

**PEMANFAATAN SERBUK BATU PECAH
UNTUK CAMPURAN PAVING BLOCK
DENGAN MENGGUNAKAN
VARIASI BERAT TUMBUKAN
(Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan Daya Serap Air)**

**Goesthi Kusuma Atmaja Adh¹, Dwi
Deshariyanto²**

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas
Wiraraja, email : atmajaadhikara@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas
Wiraraja email : ucha_ibran@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sumenep memiliki sumber daya alam berupa material bangunan (batuan) cukup banyak. Pemanfaatan sumber daya alam yang ada masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Tidak jarang pekerjaan konstruksi masih menggunakan material dari luar daerah termasuk bahan material batu pecah untuk pengaspalan jalan. Perkembangan penggunaan perkerasan jalan dewasa ini semakin banyak dilakukan, khususnya perkerasan kaku dengan menggunakan paving block, namun tidak sedikit proyek konstruksi yang menggunakan paving block masih mendatangkan dari luar daerah karena pertimbangan kualitasnya yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi berat tumbukan pada paving block dengan penambahan serbuk batu pecah ditinjau dari kuat tekan dan penyerapan air. Metode penelitian yang digunakan adalah metode experimental dengan rancangan penelitian 4 perlakuan. Komposisi agregat yang digunakan 1Pc:4Ps dengan 30% pasir hitam dan 70% serbuk batu pecah dan tumbukan dengan variasi berat 4kg, 8kg, 12kg, dan 16kg. Jumlah sampel disetiap perlakuan sebanyak 5 buah untuk uji kuat tekan dan 3 buah untuk uji penyerapan air. Data hasil penelitian dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi berat tumbukan (X) terhadap kuat tekan dan penyerapan air (Y) menggunakan analisis regresi linier sederhana dengan bantuan program SPSS for windows. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi berat tumbukan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kuat tekan dan berpengaruh negatif terhadap penyerapan air, artinya semakin berat tumbukan semakin menurun penyerapan air. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan rata-rata maksimal sebesar 40,49 Mpa diperoleh dari berat tumbukan 16kg, berdasarkan SNI-03-0691-1996 tergolong mutu A. Penyerapan air rata-rata minimum sebesar 6,797% yang diperoleh dari berat tumbukan 16kg, berdasarkan SNI-03-0691-1996 tergolong mutu C.

Kata Kunci : Variasi berat tumbukan, batu pecah, kuat tekan, daya serap air.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Sumenep memiliki Sumber Daya Alam (SDA) yang luar untuk terus dikembangkan. Salah satunya berupa material bangunan (batuan) yang cukup banyak. Masyarakat memanfaatkan hasil sumber daya alam ini hanya sebagai bahan material seperti bahan pengisi dinding, pondasi batu gunung, kerikil beton. Dalam proses penambangan dan pengolahannya menjadi bahan material siap pakai tentu menghasilkan pecahan batu yang berukuran kecil. Pecahan serbuk batu tersebut kurang dimanfaatkan oleh masyarakat Sumenep. Tidak jarang pekerjaan konstruksi masih menggunakan material yang didatangkan dari luar daerah termasuk bahan material batu pecah untuk pengaspalan jalan.

Perkembangan penggunaan perkerasan jalan dewasa ini semakin banyak dilakukan, khususnya perkerasan kaku dengan menggunakan paving block, namun paving block yang diproduksi di Kabupaten Sumenep masih kalah bersaing karena kualitasnya masih tidak sebaik paving bock yang diproduksi diluar wilayah Kabupaten Sumenep, terutama jika ditinjau dari segi kuat tekannya. Sehingga proyek konstruksi yang menggunakan paving block akan mengeluarkan biaya fisik yang lebih besar karena harus mendatangkan paving block dari luar wilayah Kabupaten Sumenep yang memenuhi kuat tekan yang disyaratkan oleh pemilik proyek. Semakin meningkatnya kebutuhan paving block sebagai lapis perkerasan jalan maka semakin dituntut pula kualitas paving block yang memenuhi persyaratan. Sehingga harga dan kualitas akan menjadi prioritas dalam pemilihan bahan konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas paving block dengan menambahkan serbuk batu pecah dengan menggunakan variasi berat tumbukan dalam proses pembuatannya, dimana diketahui bahwa tumbukan dalam fisika merupakan terjadinya tumbukan (tabrakan) 2 benda karena adanya gerakan. Contoh dalam kejadian sehari hari adalah terjadinya tabrakan kendaraan, sehingga dalam penerapan tumbukan ini dapat meningkatkan kualitas paving block karena kerapatan agregat penyusun paving block menjadi lebih rapat.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) paving block yang diproduksi harus memenuhi standarisasi yang telah ditentukan, oleh karena itu untuk memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh SNI maka perlu dilakukan penelitian dengan memanfaatkan Serbuk Batu Pecah Untuk Bahan Campuran Paving Block Dengan Menggunakan Variasi Berat Tumbukan yang ditinjau terhadap kuat kekan dan penyerapan air.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan ini dan manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah.

1. Menganalisis pengaruh penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap kuat tekan *paving block*.
2. Menganalisis pengaruh penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap daya serap air *paving block*.
3. Menganalisis berat tumbukan yang dapat menghasilkan kuat tekan maksimum dan daya serap air minimum pada *paving block*.

Manfaat dari penelitian ini secara teoritis dapat dijadikan dasar, acuan atau referensi untuk mengembangkan penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan konstruksi jalan (*paving block*).

Secara praktis diharapkan mampu menjadi alternatif pengembangan dalam produksi *paving block* yang diproduksi di Kabupaten Sumenep sehingga *paving block* yang diproduksi di Kabupaten Sumenep dapat menyaingi kualitas *paving block* yang diproduksi di luar Kabupaten Sumenep dan proyek konstruksi jalan yang menggunakan *paving block* dapat menggunakan produksi sendiri tanpa mendatangkan dari luar wilayah Kabupaten Sumenep.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

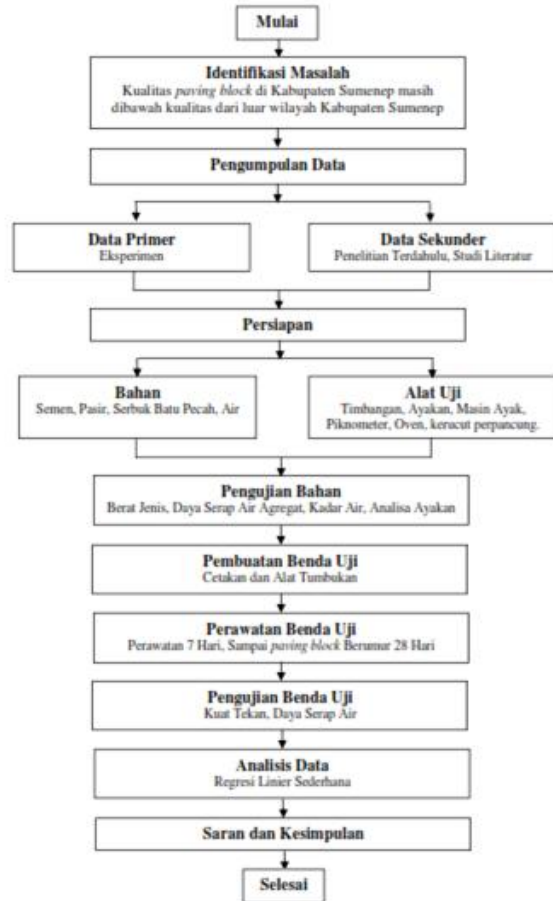
Penelitian ini merupakan penelitian experimental yang dirancang untuk mencari pengaruh berat tumbukan terhadap kuat tekan dan daya serap air *paving block* serta mencari berat tumbukan yang ideal agar mencapai kuat tekan yang maksimum dan daya serap air minimum terhadap *paving block* dengan penambahan serbuk batu pecah (sebagai bahan dasar dalam produksi *paving block*). Rancangan ini dilakukan terhadap 4 perlakuan, rancangan penelitian pada tahap ini adalah sebagai berikut :

- 1) 1Pc : 4Ps dengan 15 kali tumbukan (berat tumbukan 4 Kg)
- 2) 1Pc : 4Ps dengan 15 kali tumbukan (berat tumbukan 8 Kg)
- 3) 1Pc : 4Ps dengan 15 kali tumbukan (berat tumbukan 12 Kg)
- 4) 1Pc : 4Ps dengan 15 kali tumbukan (berat tumbukan 16 Kg)

Pasir pada agregat *paving block* tersebut terdiri dari 30% pasir hitam dan 70% pasir serbuk batu pecah.

