

PEMANFAATAN LIMBAH BATA MERAH DAN KAPUR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK DITINJAU DARI KUAT TEKAN DAN ABSORBSI

Jeffier Bagus Pratama¹, Yunaefi², Marjono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

jepierpratama@gmail.com¹, yunaefi@polinema.ac.id², marjono@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Bahan utama paving block adalah semen, pasir dan air dengan atau tanpa bahan tambah lainnya. Penggunaan bahan pengganti Paving block dengan serbuk bata merah merupakan salah satu solusi untuk menghemat semen dan memanfaatkan limbah dari produksi bata merah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh substitusi semen dengan serbuk bata merah terhadap nilai kuat tekan, dan mengetahui komposisi penggunaan kapur tiap variasi terhadap pengaruh daya serap (absorbsi). Penelitian yang dilakukan di Politeknik Negeri Malang dengan variasi serbuk bata merah 15% dan kapur 5%, 15%, 25%, 35% dan 45%. