

## **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK DAN KACA PADA CAMPURAN PAVING BLOCK**

### **[THE EFFECT OF PLASTIC AND GLASS WASTE IN PAVING BLOCK MIX]**

Sunie Rahardja\*, Anastasia Cathelyn, Jack Widjajakusuma  
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan,  
Jl. M. Thamrin Boulevard 1100, Lippo Village Tangerang 15811 - Indonesia  
\*Korespondensi : sunie.rahardja@uph.edu

#### **ABSTRACT**

*Paving block is widely used construction material. However, its base materials are not environmentally friendly. One way to mitigate this issue is by using alternative materials, such as waste or recyclable like plastic and glass. The objective of this research is to formulate a paving block mixture using plastic and glass waste. Several tests are conducted for this research to quantify the strength and durability of said paving block. The tests are compressive strength test and endurance against potential pollutants (detergent, motor oil, and used cooking oil), water absorption, and Scanning Electron Microscope (SEM). Plastic : sand mixture with 70:30 weight ratio has an average compressive strength of 17.24 MPa. On the other hand, plastic : glass mixture with the same ratio and gradation reach 16.89 MPa with 0,33% water absorption rate. This research found that compressive strength is influenced by the variation of glass gradation. Cement : sand mixture with the weight ratio of 70:30 has the average compressive strength of 8.49 MPa. It is about 50% lower than plastic : glass mixture. Soaking the sample in detergent and motor oil causes about 60% and 15% decrease in compressive strength respectively. However, the sample soaked in cooking oil shows about 14% increase in compressive strength. SEM test shows that the sample soaked in cooking oil has the most dense particle structure when compared to the other samples.*

**Keywords :** *glass, paving block, plastic, strength, weight ratio*

#### **ABSTRAK**

*Paving block* merupakan salah satu komponen dalam bidang konstruksi yang cukup banyak digunakan, tetapi bahan pembuatnya kurang ramah lingkungan. Salah satu upaya dalam menanggapi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan bahan alternatif seperti limbah dan bahan daur ulang plastik dan kaca sebagai bahan dasar *paving block*. Penelitian ini bertujuan memformulasi campuran *paving block* dengan menggunakan limbah plastik dan kaca. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah ketahanan terhadap polutan (deterjen, oli, dan minyak goreng), uji kuat tekan, penyerapan air, dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Campuran plastik:pasir dengan rasio berat 70:30 mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 17,24 MPa. Sedangkan, campuran plastik:kaca dengan rasio dan gradasi yang sama adalah 16,89 MPa dengan penyerapan air 0,33%. Gradasi kaca yang berbeda walaupun dengan rasio berat yang sama mempengaruhi besar kuat tekan *paving block*. Campuran semen:pasir dengan rasio berat 70:30 memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 8,49 MPa. Kuat tekan tersebut sekitar 50% lebih lemah dibandingkan dengan campuran plastik:kaca. Merendam sampel dalam deterjen dan oli menyebabkan pengurangan kuat tekan benda uji hingga sekitar 60% dan 15%. Sedangkan,

sampel yang direndam dalam minyak goreng menunjukkan peningkatan kuat tekan hingga sekitar 14%. Uji SEM menunjukkan benda uji yang direndam dalam minyak goreng memiliki susunan partikel yang lebih rapat dibandingkan dengan benda uji yang lain.

**Kata kunci :** kaca, kekuatan, *paving block*, plastik, rasio berat

## PENDAHULUAN

*Paving block* merupakan salah satu komponen yang sangat sering dijumpai oleh masyarakat dalam bidang pembangunan. Bentuk *paving block* awalnya adalah persegi tanpa perbedaan ukuran atau bentuk yang variatif. Seiring dengan waktu dan pemakaiannya yang semakin banyak serta teknologi yang berkembang, bentuknya menjadi semakin bervariasi dimulai dari bentuk tidak saling mengunci hingga bentuk saling mengunci. *Paving block* banyak digunakan sebagai komponen perkerasan jalan alternatif pada daerah-daerah yang kurang memadai untuk pembangunan konvensional (Nishikant, 2016). Meskipun kegunaan awalnya adalah untuk pejalan kaki dan lahan parkir, komponen konstruksi tersebut telah banyak digunakan untuk kegunaan lainnya sebagai pengganti jalan aspal atau jalan beton.