2.2. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir (*flowchart*) yang akan dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1
Diagram Alir Penelitian

2.3. Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini diambil pada setiap perlakuan sebanyak 5 buah benda uji untuk kuat tekan dan 3 buah benda uji untuk penyerapan air.

2.4. Teknik Analisis Data

Hasil percobaan yang telah dilakukan di Laboratorium dianalisis dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana dengan menggunakan bantuan program SPSS *for windows*. Namun, sebelum dilakukan analisis regresi data terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan regresi yaitu uji asumsi klasik untuk mengetahui apakah data telah memenuhi persyaratan untuk analisis regresi atau tidak.

Hasil regresi yang didapatkan selajutnya dilakukan uji hipotesis, adanya pengaruh yang signifikan atau tidak mengenai variasi berat tumbukan dengan penambahan serbuk batu pecah pada kuat tekan dan penyerapan air *paving block*.

Data *paving block* hasil pengujian laboratorium juga dianalisis terhadap klasifikasi *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembuatan *Paving Block*

Komposisi campuran yang digunakan dalam penelitian ini sama seperti yang telah disampaikan pada Metodologi Penelitian, dengan menggunakan perbandingan berat agregat 1Pc : 4Ps dengan komposisi pasir 30% pasir hitam (PH) dan 70% pasir serbuk batu pecah (PSBP), faktor air semen yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,4.

Perbandingan semen dan agregat pada *paving block* adalah perbandingan berat. Berat *paving block* dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 6 cm, dengan mengacu pada penelitian Deshariyanto dan Fansuri tahun 2016 diasumsikan berat 1 buah benda uji kisaran 2 Kg, namun pada penelitian ini diasumsikan kisaran 2,5 Kg.

Dari perbandingan 1Pc : 4Ps dengan 30% PH dan 70%PSBP diperoleh 1Pc : 1,2Ph : 2,8Psbp. Komposisi tersebut setara dengan 5 Kg, dengan demikian komposisi tersebut akan menghasilkan 2 buah benda uji. Jadi, kebutuhan semen dan agregat dalam 1 buah benda uji adalah 0,5Pc : 0,6Ph : 1,4Psbp.

Pembuatan benda uji ini dilakukan menggunakan metode manual dengan 3 lapis dan 5 kali tumbukan disetiap lapisnya sehingga jumlah keseluruhan tumbukan sebanyak 15 kali. pembuatan benda uji dibuat sesuai rancangan penelitian. Benda uji yang telah tercetak dilakukan perawatan selamat 7 hari dan dilakukan uji kuat tekan dan penyerapan air ketika umur 28 hari.

3.2. Hasil Pengujian *Paving Block*

Paving Block diuji kuat tekan pada umur 28 hari. Rumus perhitungan kuat tekan berdasarkan *British Standard Institution part 1 spesification for paving block* dengan menggunakan faktor ketebalan 1,06 untuk *paving block* dengan tali air dan ketebalan 60 – 65 mm. Sampel yang digunakan untuk pengujian kuat tekan sebanyak 5 buah benda uji. Hasil pengujian kuat tekan seperti pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1
Data dan hasil perhitungan uji tekan

P er l a k u a n	Rata - Rata Nilai				
	Berat (g)	Tebal (m)	Luas Bidang Tekan (mm ²)	Tekan Hancur (KN)	Tegangan Hancur (Mpa)
I	2587	65,4	20000	258	13,67
II	2730	64,8	20000	443	23,48
III	2799,4	65,8	20000	554	29,36
I V	2741,6	64,2	20000	764	40,49

Berdasarkan tabel 3.1 diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 3.1
Grafik Kuat Tekan *Paving Block*

