

PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK DAN ORGANIK DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN MESIN PRESS

Zacky Ubaidillah ¹, Jojo Sumarjo ², Eri Widiyanto ³, Rizal Hanifi ⁴

¹ Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia
zackyubaidillah96@gmail.com

² Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia
eri.widi46@gmail.com

³ Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia
jojosumarjo@gmail.com

⁴ Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia
rizal.hanifi.rh@gmail.com

Abstract

Research has been done on the manufacture and testing of paving blocks with plastic and organic waste materials using a press machine. The purpose of this study is to determine the compressive strength of paving blocks and as a solution for handling waste around us. The results of manual making paving block research with 100% plastic waste, the highest value was 110.4 kg/cm² and the lowest was 42.2 kg/cm² and the highest organic mixture was 99.8 kg/cm² and the lowest was 56.0 kg/cm². Whereas in the manual produce value with 100% plastic waste 113,9 kg/cm² the lowest value 78,4 kg/cm². Paving blocks with plastic waste materials are in accordance with SNI quality qualifications.

Keywords: plastic waste, organic mixture, paving block, hard test press, machine press.

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan dan pengujian paving block dengan bahan sampah plastik dan organik menggunakan mesin press. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan paving block dan sebagai solusi penanganan sampah disekitar kita. Hasil dari penelitian paving block pembuatan manual dengan 100% sampah plastik, nilai tertinggi 110,4 kg/cm² dan terendah 42,2 kg/cm² dan pada campuran organik nilai tertinggi 99,8 kg/cm² dan terendah 56,0 kg/cm². Sedangkan pada pembuatan manual menghasilkan nilai dengan 100% sampah plastik 113,9 kg/cm² nilai terendah 78,4 kg/cm². Paving block dengan bahan sampah plastik sudah sesuai dengan kualifikasi mutu SNI.

Kata Kunci: sampah plastic, sampah organic, paving block, uji kuat tekan, mesin press.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah di Indonesia masih merupakan permasalahan yang belum dapat ditangani dengan baik. Kegiatan pengurangan sampah baik di masyarakat sebagai penghasil sampah maupun di tingkat kawasan masih sekitar 5% sehingga sampah tersebut dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sementara lahan TPA tersebut sangat terbatas. Komposisi sampah terbesar di TPA selain sampah organik (70%) terdapat sampah non organik yaitu sampah plastik (14%). Limbah padat merupakan limbah dari kehidupan, yang berkaitan erat dengan

jumlah manusia yang bertempat tinggal dan berusaha disuatu tempat, sebagian besar mengultimatum secara cepat, tepat, dan tegas bahwa limbah tidak patut dilihat dan dipegang, namun limbah tidak dapat diabaikan begitu saja karena limbah muncul sebagian besar karena aktifitas manusia.

Plastik adalah salah satu bahan yang kita temui dalam berbagai barang, penggunaan plastik yang tidak sesuai dengan persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, karena dapat memicu terjadinya kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh manusia (*karsinogenik*). Sampah plastik jika dibakar akan mencemari udara dan jika

sampah plastik ditimbun ditanah akan mencemari tanah dan air tanah. Plastik memiliki efek samping yang besar bagi lingkungan karena sulit terurai secara alami. Diperkirakan butuh waktu sekitar 500 sampai 1.000 tahun agar plastik bisa terurai dalam secar sempurna. Akibat lamaya plastik terurai, sehingga banyaknya sampah plastik yang berserakan sehingga mengganggu kenyamanan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan *paving block* berbahan dasar sampah plastik menggunakan sistem manual dan mesin press *homemade*. Karakterisasi sifat mekanik *paving block* dilakukan dengan pengujian kuat tekan. Penelitian ini diharapkan menjadi solusi dari permasalahan sampah platik yang melimpah, sehingga dapat diolah dan dikembangkan menjadi produk yang lebih berguna dan bernilai ekonomis.

2. METODE PENELITIAN

Metode Pengambilan Sampel

1. Sampah Plastik

Sampah plastik yang digunakan limbah rumah tangga yang merupakan hsail sampah dari kegiatan sehari-hari untuk bahan utama pembuatan *paving block* sebagai bahan pengganti semen dan pasir. Jenis sampah yang digunakan :

-PETE atau ETE (*polietilen terephalate*), sering sering digunakan sebagai botol minuman, minyak goreng, kecap, sambal, obat maupun kosmetik. Berlogo segitiga nomor 1.

-HDPE (High Density Polyethylen), banyak ditemukan sebagai kemasan dan obat yang tidak tembus pandang. Berlogo segitiga nomor2.

-PVC (Polyvinyl Cloride), sering digunakan sebagai produk mainan anak-anak. Berlogo segitiga nomor 3.

-LDPE (Low Density Polyethylene), biasa untuk membungkus makanan. Plastik ini berlogo segitiga nomor 4.

-PP (Polipropilen), merupakan elastik terbaik dan paling aman untuk yang berhubungan dangan makanan dan minuman. Plastik ini berlogo segitiga nomor 5.

-PS (Polistirena) merupakan plastik yang hanya sesekali pakai. Contohnya adalah steroform. Berlogo segitiga nomor 6.

-PC (Polycarbonate), jenis plstik ini bening dan tahan panas bisa dipakai berulang kali. Plastik ini berlogo segitiga nomor 7.

2. Sampah Organik

Sampah organik yang digunakan seperti kulit buah, daun, dan ranting. Sampah organik digunakan sebagai bahan tambahan yang dibakar langsung bersama sampah plastik.

Hasil pengamatan

Hasil pengamatan ini dilihat secara langsung dari lingkungan sekitar tempat tinggal dan tempat pembuangan akhir agar lebih jelas untuk mengetahui jenis-jenis sampah plastik atau limbah apa saja yang biasa dihasilkan dari limbah rumah tangga dalam kegiatan sehari-hari.

Persiapan Alat dan Bahan

Membuat *paving block* tentu membutuhkan beberap alat, baik alat moderen maupun alat tradisional. Bahan-bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan *paving block* terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Bahan-bahan atau material yang digunakan.

No	Nama Bahan	Spesifikasi	jumlah
1	Sampah plastik + organik	8 kg	-
2	Mesin pencetakan	2	1
3	Tempat pembakaran	10 kg	1
4	Korek api	-	1
5	Sendok semen	-	1
6	Masker	-	1
7	Sarung tangan	-	1
8	Air	-	-

(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel 2. Alat-alat yang digunakan

No	Nama Bahan	jumlah
1	Mesin Las	-
2	Mesin Gerinda	1
3	Mesin Bor	1
4	Mesin Milling	1
5	Meteran	1

(Sumber: Data Primer, 2018)

Cara Pembuatan *Paving block*

Cara pembuatan *paving block* dari sampah plastik Pertama-tama yang harus dilakukan masukan sampah plastik dalam tempat pembakaran, kemudian plastik dibakar ditunggu hingga meleleh, setelah meleleh dimatikan apinya dan langsung langsung masukan plastik kedalam cetakan. Apabila terlalu lama didiamkan akan menyebabkan hasil pembakaran menjadi mengeras, setelah dimasukan dalam cetakan kita *press* supaya menjadi padat dan tidak ada rongga

didalam *paving block*, untuk mempercepat peroses pendinginan kita siram menggunakan air sehingga *paving block* cepet mengeras dan mendingin sehingga bisa langsung mengeluarkan *paving block* dari cetakan.

Prosedur Pengujian

Pada tahap ini prosedur pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengujian kuat tekan terhadap *paving block*, bertujuan untuk mengetahui berapa kekuatan tekan terhadap *paving block* dari sampah plastik dan *paving block* dari sampah plastik dicampur dengan sampah organik, pada Tabel 3. dibawah merupakan komposisi sampel yang diujikan menggunakan plastik dan dicampur organik.

Tabel 3. Komposisi sampel untuk pengujian

No.	Material	I	II	III	IV
		%	%	%	%
1.	Plastik	100	80	75	70
2.	Organik	0	20	25	30

(Sumber: Data Primer, 2018)

Rumus Perhitungan

a. Proses Pengerasan Dicetakan

$$H = \frac{K \times A \times Ft \times (T1 \times T2)}{L}$$

Keterangan:

- H = Pemindahan kalor (BTU)
- K = Insert (BTU/FT)
- A = Area total (mm)
- Ft = Filling time (second)
- T1 = Suhu pembakaran (°c)
- T2 = Suhu awal pendinginan (°c)
- L = ketebalan dinding (ft)

Kemudian mencari Ct

$$Ct = \sqrt{\frac{H}{Ad \times Bj_c \times Sh \times (T3 - T2)}}$$

dimana:

- Ct = Cooling time (second)
- Ad = Coling hole area (ft)
- Bj_c = Density (lb/ft)
- Sh = Specific heat water (BTU/lb)
- T3 = Suhu pada cetakan (°C)

b. Kapasitas

Rumus untuk mencri kapasitas sebagai berikut:

$$Q sh = \frac{0,8 \cdot sw}{wm}$$

dimana:

- Q sh = kapasitas (pcs)
- Sw = kapasitas mesin produk (gr)
- Wm = berat produk (gr)

Setelah mendapatkan Q sh maka dapat mencari kapasitas dengan rumus.

$$Pc = \frac{Q sh \times wm}{pc}$$

Pc = pengeluaran matrial (gr)

c. Sampah yang diolah dalam Sehari

$$AX \times TX$$

1000

AX = Total area proyeksi (mm)
TX = Tekanan yang diijinkan (kg)

d. Hasil pengujian kuat tekan

Kuat Tekan = (P)/L

dimana:

- P = beban (kg)
- L = luas bidang tekan (cm2)

Alat Press Modifikasi

Alat yang dibuat dengan menggunakan sistem *pneumatic* yang diharapkan dengan tekanan maksimal dapat menghasilkan kuat tekan *paving block* yang tinggi. Alat press modifikasi ini menggunakan sistem *pneumatic* untuk mengukur tekanan yang konstan, alat cetak *paving block* ini untuk ukuran diameter 21 cm dan tebal 6 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Paving Block

Paving block berhasil dibuat dengan bahan dasar sampah plastik sesuai dengan prosedur penelitian yang telah dijelaskan. hasil pembuatan *paving block* sampah plastik dapat dilihat pada Gambar 1 Berikut.



Gambar 1. Hasil pembuatan *paving block* sampah plastic

Gambar diatas merupakan paving block dari sampah plastik ada pun spesifikasinya sebagai berikut:

- 1) Diameter paving 21 cm

- 2) Panjang 18,5 cm
- 3) Tinggi 6 cm
- 4) Berat 3 kg

Analisis dan Perhitungan

a. Proses Pengerasan Dicotakan

Cetakan *paving block* ini menggunakan baja carbon, ada pun perhitungannya proses pengerasan saat dicetakan sebagai berikut.

$$H = \frac{K \times A \times Ft \times (T1 \times T2)}{L}$$

$$= \frac{21 \times 660 \times (2,124 \times 10^{-4}) \times (536 - 50)}{0,0131234 \text{ ft}}$$

$$= 12.540,860 \text{ BTU}$$

Setelah mendapatkan H kemudian kita mencari Ct

$$Ct = \sqrt{\frac{H}{Ad \times BJ_{-c} \times Sh \times (T3 - T2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{12.540,860}{(5,404 \times 10^{-4}) \times 62,47 \times 1 \times (104 - 50)}}$$

$$= \sqrt{2.605,822}$$

$$= 82,941 \text{ Second}$$

b. Kapasitas

Untuk mengetahui kapasitas yang dihasilkan dalam sekali cetak maka dari itu perlu dilakukan perhitungan, ada pun perhitungannya sebagai berikut:

$$Q_{sh} = \frac{0,8 \cdot sw}{wm}$$

$$= \frac{0,8 \cdot 5000 \text{ gr}}{2500 \text{ gr}} = 1,6 \text{ pcs}$$

Setelah mendapatkan jumlah Q sh maka dapat mengetahui hasil kapasitas yang dihasilkan.

$$\frac{pc}{Q_{sh} \times wm} = \frac{8.000}{1,6 \times 2.500} = 2 \text{ pcs}$$

c. Sampah yang diolah dalam Sehari

Setelah kita tahu kapasitas dalam sekali cetak maka kita dapat mengetahui berapa jumlah sampah yang dihasilkan dalam satu hari, ada pun perhitungannya sebagai berikut:

$$\frac{AX \times TX}{1000} = \frac{660 \text{ mm} \times 5 \text{ kg}}{1.000} = 3,3 \text{ ton}$$

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada *paving block* adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh

paving block. Kuat tekan *paving block* dihitung dengan persamaan:

a. Hasil Pembuatan Manual

1. Hasil Pengujian *paving block* plastik 100 %

Tabel 4. Pengujian *paving block* plastik 100 %

No.	Plastik 100%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1.	Pengujian I	110,4
2.	Pengujian II	74,1
3.	Pengujian III	54,5
4.	Pengujian IV	42,2
5.	Pengujian V	51,6
Rata-rata		66,56

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian *paving block* diatas dengan bahan sampah plastik 100% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian pertama 110,4 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian keempat 42,2 Kg/cm².

2. Hasil pengujian *paving block* plastik 80 % dan organik 20 %

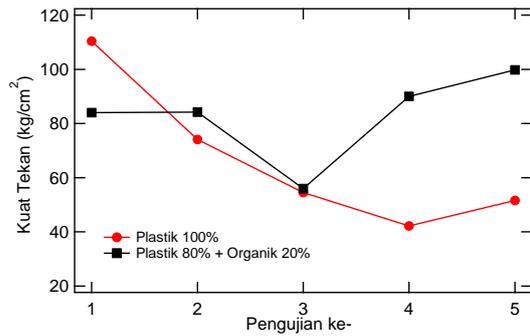
Tabel 5. Pengujian *paving block* plastik 80 % dan organik 20 %

No	Plastik 80% + Organik 20%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	84,0
2	Pengujian II	84,2
3	Pengujian III	56,0
4	Pengujian IV	90,0
5	Pengujian V	99,8
Rata-rata		82,78

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian *paving block* diatas dengan bahan sampah plastik 80% dan organik 20% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian kelima 99,8 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian ketiga 56,0 Kg/cm².

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai kuat tekan *paving block* dengan pembuatan manual, untuk lebih jelas dapat dilihat dari Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian kuat tekan paving block sistem manual

b. Pembuatan Masinal

1. Hasil pengujian paving block plastik 100%

Tabel 6. Pengujian paving block plastik 100%

No	Plastik 100%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	97,5
2	Pengujian II	86,3
3	Pengujian III	113,9
4	Pengujian IV	92,6
5	Pengujian V	78,4
Rata-rata		93,74

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian paving block di atas dengan bahan sampah plastik 100% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian ketiga 113,9 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian kelima 78,4 Kg/cm².

2. Hasil pengujian paving block plastik 80 % dan organik 20 %

Tabel 7. Pengujian paving block plastik 80 % dan organik 20 %

No	Plastik 80% + Organik 20%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	91,0
2	Pengujian II	82,8
3	Pengujian III	64,2
4	Pengujian IV	69,0
5	Pengujian V	103,7
Rata-rata		87.54

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian paving block di atas dengan bahan sampah plastik 80% dan organik 20% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian kelima 103,7 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian ketiga 64,2 Kg/cm².

3. Hasil pengujian paving block plastik 75 % dan organik 25 %

Tabel 8. Pengujian paving block plastik 75 % dan organik 25 %

No	Plastik 75% + Organik 25%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	98,1
2	Pengujian II	73,2
3	Pengujian III	69,5
4	Pengujian IV	83,0
5	Pengujian V	87,4
Rata-rata		82,24

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian paving block di atas dengan bahan sampah plastik 75% dan organik 25% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian pryama 98,1 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian ketiga 69,5 Kg/cm².

4. Hasil pengujian paving block plastik 70 % dan organik 30 %

Tabel 9. Pengujian paving block plastik 70 % dan organik 30 %

No	Plastik 70% + Organik 30%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	74,0
2	Pengujian II	56,2
3	Pengujian III	85,4
4	Pengujian IV	89,0
5	Pengujian V	92,6
Rata-rata		79,44

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian paving block di atas dengan bahan sampah plastik 70% dan organik 30% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian kelima 92,6 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian kedua 56,2 Kg/cm².

5. Hasil pengujian paving block plastik 30 % dan organik 70 %

Tabel 10. Pengujian paving block plastik 30 % dan organik 70 %

No	Plastik 30% + Organik 70%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	40,8
2	Pengujian II	36,1
3	Pengujian III	25,3
4	Pengujian IV	27,0
5	Pengujian V	30,2
Rata-rata		31,88

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian *paving block* diatas dengan bahan sampah plastik 30% dan organik 70% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian pertama 40,8 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian ketiga 25,3 Kg/cm².

- 6. Hasil pengujian *paving block* plastik 25 % dan organik 75 %

Tabel 11. Pengujian *paving block* plastik 25 % dan organik 75 %

No	Plastik 25% + Organik 75%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	19,7
2	Pengujian II	28,3
3	Pengujian III	32,8
4	Pengujian IV	20,0
5	Pengujian V	17,2
Rata-rata		23,6

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian *paving block* diatas dengan bahan sampah plastik 25% dan organik 75% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian ketiga 32,8 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian kelima 17,2 Kg/cm²

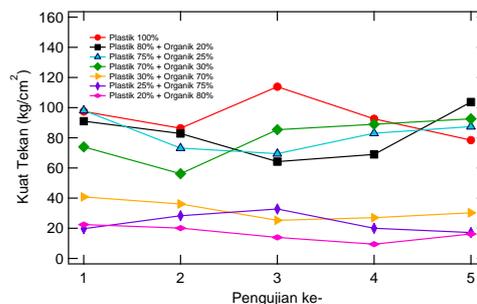
- 7. Hasil Pengujian *paving block* plastik 20 % dan organik 80 %

Tabel 12. Pengujian *paving block* plastik 20 % dan organik 80 %

No	Plastik 20%+ Organik 80%	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pengujian I	22,4
2	Pengujian II	20,1
3	Pengujian III	14,0
4	Pengujian IV	9,5
5	Pengujian V	16,2
Rata-rata		16,2

(Sumber: Data Primer, 2018)

Hasil pengujian *paving block* diatas dengan bahan sampah plastik 20% dan organik 80% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada pengujian pertama 22,4 Kg/cm² dan nilai terendah terjadi pada pengujian keempat 9,5 Kg/cm².



Gambar 3. Pengujian kuat tekan *paving block* sistem press

Grafik diatas menunjukkan dari hasil pengujian *paving block* pembuatan masinal.

D. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian antara metode manual, mesin press, dan dengan yang ada dipasaran, *paving block* dengan plastik 100% yang dibuat dengan mesin press lebih besar sifat mekaniknya, dapat dilihat pada tabel 13, 14, dan 15.

Tabel 13. Pengujian *paving block* manual

No.	Pembuatan Manual	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Pastik 100%	66,56
2	Plastik 80% & organik 20%	82,78

(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel diatas adalah tabel rata-rata dari hasil pengujian kuat tekan *paving block* dari pembuatan manual.

Tabel 14. Pengujian *paving block* manual

No.	Pembuatan Masinal	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Plastik 100%	93,74
2	Plastik 80% & organik 20%	87,54
3	Plastik 75% & organik 25%	82,24
4	Plastik 70% & organik 30%	79,44
5	Plastik 30% & organik 70%	31,88
6	Plastik 25% & organik 75%	23,6
7	Plastik 20% & organik 80%	16,2

(Sumber: Data Primer, 2018)

Tabel diatas adalah tabel rata-rata dari hasil pengujian kuat tekan *paving block* dari pembuatan masinal.

Tabel 15. *Paving block* dipasaran

No.	Pembuatan Masinal	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Karya Indah	44,05
2	Sinar Mulya	18,55
3	Buana	14,52
4	Paving Lestari	39,09
5	Anisa	47,04

Tabel diatas adalah tabel rata-rata dari hasil pengujian kuat tekan *paving block* dari pasaran.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Kepadatan dalam proses pembuatan benda uji sangat mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan bahwa masih ada rongga udara dalam *paving block* pembuatan manual.
2. Hasil dari penelitian *paving block* pembuatan manual dengan 100% sampah plastik, nilai tertinggi 110,4 Kg/cm² dan terendah 42,2 Kg/cm² dan pada campuran organik nilai tertinggi 99,8 Kg/cm² dan terendah 56,0 Kg/cm². Sedangkan pada pembuatan masinal menghasilkan nilai dengan 100% sampah plastik 113,9 Kg/cm² nilai terendah 78,4 Kg/cm² dan mengalami penurunan saat pemberian organik.
3. Sebagai solusi yang tepat untuk permasalahan limbah plastik, karena setelah dibuat *paving block* yang digunakan untuk bahan bangunan maka jumlah sampah akan berkurang.

Saran

1. Lakukan pra uji sebelum melakukan pengujian supaya memperkecil tingkat kesalahan.
2. Untuk mengetahui tingkat kepadatan dari *paving block* ini perlu kaji kembali mengenai alat yang digunakan, baik menggunakan mesin *press pneumatic* atau pun dengan alat cetak *paving block* manual.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui nilai kuat tekan *paving block* sesuai standar SNI.

5. DAFTAR PUSTAKA

Artikel Jurnal

- Budi Haryanto. 2015. Pengen dalian Kualitas Beton Dengan Pengujian Kuat Tekan.
- Cheongmyun, 2011. Ancaman Polymer Bagi Kesehatan Manusia.
- Keni Vidilaseris. 2014. Mengapa Plastik Tidak Bisa Terurai Dengan Cepat.
- Nurhenu Karuniastuti, 2015. Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan.
- Pramiati Purwaningrum. 2016. Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Dilingkungan, 141-147.
- Prayitno & Sukosono. 2016. Reduksi Limbah Padat Dengan Sistem Pembakaran Dalam Tungku Ruang Bakar, 61.
- Rina Kwartiana. 2015. Kode Plastik Dan Jenisny.
- Syukur s & I Wayan D, 2011. Perbandingan Mutu *Paving block* Manual Dengan Masinal.
- Tri Wahyuni. 2015. Berapa Lama Sampah Plastik Bisa Terurai.
- Zakka, 2013. Sifat Fisik Matrial.

