

## Pengaruh Komposisi Komposit Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) Dengan Pasir Terhadap Kerusakan Paving Block Akibat Drop Test

I W A Ody Nugraha<sup>1)</sup>, N P G Suardana<sup>2)\*</sup>, & C I P K Kencanawati<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana

\*Corresponding author : npgsuardana@unud.ac.id

**Abstrak** – Sampah plastik memang menjadi hal yang sangat menakutkan karena sampah kantong plastik membutuhkan waktu 50-100 tahun untuk bisa terurai. Sehingga sampah plastik menjadi masalah yang sangat serius bagi lingkungan maupun makhluk hidup. Peneliti mencari alternatif dengan cara mencacah limbah plastik dan proses pemanasan limbah plastik yang akan di manfaatkan sebagai paving block. Bahan yang di gunakan diantaranya limbah kantong plastik jenis LDPE yang sudah di cacah sebagai pengikat (matrik) dan pasir yang telah diayak dengan ukuran butiran 3mm sebagai penguat (reinforcement). Paving block plastic-pasir menggunakan perbandingan berat pasir berbanding dengan plastik yaitu 1:5 dan 1:7. Proses pembuatan paving block menggunakan standar sebagai acuan, SNI-03-0691-1996. Paving block di uji dengan ketinggian 1 meter, 2 meter dan 3 meter dengan pengujian drop test, ada 2 metode penjatuhnya yaitu posisi jatuh datar dan posisi jatuh tepi. Kerusakan tertinggi terjadi pada komposit campuran plastik dengan pasir 1:7 ketinggian drop test 3 meter sebesar 24.9648 %, sedangkan kerusakan terkecil didapatkan dari perbandingan 1:5 dengan hasil 0.1152 % pada ketinggian yang sama. Semakin tinggi elevasi penjatuhnya baik paving plastik maupun paving semen memiliki kerusakan semakin tinggi.

**Kata kunci:** Sampah plastik, pasir, paving blok, uji jatuh

**Abstract** – Plastic waste is indeed a very concern thing that we all really scared of, because it takes 50-100 years to be destroyed by the earth. That makes plastic waste become a very important case for the environment and the organism. Scientist are trying to find an alternative way to reduce it by chopping it and heating the plastic waste to be use for paving block. The materials include the LDPE type of plastic waste that had already chopped which we going to use for the bond (matrik) and sand that had already being sifted and measured as 3mm for the grain size as a amplifier (reinforcement). Sand-plastic paving blocks use a weight ratio of sand compared to plastic as 1: 5 and 1: 7. The process of making paving blocks uses the standard as a reference, SNI-03-0691-1996. Paving blocks are tested with a height of 1meter, 2meters and 3meters with a drop test, there are 2 methods of falling test of paving blocks which are the flat fall position and the edge fall position. The highest damage occurred in a composite mixture of plastic with sand 1: 7, the height of the 3 meters drop test was 24.9648%, while in the other hand the smallest damage was obtained from a ratio of 1: 5 with 0.1152% results at the same height. The higher the elevation of the drop, both plastic paving and cement paving the higher the damage.

**Keyword:** Plastic waste, sand, paving blocks, drop test

### 1 PENDAHULUAN

Plastik sudah menjadi komponen penting dalam kehidupan saat ini. Hampir setiap orang tidak terlepas dari plastik dalam aktivitas sehari-hari, bahkan peran bahan plastik dapat menggantikan kayu dan logam karena kelebihan yang dimilikinya antara lain ringan dan kuat, tahan terhadap korosi, anti rayap, transparan dan mudah diwarnai, serta memiliki sifat insulasi yang cukup baik. Sampah plastik memang menjadi hal yang menakutkan karena sampah ini sulit terurai dan

