

Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik dan Variasi Fly Ash terhadap Penyerapan Paving Blok Ramah Lingkungan

Anita Intan Nura Diana, Subaidillah Fansuri
Universitas Wiraraja
anita.071288@gmail.com, fadilsri.fs@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i1.5886>

Abstrak

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah non organik yang tidak mudah terurai, sehingga keberadaannya sangat mengganggu lingkungan. Atas dasar ini dibutuhkan alternatif dalam pemanfaatannya. Material lainnya yang dapat di substitusi sebagai bahan campuran paving blok adalah fly ash. Fly ash merupakan hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap. Berdasarkan latarbelakang diatas rumusan penelitian ini "bagaimana pengaruh penambahan limbah botol plastik dan variasi penambahan abu terbang (fly ash) terhadap penyerapan paving blok ramah lingkungan". Penelitian ini menggunakan perbandingan 1Pc : 4 Ps dengan variasi fly ash 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari berat semen dan limbah plastik sebesar 0,5% dari total campuran. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa ada pengaruh secara simultan penambahan variasi fly ash terhadap penyerapan paving block. Secara berurutan hasil penyerapan yaitu 8,62%, 9,46%, 7,26%, 10,33%, 11,86%, dan 11,66%. Model persamaan regresi yang diperoleh $Y = 8,047 + 0,073 X$. Dengan demikian mutu paving block dalam penelitian ini masuk ke dalam mutu D diperuntukan untuk taman kota.

Kata Kunci : Paving blok, Limbah Plastik, Fly Ash

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk tahun 2017 berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) mencapai 261 juta jiwa. Berdasarkan proyeksi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) 2013, jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2018 mencapai 265 juta jiwa. Berdasarkan hasil survei penduduk antar sensus (supas) 2015, jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2019 diproyeksi mencapai 266,91 juta jiwa. Tingginya laju pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan peningkatan pertumbuhan. Peningkatan pertumbuhan berbanding lurus dengan kebutuhan infrastruktur. Pemenuhan kebutuhan infrastruktur berbanding terbalik dengan ketersediaan material bangunan, oleh karena itu dibutuhkan cara untuk memanfaatkan sumber daya alam tertentu dalam jumlah besar dengan tujuan meminimalisir penggunaan material bangunan yang semakin berkurang. *Paving blok* merupakan salah satu elemen bahan bangunan yang sering digunakan didunia konstruksi. Penggunaan *paving blok* sebagai penutup atau pengeras permukaan jalan banyak dimanfaatkan untuk proyek perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman, pekarangan atau halaman rumah, penutup permukaan area parkir (perkantoran, pabrik, sekolah, restoran, apartemen, hotel dan sebagainya). Bahan campuran *Paving blok* terdiri dari semen portland, agregat halus, air dan bahan tambah lainnya tanpa mengurangi mutu *paving blok* tersebut.

Botol plastik merupakan material yang tidak mudah diurai, dan termasuk kategori material an-organik. Keberadaan limbah Botol plastik dapat menyebab-

kan terhalangnya proses peresapan air ke dalam tanah, masalah lebih kompleks dari adanya limbah plastik muncul diantaranya dapat mengurangi, polusi udara, kesuburan tanah, banjir, dan menyebabkan racun terhadap pola rantai makanan terhadap ekosistem laut akibat proses fotodegradasi (paparan sinar matahari terhadap plastik dilaut, sehingga memecah limbah plastik menjadi butiran-butiran kecil). Menurut World Atlas (2018) Indonesia merupakan negara dengan penggunaan botol plastik terbesar no.4 di Dunia, sekitar 4,28 milyar. Beberapa media massa sudah banyak membahas mengenai limbah botol plastik. Kabupaten Sumenep diambil sebagai objek penelitian, dengan beberapa pertimbangan berdasarkan data yang ada yaitu : 1) Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Sumenep mencatat ada sebanyak 20 ton sampah tiap harinya yang dihasilkan oleh warga Sumenep. Mayoritas sampah berasal dari sampah rumah tangga yang terdiri dari sampah plastik, sampah petani dan sampah non organik (Koran Madura, 2018); 2) DLH Kabupaten Sumenep memiliki keterbatasan armada untuk proses pengangkutan dari Tempat Pembuangan Sementara ke Tempat Pembuangan Akhir Sampah. Hanya ada 17 armada truk yang melayani dan kondisinya tidak layak (Medcom.id, 2019); 3) Angka kesadaran masyarakat yang sangat kecil di Kabupaten Sumenep terhadap pengelolaan Sampah. Hal ini dibuktikan dengan adanya kebiasaan masyarakat Kalianget membuang sampah di tepi pantai (JPNN.com, 2019); 4) Minimnya penanganan dan pengelolaan sampah plastik di Kabupaten Sumenep (Koran Madura, 2018). Berdasarkan permasalahan diatas, butuh solusi sebagai bentuk pengurangan limbah

Article History:

Received: August, 28th 2019; Accepted: January, 12th 2020
ISSN: 2502-5325 (Online) **Terakreditasi Peringkat 3** oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (ARJUNA), berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan No: 23/E/KPT/2019 tanggal 8 Agustus 2019

Cite this as:

Diana, A.I.N., Fansuri, S. (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik dan Variasi Fly Ash terhadap Penyerapan Paving Blok Ramah Lingkungan. *Rekayasa*, 13(1), 55-60. doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i1.5886>

© 2020 Author(s)

botol plastik. Beberapa penelitian tentang paving blok telah memanfaatkan limbah botol plastik sebagai komposisi material didalamnya diantaranya penelitian Burhanuddin, Basuki, & Darmanijati (April 2018), Sibuea & Tarigan (2018), Indrawijaya dkk (2019). Pemanfaatan limbah dalam dunia konstruksi sebagai komposisi paving blok tidak hanya berasal dari plastik. Limbah batu bara (fly ash) juga sering digunakan dalam dunia konstruksi. Alasan penggunaan limbah batu bara sebagai pengganti semen adalah harganya relatif terjangkau (murah) dan lebih ramah lingkungan. Beberapa penelitian yang telah memanfaatkan limbah batu bara sebagai komposisi material didalamnya, yaitu Witarso & Lasino (2015), Ifan (2015), Susilowati (2016). Berdasarkan latar belakang diatas maka dirasa perlu melakukan penelitian ini.

Rumusan Masalah :

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah "bagaimana pengaruh penambahan limbah botol plastik dan variasi penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap penyerapan paving blok ramah lingkungan".

Tujuan Penelitian :

Tujuan penelitian ini adalah "Mengetahui pengaruh penambahan limbah botol plastik dan variasi penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap penyerapan paving blok ramah lingkungan"

Urgensi Penelitian :

Secara teoritis nilai urgensi penelitian ini adalah secara spesifik sebagai bahan acuan untuk penelitian berikutnya, secara umum dapat menjadi acuan oleh para pelaku di dunia konstruksi yang memanfaatkan komposisi material paving blok, sehingga diperoleh alternatif komposisi material paving blok yang lain tanpa mengurangi nilai mutu/ kekuatan.

Secara praktis nilai urgensi penelitian ini adalah memberikan alternatif material komposisi paving blok, sehingga dapat mengurangi penggunaan material yang sudah ada. Selain itu dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menekan terjadinya pencemaran lingkungan dan dapat menjadi solusi paving blok ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian experimental yaitu penelitian yang dalam pemecahan permasalahannya menggunakan uji coba di laboratorium. Variabel yang digunakan adalah variabel x (variabel bebas) dan variabel y (variabel terikat). Adapun variabel bebas yang digunakan yaitu variasi *fly ash* dan variabel terikat yaitu penyerapan paving blok. Sampel yang digunakan sebanyak 3 buah untuk masing-masing variasi *fly ash*.

