

Pengaruh Waktu Perendaman terhadap Daya Serap Air dan Kekuatan Tekan Komposit Batu Kapur/HDPE

M A Malik I Kamka¹⁾, N P G Suardana^{1*)}, & C I P K Kencanawati¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana

^{*)}Corresponding author : npgsuardana@unud.ac.id

Abstrak

Penelitian ini berupaya mengurangi jumlah limbah plastik dengan pembuatan paving block menggunakan limbah kantong plastik. Paving juga diminta tahan terhadap gerusan air hujan dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Bahan plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe kantong plastik HDPE (High Density Polyethylene) yang sudah dicacah hingga menjadi serpihan kecil, limbah batu kapur kemudian dicacah dan diayak dengan butiran 3mm dan 10mm. Proses pencampuran sampah plastik dengan batu kapur menggunakan mesin pengaduk dengan komposisi plastik: batu kapur 3mm: batu kapur 10mm (1: 2 ½ : ½ dan 1: 4 ½ : ½) dengan suhu pemanasan 200°C kemudian dicetak dengan mesin press. Spesimen kemudian direndam dengan variasi rendam selama 5 hari, 10 hari, 15 hari, dan 30 hari kemudian dilakukan uji tekan. Serapan air tertinggi didapatkan pada campuran perbandingan plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm 1: 4 ½ : ½ sebesar rata-rata serapan 1,6%. Pengaruh perendaman mengakibatkan penurunan kekuatan hingga kerusakan pada spesimen setelah dilakukan uji tekan. Kuat tekan rata-rata 21,29 MPa didapatkan dari campuran plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm 1: 2 ½ : ½ dengan lama perendaman 30 hari. Semakin lama perendaman membuat kuat tekan menurun.

Abstract

This study seeks to reduce the number of plastic bags by making paving blocks using plastic waste. Paving is also asked to withstand rainwater scouring and has high compressive strength. The plastic material used in this study is HDPE (High Density Polyethylene) plastic bags type that have been chopped up to become small flakes, the limestone waste is then chopped and sieved with 3mm and 10mm granules. The process of mixing plastic with limestone using a mixer with a composition plastic: limestone 3mm : limestone 10mm (1: 2 ½ : ½ and 1: 4 ½ : ½) with heating temperature of 200°C then formed with a pressing machine. The specimens were immersed for 5 days, 10 days, 15 days, and 30 days later were subjected to compressive test. The highest water absorption obtained in mixture of plastic to limestone 3mm and limestone 10mm 1 : 4 ½ : ½ with an average absorption of 1.6%. The effect of immersion causes decrease in strength to damage to the specimen after a compressive test. The highest average of 21,29 MPa compressive strength is obtained from mixture of plastic with limestone 3mm and limestone 10mm 1:2 ½ : ½ with 30 days immersion. So the longer immersion causes a decrease in compressive strength.

Kata kunci: *Paving blocks, plastic waste, HDPE, limestone, water absorption*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan plastik yang meluas ini dikaitkan dengan mudahnya dan nyaman digunakan dan kantong plastik dibuang sebagai limbah biasanya setelah digunakan sekali saja. Juga diyakini bahwa setelah masuk ke lingkungan, kantong plastik dapat bertahan hingga 1000 tahun untuk mengalami degradasi dan karenanya menimbulkan tantangan pembuangan tanpa bisa diurai oleh sinar matahari dan atau mikroorganisme [1]. Jika tidak diolah, plastik akan menjadi masalah besar bagi lingkungan karena tidak mudah hancur dan juga menghalangi air meresap ke dalam tanah. Salah satu kemungkinan mengurangi jumlah limbah plastik yang banyak di lingkungan adalah digunakan dalam pembuatan paving [2].

Limbah plastik yang digunakan berfungsi untuk mengganti penggunaan dari semen dalam pembuatan paving. Paving harus memiliki kuat tekan yang tinggi untuk mampu menahan beban kendaraan di atasnya. Paving juga diminta tahan terhadap gerusan air hujan agar paving tidak getas.

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

1. Bagaimana pengaruh waktu perendaman terhadap daya serap air pada variasi komposisi limbah plastik jenis HDPE dan batu kapur ?

2. Bagaimana pengaruh waktu perendaman terhadap uji tekan pada variasi komposisi limbah plastik jenis HDPE dan batu kapur ?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Batu kapur yang digunakan berasal dari limbah sisa batu kapur tempel di daerah bukit Kuta selatan-Bali.

2. Plastik dari tipe kantong plastik yang diasumsikan berasal limbah murni tanpa bahan tambahan.

2. LANDASAN TEORI

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen, air dan agregat. *HDPE* merupakan bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik dengan makanan atau minuman yang dikemasnya. *HDPE* memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro. Bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matrik. Matrik dalam teknologi komposit didefinisikan sebagai suatu bahan yang berfungsi sebagai pengisi dan pengikat yang mendukung, melindungi dan dapat mendistribusikan beban dengan baik ke bahan penguat komposit. Ketahanan material komposit pada lingkungan yang berair sangat ditentukan oleh kemampuan komposit untuk menyerap air dari lingkungan. Semakin banyak air yang diserap menunjukkan ikatan interfacial serat dan matriks yang kurang kuat, begitu juga sebaliknya.

Persentasenya dengan menggunakan persamaan sesuai dengan ASTM D570 sebagai berikut:

$$\text{Serapan Air} = \frac{(\text{berat basah} - \text{berat awal})}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

(1)

Uji tekan memiliki kinerja yang bagus dan berkualitas untuk mengetahui kekuatan benda.

Kuat tekan dihitung dengan menggunakan rumus sesuai dengan ASTM D790 sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dimana:

P : beban tekan (kN)

A : luas penampang (cm)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun bahan utama penelitian yang akan digunakan adalah:

1. Plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *HDPE* tipe kantong plastik yang sudah dibersihkan dan dicacah hingga menjadi serpihan kecil.
2. Batu kapur yang digunakan dalam proses pembuatan spesimen yaitu limbah pengrajin batu kapur sebelum digunakan dibersihkan terlebih dahulu dan dihilangkan debu kemudian dicacah dan diayak dengan butiran 3mm dan 10mm.

Pembuatan Komposit

1. Langkah pertama batu kapur dicuci untuk menghilangkan debu dan bahan pengotor lainnya kemudian dikeringkan secara alami di bawah sinar matahari selama 24 jam.
2. Sampah plastik kemudian dibersihkan dari debu kotoran kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari
3. Pencacahan bahan plastik bekas dengan mesin pencacah plastik.
4. Proses pencampuran diawali pemanasan batu kapur dengan suhu 200°C dilanjutkan dengan memasukkan sampah plastik kedalam mesin dengan komposisi plastik: batu kapur 3mm: batu kapur 10mm (1: 2 ½ : ½ dan 1: 4 ½ : ½).
5. Proses pencetakan bahan dengan mesin pres agar tidak terjadi void yang berlebih.
6. spesimen lalu dikeluarkan dari cetakan.
7. Memotong spesimen uji sesuai dengan standar ASTM D695 untuk uji tekan.
8. Pengamatan bentuk fisik komposit, komposit yang berhasil dicetak, diamati apakah ada void yang terlihat dari permukaan atau tidak.

Langkah pengujian

1. Spesimen uji yang telah dicetak dikeringkan
2. Melanjutkan dengan pengkodean
3. Spesimen uji direndam dengan variasi waktu yang ditentukan
4. Pencatatan hasil resapan air pada spesimen uji
5. Setelah dilakukan pencatatan, spesimen di uji kekuatan tekan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hasil penelitian diambil setelah proses pencampuran bahan yaitu plastik jenis *HDPE*

dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm memakai perbandingan 1 : 2½ : ½ & 1 : 4½ : ½ dengan suhu pemanasan 200°C. Selanjutnya proses pencetakan spesimen sampai pada proses pengujian uji serapan air dan uji tekan.

4.1. Data Hasil Serapan Air

Data hasil serapan air dilakukan dengan cara membandingkan berat sampel yang ditimbang beratnya dengan menggunakan timbangan digital dan dicatat sebagai berat awal. Sampel kemudian direndam didalam air kemudian akan diangkat sesuai dengan variasi hari yang ditentukan dan dicatat beratnya sebagai berat basah.

Berat awal : 392 gram
 Berat basah : 394 gram

$$\text{Serapan air} = \frac{(\text{berat basah} - \text{berat awal})}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

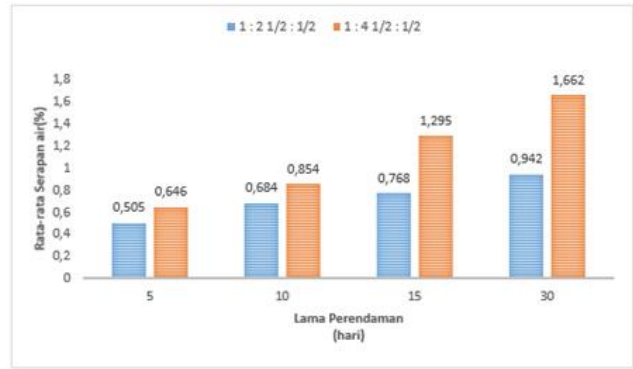
$$\text{Serapan air} = \frac{(394 - 392)}{392} \times 100\%$$