khususnya untuk sampah kantong plastik diperkirakan setiap orang menghabiskan 170kg kantong plastik setiap tahunnya dan sekitar 500 miliar hingga satu triliun kantong plastik digunakan di seluruh dunia. Lebih dari 17 miliar kantong plastik dibagikan secara gratis oleh supermarket di seluruh dunia untuk setiap tahunnya [1]. Pengolahan sampah plastik menjadi bahan campuran paving merupakan salah satu pengembangan ilmu pengetahuan yang memberikan hasil positif untuk mengatasi masalah lingkungan, meningkatkan taraf hidup orang banyak [2]. Paving

harus memiliki kuat tekan yang tinggi untuk mampu menahan beban kerusakan pada saat pengiriman paving block salah satu contoh terjatuh dari atas truck atau pun saat pemasangan paving block. Pada penelitian (drop test) ini akan dilakukan pengujian menjatuhkan paving block dari ketinggian dengan posisi berbeda-beda, sehingga menghasilkan paving block yang lebih kuat dan berkuwalitas yang baik.

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh komposisi komposit limbah plastik jenis low density polyethylene dengan pasir jika dijatuhkan ketinggian 1 meter, 2 meter, dan 3 meter?
2. Bagaimana pengaruh komposisi komposit limbah plastik jenis low density polyethylene dengan pasir jika dijatuhkan dengan posisi jatuh sisi datar dan posisi jatuh sisi tepi?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Menggunakan pasir dari sungai dengan butiran ukuran  $\leq 3$  mm.
2. Plastik yang digunakan adalah limbah kantong plastik berjenis LDPE yang diasumsikan memiliki karakteristik yang sama.
3. Menggunakan cetakan paving berbentuk balok dengan ukuran 20 x 20 x 6 cm.

## 2 LANDASAN TEORI

Paving block adalah adukan kering yang dibuat dengan cara pemadatan dan tersusun dari campuran pasir dan semen portland. SII 0819-88 mendefinisikan paving block sebagai suatu komposisi bahan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu paving block tersebut. Bentuk paving block bermacam-macam, diantaranya segi empat (holand), uni, trihek, dan segi enam. Bentuk paving block yang paling banyak dipakai dan disukai di Indonesia adalah paving block berbentuk segi empat. Hal ini karena keterkaitan dengan bentuk yang sederhana, menarik dan kekuatan tekanya. Dalam pembuatan paving dikenal dengan dua metode, yaitu metode konvensional (manual) dan metode mekanis. Plastik berasal dari bahasa Yunani "Plastikos", yang berarti mudah dibentuk atau dideformasi. LDPE adalah plastik tipe cokelat sering dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang

bersifat lunak. Plastik LDPE memiliki ciri kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 gmL<sup>-1</sup>, separuhnya berupa kristalin (50- 60%) dan memiliki titik leleh 115°C. Uji ini dilakukan untuk melihat seberapa kuat paving plastik ini jika dijatuhkan dari ketinggian, sehingga akan menghasilkan paving yang berkualitas baik, metode pengujian ini yaitu paving di jatuhkan dari ketinggian 1 Meter sampai 3 Meter dengan posisi datar dan tepi, hasilnya akan diamati secara visual apakah ada yang pecah atau retak ketika sudah di jatuhkan dari ketinggian tersebut.

Uji drop test dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase kerusakan} = \frac{\text{Berat sebelum di uji} - \text{Berat setelah di uji}}{\text{Berat sebelum di uji}} \times 100\% \quad (1)$$

## 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Bahan Dan Alat

Adapun bahan dan alat penelitian yang akan digunakan adalah :

#### 3.1.1 Bahan

1. Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)
2. Pasir 2-3 mm yang diambil dari Tukad Unda Klungkung

#### 3.1.2 Alat

1. Alat Pencacah Plastik
2. Alat Pencair dan Alat Pencampur Cacahan Plastik dengan Pasir
3. Alat Press Paving Block
4. Cetakan
5. Thermometer Infrared
6. Timbangan Digital
7. Alat Drop Test