Penelitian ini akan mengukur pengaruh penambahan limbah botol plastik dengan variasi penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap penyerapan Paving blok Ramah Lingkungan. Prosedur pengujian serapan air yang akan dilakukan berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-

1996 tentang bata beton (paving blok). Langkah-langkah pengujiannya yaitu :

1. Benda uji dalam keadaan utuh direndam dalam air hingga jenuh (24 jam), lalu ditimbang beratnya dalam keadaan basah.
2. Selanjutnya, benda uji dikeringkan dalam dapur pengeringan selama kurang lebih 24 jam pada suhu kurang lebih 1050 C. Sampai berat benda uji pada dua kali penimbangan beselisih tidak lebih 0.2% penimbangan terdahulu.
3. Penyerapan air dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

A = Berat bata beton basah
B = Berat bata beton kering

Hasil percobaan yang telah dilakukan di Laboratorium disajikan dalam bentuk tabel yang selanjutnya dianalisis dengan regresi linier sederhana. Adapun persamaan regresi yang akan diperoleh dari hasil analisis yaitu :

$$Y = a + bx \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

X merupakan variabel dependen/ variabel terikat
Y merupakan variabel independen/ variabel bebas
a merupakan konstanta
b merupakan koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan)

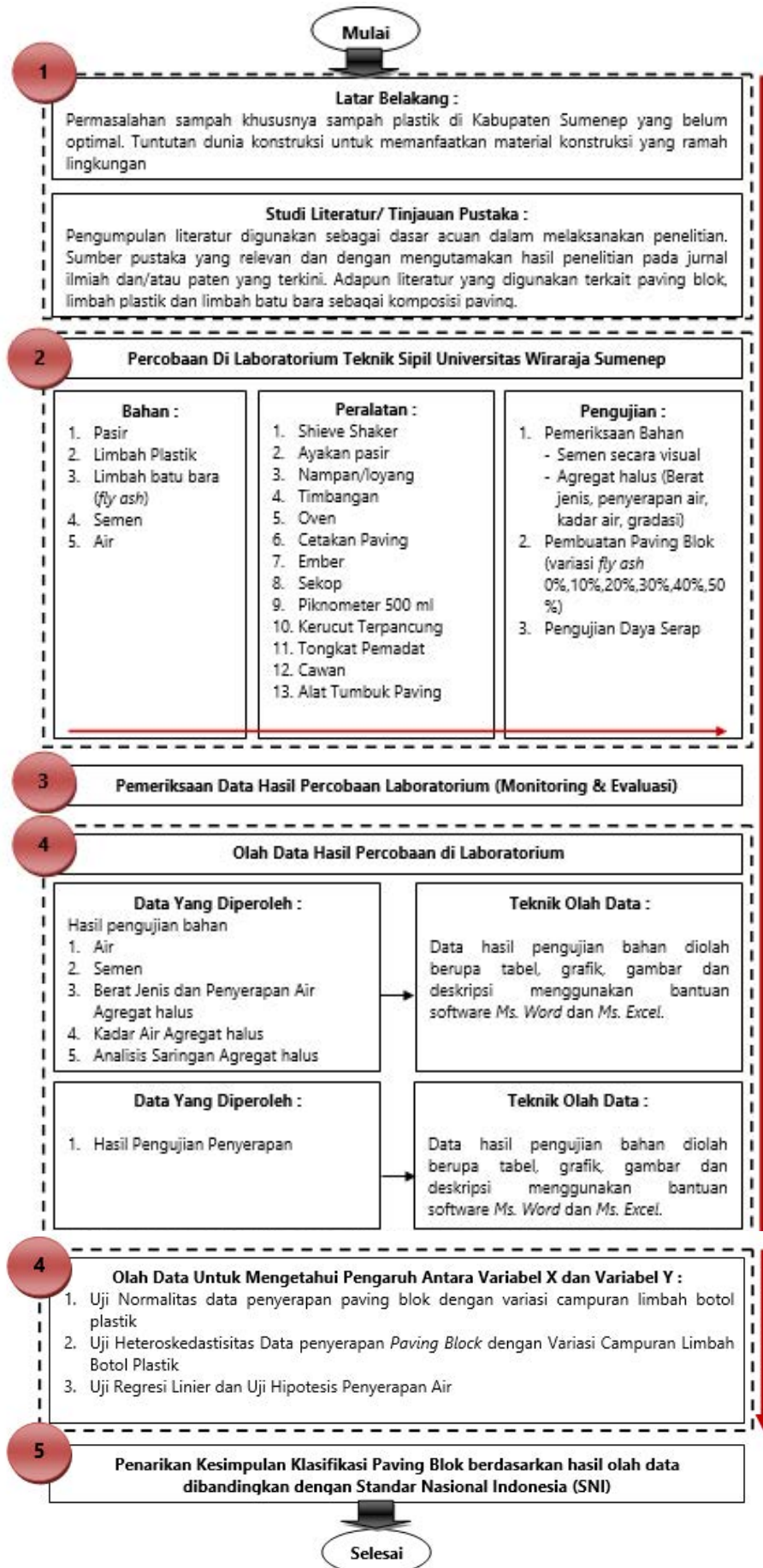
Hasil dari regresi yang didapatkan selanjutnya dilakukan uji hipotesis, apakah ada pengaruh yang signifikan terhadap penyerapan air dengan penambahan limbah botol plastik dengan variasi penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap penyerapan paving blok ramah lingkungan. Pengujian hipotesis yang digunakan menggunakan uji linieritas dan uji signifikan. Kaidah uji linieritas yaitu jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima, sebaliknya jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka H_0 ditolak. Kaidah uji signifikan yaitu jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$ maka H_0 diterima, sebaliknya jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak.