*Paving block* banyak digunakan karena pemasangannya yang cukup mudah, kekuatannya yang cukup memadai untuk keperluan umum, dan memberikan nilai tambah pada segi estetik. Akan tetapi, *paving block* sendiri terbuat dari material-

material yang kurang ramah lingkungan dan tidak dapat diperbaharui seperti semen dan pasir. Oleh karena itulah, beberapa upaya dalam mengurangi penggunaan material-material tersebut dilakukan. Seperti pembuatan *paving block* dengan menggunakan bahan daur ulang dan/atau limbah.

Dalam kehidupan sehari-hari, orang-orang sering kurang menyadari akan jumlah sampah yang dibuang setiap harinya. Kepala Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta Isnawa Adji menyatakan bahwa Jakarta memproduksi sekitar 7000 ton sampah setiap hari (Patnistik, 2019). Sekitar 20% dari sampah tersebut merupakan sampah plastik dan kaca (Anonymous, 2018).

Meskipun plastik merupakan material yang cukup berbahaya untuk digunakan, tuntutan penggunaannya dari masyarakat sangatlah tinggi. Menurut Gerakan Indonesia Diet Kantong Plastik (2016), alasan yang menyebabkan plastik berbahaya adalah memicu perubahan iklim, mencemari lingkungan, berbahaya bagi manusia, dan butuh waktu lama untuk terurai (Anonymous, 2017). Material ini banyak

digunakan untuk berbagai macam kegunaan karena proses pembuatannya yang cukup mudah dan murah. Indonesia merupakan penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia setelah Negara Cina (Patnistik, 2018). Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun.

Sama seperti plastik, kaca memiliki banyak sekali kegunaan sehingga material tersebut banyak digunakan oleh masyarakat. Karena kegunaannya yang cukup banyak, limbah kaca banyak menumpuk. Limbah kaca merupakan salah satu jenis limbah perumahan dan industri yang paling banyak ditemui. Umumnya, limbah kaca tersebut berupa botol, hiasan kaca, lampu bohlam, dan lain-lain.

Penimbunan sampah yang terus meningkat telah menjadi masalah yang cukup besar untuk Negara Indonesia. Meskipun telah banyak usaha dilakukan seperti penggunaan limbah, capaian pengurangan sampah nasional hanya sebesar 2,12% dari total timbunan sampah (Anonymous, 2018).

Dalam menghadapi masalah-masalah yang telah disebutkan, bidang konstruksi sendiri telah berinovasi untuk memanfaatkan

limbah untuk mengurangi penggunaan material yang tidak ramah lingkungan seperti semen. Contoh dari kontribusi dari bidang konstruksi adalah *paving block* yang menggunakan limbah sebagai materialnya. Penelitian Sellakutty (2016) sudah menggunakan limbah plastik untuk pembuatan *paving block*. Salah satu penelitian di Indonesia yang telah dilakukan adalah pemanfaatan *polyethylene terephthalate* atau PET dan *low density polyethylene* atau LDPE untuk material *paving* bangunan (Nikmah, 2018). Selain itu, terdapat juga penelitian Nishikant *et al.* (2016) yang menggunakan limbah kaca untuk mengurangi penggunaan agregat dalam campuran *paving block*. Meskipun sudah terdapat penelitian yang dilakukan, sering kali limbah pengganti tersebut baru digunakan sebagai bahan tambahan atau belum digunakan secara sepenuhnya.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah plastik dan limbah kaca secara bersamaan dan semaksimal mungkin dalam proses pembuatan *paving block* yang dapat memenuhi standar *paving block* yang layaknya digunakan menurut SNI. Selain itu, penelitian ini juga memiliki tujuan untuk berkontribusi dalam pemberdayaan masyarakat dan membantu dalam pengurangan limbah.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

#### Bahan

Pada penelitian ini, bahan utama yang digunakan adalah limbah plastik dan kaca yang tidak digunakan lagi. Biji plastik yang didapatkan adalah biji plastik hasil daur ulang yang merupakan campuran dari plastik jenis polypropylene atau PP dan LDPE. Biji plastik yang digunakan berukuran tiga hingga empat millimeter. Limbah kaca berasal dari botol kaca dengan tampilan bening dari botol kaca bekas minuman, kecap, dan sirup.

#### Alat

Terdapat dua jenis benda uji pada penelitian ini. Jenis pertama adalah cetakan *paving block* biasa dengan bentuk *unipaver*. Cetakan jenis ini umumnya memiliki ukuran 11,5 x 22,5 x 6 cm<sup>3</sup>. Cetakan ini untuk membuat benda uji penyerapan air. Sedangkan, jenis cetakan lainnya berbentuk kubus dengan sisi lima sentimeter. Cetakan ini digunakan untuk membuat benda uji kuat tekan dan ketahanan (Rohman, 2016).

#### Metode Penelitian

Untuk mengolah limbah kaca dari botol, botol dipecahkan dengan mesin *los angeles* selama 30 menit. Pecahan kaca diayak sesuai dengan kebutuhan gradasi

penelitian. Studi pustaka untuk pengolahan limbah plastik mengacu pada Lenkiewics and Webster (2017). Limbah plastik yang berupa biji plastik dipanaskan dengan suhu 300 °C selama enam menit. Agregat yang akan dicampurkan ke dalam plastik yang telah meleleh dipastikan memiliki suhu 100 °C ± 5 °C. Sedangkan suhu cetakan pada saat sebelum dituangkan campuran adalah 25 °C ± 5 °C. Waktu pelelehan plastik, proses pencampuran, pengadukan dan suhu cetakan adalah sama untuk seluruh jenis benda uji. Penelitian Yamashita *et al.* (2009) menekankan perlunya diperhatikan suhu dan tata-cara keamanan untuk pelelehan plastic karena material volatile yang dikeluarkan saat melelehkan plastik dalam suhu tertentu dapat membahayakan untuk kesehatan.

#### Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan dengan menggunakan mesin *compression test*. Benda uji yang diuji ada beberapa variasi yang berupa plastik seutuhnya (P), dan campuran plastik dan pasir (PP) dengan ratio PP 70:30, PP 50:50, PP 33.33:66.67, dan PP 25:75. Selain itu, beberapa campuran plastik dan kaca juga diuji tekan dengan variasi campuran plastik dan kaca (PK) gradasi sama dengan pasir yang

digunakan (Jenis-1), campuran plastik dan kaca (PK) gradasi berbeda dengan pasir yang digunakan (Jenis-2). Sebagai pembanding paving block pada umumnya, maka uji tekan juga dilaksanakan untuk benda uji campuran semen dan pasir (SP).

Campuran plastik yang telah dilelehkan dan dicampurkan dengan agregat dibentuk menjadi kubus ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  dan diuji tekan pada hari ke-28. Hasil yang didapatkan dianalisa untuk menentukan rasio yang paling kuat dan apakah benda uji yang dibuat sesuai dengan syarat SNI (BSN, 1991). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali.

### Uji Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilaksanakan berdasarkan SNI 03-0691-1996 (BSN, 1996).

### Uji Ketahanan terhadap Polutan

Uji ketahanan dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh polutan tertentu terhadap kuat tekan benda uji. Polutan yang digunakan adalah bahan yang sering ditemui dan terkena kontak dengan *paving block* yang telah terpasang seperti deterjen bubuk yang umum digunakan untuk mencuci pakaian, oli kendaraan, dan minyak goreng bekas. Deterjen bubuk sebanyak 50 gram dicampurkan dengan air, sedangkan oli dan

minyak goreng tidak dicampurkan dengan bahan lain.

### Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Uji SEM ditujukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang teksture, komposisi kimiawi dan struktur kristal dari material (Swapp, 2017). Benda yang diuji SEM adalah campuran plastik dan kaca rasio 70:30 yang sudah diuji tekan, Campuran plastik dan kaca rasio 70:30 yang telah direndam oli, campuran plastik dan kaca rasio 70:30 yang telah direndam air deterjen, campuran plastik dan kaca rasio 70:30 yang telah direndam minyak goreng, dan campuran plastik dan pasir rasio 70:30 yang telah diuji tekan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kuat Tekan *Paving Block*

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Tekan

Campuran	% Plastik atau Semen	Kuat Tekan (Mpa)	Mutu (SNI 03-1691-1996)	% Perbedaan Kuat Tekan PP	% Perbedaan Kuat Tekar PK (Jenis 1)
PP		17,24	B	-	-2,03%
PK (Jenis-1)	70%	16,89	C	2,03%	-
PK (Jenis-2)		10,63	D	-	-
SP		8,49	-	50,75%	49,73%

Dari hasil dan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa kaca dapat menjadi pengganti pasir pada campuran *paving block* meskipun terdapat sedikit pengurangan pada kuat tekan. Kuat lekat ini

dipengaruhi permukaan pasir yang lebih kasar dibandingkan dengan permukaan kaca. Dari hasil percobaan dan perhitungan juga dapat dilihat bahwa perbedaan gradasi juga mempengaruhi kuat tekan.

Analisis selanjutnya dapat dilihat pada keruntuhan yang terjadi pada benda uji. Pada campuran plastik 100% hingga rasio 33,33 : 66,67, benda uji mengalami keretakan. Akan tetapi, pada campuran dengan rasio 25:75, benda uji hancur dan terbelah. Pada rasio 25:75, benda uji bersifat getas yang dipengaruhi oleh tingkat pengikatan material pada campuran. Kandungan plastik yang lebih sedikit menyebabkan ikatan campuran yang lebih lemah. Hal ini menyebabkan benda uji menjadi lebih getas.



Gambar 1. Keruntuhan benda uji P 100%



Gambar 2. Keruntuhan benda uji PP 70:30



Gambar 3. Keruntuhan benda uji PP 50:50



Gambar 4. Keruntuhan benda uji PP 33,33:66,67



Gambar 5. Keruntuhan benda uji PP 25:75

Pada proses pembuatan benda uji, plastik dilelehkan menggunakan wajan dengan suhu tinggi. Jenis plastik yang digunakan pada penelitian ini adalah PP dan LDPE.

### Penyerapan Air *Paving Block*

Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air yang telah dilakukan, benda uji memiliki penyerapan air sebesar 0,33%. Hasil tersebut jauh dibawah penyerapan air maksimal untuk *paving block* mutu A, yaitu sebesar 3%. Berdasarkan penyerapan air, benda uji mencapai mutu A.

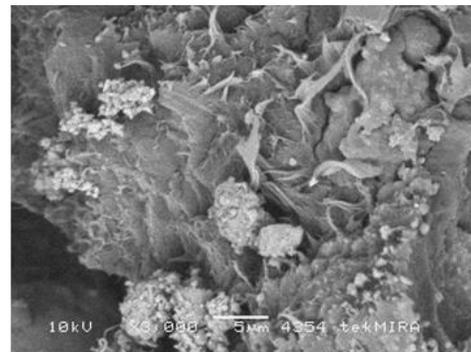
### Ketahanan *Paving Block* terhadap Bahan

Tabel 2. Hasil uji ketahanan terhadap bahan

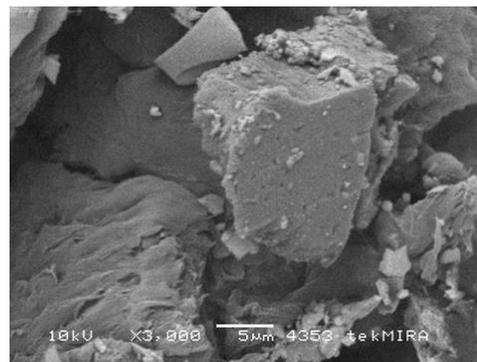
Campuran	% Plastik	% Perbedaan Kuat Tekan (Oli)	% Perbedaan Kuat Tekan (Air Deterjen)	% Perbedaan Kuat Tekan (Minyak Goreng)
Plastik	100	15,36	37,98	-
	50	5,91	-	-9,35
PP	33,33	-	66,33	-
PK	70	0,06	3,37	-14,33

Pengurangan kuat tekan yang disebabkan oli mencapai sekitar 15%, sedangkan deterjen dapat menyebabkan pengurangan kuat tekan hingga sekitar 60%. Akan tetapi, deterjen hanya menyebabkan sekitar 3% pengurangan kuat tekan untuk benda uji campuran plastik dan kaca rasio 1:0,43. Sedangkan, benda uji yang direndam di dalam minyak goreng bekas memiliki kuat tekan yang lebih besar.

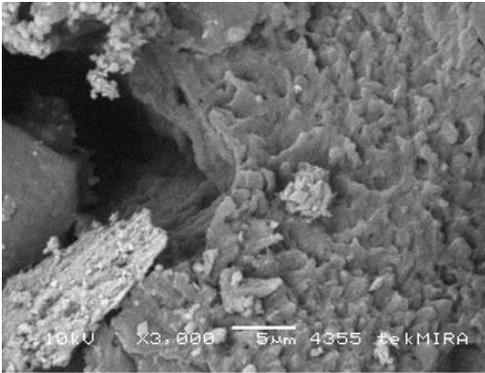
### SEM *Paving Block*



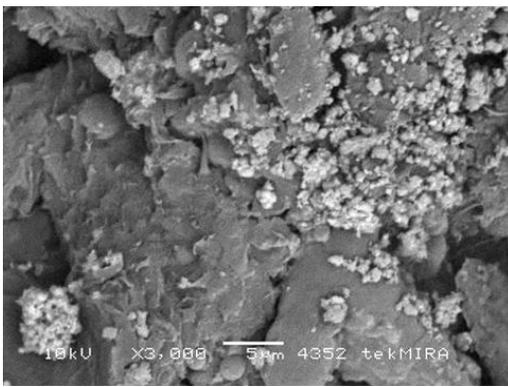
Gambar 6. PP 70:30



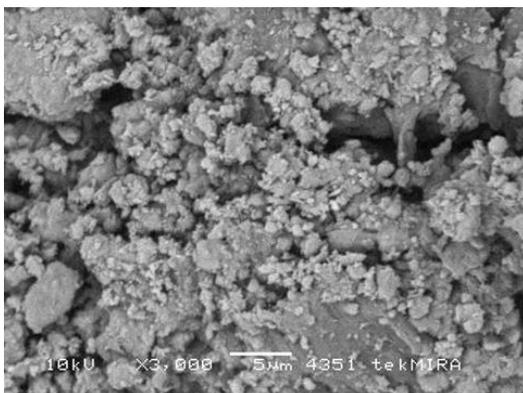
Gambar 7. PK 70:30



Gambar 8. PK 70:30 direndam dalam oli



Gambar 9. PK 70:30 direndam dalam air deterjen



Gambar 10. PK 70:30 direndam dalam minyak goreng

Berdasarkan hasil uji SEM, terdapat beberapa hal yang dapat dibahas. Pertama, pada setiap jenis benda uji masih terdapat rongga di dalamnya. Keberadaan rongga di

dalam benda uji dapat disebabkan oleh proses pemadatan yang kurang saat pembuatannya. Kedua, benda uji yang campuran plastik dan pasir memiliki tekstur yang cukup berbeda jika dibandingkan dengan benda uji campuran plastik dan kaca. Tekstur benda uji campuran plastik dan pasir terlihat lebih kasar jika dibandingkan dengan yang plastik dan kaca. Ketiga, benda uji yang direndam dalam minyak goreng memiliki bentuk yang lebih seragam jika dibandingkan dengan benda uji yang direndam dalam oli atau air deterjen. Rongga di dalamnya juga lebih sedikit dibandingkan jenis lainnya.

## KESIMPULAN

Penelitian ini dapat menyimpulkan bahwa plastik dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen karena benda uji dengan rasio PP 70:30 dapat memenuhi syarat minimal SNI *paving block* mutu B dapat mencapai kekuatan sebesar 17,24 Mpa.

Pemanfaatan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus pada campuran *paving block* menunjukkan bahwa pada rasio berat 70:30, memiliki kuat tekan yang 2% lebih rendah dibanding campuran PP. Gradasi kaca mempengaruhi kuat tekan karena gradasi yang melewati saringan no.30 memenuhi syarat minimal SNI *paving*

block mutu C. Sedangkan gradasi yang melewati saringan nomor 4 dan tertahan nomor 200 tidak memenuhi.