### 3.2 Langkah Penelitian

#### 3.2.1 Pembuatan Komposit

1. Pasir dicuci untuk menghilangkan debu dan bahan pengotor lainnya kemudian dikeringkan secara alami di bawah sinar matahari selama 24 jam.
2. Ayak pasir dengan menggunakan ayakan 3 mm
3. Bersihkan sampah plastik dari kotoran kemudian keringkan di bawah sinar matahari

4. Cacah bahan plastik bekas dengan mesin pencacah plastik.
5. Panaskan tungku hingga suhu 200°C, kemudian masukan pasir ukuran < 3 mm dan plastik yang sudah dicacah dengan komposisi plastik : pasir (1:5 dan 1:7)
6. Tunggu kurang lebih 30 menit, sembari menunggu kontrol suhu dengan alat pengukur suhu di 200°C
7. Siapkan cetakan dan lapiasi cetakan dengan *Gliserin* agar komposit tidak melekat pada cetakan, ratakan dengan tisu untuk menipiskan lapisan *Gliserin*.
8. Setelah 30 menit Cetak bahan dengan dengan mesin pres agar lebih padat dan tidak terjadi void yang berlebih dengan ukuran sesuai standar SNI-03-0691-1996
9. Tunggu 20 menit agar paving merkat dengan baik
10. Keluarkan bahan dari cetakan.

### 3.2.2 Pengujian Komposit

1. Spesimen uji yang telah dicetak disiapkan
2. Selanjutnya diberi pengkodean yang berisikan perbandingan dan nomor spesimen
3. Pengujian *drop test* dengan ketinggian 1 meter, 2 meter dan 3 meter paving plastik dan paving beton dengan ukuran standar SNI-03-0691-1996
4. Setelah di lakukan drop test paving diamati dan ditimbang untuk mendapatkan data
5. SEM.

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hasil penelitian dilakukan sejak awal proses pencampuran bahan paving plastik jenis LDPE dengan pasir suhu 200°C dan paving semen dengan pasir memakai perbandingan 1:5 dan 1:7 dengan butiran pasir 3mm selanjutnya proses pencetakan spesimen sampai pada proses pengujian seperti uji drop test dan SEM.

### 4.1 Data Hasil Pengujian Drop Test

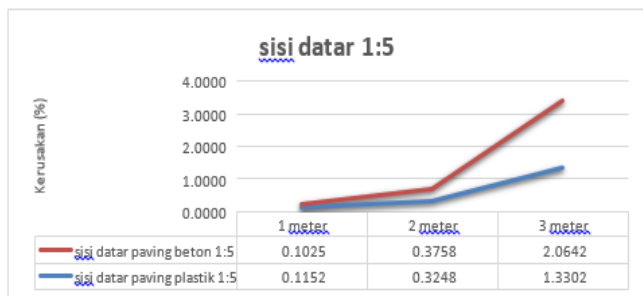
Pengambilan data uji drop test paving plastik dan paving beton dengan masing-masing perbandingan 1:5 dan 1:7 dilakukan dengan menggunakan alat drop test dengan ketinggian 1 sampai 3 meter untuk mengetahui perbandingan kekuatan paving plastik dengan paving beton. Berikut tabel hasil perhitungan perbandingan kekuatan antara paving plastik dengan paving semen menggunakan alat uji drop test.