Pengujian analisis regresi linier sederhana menggunakan bantuan *software* SPSS. Data *paving blok* hasil dari pengujian laboratorium juga dianalisis terhadap klasifikasi *paving blok* yang mengacu pada SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving blok*). Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilaksanakan.

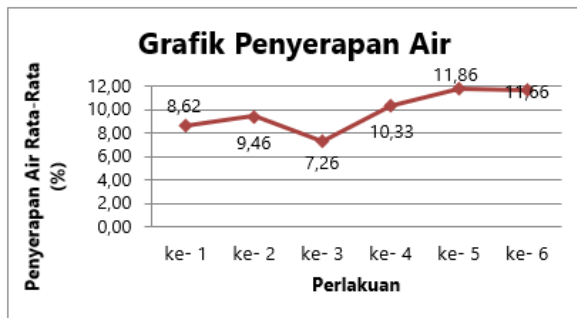
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran Paving Blok

Perbandingan semen dan agregat pada *paving blok* adalah perbandingan berat. Berat *paving blok* dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm, dengan diasumsikan berat 1 buah benda uji kisaran 2,5 Kg. Perbandingan berat semen dan agregat, dengan rasio semen agregat 1Pc : 4Ps dengan perbandingan volume campuran 1Pc : 4 Ps dengan penambahan abu terbang (*fly ash*) dengan variasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari berat semen tersebut



Gambar 1. Diam Alir Penelitian



Gambar 2. Grafik Penyerapan Air Paving blok (Sumber : Analisis Data, 2019)

dan bahan tambahan yang berupa limbah botol plastik sebanyak 0,50% terhadap campuran paving blok dalam benda uji.

