



Daur Ulang Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan Abu Terbang (*Fly Ash*) Menjadi *Paving Block*

Vina Lestari Riyandini¹, Hendri Sawir², Syukri Ilham³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

¹vinalestari@gmail.com*, ²hendrisawir15@gmail.com, ³syukriilham1999@gmail.com.

Abstract

Plastic waste that was disposed of carelessly into the environment causes side effects, namely for groundwater, and was difficult for the soil to decompose, even for hundreds of years. Meanwhile, fly ash has the potential to pollute rivers and seas which were the center of life for coastal communities. Therefore efforts were made to utilize this waste, one of which was in the manufacture of paving blocks. Paving block was a means of transportation that was commonly used in road pavements. This study aims to utilize PET and fly ash plastic waste and determine whether the resulting paving blocks meet standards. This study used a simple method, namely heating PET plastic using a paint-fired gas stove mixing fly ash, and then molding it with the composition of each material, namely 0,5 kg (plastic): 1,5 kg (fly ash), 1 kg (plastic): 1 kg (fly ash), and 1,5 kg (plastic): 0,5 kg (fly ash). The resulting paving blocks were tested for quality according to SNI 03-0691-1996 standards. Based on the research results, the best paving block was obtained with a mixture composition of 1 kg (plastic): 1 kg (fly ash) which has a compressive strength value that almost meets the standard, which was 8.30 MPa and a water absorption capacity of 15.20 %.

Keywords: *Fly Ash, Waste, Paving Block, PET, Plastic*

Abstrak

Sampah plastik yang terbuang sembarangan ke lingkungan menyebabkan efek samping bagi air tanah dan sulit diurai oleh tanah, bahkan hingga ratusan tahun. Sedangkan *fly ash* memiliki potensi mencemari sungai dan laut yang menjadi pusat kehidupan masyarakat pesisir. Oleh karena itu dilakukan upaya pemanfaatan limbah tersebut, salah satunya dalam pembuatan *paving block*. *Paving block* merupakan salah satu sarana transportasi yang sudah lazim digunakan dalam perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah plastik PET dan *fly ash* serta mengetahui apakah *paving block* yang dihasilkan memenuhi standar. Penelitian ini menggunakan metode sederhana yaitu pemanasan plastik bekas PET dengan menggunakan kompor gas bakar cat dan pencampuran *fly ash* lalu dicetak dengan komposisi masing-masing bahan yaitu 0,5 kg (plastik) : 1,5 kg (*fly ash*), 1 kg (plastik) : 1 kg (*fly ash*), dan 1,5 kg (plastik) : 0,5 kg (*fly ash*). *Paving block* yang dihasilkan diuji kualitas sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan *paving block* terbaik dengan komposisi campuran 1 kg (plastik) : 1 kg (*fly ash*) yang mempunyai nilai kuat tekan hampir memenuhi standar yaitu sebesar 8,30 MPa dan daya serap air yaitu sebesar 15,20 %.

Kata kunci: *Fly Ash, Limbah, Paving Block, PET, Plastik*

Diterima Redaksi : 2023-12-06 | Selesai Revisi : 2024-02-28 | Diterbitkan Online : 2024-03-01

1. Pendahuluan

Sampah merupakan permasalahan yang sangat kompleks dan tidak kunjung usai di Indonesia baik di pedesaan maupun di perkotaan, peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan produktivitas sampah juga semakin meningkat. Total sampah nasional pada tahun 2021 mencapai 68,5 juta ton. Dari jumlah itu, sebanyak 17 persen atau sekitar 11,6 juta ton disumbang oleh sampah plastik. Hal yang menarik adalah komposisi sampah nasional menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan timbulan sampah plastik dari 11 persen di tahun 2010 menjadi 17 persen pada tahun 2021 [1].

Plastik merupakan salah satu bahan yang sering digunakan untuk peralatan rumah tangga, otomotif, dan sebagainya. Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Perkembangan produk plastik di Indonesia sangat pesat pada dua dekade terakhir dengan merambah hampir di semua jenis kebutuhan manusia, dari kebutuhan dasar seperti kebutuhan rumah tangga, dan lain-lain [2].

Pemanfaatan sampah plastik PET telah cukup banyak dilakukan oleh masyarakat seperti dilakukannya daur ulang yang menghasilkan barang-barang bernilai ekonomis seperti kerajinan, tas, dan hiasan. Pemanfaatan



ini sangat menguntungkan karena selain mengurangi jumlah timbulan sampah plastik, hal ini juga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat [3]. Selain masyarakat, sampah plastik salah satunya jenis PET ini banyak juga dimanfaatkan oleh peneliti untuk mengembangkan teknologi dan ilmu pengetahuan serta mencari energi dan teknologi alternatif. Sifatnya sebagai polimer ternyata dapat membuat plastik PET dikonversikan menjadi bahan bakar bersama jenis-jenis plastik lainnya [4].

Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) mempunyai efek terhadap lingkungan yaitu mengandung antimon trioksida yang bersifat karsinogen sehingga dapat menyebabkan kanker pada jaringan hidup. Plastik PET dipilih dalam penelitian ini karena menurut Asosiasi Industri Plastik Indonesia (Inaplas) dan Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat Indonesia pada tahun 2022 menghasilkan timbulan sampah plastik berupa produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) bermerek menyumbang 226 ribu ton atau 7,06 persen. Sementara itu, 46 ribu ton atau 20,3 persen dari total timbulan sampah produk AMDK bermerek merupakan sampah AMDK kemasan gelas plastik. Selain itu kemasan PET lebih transparan serta relatif lebih ringan dibanding dengan kemasan lain, seperti HDPE (*High Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*) untuk volume yang sama [5].

Fly ash adalah abu batubara yang sangat halus yang berasal dari aktifitas pembakaran batubara di dalam *furnace* dari suatu boiler pembangkit. *Fly Ash* banyak mengandung mineral-mineral anorganik seperti SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , dan Fe_2O_3 yang dapat mencemari lingkungan, seperti pencemaran udara dan pencemaran tanah [6].

Abu terbang (*fly ash*) sisa pembakaran batubara ini berpengaruh pada kesehatan manusia yaitu terkait dengan timbulnya penyakit saluran pernafasan kronik dan non spesifik, pneumokoniosis, dapat meracuni saraf manusia, dan juga berdampak pada kesehatan lingkungan sekitar. Saat ini diperkirakan 40 persen dari penyakit akibat kerja adalah iritasi kulit berupa dermatitis akibat kerja. Insiden penyakit mencapai 7/10.000 pekerja mengalami dermatitis dan mengakibatkan kehilangan hari kerja rata-rata 2-10 hari per tahun [7].

Potensi *fly ash* di Sumatera Barat terutama pada industri batubara yaitu dapat membangun beberapa bisnis model baik dalam skala korporasi maupun dalam skala ekonomi rakyat sehingga limbah *fly ash* yang semula dipersepsikan sebagai musuh itu bisa menjadi peluang bisnis yang pada akhirnya bisa memberi manfaat bagi banyak pihak. Sementara itu, menurut Direktur Operasi I PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) area pembangkit di Sumatera dihasilkan sekitar 28,5 persen dari *fly ash* sisa pembakaran batubara pembangkit listrik. Pemanfaatan *fly ash* di Sumatera Barat saat ini secara luas telah banyak dimanfaatkan sebagai material pendukung pada

sektor infrastruktur, stabilisasi lahan, reklamasi pada lahan bekas tambang, dan sektor pertanian.

Keberadaan batubara yang melimpah berbanding lurus dengan banyaknya industri yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya dan semakin terus berkembang. Selama ini reputasi bahan bakar fosil terutama batubara, memang sangat buruk apabila dikaitkan dengan masalah pencemaran lingkungan. Limbah padat abu terbang (*fly ash*) terdapat dalam jumlah yang cukup besar yaitu sekitar 15 persen hingga 17 persen dari tiap satu ton pembakaran batubara [8].