**Tabel 1** Tabel hasil rata-rata pengujian drop test perbandingan 1:5 sisi datar dan sisi tepi paving plastik

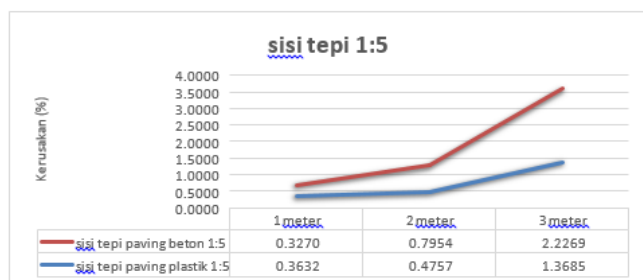
perbandingan	ketinggian (m)	sisi datar				
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	Rata-rata (%)
Plastik:pasir (1:5)	1	4,094	4,089	5	0.1221	0.1152
		4,449	4,441	8	0.1798	
		4,574	4,572	2	0.0437	
	2	4,512	4,494	18	0.3989	0.3248
		4,390	4,372	18	0.4100	
		4,228	4,221	7	0.1656	
	3	4,774	4,472	302	6.3259	2.8174
		4,399	4,386	13	0.2955	
		4,370	4,290	80	1.8307	
perbandingan	ketinggian (m)	sisi tepi				
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	Rata-rata (%)
Plastik:pasir (1:5)	1	4,953	4,947	6	0.1211	0.3632
		4,005	4,000	5	0.1248	
		4,742	4,702	40	0.8435	
	2	4,291	4,267	24	0.5593	0.4757
		4,007	3,998	9	0.2246	
		4,819	4,788	31	0.6433	
	3	3,817	3,772	45	1.1789	1.3685
		4,442	4,388	54	1.2157	
		4,442	4,366	76	1.7109	

**Tabel 2** Tabel hasil rata-rata pengujian drop test perbandingan 1:5 sisi datar dan sisi tepi paving beton.

perbandingan	ketinggian (m)	sisi datar				
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	rata-rata (%)
Semen:pasir (1:5)	1	5,163	5,157	6	0.1162	0.1025
		5,212	5,208	4	0.0767	
		5,243	5,237	6	0.1144	
	2	5,221	5,205	16	0.3065	0.3758
		5,251	5,230	21	0.3999	
		5,224	5,202	22	0.4211	
	3	5,221	5,145	76	1.4557	4.0131
		5,373	5,121	252	4.6901	
		5,294	4,982	312	5.8935	
perbandingan	ketinggian (m)	sisi tepi				
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	rata-rata (%)
Semen:pasir (1:5)	1	5,055	5,034	21	0.4067	0.3270
		5,222	5,204	18	0.3454	
		5,021	5,009	12	0.2289	
	2	5,263	5,253	10	0.1915	0.7954
		5,224	5,155	69	1.3140	
		5,200	5,154	46	0.8806	
	3	5,167	5,048	119	2.2793	1.4650
		5,288	5,221	67	1.2470	
		5,132	5,086	46	0.8689	



Gambar 1 Rata-rata Persentase Kerusakan pada sisi datar paving plastik dan paving beton 1:5 Butiran 3mm dan suhu 200°



Gambar 2 Rata-rata Persentase Kerusakan pada sisi tepi paving plastik dan paving beton 1:5 Butiran 3mm dan suhu 200°

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 di atas, dari hasil drop test yang dilakukan menggunakan campuran plastik jenis LDPE-pasir dengan variasi ketinggian pengujian drop test 1m, 2m, dan 3m dengan dua metode penjatuhan yaitu sisi datar dan sisi tepi, diperoleh hasil bahwa semakin banyak pasir yang dicampur dengan plastik atau semen semakin tinggi elevasi penjatuhannya baik paving plastik maupun paving semen memiliki kerusakan semakin tinggi.

Hal ini dibuktikan dengan semakin banyaknya persentase kerontokan yang terjadi. Bila dibandingkan metode penjatuhannya, berdasarkan Gambar 2 menunjukkan kerontokan yang tertinggi terjadi pada paving dengan perbandingan campuran semen dan pasir 1:5, dan dengan ketinggian 3m sebesar 2.2269%. Hal ini juga menunjukkan bahwa paving semen dan pasir lebih rapuh. Namun paving dengan perbandingan campuran plastik dan pasir 1:5 pada sisi datar memiliki kerontokan paling rendah yaitu 0.1152 % dari drop test. Dari rata-rata presentase kerusakan paving pada grafik di atas paving dengan campuran plastik dan pasir lebih kecil dari pada paving campuran semen pasir. Hal ini terjadi karena paving plastik 1:5 seluruh penguat (*Reinforcement*) terikat oleh matriks. Selain itu paving plastik pasir lebih ringan dari pada paving semen pasir dan dari pengamatan secara visual sesudah melakukan pengujian drop test paving plastik kerusakannya hanya

sedikit, kerusakan pada bagian pinggir, berbeda dengan paving semen yang sampai pecah.

Tabel 3 Tabel hasil rata-rata pengujian drop test perbandingan 1:7 sisi datar dan sisi tepi paving plastik

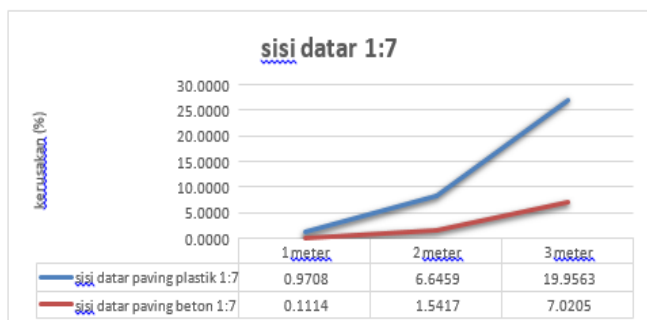
perbandingan	ketinggian (m)	sisi datar				Rata-rata (%)
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	
Plastik:pasir (1:7)	1	4,788	4,722	66	1.3784	0.9708
		4,720	4,663	57	1.2076	
		4,595	4,580	15	0.3264	
	2	4,050	3,800	250	6.1728	6.6459
		4,496	4,248	248	5.5160	
		3,649	3,348	301	8.2488	
	3	4,165	3,788	377	9.0516	19.9563
		3,870	2,846	1,024	26.4599	
		4,163	3,149	1,014	24.3574	
perbandingan	ketinggian (m)	sisi tepi				Rata-rata (%)
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	
Plastik:pasir (1:7)	1	4,043	3,915	128	3.1660	3.8623
		4,605	4,576	29	0.6298	
		3,966	3,657	309	7.7912	
	2	3,817	3,153	664	17.3959	9.5431
		4,112	3,742	370	8.9981	
		4,026	3,936	90	2.2355	
	3	3,556	2,671	885	24.8875	24.9648
		4,099	2,530	1,569	38.2776	
		3,990	3,522	468	11.7293	

Tabel 4 Tabel hasil rata-rata pengujian drop test perbandingan 1:7 sisi datar paving beton

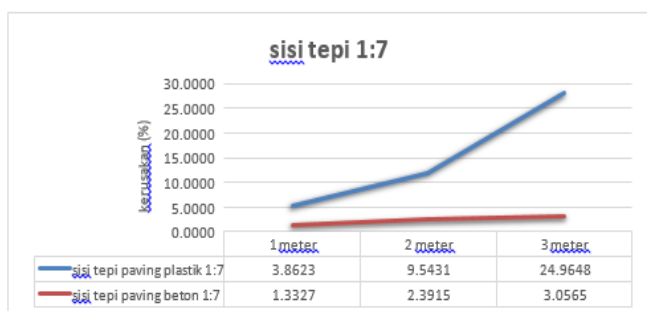
perbandingan	ketinggian (m)	sisi datar				Rata-rata (%)
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	
Semen:pasir (1:7)	1	4,962	4,960	2	0.0403	0.1114
		5,090	5,080	10	0.1965	
		5,133	5,128	5	0.0974	
	2	5,162	5,156	6	0.1162	1.5417
		5,114	4,950	164	3.2069	
		4,762	4,700	62	1.3020	
	3	5,003	3,980	1,023	20.4477	7.0205
		5,150	5,132	18	0.3495	
		4,921	4,908	13	0.2642	

Tabel 5 Tabel hasil rata-rata pengujian drop test perbandingan 1:7 sisi tepi paving beton

perbandingan	ketinggian (m)	sisi tepi				Rata-rata (%)
		berat sebelum di uji (g)	berat setelah di uji (g)	hasil (g)	%	
Semen:pasir (1:7)	1	4,831	4,812	19	0.3829	1.3327
		5,062	4,994	68	1.3360	
		5,000	4,883	117	2.2794	
	2	4,936	4,821	115	2.2278	2.3915
		5,072	5,051	21	0.4106	
		5,064	4,848	216	4.5359	
	3	4,983	4,710	273	5.4567	3.0320
		5,252	5,119	133	2.5825	
		5,038	4,986	52	1.0567	

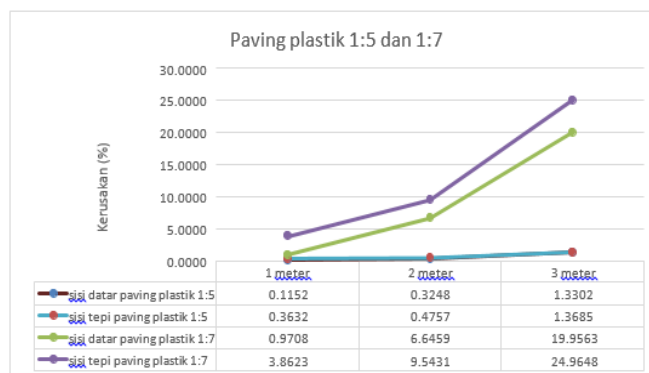


Gambar 3 Grafik Rata-rata Persentase Kerusakan pada sisi datar paving plastik dan paving beton 1:7 Butiran 3mm dan suhu 200°C



Gambar 4 Grafik Rata-rata Persentase Kerusakan pada sisi tepi paving plastik dan paving beton 1:7 Butiran 3mm dan suhu 200°C

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 dengan campuran 1:7 di atas, jauh berbeda dengan perbandingan campuran 1:5, perbandingan campuran 1:7 presentase kerontokannya lebih besar, karena lebih banyak penguat (*Reinforcement*) yang tidak terikat oleh matriks. Bisa dilihat dari grafik di atas, presentase kerontokannya semakin meningkat disetiap ketinggian baik itu paving dengan posisi jatuh sisi tepi maupun paving posisi jatuh sisi datar. Paving dengan kerusakan paling banyak pada ketinggian 3 meter jatuh dengan posisi sisi tepi 24.9648 %, paving dengan kerusakan mencapai 24.9648 % sudah tidak bisa digunakan, karena batas maksimum teloransi kerusakan paving yang bisa digunakan yaitu 1% dari total paving SNI-03-0691-1996.

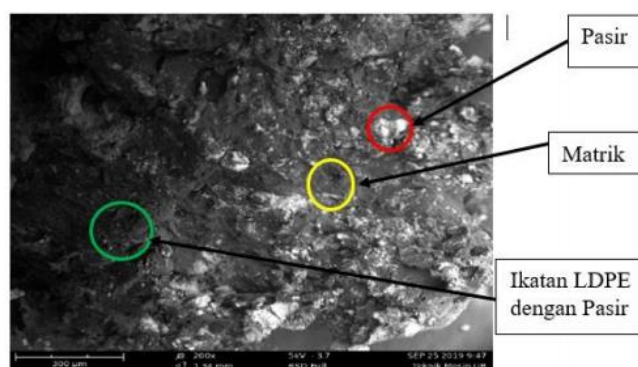


Gambar 5 Grafik Rata-rata Persentase Kerusakan pada paving plastik 1:5 dan 1:7 Butiran 3mm dan suhu 200°C