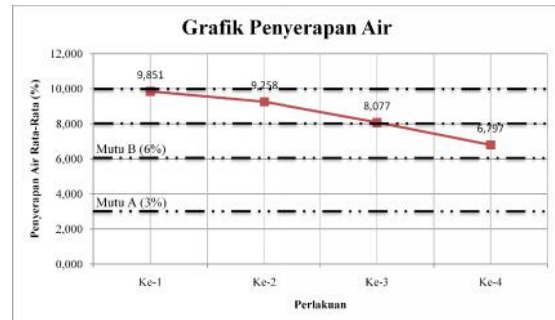
Dari gambar 3.1, dapat terlihat bahwa kuat tekan *paving block* mengalami kenaikan. Dari grafik dapat diketahui benda uji ke 4 (perlakuan ke 4) menunjukkan kuat tekan mencapai 40,49 Mpa.

Pengujian penyerapan air diuji penjuga dilakukan yerapan pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996. Sampel yang digunakan untuk pengujian penyerapan air sebanyak 3 buah benda uji.

Tabel 3.2
Data dan hasil perhitungan uji penyerapan air

Perlakuan	Nilai Rata-Rata (%) Penyerapan
I	9,851
II	9,258
III	8,077
IV	6,797

Berdasarkan tabel 3.2 diatas dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 3.2
Grafik Penyerapan Air *Paving Block*

Dari gambar 3.2, dapat terlihat bahwa penyerapan air *paving block* mengalami penurunan. Dari grafik dapat diketahui benda uji ke 4 (perlakuan ke 4) menunjukkan penyerapan air sebesar 6,797%

3.3. Hasil Pengujian Pesyaratan Analisis Data

Data yang diperoleh, sebelum dilakukan pengujian analisis regresi terlebih dahulu dilakukan Uji Asumsi Klasik. Uji ini merupakan persyaratan statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi, dikarenakan penelitian ini memakai teknik analisis

data berupa analisis regresi linier sederhana, maka Uji Asumsi Klasik yang digunakan hanya Uji Normalitas dan Uji Heteroskedastisitas. dimana Uji Multikolinearitas tidak digunakan karena uji ini merupakan syarat untuk regresi linier berganda dan Uji Autokorelasi digunakan hanya untuk data *time series* atau runtut waktu.

Uji normalitas data kuat tekan *paving block* dengan variasi berat tumbukan menggunakan program SPSS 20 *for windows*. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan metode kolmogorov-smirnov. Berdasarkan pengujian data dapat diketahui bahwa nilai residual terstandarisasi dinyatakan menyebar secara normal, karena nilai signifikansi sebesar $0,954 > 0,05$.

Uji heteroskedastisitas data kuat tekan *paving block* dengan variasi berat tumbukan menggunakan program SPSS 20 *for windows*. Pengujian heteroskedastisitas pada penelitian ini menggunakan metode Glejser. Berdasarkan pengujian data dapat diketahui bahwa model regresi tidak terjadi heteroskedastisitas karena nilai sig. Variabel berat tmbukan terhadap absolut residual adalah $0,473 > 0,05$.

Uji normalitas data penyerapan *paving block* dengan variasi berat tumbukan, berdasarkan pengujian data dapat diketahui bahwa nilai residual terstandarisasi dinyatakan menyebar secara normal, karena nilai signifikansi sebesar $0,974 > 0,05$.

Uji heteroskedastisitas data penyerapan *paving block* dengan variasi berat tumbukan, berdasarkan pengujian data dapat diketahui bahwa model regresi tidak terjadi heteroskedastisitas karena nilai sig. variabel berat tmbukan terhadap absolut residual adalah $0,327 > 0,05$.

3.4. Pembahasan Analisis Regresi Linier dan Pengujian Hipotesis

Berdasarkan uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi persyaratan. Tahap selanjutnya dilakukan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh berat tumbukan terhadap kuat tekan *paving block*.

Dengan persamaan $Y = 5,170 + 2,158 X$, dimana Y adalah nilai kuat tekan dan X adalah berat tumbukan. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dianalisis beberapa hal yaitu bila berat tumbukan ($X = 1$), maka dapat diperkirakan mampu mencapai nilai kuat tekan $5,170 + 2,158 (1) = 7,328$ Mpa. Sedangkan koefisien regresi $b = 2,158$ mengindikasikan besaran penambahan nilai kuat tekan untuk setiap pertambahan berat.