Fly ash memiliki karakter partikel yang lebih halus dibanding semen portland dan memiliki sifat hidrolik. Karakteristik ini sangat memungkinkan *fly ash* digunakan sebagai salah satu bahan pengisi *paving block* dalam pembuatan beton bermutu tinggi [9].

Paving block merupakan produk bahan bangunan dari semen yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau penerasan permukaan tanah. *Paving block* juga dikenal dengan sebutan bata beton (*concrete block*) atau *cone block*. Pada umumnya *paving block* dipakai untuk tempat parkir, halaman atau untuk jalan lingkungan. *Paving block* harus memenuhi kualitas sebagai bahan bangunan yang akan digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Kekuatan tekan merupakan salah satu karakteristik kualitas yang harus dimiliki *paving block*. Jika memiliki kuat tekan yang tinggi maka kualitas *paving block* juga akan semakin baik [10].

Penelitian sebelumnya menggunakan jenis plastik *Polypropylene* (PP) sebagai substitusi agregat pada bata beton (*paving block*) dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 6 dan komposisi substitusi cacahan plastik 0,3 %; 0,4 %; 0,5 %; dan 0,6 % dari volume pasir. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan maksimum terjadi pada komposisi plastik 0,4 % sebesar 11,91 Mpa dengan peningkatan sebesar 27,1 % dibanding *paving block* dengan plastik 0 %. Nilai kuat tekan mengalami penurunan pada komposisi plastik 0,5 % dan 0,6 % namun masih lebih besar nilainya dibanding *paving block* dengan plastik 0 %. Nilai daya serap air *paving block* dengan komposisi plastik 0,4 % memiliki nilai paling kecil yaitu sebesar 9 %. Daya serap air maksimum terjadi pada *paving block* normal tanpa substitusi cacahan plastik PP [11].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pembuatan *paving block* dengan inovasi menggunakan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan penambahan limbah abu terbang (*fly ash*). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan plastik PP serta bantuan semen dan pasir dalam pembuatan *paving block*. Penelitian sekarang dikarenakan plastik PET memiliki banyak sifat unggul seperti lebih bening, kedap gas dan air, tahan pelarut, kuat, serta relatif lebih ringan dibandingkan kemasan lain untuk volume yang sama. Sedangkan *fly ash* lebih berperan sebagai pengisi

rongga-rongga kecil yang menjadikan *paving block* kuat tekannya lebih tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah terutama untuk pemanfaatan limbah plastik PET dan *fly ash*, selain itu menganalisis dan membandingkan hasil pengujian yang didapatkan dengan hasil yang ada pada SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*) dengan target mutu D (untuk taman kota dan penggunaan lain).

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali [12].

2.1 Variabel Penelitian

2.1.1 Variabel Terikat

Uji kuat tekan dan uji penyerapan air *paving block*.

2.1.2 Variabel Bebas

Komposisi bahan antara limbah plastik PET dan *fly ash*, diantaranya yaitu (25 persen : 75 persen = 0,5 kg : 1,5 kg), (50 persen : 50 persen = 1 kg : 1 kg), dan (75 persen : 25 persen = 1,5 kg : 0,5 kg).

Catatan : Masing-masing perbandingan dilakukan 3x percobaan

2.2 Alat dan Bahan

Alat pembuatan produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan manual, kompor gas bakar cat, cetakan *paving block*, teflon *magic com*, penumbuk cetakan *paving block*, kuas cat, batang besi pengaduk, sendok semen, dan ember kecil. Sedangkan alat pengujian produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca ohaus digital, alat uji tekan beton (*compression machine*), ember besar, oven, dan desikator.

Bahan pembuatan produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol plastik minuman jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET), abu terbang (*fly ash*), oli, dan air.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Proses Persiapan Sampel

a) Limbah Botol Plastik Minuman Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Botol plastik minuman jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang digunakan pada penelitian ini diambil dari pemulung dan pengumpul yang ada di kota Padang.

b) Limbah Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang (*fly ash*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Ombilin di kota Sawahlunto.

2.3.2 Proses Pembersihan Limbah Plastik PET

Lakukan pembersihan limbah plastik PET terlebih dahulu dengan dicuci untuk menghilangkan kotoran

yang berupa tanah atau kotoran lainnya yang melekat bertujuan agar tidak ada bahan-bahan yang dapat mempengaruhi campuran *paving block*.

2.3.3 Proses Penimbangan Limbah Plastik PET dan *Fly Ash*

Timbang botol plastik minuman jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan abu terbang (*fly ash*) sesuai takaran perbandingan yang telah dibuat yaitu (25 persen : 75 persen = 0,5 kg : 1,5 kg), (50 persen : 50 persen = 1 kg : 1 kg), dan (75 persen : 25 persen = 1,5 kg : 0,5 kg) menggunakan timbangan manual.

Catatan : Masing-masing perbandingan dilakukan 3x percobaan

2.3.4 Proses Pengolesan Oli Pada Cetakan *Paving*

Oleskan oli pada cetakan *paving block* menggunakan kuas cat bertujuan agar nantinya sewaktu pelepasan *paving block* dari cetakan menjadi lebih mudah dan tidak lengket.

2.3.5 Proses Pemanasan Plastik PET dan Pencampuran *Fly Ash*

1. Masukkan botol plastik PET ke dalam teflon *magic com* dan bakar dengan kompor gas bakar cat. Masukkan sedikit demi sedikit botol plastik minuman hingga meleleh.
2. Bakar dan diaduk sempurna selama ± 1 jam dari awal pencampuran hingga bahan cetakan tercampur rata menyerupai bubur.
3. Seiring dengan itu masukkan juga abu terbang (*fly ash*) yang telah diaduk secukupnya dengan air ke dalam cetakan sebagai lapisan pertama.
4. Setelah itu, maka pindahkan lelehan plastik dari teflon ke dalam cetakan *paving* sebagai lapisan kedua.
5. Lalu tambahkan lagi *fly ash* ke dalam cetakan sebagai lapisan ketiga.
6. Setelah semua rata, maka padatkan bahan dalam cetakan menggunakan penumbuk *paving*.
7. Setelah ± 24 jam, lepaskan *paving block* dari cetakannya.
8. Lakukan juga terhadap cetakan berbentuk kubus.

2.3.6 Prosedur Pengujian

a) Pengujian Kuat Tekan

1. Benda uji dalam bentuk kubus (5x5) cm dari ketiga variasi (masing-masing 3 buah).
2. Pastikan permukaan benda uji datar atas dan bawah mengenai alat uji *compression machine* pada permukaannya (putar-putar posisi sampel).
3. Kemudian mengaktifkan alat uji lalu menarik tuas pada alat yang akan memberikan beban tekan dari atas secara perlahan sampai benda uji tersebut hancur atau jarum hitam penunjukkan angka pada alat semakin menurun sedangkan jarum merah tidak turun dan menunjukkan angka yang sebenarnya.
4. Lepaskan tuas jika sudah turun jarum hitam perlahan.

b) Pengujian Daya Serap Air

1. Benda uji dalam bentuk kubus (5x5) cm dari ketiga variasi (masing-masing 3 buah) direndam dalam ember berisi air hingga jenuh (24 jam).
2. Ditimbang beratnya masing-masing dalam keadaan basah menggunakan neraca ohaus digital sebagai berat basah (A).
3. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
4. Masukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit.
5. Lalu ditimbang lagi beratnya masing-masing dalam keadaan kering sebagai berat kering (B).

2.3.7 Pengolahan Data Analisis

a) Pengujian Kuat Tekan

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

P = Beban tekan (N)

L = Luas bidang tekan (mm²)

b) Pengujian Daya Serap Air

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

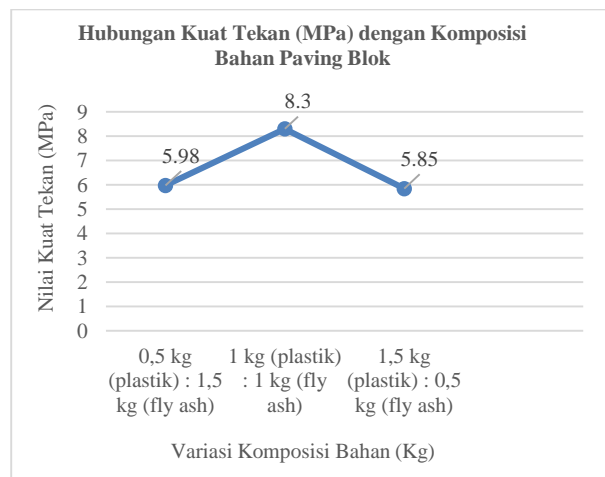
A = Berat bata beton basah (g)

B = Berat bata beton kering (g)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan pada kualitas *paving block* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kualitas *paving block*. Semakin tinggi nilai kuat tekan maka *paving block* semakin kokoh dan semakin sulit dihancurkan. Gambar 1 menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada *paving block* dengan komposisi 1kg plastik PET dan 1kg *fly ash* yaitu sebesar 8,3 MPa. Mengacu pada Standart Nasional Indonesia 03-0691-

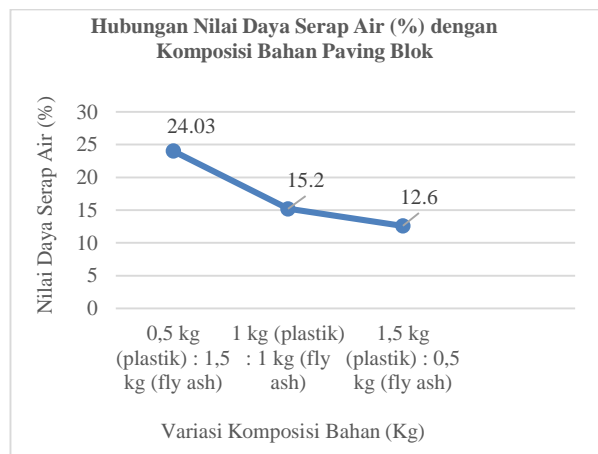
1996 dengan kategori (D), dimana penggunaan paving block dimanfaatkan untuk taman dan penggunaan lainnya yang mana kuat tekan minimum 8,5 MPa.

Pada dasarnya semakin tinggi kuat tekan suatu *paving block* maka tingkat kepadatannya juga jauh lebih besar dan jumlah rongga yang dihasilkan semakin kecil sehingga permeabilitasnya semakin rendah [13]. Jika hasil penelitian dibandingkan dengan standar SNI 03-0691-1996 nilai kuat tekan *paving block* dengan (mutu D) memiliki nilai dibawah standart. Sehingga seluruh variasi perbandingan komposisi memiliki nilai kuat tekan belum memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Hal ini disebabkan karena ikatan antara bahan-bahan penyusun *paving block* belum maksimal dikarenakan jumlah variasi serat PET tidak sesuai dengan *fly ash* yang mengakibatkan kuat tekan *paving block* berkurang, sehingga banyak rongga atau celah kosong yang membuat struktur tatanan *paving block* tidak padat pada saat pengujian.

3.2 Uji Daya Serap Air

Setelah dilakukan pembuatan *paving block* dengan menggunakan 3 variasi komposisi bahan yaitu 0,5 kg plastic : 1,5 kg fly ash, 1 kg plastic : 1 kg fly ash, 1,5 kg plastic : 0,5 kg fly ash dapat dilihat hasil penelitian seperti pada Gambar 2.