Pengujian Penyerapan Paving Blok

Paving blok diuji penyerapan pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996. Sampel yang digunakan untuk pengujian penyerapan air sebanyak 3 buah benda uji. Berikut merupakan hasil pengujian penyerapan paving blok yang disajikan dalam bentuk gambar grafik,

Berdasarkan gambar 2 diatas dapat diinformasikan bahwa rata-rata penyerapan air secara berurutan untuk masing-masing perlakuan variasi fly ash 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% adalah 8,62%, 9,46%, 7,26%, 10,33%, 11,86%, dan 11,66%

Uji Normalitas dan Heteroskedastisitas Penyerapan Paving Blok dengan Variasi Fly Ash

Uji normalitas dipakai untuk mengetahui data penelitian yang telah diperoleh mempunyai distribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas menggunakan program SPSS 20 for windows. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan kolmogorov-smirnov. Metode pengambilan keputusan data terstandarisasi berdistribusi normal jika nilai sig > 0,005.

Tabel 1. Uji Normalitas Data Penyerapan Paving blok dengan Variasi Campuran Abu Terbang (Fly Ash)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	0E-7
	Std. Deviation	1.18115422
	Absolute	.245
Most Extreme Differences	Positive	.106
	Negative	-.245
Kolmogorov-Smirnov Z		1.038
Asymp. Sig. (2-tailed)		.232

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Sumber : Analisis Data (2019)

Nilai residual terstandarisasi dinyatakan menyebar secara normal, karena nilai signifikan sebesar 0,232 > 0,05.

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan asumsi klasik heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas berarti ada varian variable pada model regresi yang tidak sama sedangkan yang diharapkan dalam model regresi adalah yang konstan. Pengujian heteroskedastisitas menggunakan program SPSS 20 for windows. Pengujian heteroskedastisitas pada penelitian ini menggunakan metode Glejser. Gejala heteroskedastisitas ditunjukkan oleh koefisien regresi dari variable bebasnya terhadap nilai absolut residualnya. Pengambilan keputusan bahwa tidak terjadi gejala heteroskedastisitas jika nilai dari probabilitas lebih besar dari nilai alpha (0,05).

Tabel 2. Uji Heteroskedastisitas Data Penyerapan Paving blok Dengan Variasi Fly Ash

Model	Coefficients ^a		t	Sig.
	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients		
B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1.057	.354	2.982	.009
1 Abu Terbang (Fly Ash)	-.010	.012	-.210	-.860 .402

a. Dependent Variable: ABS_RES

Sumber : Analisis Data (2019)

Model regresi tidak terjadi heteroskedastisitas karena nilai sig. variabel abu terbang (fly ash) terhadap absolut residual adalah 0,402 > 0,05.

Analisis Regresi dan Pengujian Hipotesis (Penyerapan Paving Blok)

Data Penyerapan yang didapatkan dianalisis menggunakan regresi linier sederhana, yang sebelumnya telah diuji dengan menggunakan uji normalitas dan uji heteroskedastisitas. Berdasarkan uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi persyaratan. Tahap selanjutnya dilakukan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh variasi campuran abu terbang (fly ash) terhadap penyerapan paving blok. Hasil analisis data dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Hubungan antara variasi campuran abu terbang (fly ash) dengan penyerapan adalah sebesar 0,734. Kontribusi yang disumbangkan variasi fly ash terhadap penyerapan sebesar 0,539 atau 53,9% hal ini berarti variabel variasi fly ash mempengaruhi nilai penyerapan sebesar 53,9%. Nilai dari std. Error of the estimate adalah sebesar 1,217. Hal ini menunjukkan penyimpangan antara persamaan regresi dengan nilai dependent rill sebesar 1,217. semakin kecil nilai std. Error of the estimate maka semakin baik persamaan tersebut sebagai prediksi.

Tabel 3. Model Summary Penyerapan

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.734 ^a	.539	.510	1.21751	.539	18.726	1	16	.001

a. Predictors : constant, fly ash
 b. Dependent Variable: penyerapan
 Sumber : Analisis Data (2019)

Tabel 4. ANOVA Hasil Analisis Regresi Penyerapan

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	27.757	1	27.757	18.726	.001 ^b
1 Residual	23.717	16	1.482		
Total	51.474	17			

a. Dependent Variable: penyerapan
 b. Predictors: (Constant), fly ash

Sumber : Analisis Data (2019)

Nilai probabilitas (sig) adalah 0,001 dan nilai taraf signifikan adalah 0,05. Kemudian langkah selanjutnya adalah membandingkan F hitung dan F tabel serta sig dan α . Dari tabel 4.25 diketahui nilai F hitung adalah 18,726 sedangkan nilai F tabel di dapat 4,20. Maka $F_{hitung} = 18,726 > F_{tabel} 4,20$ (Ho ditolak) dan $sig = 0,001 < 0,05$ (Ho ditolak). Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa ada pengaruh secara simultan terhadap penyerapan dengan penambahan variasi *fly ash*.

Tabel 5. Coefficients Hasil Analisis Regresi Penyerapan

Model	B	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
		Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	8.047	.509		15.817	.000	6.968	9.125
	fly ash	.073	.017	.734	4.327	.001	.037	.108

a. Dependent Variable: penyerapan

Sumber : Analisis Data (2019)

Pengujian hipotesis penelitian dapat dilakukan. Dari tabel coefficients menunjukkan model persamaan regresi untuk memperkirakan nilai penyerapan yang dipengaruhi oleh variasi *fly ash* adalah $Y = 8,047 + 0,073 X$

Penarikan kesimpulan berdasarkan uji linieritas, Kaidah pengujian uji-t adalah, jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ (Ho diterima) tetapi jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ (Ho ditolak). Dari tabel 4.26 diketahui nilai t hitung adalah 4,327 sedangkan nilai t tabel 1,782. Maka $t_{hitung} = 4,327 > t_{tabel} = 1,782$ (Ho ditolak). Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan variasi *fly ash* terhadap penyerapan paving blok.

Penarikan kesimpulan berdasarkan uji signifikansi, kaidah pengujian jika $Sig \leq \alpha$ (Ho ditolak) dan jika nilai $Sig > \alpha$ (Ho diterima). Berdasarkan tabel nilai Sig adalah 0,001 dan nilai α adalah $(\alpha/2) = 0,025$ sehingga $Sig = 0,001 < \alpha = 0,025$ (Ho ditolak). Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara variasi *fly ash* terhadap penyerapan air paving blok.

Analisis Paving Blok Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996 paving blok harus memenuhi standarisasi dengan klasifikasi sebagai berikut :

Tabel 6. Rekapitulasi Mutu Paving Blok Berdasarkan SNI

Perlakuan	Rata-Rata Penyerapan (%)	Mutu Berdasarkan SNI
1 (0% fly ash, 0,5% limbah botol)	8,62	D
2 (10% fly ash, 0,5% limbah botol)	9,46	D
3 (20% fly ash, 0,5% limbah botol)	7,26	C
4 (30% fly ash, 0,5% limbah botol)	10,33	D
5 (40% fly ash, 0,5% limbah botol)	11,86	D
6 (50% fly ash, 0,5% limbah botol)	11,66	D

Sumber : SNI 03-0691-1989

Berdasarkan tabel 6 diperoleh informasi bahwa pertama, hasil penelitian ini diperoleh mutu paving blok masuk kedalam klasifikasi mutu D yang diperuntukan untuk taman kota. Informasi kedua, semakin besar prosentase *fly ash* maka semakin besar daya serap air, hal ini menyebabkan paving blok tidak memenuhi sifat fisik yang telah ditentukan oleh SNI 03-0691-1989 yaitu sebesar 3-10%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada pokok pembahasan sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Persamaan regresi linier variasi fly ash terhadap penyerapan paving blok adalah $Y = 8,047 + 0,073 X$, hasil analisis menunjukkan ada pengaruh yang signifikan antara variasi *fly ash* terhadap penyerapan air paving blok.
2. Mutu paving blok masuk kedalam klasifikasi mutu D yang diperuntukan untuk taman kota. Semakin besar prosentase *fly ash* maka semakin besar daya serap air, hal ini menyebabkan paving blok tidak memenuhi sifat fisik yang telah ditentukan oleh SNI 03-0691-1989 yaitu sebesar 3-10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanuddin, Basuki, & Darmanijati. (April 2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* Vol.18 No.1 , 1-7.
- Consultant, D. (2011). Duwi Consultant. Dipetik Juli 03, 2019, dari Uji Heteroskedastisitas: <http://duwiconsultant.blogspot.com/2011/11/uji-heteroskedastisitas.html>
- Ifan, A. G. (2015). Optimasi Penggunaan Fly Ash dan Bottom Ash PLTU Suralaya dalam Pembuatan Paving Block Mutu Tinggi. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Indrawijaya, B. d. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat untuk Pembuatan Paving Blok Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, Vol. 3 No.1 ISSN 2549 - 0699 , 1-7.
- JPNN.com . (2019, Januari 28). Jaringan Berita Terluas Di Indonesia. Dipetik Juni 30, 2019, dari Ckck, Warga Kompak Buang Sampah di Tepi Pantai: <https://www.jpnn.com/news/ckck-warga-kompak-buang-sampah-di-tepi-pantai>
- Koran Madura. (2018, Desember 04). Pemkab Sumenep Akui Pengelolaan Sampah Plastik Belum Maksimal . Dipetik Juni 30, 2019, dari <http://www.koranmadura.com/2018/12/pemkab-sumenep-akui-pengelolaan-sampah-plastik-belum-maksimal/>
- Koran Madura. (2018, Oktober 29). Tiap Hari Sampah di Sumenep Mencapai 20 Ton, Paling Banyak Dari Rumah Tangga. Dipetik Juni 30, 2019, dari <http://www.koranmadura.com/2018/10/tiap-hari-sampah-di-sumenep-capai-20-ton-paling-banyak-dari-rumah-tangga/>
- Kuncoro, A. P. (2017). Analisis Kuat Tekan Dan Serapan Air Paving Blok Dengan Pemakaian Fly Ash Sebagai. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Medcom.id. (2019, Januari 14). Kendaraan Pengangkut Sampah di Sumenep Banyak Tak Layak Pakai. Dipetik Juni 30, 2019, dari <https://nusantara.medcom.id/jawa-timur/peristiwa-jatim/IKY6DmXN-kendaraan-pengangkut-sampah-di-sumenep-banyak-tak-layak-pakai>
- Murdiyanto, A. (2011). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Jenis Pet (Poly Ethylene Terephthalate) Untuk Agregat Kasar Pembuatan Paving Blok. Jakarta: Program Studi Ilmu Material Universitas Indonesia .
- Rismayasari, Y., Utari, & Santosa, U. (2012). Pembuatan Beton dengan Campuran Limbah Plastik dan Karakterisasinya. Surakarta: Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret .
- Sibuea, A. F., & Tarigan, J. (2018). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Eco Plafie (Economic Plastic Fiber) Paving Block Yang Berkonsep Ramah Lingkungan Dengan Uji Tekan, Uji Kejut, dan Serapan Air. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). Metode Pengambilan Contoh dan Pengujian Abu Terbang atau Pozolan Alam Sebagai Mineral Pencampuran dalam Beton Semen Portland . Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2004). Semen Portland. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standarisasi Nasional Indonesia. (1996). SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving blok). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Susilowati, A. (2016). Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Paving Block Geopolimer. National Conference of Applied Sciences, Engineering, Business and Information Technology (hal. 34-41). Padang: Politeknik Negeri Padang.
- Wibisono, R., Rahmawati, A., & Saputro, I. N. (2016). Pengaruh Penggunaan Terak Dan Fly Ash Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Paving Blok Sebagai Suplemen Bahan Ajar Materi Mata Kuliah Teknologi Beton Ptb Fkip Uns. Surakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, UNS .
- Witarso, & Lasino. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Terbang Pada Paving Block. Bandung: Pusat Litbang Permukiman.