Penyerapan air paving block yang diteliti adalah sebesar 0,33% dan memenuhi syarat minimal SNI paving block mutu A.

Uji ketahanan benda uji yang terendam deterjen dan oli mengalami pengurangan kuat tekan. Uji ketahanan benda uji terendam minyak goreng menunjukkan kenaikan pada kuat tekan

### SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah untuk melakukan penelitian yang lebih spesifik dalam jenis plastik dan rasio campuran untuk dapat menghasilkan campuran dengan kekuatan optimum. Juga untuk melakukan pengujian tingkat molekul dan reaksi kimia untuk mengetahui bentuk ikatan plastik dan agregat yang mempengaruhi kuat tekan. Selain itu, juga mencari cara mengolah plastik yang lebih aman, baik untuk lingkungan dan kesehatan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pelita Harapan, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, dan Program Studi Teknik Sipil di Fakultas Sains dan Teknologi yang telah

mendukung berjalannya penelitian dengan memberikan dana dan kesempatan, serta memfasilitasi dengan skema penelitian/tugas akhir sehingga penelitian ini dapat dilakukan dengan kontrak nomor P-070-FaST/III/2019.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2017. Plastik ini sulit diurai dan butuh ratusan tahun agar bisa terurai. Diunduh dari <https://regional.kompas.com/read/2017/02/24/16463721/.plastik.ini.sulit.diu.rai.dan.butuh.ratusan.tahun.agar.bisa.t.erurai>. Diakses 11/01/2019.
- Anonymous. 2018. 24 persen sampah di Indonesia masih tak terkelola. Diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/gayahidup/20180425101643-282-293362/riset-24-persen-sampah-di-indonesia-masih-tak-terkelola>. Diakses 22/05/2019.
- Anonymous. 2018. Gunung sampah plastik raksasa menyumbat sungai di Indonesia. Diunduh dari <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-43855029>. Diakses 16/04/2019
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. SNI 02-0691-1996 : Bata beton (Paving block).
- Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 03-2403-1991 : Blok beton terkunci untuk permukaan jalan.
- Lenkiewics, Z. and Webster, M. 2017. How to transform plastic waste into paving tiles, A Step-by-step guide. Waste Aid UK : Chartered Institution of Wastes Management.
- Nikmah. 2018. Pemanfaatan limbah thermoplastic polyethylene terephthalate (PET) untuk aplikasi material paving bangunan sebagai

- solusi permasalahan lingkungan. Surabaya : Laporan Penelitian Departemen Teknik Material dan Metalurgi. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Nishikant, K., Nachiket, A., Avadhut, I., and Sangar, A. 2016. Manufacturing of concrete paving block by using waste glass material. *International Journal of Scientific and Research Publications* 6 (6) : 61-69.
- Patnistik, E. 2018. Indonesia penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia. Diunduh dari <https://megapolitan.kompas.com/read/2018/08/19/21151811/indonesia-penyumbang-sampah-plastik-terbesar-kedua-di-dunia>. Diakses 11/01/2019
- Patnistik, E. 2019. Jakarta produksi 1.900-2.400 ton sampah plastik per hari. Diunduh dari <https://megapolitan.kompas.com/read/2018/08/10/14392781/jakarta-produksi-1900-2400-ton-sampah-plastik-per-hari>. Diakses 15/01/2019
- Rohman, A. K. 2016. Analisa uji kuat tekan paving block dengan memanfaatkan tailing sebagai pengganti sebagian semen. Purwokerto : Program Studi Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Skripsi.
- Sellakutty, D. 2016. Utilization of waste plastic in manufacturing of bricks and paver blocks. *International Journal of Applied Engineering Research* 11 (3) : 364-367.
- Swapp, S. 2017. Scanning Electron Microscopy. Diunduh dari [https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/SEM.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html). Diakses 26/05/2019.
- Yamashita, K., Yamamoto, N., Mizukoshi, A., Noguchi, M., Ni, Y., and Yanagisawa, Y. 2009. Compositions of volatile organic compounds emitted from melted virgin and waste plastic pellets. *Journal of the Air & Waste Management Association* 59 (3) : 273-278.