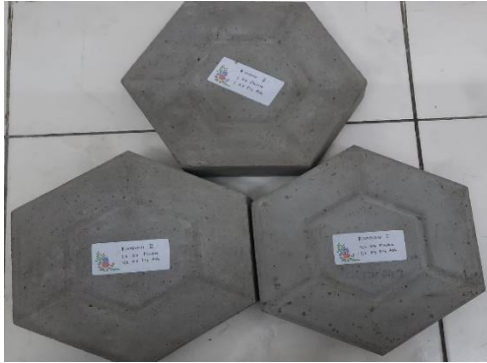
Gambar 2. Grafik Hasil Uji Daya Serap Air

Mengacu pada standar SNI 03-0691-1996 bahwa *paving block* dengan (mutu D) memiliki nilai daya serap air maksimal 10 %. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan nilai daya serap air terendah pada komposisi bahan 1,5 kg plastic dengan 0,5 kg fly ash. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak bahan plastik PET pada campuran *paving block* maka semakin sedikit kemampuan *paving block* dalam menyerap air.

Namun dari ketiga variasi komposisi bahan campuran menunjukkan nilai daya serap air belum memenuhi SNI 03-0691-1996, dimana ketiga variasi menunjukkan nilai diatas 10%. Menurut Tjokrodinuljo (1992) air memiliki peran penting dalam proses pencampuran bahan saat membuat *paving block*, dimana sedikitnya campuran air

menyebabkan *fly ash* bereaksi kurang sempurna sehingga menurunkan daya ikat antara *fly ash* dengan plastik.

Selain itu homogenisasi dari pengadukan bahan baku berupa *fly ash* dan plastik PET mengakibatkan terbentuknya banyak rongga pada paving block sehingga semakin banyak air yang masuk kedalam rongga *paving block*. Bentuk fisik paving block dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk fisik *paving block*

4. Kesimpulan

Limbah plastic PET dan *fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai paving block. Dengan komposisi 1 kg limbah plastic PET dan 1 kg *fly ash* dapat dijadikan paving block dengan kualitas kuat tekan 8,3 MPa dan daya serap air sebesar 15,20%.

Daftar Rujukan

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, <http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-komposisi-sampah>
- [2] Rajkumal, J., et al. "Plastic Waste Inputs From Land Into The Ocean". *J Science* 347 (6223), 768-771. 2015
- [3] Sofiana, Y. " Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Alternatif Bahan Pelapis (Upsholstery) pada Produk Interior". *J INASEA*, 11 (2), hal. 96-102. 2010
- [4] Bajus dan Hajekova. "Thermal Cracking of The Model Seven Components Mixed Plastics into Oils/Waxes, Petroleum & Coal". *J Slovak University of Technology*. 52 (3)164-172. 2010.
- [5] Koswara. Bahaya di Balik Kemasan Plastik. E-book pangan. 2006
- [6] Munir, Misbachul. "Pemanfaatan Abu Batubara (*Fly Ash*) Untuk *Hollow Block* yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan". *Jurnal Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro*.2008
- [7] Harrianto, Ridwan. Buku Ajar Kesehatan Kerja. Jakarta: EGC. 2010
- [8] Antoni dan Nugraha, P, Teknologi Beton, C.V Andi Offset, Yogyakarta. 2007
- [9] Sebayang dan Surya. "Pengaruh Abu Terbang sebagai Pengganti Sejumlah Semen *Type V* pada Beton Mutu Tinggi". *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2): 116-123. 2006
- [10] Mulyasih, S. "Pembuatan Paving Block dengan menggunakan Limbah Las Karbit sebagai Bahan Aditif dengan Perekat Limbah Padat Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*) PLTU Labuhan Angin Sibolga". *Repository Institusi Universitas Sumatera Utara*. 2010. <http://repository.usu.ac.id>
- [11] Gardika Ardhya Kusuma. "Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (PolyPropylene) Agregat pada Bata Beton (Paving Block)". Tesis tidak Diterbitkan. Daerah Istimewa Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. 2019
- [12] Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta. CV.2017
- [13] Tjokrodiluljo, K. *Teknologi Beton (Edisi Pertama)*. Yogyakarta: Biro Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. 1992.