Serapan air = 0,510%

Gambar 1 contoh Perhitungan Serapan Air Dengan Campuran 1 : 2½ : ½ Pada Spesimen 1

Tabel 1 data Serapan Air

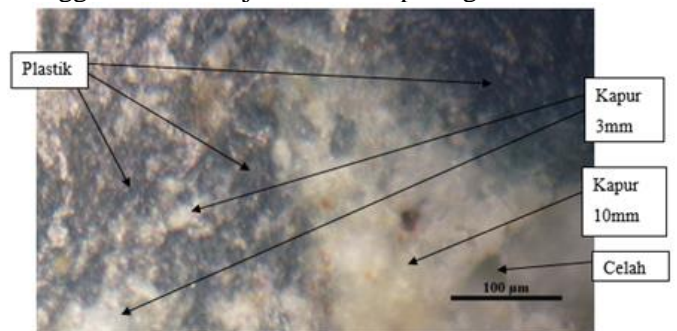
Lama Perendaman (hari)	Perbandingan	Spesimen	Berat kering (gr)	Berat basah (gr)	Persentase penyerapan (%)	Rata-rata (%)
5	1:2½:½	1	392	394	0,51	0,50
		2	409	411	0,48	
		3	386	388	0,51	
	1:4½:½	1	356	358	0,56	
		2	422	425	0,71	
		3	450	453	0,66	
10	1:2½:½	1	392	395	0,76	0,68
		2	406	409	0,73	
		3	365	367	0,54	
	1:4½:½	1	372	376	1,07	
		2	404	407	0,74	
		3	403	406	0,74	
15	1:2½:½	1	441	445	0,90	0,76
		2	457	460	0,65	
		3	405	408	0,74	
	1:4½:½	1	384	390	1,56	
		2	420	425	1,19	
		3	441	446	1,13	
30	1:2½:½	1	398	402	1,00	0,94
		2	408	411	0,73	
		3	368	372	1,08	
	1:4½:½	1	318	325	2,20	
		2	402	407	1,24	
		3	389	395	1,54	



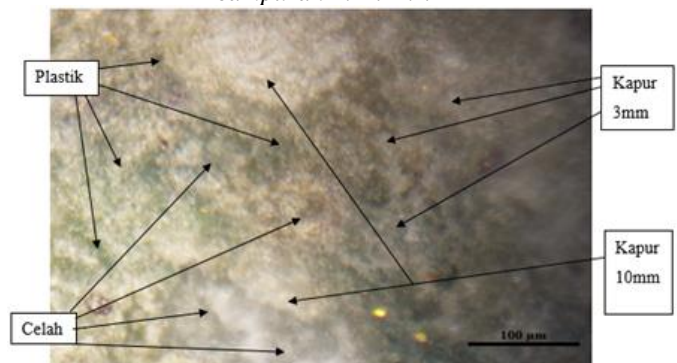
Gambar 2 grafik Rata-rata Serapan Air

4.2. Pembahasan Uji Serapan Air

Hasil pengukuran serapan air dengan variasi campuran plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm yang telah dibuat menghasilkan data serapan air rata-rata dari setiap sampel. Seperti diperlihatkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata serapan air terbesar didapatkan dari variasi campuran plastik dengan batu kapur dan kapur 1 : 4½ : ½ pada setiap variasi hari perendaman. Hal ini dikarenakan batu kapur pada komposit 1 : 4½ : ½ lebih banyak dibandingkan pada komposit 1 : 2½ : ½ yang menyebabkan terbentuknya lebih banyak celah. Dengan komposisi batu kapur yang lebih banyak dibandingkan plastik juga memudahkan air untuk terserap oleh spesimen, maka akan lebih besar penyerapan air yang terjadi. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengamatan pada spesimen dengan menggunakan alat uji foto mikro pada gambar 3&4.



Gambar 3 hasil Uji Foto Mikro Pada Spesimen dengan campuran 1 : 2½ : ½



Gambar 4 hasil Uji Foto Mikro Pada Spesimen dengan campuran 1 : 4½ : ½

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 terdapat lebih banyak plastik dibanding batu kapur dan terdapat sedikit celah pada permukaan spesimen yang menyulitkan air untuk masuk terserap. Berbeda dengan Gambar 4 dengan komposisi plastik yang lebih sedikit dan terdapat lebih banyak batu kapur yang membuat celah-celah diantara ikatan plastik pada permukaan spesimen untuk menyerap air lebih banyak. *Paving* block yang tidak menggunakan limbah plastik menyerap air lebih banyak karena limbah plastik sangat buruk dalam menyerap air dan bahkan menolak penyerapan air [3].

4.3. Data Hasil Pengujian Tekan

Pengambilan data uji tekan dilakukan setelah pencetakan dan perlakuan peredaman spesimen kemudian di uji tekan dengan menggunakan alat *mortar compression machine* UT200/50EL untuk mengetahui kuat tekan *paving*.

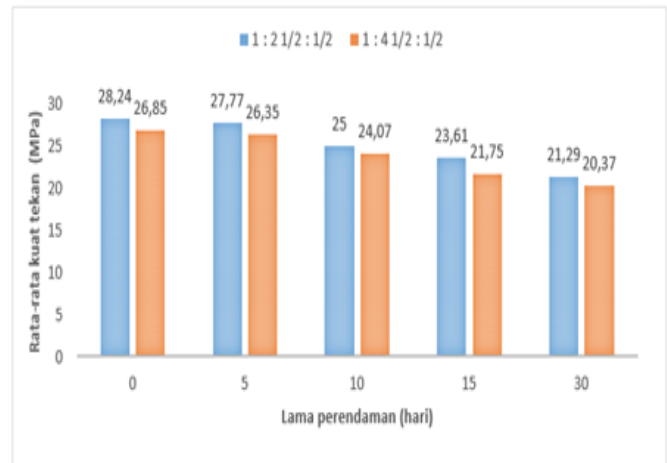
Beban Tekan	: 105 (KN)
Luas Penampang	: 36 cm ²
$\sigma = \frac{P}{A}$	
$= \frac{105 (KN)}{(36 \div 10.000)m^2}$	
$= \frac{105 (KN)}{0.0036 (m^2)}$	
$= 29.166.67 (KN/m^2) \div 1.000$	
$= 29,16 (MPa)$	

Gambar 5 contoh Perhitungan Kuat Tekan *Paving* Dengan Campuran 1 : 2½ : ½ Pada Spesimen 1

Tabel 2 data Kuat Tekan

Perbandingan plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm	Lama perendaman (hari)	Sampel	Beban Tekan (KN)	Luas Penampang (Cm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1 : 2½ : ½	Tanpa Perendaman	Specimen 1	100	36	27,77	28,24
		Specimen 2	105	36	29,16	
		Specimen 3	100	36	27,77	
	5 hari	Specimen 1	105	36	29,16	27,77
		Specimen 2	105	36	29,16	
		Specimen 3	90	36	25	
	10 hari	Specimen 1	70	36	19,44	25
		Specimen 2	120	36	33,33	
		Specimen 3	80	36	22,22	
	15 hari	Specimen 1	90	36	25	23,61
		Specimen 2	85	36	23,61	
		Specimen 3	80	36	22,22	
30 hari	Specimen 1	85	36	23,61	21,29	
	Specimen 2	75	36	20,83		
	Specimen 3	70	36	29,16		

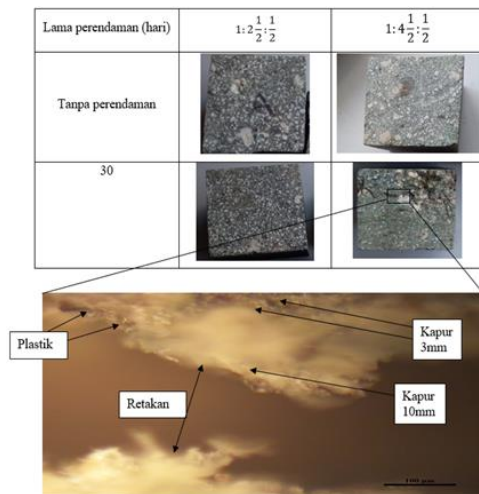
Tanpa Perendaman	Specimen 1	90	36	25	26,85
	Specimen 2	100	36	27,77	
	Specimen 3	95	36	26,38	
5 hari	Specimen 1	85	36	23,61	26,38
	Specimen 2	90	36	25	
	Specimen 3	110	36	30,55	
10 hari	Specimen 1	85	36	23,611	24,07
	Specimen 2	85	36	23,611	
	Specimen 3	90	36	25	
15 hari	Specimen 1	80	36	22,22	21,75
	Specimen 2	80	36	22,22	
	Specimen 3	70	36	19,44	
30 hari	Specimen 1	75	36	20,83	20,37
	Specimen 2	70	36	19,44	
	Specimen 3	75	36	20,83	



