

# Pengaruh Natrium Sulfat Terhadap Kerusakan Dan Kekuatan Bending Batu Tempel Berbahan Plastik-Pasir Serta Batu Apung

I Kadek Riko Ade Antara, Ngakan Putu Gede Suardana, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program Studi Teknik mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

---

## Abstrak

Plastik merupakan sampah anorganik yang dapat mengakibatkan terjadinya berbagai masalah lingkungan seperti polusi tanah, air dan pemanasan global karena lamanya penguraian oleh alam. Salah satu cara untuk mendaur ulang sampah plastik yaitu dengan pencacahan dan pencairan dengan pasir dan batu apung yang digunakan sebagai penguat. Penelitian ini menggunakan plastik jenis HDPE (High Density Polyethylen) sebagai pengikat yang di campur dengan pasir dan batu apung sebagai penguat dengan perbandingan (1 : ½ : ½ ) Plastik : Pasir : Batu apung, diolah menjadi batu tempel. Pengujian yang dilakukan adalah uji kerusakan dengan cara perendaman dengan natrium sulfat 5%, 10%, dan 15% selama 30 hari, uji bending menggunakan pedoman ASTM D790-03, dan uji foto mikro. Pengujian terhadap batu paras silakarang juga dilakukan sebagai pembanding. Hasil perendaman natrium sulfat menunjukkan semakin tinggi persentase natrium sulfat maka semakin tinggi kerusakan yang dialami spesimen, kerusakan tertinggi terjadi pada spesimen yang direndam 15% natrium sulfat sebesar 2,50%. Data hasil uji bending memiliki rata-rata tertinggi pada komposit batu tempel tanpa perendaman yaitu 26,71 Mpa serta rata-rata terendah dimiliki oleh spesimen dengan perendaman natrium sulfat 15% yaitu 9,61 Mpa. Foto hasil uji foto mikro dapat melihat morfologi permukaan komposit terlihat ikatan antar partikel yang paling rapat terdapat pada batu tempel komposit tanpa perendaman natrium sulfat. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan batu tempel komposit tanpa perendaman memiliki nilai tertinggi, ini menunjukkan perlakuan dengan natrium sulfat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dari komposit batu tempel, terlihat dari menurunkan kekuatan bending spesimen

Kata kunci : Batu tempel, Natrium sulfat, Uji bending, High Density Polyethylene

## Abstract

Plastic is an inorganic waste that can cause various environmental problems such as pollution of soil, water and global warming due to the length of time it is decomposed by nature. One way to recycle plastic waste is by chopping and thawing with sand and pumice used as reinforcement. This research used HDPE (High Density Polyethylene) plastic as a binder mixed with sand and pumice as reinforcement in a ratio (1:½:½) processed into stone paste. Test by immersion with 5%, 10%, and 15% sodium sulfate for 30 days, bending test using ASTM D790-03 guidelines, and micro-photo test. Testing of silakarang sandstone was also carried out as a comparison. The results of the sodium sulfate immersion showed that the higher the percentage, the higher the damage suffered by the specimen, the highest damage occurred in the specimens soaked in 15% sodium sulfate of 2.50%. Data from the bending test results have the highest average of un-soaked paste stone composites, which is 26.71 Mpa and the lowest with 15% sodium sulfate immersion which is 9.61 Mpa. The photo of the results of the micro-photo test can see the morphology of the composite surface, it can be seen that the bond between the particles is the most tightly contained. The results showed that the composite masonry without immersion had the highest value, this indicated that the treatment with sodium sulfate had a bearing on the mechanical strength as seen from the decrease in the bending strength of the specimen.

Key Word : Paste stone, Sodium sulfate, Bending test, High Density Polyethylene

---

## 1. Pendahuluan

Sampah merupakan suatu permasalahan yang sering menjadi topik pembahasan di dunia khususnya Indonesia. Sampah memiliki pengaruh kuat terhadap langkah modernisasi dan pembangunan ekonomi pada abad ke-20 sampai dengan abad ke-21 (Agyeman, 2019) [1]. Sampah dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan jenisnya, yaitu sampah B3 (bahan berbahaya dan beracun), sampah organik (sisa sayuran dan sampah dapur), dan sampah anorganik (limbah besi dan sampah plastik) (Kahfi, 2017) [2].

Plastik merupakan salah satu sampah anorganik yang dapat menjadi ancaman besar bagi

lingkungan. Manju, Sathya, dan Sheema (2017) menyatakan bahwa sampah plastik yang sulit terurai dapat mengakibatkan terjadinya berbagai masalah di lingkungan seperti polusi dan pemanasan global [3]. Selain itu, pengelolaan sampah yang tidak baik juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan seperti berkurangnya tingkat kesuburan tanah, terganggunya kehidupan berbagai organisme yang hidup di sungai, serta dapat menimbulkan bencana alam seperti banjir akibat dari penimbunan sampah plastik yang terus meningkat (Sutrisnawati & Purwahita, 2018) [4].

Timbunan sampah plastik terus meningkat setiap tahunnya. Sistem Informasi Pengelolaan

Sampah Nasional (2020) menyebutkan bahwa timbunan sampah di Indonesia pada tahun 2020 sebesar 34.511.278.65 ton/tahun dengan jenis sampah plastik mencapai 17,1%. Provinsi Bali merupakan salah satu penghasil sampah terbanyak di Indonesia dengan total sampah yang tercatat pada tahun 2020 mencapai 662.835 ton/tahun atau 1.815 ton/hari (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2020) [5].

Penanganan masalah sampah khususnya sampah plastik merupakan tanggung jawab semua elemen masyarakat dan pemerintah. Lahtela, Hyvarinen, dan Karki (2019) menjelaskan bahwa prinsip utama dalam mengelola sampah yang baik dan benar yaitu dengan mencegah terjadinya penumpukan sampah yang dapat dilakukan dengan cara menggunakan ulang sampah dan mendaur ulang sampah yang berbasis 3R yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan kembali), dan *recycle* (mendaur ulang) [6]. Pencacahan dan pencairan merupakan salah satu proses yang dapat dilakukan untuk mendaur ulang sampah plastik. Putra, Suardana, dan Kencanawati (2020) menjelaskan bahwa proses pencacahan dan pencairan dapat digunakan sebagai alternatif dalam mendaur ulang sampah plastik yang berfungsi sebagai matriks pengganti semen dengan penambahan pasir sebagai penguat yang dapat dimanfaatkan sebagai barang tepat guna berupa *paving block* [7]. Selain *paving block*, barang tepat guna yang dapat dihasilkan dari proses pencacahan dan pencairan yaitu batu tempel yang merupakan salah satu bahan *finishing* bangunan.

Batu tempel merupakan bahan *finishing* bangunan yang digunakan untuk bahan lapis perkerasan jalan untuk pedestrian (trotoar) dan dapat juga digunakan untuk lantai di dalam maupun di luar bangunan dengan cara pembuatan yang sangat mudah dilakukan yaitu dengan mencampurkan cacahan plastik dengan pasir yang dipanaskan dalam tungku dengan suhu 200°C dan selanjutnya dilakukan pencetakan (Wicaksana, 2020) [8]. Batu tempel harus memiliki ketahanan terhadap pengaruh unsur yang terdapat pada air hujan yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada batu tempel. Unsur-unsur pada air hujan yang dapat menyebabkan kerusakan pada batu tempel antara lain; uap air, karbon, asam nitrat, asam sulfat dan garam (Kemenkes RI, 2017) [9]. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari batu tempel untuk penggunaan lantai adalah pengujian bending. Berdasarkan SNI 03-1331-2001 syarat mutu uji bending dari lantai ubin mosaik adalah minimal 200 kg/cm<sup>2</sup> [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman natrium sulfat 5%, 10% dan 15% selama 30 hari pada batu tempel yang berbahan campuran limbah plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan pasir dan batu apung terhadap kerusakan dan kekuatan bending.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Syarat Mutu Batu Tempel

Batu tempel pelapis dinding berfungsi sebagai pelapis luar bangunan yang diharapkan bertahan terhadap perubahan iklim di luar bangunan. Batu tempel harus memenuhi syarat yang sudah ditetapkan sesuai dengan SNI:03-0394-1989 [11].