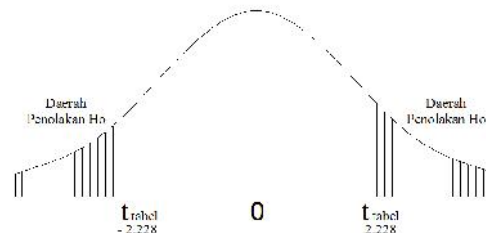
Berdasarkan Uji-t, dibuatlah bentuk prediksi Ho (tidak terdapat pengaruh penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap kuat tekan *paving block*) dan Ha (terdapat pengaruh penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap kuat tekan *paving block*).

Kaidah pengujian Uji-t adalah, jika $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$ (Ho diterima) tetapi jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ (Ho ditolak). Dari tabel 3.3 diketahui nilai t_{hitung} adalah 11,012 sedangkan nilai t_{tabel} didapat 2,101. Maka $t_{hitung} = 11,012 > t_{tabel} = 2,101$ (Ho ditolak). Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap kuat tekan *paving block*.

Kemudian analisis regresi untuk mengetahui pengaruh berat tumbukan terhadap penyerapan *airpaving block*.

dengan persamaan $Y = 11,081 + (-0,259) X$, dimana Y adalah penyerapan dan X adalah berat tumbukan. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dianalisis beberapa hal yaitu bila berat tumbukan ($X = 1$), maka dapat diperkirakan mampu mencapai nilai penyerapan $11,081 + (-0,259)(1) = 10,822$ %. Sedangkan koefisien regresi $b = -0,259$ mengindikasikan besaran penambahan penyerapan untuk setiap pertambahan berat.

Dari tabel 3.4 diketahui nilai t_{hitung} adalah -6,770 sedangkan nilai t_{tabel} didapat 2,228. Nilai negatif (-) yang terjadi pada t_{hitung} bukan menunjukkan nilai minus hitungan melainkan pengujian dilakukan di sisi kiri, sedangkan jika positif (+) pengujian dilakukan di sisi kanan.



Gambar 3.3 Kurva t tabel (Sumber : Analisis Data, 2017)

Dari gambar 3.3 dapat terlihat bahwa nilai $t_{hitung} = -6,770$ terletak di sebelah kiri $t_{tabel} = -2,228$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Ho (tidak terdapat pengaruh penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap daya serap air *paving block*) ditolak dan Ha (terdapat pengaruh penambahan serbuk batu pecah dan variasi berat tumbukan terhadap daya serap air *paving block*) diterima.

3.5. Paving Block Berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia)

Kalsifikasi *paving block* pada penelitian ini berdasarkan SNI 03-0691-1996 jika ditinjau terhadap kuat tekan menunjukkan perlakuan I termasuk klasifikasi bata beton mutu D, Perlakuan II termasuk mutu B, perlakuan III termasuk mutu B, perlakuan IV termasuk mutu A, sedangkan jika

ditinjau dari penyerapan air perlakuan I termasuk klasifikasi bata beton mutu D, perlakuan II termasuk mutu D, perlakuan III termasuk mutu D, dan perlakuan IV termasuk mutu C.

Syarat mutu *paving block* penelitian ini berdasarkan SNI 03-0691-1996 jika ditinjau dari sifat tampak, *paving block* pada perlakuan I, II, III, dan IV dalam penelitian ini sudah memenuhi syarat berdasarkan SNI 03-0691-1996, benda uji tidak terdapat retak dan cacat, bagian sudutnya dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan. Jika ditinjau dari ukuran *paving block* memiliki ukuran yang beragam perlakuan I memiliki ketebalan rata-rata 65,4, perlakuan II memiliki ketebalan rata-rata 64,8, perlakuan III memiliki ketebalan rata-rata 65,8, perlakuan ke IV memiliki ketebalan rata-rata 64,2. Jika ditinjau dari sifat fisika perlakuan I memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 13,67 Mpa dan penyerapan air rata-rata 9,851%, perlakuan II memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 23,48 Mpa dan penyerapan air rata-rata 9,258%, perlakuan III memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 29,36 Mpa dan penyerapan air rata-rata 8,077%, perlakuan IV memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 40,49 Mpa dan penyerapan air rata-rata 6,797%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