Gambar 6 grafik Rata-rata Kuat Tekan

4.4. Pembahasan Uji Tekan

Data menunjukkan bahwa perbedaan variasi perendaman dan campuran plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm berpengaruh terhadap kuat tekan paving. Berdasarkan hasil pengukuran, kuat tekan rata-rata tertinggi dimiliki oleh sampel dengan perbandingan plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm 1 : 2½ : ½ pada setiap variasi waktu perendaman. Berbeda pada perbandingan 1 : 4½ : ½ yang memiliki kandungan plastik lebih sedikit dan batu kapur yang banyak membuat celah-celah diantara ikatan plastik terbukti memiliki kuat tekan lebih kecil pada setiap variasi waktu perendaman.



Gambar 7 perbandingan Spesimen Hasil Uji Tekan dengan Uji Foto Mikro

Gambar 7 memperlihatkan perbandingan yang terjadi ketika spesimen di rendam dan diuji tekan. Dapat dilihat komposisi spesimen 1 : 2½ : ½ perendaman 30 hari, kuat tekan spesimen yang menurun akibat perendaman namun tidak terjadi retakan yang terlihat pada permukaan spesimen. Berbeda dengan spesimen 1 : 4½ : ½ perendaman 30 hari, kuat tekan spesimen yang menurun karena batu kapur pada spesimen yang meresap air melalui celah-celah hingga ikatan plastik dengan batu kapur terjadi kerusakan pada spesimen yang membuktikan terjadi pengurangan kekuatan pada penguat yang berupa batu kapur sehingga tidak lagi terikat pada plastik. Kuat tekan material komposit berkurang selama periode perendaman karena material komposit menyerap air yang kemudian mengurangi kuat tekan material [4]. Semakin tinggi komposisi batu kapur pada campuran plastik dan batu kapur, semakin rendah kekuatan tekan yang dihasilkan [5].

5. SIMPULAN

1. Dengan banyaknya komposisi batu kapur juga membuat spesimen memiliki celah bagi air untuk meresap masuk. Semakin lama perendaman komposit membuat semakin besar hasil serapan air yang didapat. Serapan air tertinggi didapatkan pada campuran perbandingan plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm 1 : 4½ : ½ dengan lama perendaman 30 hari sebesar rata-rata serapan 1,6%. Sedangkan serapan air pada perbandingan 1 : 2½ : ½ perendaman 30 hari hanya sebesar rata-rata serapan air 0,9%.
2. Kuat tekan rata-rata 21,29 MPa didapatkan dari campuran plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm 1 : 2½ : ½ dengan lama

perendaman 30 hari. Pengaruh variasi perendaman pada komposisi batu kapur mengakibatkan penurunan kekuatan hingga erusakan pada spesimen setelah dilakukan uji tekan. Kuat tekan rata-rata tertinggi didapatkan dari campuran plastik dengan batu kapur 3mm dan batu kapur 10mm 1 : 2½ : ½ pada setiap waktu perendaman dibandingkan 1 : 4½ : ½. Semakin lama waktu perendaman kedua perbandingan spesimen mengakibatkan penurunan kuat tekan.

ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA PNPB 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] Moharam, Riyad., Maher Ali. Al. Maqtari2, 2014. International Journal of Engineering Research and Reviews ISSN 2348-697X (Online) (Vol. 2, Issue 4, pp: (61-69)) Website: www.researchpublish.com
- [2] Chavan, S., Shubham Tamhane2, Mukesh Chavan3, Rushikesh Phuge4, Prof.Mayur Tanpure5, Prof. Manoj Deosarkar6, 2019. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (A High Impact Factor, Monthly, Peer Reviewed Journal) www.ijirset.com Vol. 8.
- [3] Agyeman, S., Obeng-Ahenkora, N.K., Assiamah, S., Twumasi, G., 2019. Exploiting Recycled Plastic Waste as an Alternative Binder for Paving Blocks Production. Case Studies in Construction Materials 11. Elsevier
- [4] Quarcoo. F ,The Use of Low Linear Density Polyethylene in the Production of LDPE-Sand-Stone Composites Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana (2015).
- [5] Mashudi. I, N P G Suardana, I N Arya Thanaya , I W Bandem Adnyana, and C I P K Kencanawati, 2019, Compressive strength and truck run over ability of plastic/sand paving block composites. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering839 (2020) 012011.