Tabel 1. Tabel Syarat Mutu Batu Tempel (SNI:03-0394-1989)

NO	SIFAT-SIFAT	BATU ALAM UNTUK					
		PONDASI BANGUNAN			TONGGAK DAN BATU TEPI JALAN	PENUTUP LANTAI ATAU TROTOIR	BATU HIAS ATAU TEMPEL
		BERAT	SEDANG	RINGAN			
1	Kuat tekan rata-rata minimum (kg/cm <sup>2</sup> )	1500	1000	800	500	600	200
2	Ketahanan hancur Rudeloff						
	a. Index, min	~	~	~	~	~	~
	b. bag. Tembus 2 mm maksimum (%)	~	~	~	~	~	~
3	Ketahanan geser Los angeles, bag. Tembus 1,7 mm maksimum (%)	27	40	50	~	~	~
4	Ketahanan Aus gesekan dengan Bauschinger, mm/menit maksimum	~	~	~	~	0,16	~
5	Penyerapan air, maksimum	5	5	8	5	5	5* 12**
6	Kekekalan bentuk dengan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> bagian :						
	a. hancur, mak %	12	12	12	12	12	12
	b. Retak, pecah, cacat	tidak retak dan cacat					

### 2.2 Polimer

Plastik adalah salah satu polimer yang terdiri dari unit molekul yang di sebut monomer, jika monomernya sejenis maka disebut homopolymer, sedangkan jika monomernya berbeda maka akan menghasilkan kopolimer. Plastik dapat digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu : plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya proses pemanasan dengan suhu tinggi (Plastik thermoplastik) dan plastik yang tidak dapat dicetak karena struktur polimernya berupa jaringan tiga dimensi (plastik termoseting).



Gambar 1. Jenis-jenis plastic

### 2.3 Batu Apung

Batu apung memiliki struktur berpori dan memiliki berat yang ringan. Sifat fisika dan kimia yang dimiliki batu apung adalah oksida SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, KaO, MgO, TiO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, dan Cl (Wikana, Harefa, 2013) [12].

### 2.4 Natrium Sulfat

Secara garis besar natrium sulfat merupakan garam natrium yang terbentuk dari asam sulfur yang berbentuk padatan kristal putih. Rumus kimia dari senyawa Natrium sulfat adalah  $Na^2SO^4$ . Senyawa ini biasanya diperoleh dari air laut dan terdapat secara alami di dalam tanah dapat juga diperoleh dari reaksi senyawa natrium yaitu NaCl (garam) dengan  $H^2SO^4$  (Asam Sulfat).

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Proses Pembuatan Spesimen

- Mempersiapkan bahan yang akan digunakan

- b. Mencacah plastik menggunakan mesin pencacah menjadi serpihan-serpihan kecil.
- c. Mengayak pasir
- d. Mempersiapkan bahan-bahan berupa cacahan plastik, pasir dan batu apung dengan perbandingan 1 : ½ : ½ (plastik : Pasir : batu apung).
- e. Panaskan pasir dan batu apung di dalam tungku hingga suhu tungku mencapai 200 °C, lalu masukkan cacahan plastik HDPE.
- f. Setelah semua bahan masuk ke dalam tungku, tunggu selama kurang lebih 25 menit agar semua bahan tercampur dengan sempurna.
- g. Mencetak batu tempel menggunakan alat press hidrolik dengan ukuran cetakan 200 mm x 200 mm x 50mm.
- h. Memotong batu paras silakarang dan batu tempel yang sudah di cetak menjadi ukuran 127 mm x 12,7 mm x 3,2 mm sesuai dengan ASTM D790-03.
- i. Pengamatan bentuk fisik komposit, komposit yang berhasil dicetak, diamati apakah ada void yang terlihat dari permukaan atau tidak. Void tidak boleh mengumpul pada suatu tempat.
- j. Spesimen siap uji.

### 3.2 Pengujian Perendaman Dengan Natrium Sulfat

Sebelum dilakukan perendaman dengan natrium sulfat, spesimen dicuci dengan air mengalir, lalu dikeringkan dengan cara mengoven spesimen uji dengan suhu 70°C hingga berat tetap. Timbang spesimen uji untuk mengetahui berat sebelum direndam dengan natrium sulfat 5%, 10%, dan 15%. Spesimen uji dilakukan perendaman dengan natrium sulfat 5%, 10% dan 15% selama 30 hari. Keringkan specimen uji menggunakan oven dengan suhu 70°C selama 24 jam, lalu timbang kembali untuk mengetahui presentase kerusakan dari spesimen uji. Menghitung presentase kerusakan spesimen uji dengan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%$$

Keterangan : H = Presentase Kerusakan

$M_1$  = Berat Sebelum di rendam

$M_2$  = Berat Setelah di rendam dan dilakukan pengeringan

### 3.3 Pengujian Bending

Uji bending adalah pengujian yang memberikan data tentang kekuatan lengkung dari material yang di uji. Uji bending pada penelitian ini menggunakan system 3 *point* bending sesuai dengan ASTM D790. Berikut adalah rumus dalam pengujian bending :

- a) Tegangan bending

$$\sigma L = \frac{3PL}{2b \cdot d^2} \quad (1)$$

Keterangan :

$\sigma L$  = Tegangan bending (Mpa)

P = Beban (N)

L = Panjang span (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tebal benda uji (mm)

- b) Regangan bending

$$\varepsilon L = \frac{6\delta \cdot d}{L^2} \quad (2)$$

Keterangan :

$\varepsilon L$  = Regangan bending (mm/mm)

$\delta$  = Defleksi benda uji (mm)

L = Panjang span (mm)

d = Tebal benda uji (mm)

- c) Modulus elastisitas

$$EL = \frac{L^3 \cdot m}{4b \cdot d^3} \quad (3)$$

Keterangan ;

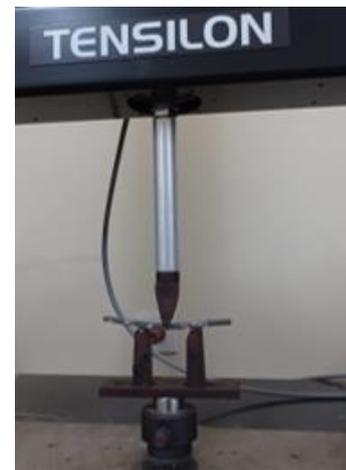
$EL$  = Modulus elastisitas (Mpa)

L = Support span (mm)

m = Tangen garis lurus pada *load deflection curve* (N/mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tebal benda uji (mm)



Gambar 2. Proses pengujian bending

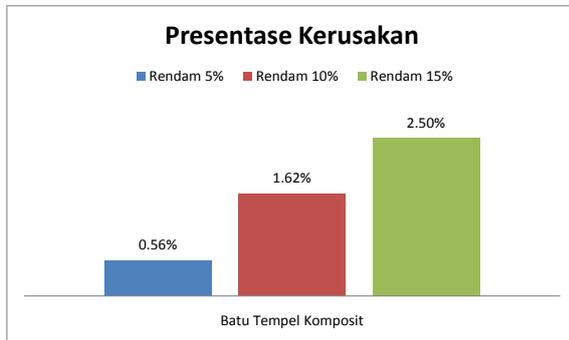
### 3.4 Foto Mikroskop

Pengamatan foto mikro dilakukan untuk mengetahui kondisi dari material uji. Pengamatan yang dilakukan biasanya melibatkan batas butir dari fasa-fasa yang ada dalam suatu bahan atau material tersebut. Perbesaran yang digunakan adalah 5x. Uji foto mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana dengan menggunakan alat uji microscope Nikon LV 150NL

## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Uji Kerusakan Akibat Perlakuan Natrium Sulfat

Pada penelitian kali ini spesimen diuji dengan perlakuan terhadap natrium sulfat selama 30 hari dengan variasi natrium sulfat 5%, 10% dan 15% selama 30 hari. Data presentase kerusakan dapat dilihat pada grafik dibawah.



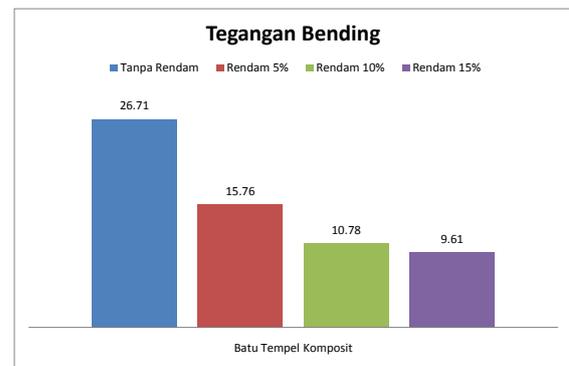
Gambar 3. Grafik rata-rata kerusakan spesimen

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan grafik presentase kerusakan yang terjadi pada batu tempel komposit dan batu paras silakarang. Seperti yang terlihat pada gambar diatas bahwa penambahan presentase natrium sulfat berpengaruh terhadap presentase kerusakan pada spesimen batu tempel. Perendaman dengan natrium sulfat mengakibatkan terjadinya interaksi spesimen dengan larutan asam yang dapat mengakibatkan pertukaran ion Na yang terdapat pada spesimen dengan ion hydrogen yang terdapat pada larutan asam, hal ini sejalan dengan serangan asam pada ikatan Si-O-Al yang berakibat melepasnya ion alumunium dan asam silikat yang kemudian ion alumunium larut menjadi larutan asam yang dapat meyebabkan khilangan berat dan berkurangnya kekuatan dari spesimen (Fadhilatul dan Sulistyansih, 2020) [13].

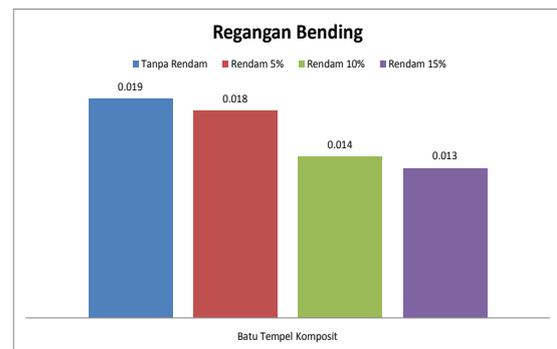
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata presentase kerusakan tertinggi dimiliki oleh sampel komposit batu tempel yang direndam dengan natrium sulfat 15%, yaitu sebesar 2,50%. Sedangkan rata-rata terendah dimiliki oleh sampel komposit batu tempel yang direndam dengan natrium sulfat 5% dengan presentase sebesar 0,56%.

### 4.2 Hasil Uji Bending

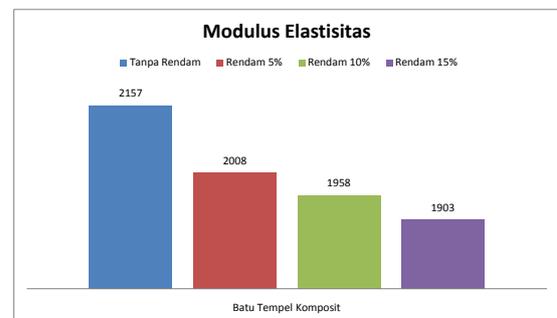
Data hasil uji bending merupakan hasil dari pengujian batu tempel (plastik : pasir : batu apung) dan batu paras silakarang yang mengacu pada ASTM D790-03. Data hasil uji bending dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 4. Grafik rata-rata tegangan bending spesimen



Gambar 5. Grafik rata-rata regangan bending spesimen



Gambar 6. Grafik rata-rata modulus elastisitas spesimen

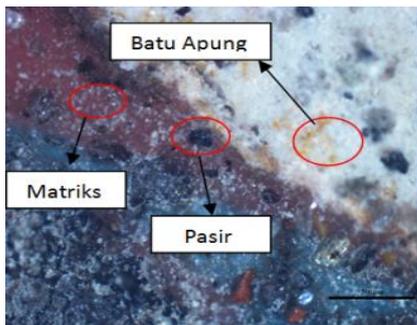
Seperti yang terlihat pada grafik diatas semakin besar presentase natrium sulfatnya mengakibatkan semakin menurun kekuatan bending dari spesimen, hal ini terjadi karena adanya *stress concentration* yang terjadi akibat reaksi dari natrium. Hasil dari uji bending menunjukkan hasil tertinggi dimiliki oleh komposit batu tempel dengan besar tegangan bending 26,71 Mpa, regangan bending 0,019 dan modulus elastisitas 2157 Mpa, sedangkan hasil terendah dimiliki oleh specimen komposit batu tempel dengan perlakuan 15% natrium sulfat, dengan besar tegangan bending 9,61 Mpa, regangan bending 0,013, modulus elastisitas 1903 Mpa.



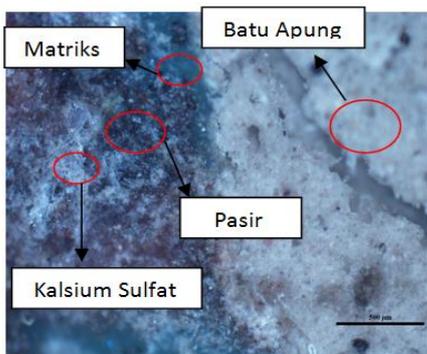
Gambar 7. Spesimen setelah uji bending

#### 4.3 Hasil Foto Mikro

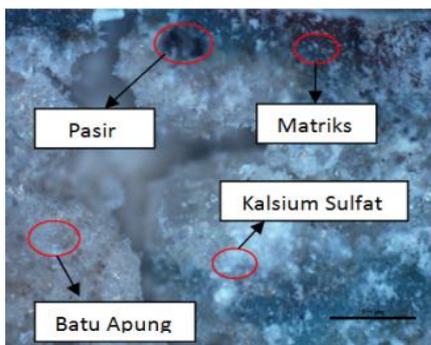
Hasil foto mikro ditunjukkan pada gambar dibawah.



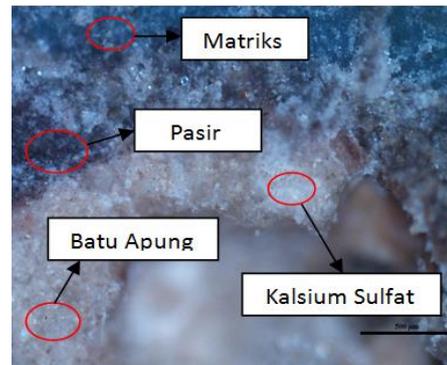
Gambar 8. Foto micro specimen tanpa perendaman natrium sulfat dengan pembesaran 5x



Gambar 9. Foto micro specimen perendaman 5% natrium sulfat dengan pembesaran 5x



Gambar 10. Foto micro specimen perendaman 10% natrium sulfat dengan pembesaran 5x



Gambar 11. Foto micro specimen perendaman 15% natrium sulfat dengan pembesaran 5x

Pada (Gambar 8) yaitu spesimen tanpa dilakukan perendaman terlihat tidak terdapat kristal putih dan kerusakan yang signifikan, sedangkan pada spesimen yang dilakukan perendaman dengan natrium sulfat 5%, 10% dan 15% terlihat adanya kristal putih yang disebabkan oleh perlakuan dengan natrium sulfat pertambahan kristal putih dan kerusakan spesimen sejalan dengan penambahan presentase natrium sulfat. Hal ini berdampak pada bentuk fisik dan ketahanan dari spesimen, penambahan presentase natrium sulfat mengakibatkan peningkatan kerusakan yang mengakibatkan turunnya kekuatan bending dari spesimen.

Natrium, Kalium, Ammonium akan bereaksi dengan kalsium hidroksida yang akan membentuk kalsium sulfat, bila kalsium sulfat dalam keadaan kering maka akan membentuk kristal yang berbentuk seperti jarum dan mengembang yang akan mendesak sisi sekitarnya mengakibatkan pasta beton merapuh (Juwairiah *Et All*, 2021) [14].

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Presentase natrium sulfat berpengaruh terhadap presentase kerusakan dari spesimen, bahwa semakin besar presentase natrium sulfatnya maka presentase keusakannya akan meningkat juga. Kerusakan tertinggi terjadi pada spesimen batu temple komposit dengan perendaman 15% natrium sulfat dengan rata-rata kerusakan sebesar 2,50% sedangkan kerusakan terendah terjadi pada spesimen batu temple komposit dengan perendaman 5% natrium sulfat mengalami rata-rata kerusakan sebesar 0,56%.
- Presentase natrium sulfat berpengaruh terhadap kekuatan bending dari spesimen, bahwa semakin tinggi presentase natrium sulfat maka kuat bending spesimen semakin menurun. Hal ini terjadi dikarenakan adanya reaksi kimia dari natrium sulfat dengan kalsium hidroksida yang menyebabkan pasta dari batu temple merapuh. Kekuatan bending tertinggi dimiliki oleh

specimen batu tempel komposit tanpa perendaman natrium sulfat dengan rata-rata tegangan bending sebesar 26,71 Mpa, sedangkan rata-rata tegangan bending terendah dimiliki oleh batu tempel komposit dengan perendaman 15% natrium sulfat dengan rata-rata sebesar 9,61 Mpa.

#### Daftar Pustaka

- [1] Agyeman, S., Obeng-Ahenkora, N. K., Assiamah, S., & Twumasi, G, (2019), **“Exploiting Recycled Plastik Waste As An Alternative Binder For Paving Blocks Production,”** Case Studies in Construction Materials, 11, e00246.
- [2] Kahfi A, (2017), **“Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah. Jurisprudentie,”** Vol 4, No 1
- [3] Manju, R., Sathya, S., & Sheema, K, (2017), **“Use Of Plastik Waste In Bituminous Pavement. Int J ChemTech Res,”** 10(08), 804-811.
- [4] Sutrisnawati & Purwahita R, (2018), **“Fenomena Sampah Dan Pariwisata Bali. Jurnal Ilmiah Hospitality Management,”** Vol. 9 No. 1
- [5] SIPSN, (2020), **“Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional,”** Diakses pada 22 September 2021. SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (menlhk.go.id)
- [6] Lahtela, V., Hyvärinen, M., & Kärki, T, (2019), **“Composition Of Plastik Fractions In Waste Streams: Toward More Efficient Recycling And Utilizatio,”.** *Polymers*, 11(1), 69.
- [7] Suardiana W I, Suardana N P G, Kencanawati C I P K, (2020), **“Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Daya Serap Air dan Keausan Pada Paving Block Plastik-Pasir,”** Seminar Nasional TEKNOKA ke - 5, Vol. 5, 2020. ISSN No. 2502-8782
- [8] Wicaksana, W, (2020), **“Pengaruh Komposisi Plastik/Serbuk-Serpihan Batu Hitam dan Natrium Sulfat Terhadap Kekuatan Tekan dan Kerusakan Batu Tempel. Skripsi,”** Universitas Udayana
- [9] Kemenkes RI, 2017, **“Kandungan Zat kimia yang Terdapat Pada Air Hujan,”** Diakses pada 17 Juli 2021 <https://pusatkrisis.kemkes.go.id>
- [10] Badan Standarisasi Nasional, (2001), **“SNI 03-1331-2001 Ubin Mosaik Keramik,”**
- [11] Badan Standarisasi Nasional, (1989), **“SNI 03-0394-1989 Batu Alam Untuk Bahan Bangunan, Mutu dan Cara Uji,”**
- [12] Wikana I & M.A.S, Harefa, (2013), **“Tinjauan Penggunaan Batu Apung Dan Tumbukan Genteng Keramik Dengan Pengurangan Berat Semen Terhadap Karakteristik Batako Ringan Berkait,”** Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XVIII/2013
- [13] Fadhillatul, R., & Sulistyarningsih, T, (2020), **“Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastik Polyethylene Dan Bottom Ash,”** PROSIDING, 138.
- [14] Sinambela, Y., Riana, M., Siregar, E., Sitorus, N., & Andriyanti, S, (2021), **“Innovation Of Recycling Plastik Waste Into Environmental Friendly Paving Blocks,”** Jurnal Ipteks Terapan (Research Of Applied Science And Education), 15(4), 424-430.



**I Kadek Riko Ade Antara**  
Menyelesaikan Studi S1 di Universitas Udayana Program Studi Teknik Mesin

Bidang konsentrasi pada penelitian adalah Rekayasa Manufaktur