Penambahan serbuk batu pecah menggunakan agregat 30% pasir hitam dan 70% serbuk batu pecah dengan variasi berat tumbukan berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan *paving block*. Semakin berat tumbukan yang digunakan semakin meningkat nilai kuat tekan yang dihasilkan, artinya variasi berat tumbukan berpengaruh positif terhadap kuat tekan *paving block*. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil analisis data dengan menggunakan program SPSS 20 for windows yang menunjukkan bahwa nilai $t_{hitung} = 11,012 > t_{tabel} = 2,101$.

Penambahan serbuk batu pecah menggunakan agregat 30% pasir hitam dan 70% serbuk batu pecah dengan variasi berat tumbukan berpengaruh signifikan terhadap penyerapan air *paving block*. Semakin berat tumbukan yang digunakan semakin menurun nilai penyerapan air yang dihasilkan, artinya variasi berat tumbukan berpengaruh negatif terhadap penyerapan air *paving block*. Hal tersebut dapat dilihat melalui analisis data dengan menggunakan program SPSS 20 for windows yang menunjukkan bahwa nilai $t_{hitung} = -6,770$ sedangkan $t_{tabel} = 2,101$. Nilai negatif bukan menunjukkan nilai nimus hitungan melainkan pengujian berada pada sebelah kiri. Sehingga nilai $t_{hitung} = -6,770$ terletak di sebelah kiri $t_{tabel} = -2,101$. Namun, semakin kecil nilai penyerapan air maka semakin bagus kualitas *paving block* yang dihasilkan.

Berat tumbukan yang dapat mengasilkan nilai kuat tekan maksimum adalah 16 Kg yaitu pada perlakuan ke IV. Nilai kuat tekan rata yang dihasilkan sebesar 40,49 Mpa, sehingga berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* tersebut tergolong bata beton mutu A. Sedangkan berat tumbukan yang dapat menghasilkan penyerapan air minimum adalah 16 Kg yaitu juga pada perlakuan ke IV. Nilai penyerapan air minimum yang dihasilkan sebesar 6,797%, sehingga berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* tersebut tergolong bata beton mutu C.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Astroni, Ali. 2010. *Balok Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Badan Standar Nasional. 1996. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996 Bata Beton (paving block)*. Jakarta: BSN
- Badan Standar Nasional. 1990. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1970-1990 Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: BSN
- Badan Standar Nasional. 1990. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1971-1990 Metode Pengujian Air Agregat*. Jakarta: BSN
- British Standard. 1993. *British Standard (BS) 6717-1:1993 Precast Concrete Paving Block*. British Standard Institution
- Deshariyanto, Dwi. Dan Fansuri, Subaidillah. 2015. *Paving Block Berbahan Dasar Sumber Daya Alam Kabupaten Sumenep Menggunakan Metode Manual*. Penelitian. Sumenep: Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja.
- Deshariyanto, Dwi. Dan Fansuri, Subaidillah. 2016. *Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Kuat Tekan Paving Block*. Penelitian. Sumenep: Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja.
- Hasan, Iqbal. 2009. *Analisis Data Penelitian Dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jatmoko, Heru Dwi. Buwono, Haryo Konco. 2013. "Prosentase Pencapaian Kuat Desak Paving Block Saat Umur 7 Hari Pada Metode Tumbuk Dengan Beberapa Viriasi Jumlah Kadar Semen", (online) <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=9560&val=618> . Diakses 02 Maret 2017.
- Mellisa, Harun. 2006, "Pengaruh Batu Pecah Terhadap Kuat Tekan Paving Block". *Jurnal SMARTeK*. Vol. 4, No. 3, 156-165.
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- Murdork, L.J. dan Brook, K.M. 1999. *Bahan dan Praktek Beton. Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, Paul. Dan Antoni. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi