan tambah mineral. Sampah plastik sendiri diolah menjadi serat (*fiber*), dimana jenis plastik yang digunakan adalah PET (*Polyethylene terephthalate*). Plastik jenis PET merupakan plastik yang paling umum digunakan di dunia, pada umumnya berwarna transparan dan digunakan untuk botol air mineral, jus, dan minuman lainnya. Rahman & Wahab (2013) menyebutkan bahwa 55-60% botol plastik di seluruh dunia terbuat dari plastik jenis PET. Soebandono *et al.* (2013) menyatakan pemanfaatan limbah plastik untuk campuran beton merupakan salah satu langkah untuk mengurangi permasalahan limbah plastik yang sampai saat ini belum bisa diatasi. Abu kelapa sawit dan serat plastik PET kemudian akan dicampurkan pada saat pembuatan campuran beton dan diharapkan mampu menambah kuat tekan dan ketahanan aus dari bata beton, serta menghasilkan bata beton yang sesuai standar SNI 03-0691-1996.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai rata-rata nilai kuat tekan *paving block* dengan penambahan abu kelapa sawit disertai dengan serat plastik PET (*Polyethylene terephthalate*).
2. Mengetahui persentase peningkatan nilai kuat tekan dengan penambahan

abu kelapa sawit dan serat plastik PET (*Polyethylene terephthalate*).

### Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.
2. Nilai kuat tekan yang direncanakan adalah 15 Mpa (Mutu C).
3. Benda uji yang digunakan pada penilitan ini berukuran 20 x 10 x 6 cm.
4. Presentase bahan tambah plastic PET 0,2% dari berat total pasir tiap satuan volume dari setiap benda uji.
5. Presentase bahan tambah abu kelapa sawit 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat total semen tiap satuan volumenya dengan masing-masing komposisi terdiri dari 3 (tiga) buah benda uji.
6. Material yang digunakan adalah Semen, pasir, air, abu kelapa sawit dan serat plastic PET.
7. Pengujian yang dilakukan adalah uji daya tekan *Paving Block*.

### Tinjauan Pustaka

#### Bata Beton (*Paving Block*)

Berdasarkan SNI 03-0691-1996, bata beton (*paving block*) didefinisikan sebagai suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.

#### Standar Mutu *Paving Block*

Standar mutu yang harus dipenuhi *paving block* untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

- a. Sifat tampak *paving block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
- b. Bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan

tertulis dalam *leaflet* mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan *paving block* untuk lantai.

- c. Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm.
- d. *Paving block* untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

SNI 03-0691-1996 mengklasifikasikan bata beton (*paving block*) menjadi empat kategori berdasarkan fungsi penggunaannya, antara lain:

- a. Bata beton mutu A, digunakan untuk jalan
- b. Bata beton mutu B, digunakan untuk peralatan parker
- c. Bata beton mutu C, digunakan untuk pejalan kaki
- d. Bata beton mutu D, digunakan untuk taman dan penggunaan lain

#### Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

Beberapa keuntungan penggunaan *paving block*, antara lain :

1. Dapat diproduksi secara massal.
2. *Paving block* tidak mudah rusak pada kondisi pembebanan normal.
3. Daya serap air melalui
4. menjaga keseimbangan air tanah untuk menopang betonan atau rumah di atasnya.
5. *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton.
6. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
7. *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah
8. Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaan.
9. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
10. Daya serap air yang baik sekitar rumah atau tempat usaha akan menjamin

ketersediaan air tanah sehingga bisa digunakan untuk keperluan sehari-hari

11. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah.

### **Bahan Penyusun *Paving Block***

#### **Semen Portland**

Semen Portland merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling kerak besi (klinker) yang mengandung kalsium silikat hidrolik yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (ASTM C-150-1985).

#### **Agregat Halus**

Agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 4,76 mm (SNI 03-6820-2002). Sedangkan menurut ASTM C 125-92, agregat halus adalah agregat yang lolos ayakan 3/8 inch (9,5 mm) dan hampir seluruhnya lolos saringan 4,75 mm (saringan no. 4 Standar ASTM) dan tertahan ayakan no. 200.

#### **Air**

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan dalam pekerjaan beton. Air yang digunakan sebagai campuran beton adalah yang tidak mengandung senyawa-senyawa berbahaya, garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya (Tjokrodimuljo, 1996).

Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan sekitar 25% dari berat semen. Perbandingan jumlah air dengan semen yang biasa disebut Faktor Air Semen (FAS) penting untuk diperhatikan.

### **Bahan Tambah**

#### **Abu Kelapa Sawit (*Palm Oil Fuel Ash*)**

Siregar (2016) mendefinisikan abu kelapa sawit (*palm oil fuel ash*) sebagai hasil

pembakaran limbah padat kelapa sawit pada mesin boiler dengan suhu sekitar 800-1000°C. Pembakaran tersebut bertujuan untuk memanaskan air sehingga menghasilkan uap untuk pembangkit listrik di pabrik kelapa sawit tersebut. Sooraj (2013) menyatakan bahwa abu kelapa sawit (*palm oil fuel ash*) dihasilkan sebanyak 5% dari berat limbah padat kelapa sawit.

Serat Plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) Terminologi serat (*fiber*) menurut ASTM C116/C116M: *Standard Specification for Fiber Reinforced Concrete* adalah material yang tipis dan panjang dalam bentuk menggumpul (*bundles*), jaringan atau standar yang merupakan bahan alam atau hasil fabrikasi dan dicampurkan dalam beton segar. ACI 544.1R-96: *State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete* mengklasifikasikan serat (*fiber*) sebagai bahan tambah pada campuran beton berdasarkan bahan dasarnya, yakni *steel fiber*, *glass fiber* (*gfrc*), *synthetic fiber*, dan *natural fiber*.

### **Penelitian Terdahulu**

Pemanfaatan abu kelapa sawit (*palm oil fuel ash*) atau serat (*fiber*) dari plastik PET sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton ataupun bata beton (*paving block*) telah dilakukan dalam beberapa penelitian terdahulu, namun penelitian yang ada dilakukan secara masing-masing, baik dari penambahan abu kelapa sawit ataupun penambahan serat plastik PET.

Sooraj (2013) menyatakan penambahan abu kelapa sawit sebanyak 10% menghasilkan kuat tekan, kuat tarik, serta ketahanan lentur yang lebih baik dibandingkan beton kontrol, dan penambahan abu kelapa sawit optimum dinyatakan sebesar 20%. Alsubari *et al.* (2014) juga menyimpulkan percobaannya, dimana abu kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai material pozzolan untuk mensubstitusikan semen portland hingga sebesar 20% untuk menghasilkan beton berkekuatan tinggi (*high strength concrete*) dengan kuat tekan sebesar 60 MPa, namun penggunaan abu kelapa sawit sebesar 10%

mampu menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi, yakni 70 MPa.

Penelitian pemanfaatan serat (*fiber*) plastik PET pada pembuatan beton menghasilkan kesimpulan yang beragam. Irwan *et al.* (2013) menyimpulkan penambahan serat (*fiber*) PET dengan bentuk yang tidak teratur yang lolos saringan 6-10 mm sebanyak 0.5% mampu meningkatkan kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas dari beton. Kuat tekan yang dihasilkan dengan kandungan serat (*fiber*) 0.5% adalah sebesar 24 MPa pada usia 28 hari, dibandingkan dengan beton tanpa serat (*fiber*) plastik PET sebesar 22 MPa pada usia 28 hari. Pelisser *et al.* (2012) menyimpulkan bahwa penambahan serat (*fiber*) plastik PET berukuran 20 mm sebanyak 0,18% dan 0,30% menghasilkan kenaikan kuat tekan pada beton yang diuji.

## Metodologi Penelitian

### Tahan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan persiapan material, pengujian material, pelaksanaan campuran, pembuatan dan pencetakan benda uji, pemeriksaan slump beton, uji kuat tekan beton, setelah itu dilakukan pengolahan dan analisis data. Dari hasil analisis tersebut kemudian disusun kesimpulan dan saran.

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur ini dimaksudkan untuk menunjang dalam Penyusunan Skripsi. Studi literatur yang digunakan adalah tentang :

- Teori Teknologi Beton.
- Peraturan Beton Indonesia 1971.
- Tata cara pembuatan bata beton (paving block) SNI 03-0691-1996.
- Tata cara pelaksanaan pengujian beton di laboratorium.

#### 2. Persiapan Material

Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut

- Semen
- Air
- Agregat Halus Palu
- Abu Kelapa Sawit
- Serat Plastik PET

#### 3. Pemeriksaan Laboratorium

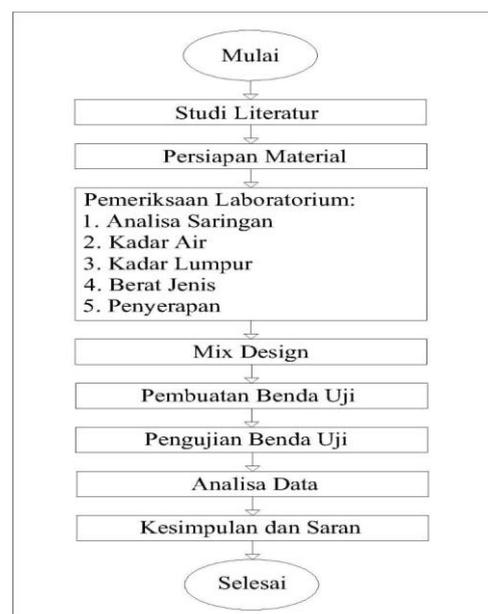
Pengujian (pemeriksaan) material penyusun beton dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik material tersebut. Hasil pengujian ini, nantinya digunakan untuk perencanaan campuran mix design, selain itu pengujian ini juga menjadi bahan evaluasi terhadap mutu beton yang akan dihasilkan. Pengujian bahan yang dilakukan di Laboratorium, meliputi:

- Pengujian berat jenis
- Pengujian kadar air
- Pengujian kadar lumpur
- Analisa saringan (gradasi) agregat

#### 4. Pelaksanaan Campuran (*Mix Design*)

Setelah ditetapkan unsur-unsur campuran, prosedur pelaksanaan untuk campuran (mix design) beton adalah menggunakan Standar SNI 03-0691-1996

### Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan alir penelitian

## Hasil Dan Pembahasan

### Hasil Pengujian Material

Dari hasil pengujian material, didapatkan nilai rata-rata tiap agregat sebagai berikut

**Tabel 1.** Hasil Uji Material

	Pasir	Abu Kelapa Sawit
Berat Jenis	2.7	2.5
Kadar Air	4.18 %	5.2 %
Kadar Lumpur	1..85%	1.2%

### Hasil Kuat Tekan

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan kuat tekan yang direncanakan ( $f'c$ ) sebesar 15 MPa sebanyak 12 benda uji, yang terdiri dari 3 variasi campuran. Untuk masing-masing variasi dibuat 3 benda uji yang berbentuk persegi panjang ukuran 20 x 10 x 6 cm untuk kuat tekan, dimana setiap variasi substitusi yang digunakan sebesar 0,2% plastic Pet volume agregat halus (pasir) dan 3%, 6%, 9% abu kelapa sawit dari volume semen yang digunakan.

Berikut ini adalah tabel yang memuat nilai kuat tekan rata-rata untuk masing-masing variasi campuran

Plastik PET (%)	Abu Kelapa Sawit (%)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
0,2	0	14,77
0,2	3	16,1
0,2	6	16,63
0,2	9	17,6

### Kesimpulan Dan Saran

#### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata kuat tekan *paving block* dengan penambahan serat plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) sebanyak 0,2% dari volume pasir serta abu kelapa sawit masing-masing dengan penambahan 3%, 6%, 9% dari volume semen sebagai berikut, pada penambahan 0,2% plastic PET (*Polyethylene terephthalate*) dan 3% abu kelapa sawit sebesar 16,1 Mpa, pada penambahan 0,2% plastic PET (*Polyethylene terephthalate*) dan 6% abu kelapa sawit sebesar 16,63 Mpa, pada penambahan 0,2% plastic PET (*Polyethylene terephthalate*) dan 9% abu kelapa sawit sebesar 17,6 Mpa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan *paving block* dengan tanpa penambahan sebesar 14,77 Mpa.
2. Persentase peningkatan pada setiap campuran *paving block* sebagai berikut, pada penambahan 0,2% plastic PET (*Polyethylene terephthalate*) dan 3% abu kelapa sawit mengalami sebesar 9 %, pada penambahan 0,2% plastic PET (*Polyethylene terephthalate*) dan 6% abu kelapa sawit mengalami sebesar 12,6 %, pada penambahan 0,2% plastic PET (*Polyethylene terephthalate*) dan 9% abu kelapa sawit mengalami sebesar 19,2 %.

#### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Penambahan komposisi Abu Kelapa Sawit pada *paving block* dapat diperbesar lagi hingga mencapai kuat optimum pada nilai kuat tekan beton.
2. Pemanfaatan limbah kelapa sawit dan plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) secara langsung dalam pembuatan *paving block* bisa digunakan terus menerus demi mengurangi limbah/sampah yang lebih optimal serta menambah nilai ekonomi.

- Untuk penelitian dengan 2 bahan tambah selanjutnya diharapkan melakukan uji tekan masing-masing bahan tambah sebelum melakukan uji tekan menggunakan 2 bahan tambah sekaligus untuk mengetahui masing-masing peningkatan nilai kuat tekan bahan tambah tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alsubari, B., Shafiq, P., Jumaat, M.Z. Dan Alengaram, U.J. 2014. *Palm Oil Fuel Ash As A Partial Cement Replacement For Producing Durable Self-Consolidating High-Strength Concrete*. *Arabian Journal For Science And Engineering*. 39(12), Pp.8507-8516.
- Astm International. 1995. Astm C.125-1995:61: *Standard Definitions Of Terminology Relating To Concrete And Concrete Aggregates*.
- Astm International. 2005. Astm C618-05: *Standard Specification For Coal Fly Ash And Raw Or Calcined Natural Pozzolan For Use In Concrete*.
- Astm International. 2013. Astm D7611/D7611m-13e1: *Standard Practice For Coding Plastic Manufactured Articles For Resin Identifications*.
- Astm International. 2015. Astm C116/C116m: *Standard Specification For Fiber Reinforced Concrete*.
- Astm C.I585-13. *Standard Test Method For Measurement Of Rate Of Absorption Of Water Hydraulic-Cement Concretes*. Astm International.
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. Sni 03-0691-1996: Bata Beton (*Paving Block*).
- Bamaga, S.O., Hussin, M.W. Dan Ismail, M.A. 2013. Palm Oil Fuel Ash: Promising Supplementary Cementing Materials. *Ksce Journal Of Civil Engineering*. 17(7), Pp.1708-1713.
- Johari, Y.T., 2012. Pemanfaatan Limbah Lumpur (Sludge) Kelapa Sawit Dan Kotoran Sapi Untuk Budidaya Cacing Sutra (Tubifex Sp) Dalam Pengembangan Pakan Alami. Tesis, Institut Pertanian Bogor.
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Murdiyoto, R.A. 2011. "Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Jenis Pet (*Polyethylene Terephthalate*) Untuk Agregat Kasar Pembuatan *Paving Block*". Universitas Indonesia.
- Irwan, J.M., Asyraf, R.M., Othman, N., Koh, H.B., Annas, M.M.K. Dan Faisal S.K. 2013. *The Mechanical Properties Of Pet Fiber Reinforced Concrete From Recycled Bottle Wastes*. *Advanced Materials Research*. 795, Pp.347-351.
- Nurchasanah, Y., Renaningsih, Dan Listyawan, A.B. 2012. Pemanfaat Pozolan Alam Sebagai Bahan Baku Dalam Rekayasa Teknologi Beton Di Kabupaten Pacitan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pelisser, F., Montendo, O.R.K., Gleize, P.J.P. Dan Roman, H.R. 2012. *Mechanical Properties Of Recycled Pet Fibers In Concrete*. *Materials Research*. 15(4), Pp.679-686.
- Rahman, W.M. Dan Wahab, A.F. 2013. *Green Pavement Using Recycled Polyethylene Terephthalate (Pet) As Partial Fine Aggregate Replacement In Modified Asphalt*. *Procedia Engineering*. 53, Pp.124-128.
- Siregar, C.M.A. 2016. *Komposisi Paving Block Berbasis Limbah Padat Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Semen*. S.P. Skripsi, Institut Pertanian Bogor.
- Soebandono, B., Pujiyanto, A. Dan Kurniawan, D. 2013. Perilaku Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik Hdpe. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. 16(1), Pp. 76-82.
- Sooraj, V.M. 2013. Effect Of Palm Oil Fuel Ash (Pofa) On Strength Properties Of Concrete. *International Journal Of Scientific And Research Publications*. 3(6), Pp.1-6.
- Tjokrodiluljo, K. 1992. *Teknologi Beton*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.