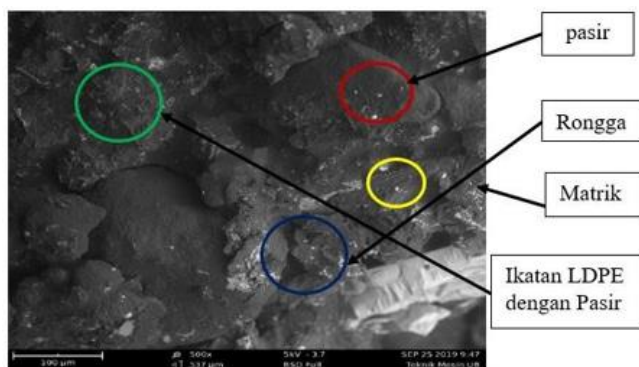
Berdasarkan Gambar 5 dimana perbandingan kerusakan antara paving plastik 1:5 dan 1:7 di atas paving dengan perbandingan 1:5 jauh lebih kecil kerusakannya dari pada paving dengan campuran 1:7, karena paving plastik dengan campuran 1:5 seluruh penguat (*Reinforcement*) rata dilapis oleh matriks namun sebaliknya yang terjadi pada paving dengan campuran 1:7. disamping itu perbedaan antara campuran 1:5 dan 1:7 bisa dilihat dari hasil uji SEM.

#### 4.2 Data Hasil Uji SEM

Pengamatan SEM ini dilakukan untuk mengetahui struktur ikatan antara matrik dengan pasir. Berikut ini adalah hasil dari pengamatan SEM terhadap benda uji paving plastik dengan variasi perbandingan campuran 1:5 dan 1:7 menggunakan butiran pasir 3 mm dengan suhu 200°C yang telah diuji drop test.



Gambar 6 SEM paving plastik 1:5



**Gambar 7** SEM paving plastik 1:7

Terlihat permukaan pecahan spesimen seperti gambar dimana paving plastik dengan perbandingan komposisi plastik dan pasir 1:5 (Gambar 6) kerusakannya lebih sedikit seperti terlihat foto SEM permukaan spesimen sangat rapat hampir tidak terlihat ada rongga atau celah, yang mana artinya seluruh plastik mengikat pasir sehingga kekuatannya lebih baik. Bila dibandingkan dengan paving plastik yang memiliki perbandingan plastik dan pasir 1:7 (Gambar 7) terlihat bahwa banyak rongga hal ini menunjukkan tidak semua pasir terikat oleh plastik sehingga kekuatannya lebih lemah dibandingkan dengan paving plastik 1:5.

## 5 SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Paving plastik komposisi 1:5 memiliki kekuatan drop lebih baik dari paving semen dengan komposisi yang sama, sedangkan untuk paving plastik komposisi 1:7 kekuatannya lebih rendah dari paving semen pada komposisi yang sama.

2. Semakin tinggi komposisi pasir pada komposit plastik semakin tinggi juga kerusakan yang terjadi. Kerusakan akibat drop test sisi tepi lebih besar dari pada drop test sisi datar baik untuk paving blok dengan komposisi 1:5 maupun 1:7. Kerusakan tertinggi terjadi pada komposit campuran plastik dengan pasir 1:7 ketinggian drop test 3 meter sebesar 24.9648 %, sedangkan kerusakan terkecil didapatkan dari perbandingan 1:5 dengan hasil 0.1152 % pada ketinggian yang sama.

## ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA PNBP Universitas Udayana TA-2020 sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Nomor : B/20-38/UN14.4.A/PT.01.05/2020, tanggal 10 maret 2020

## KEPUSTAKAAN

- [1] Nasrun, Eddy Kurniawan, Inggit Sari 2016 *Pengolahan Kantong Plastik Jenis Kresek Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Kampus Bukit Indah, Muara Satu, Lhokseumawe, Aceh 24352.
- [2] AR Hakim, 2012. *Pemanfaatan Limbah Padat (plastik) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Pengganti Bensin*. Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UPN "Veteran" Jatim.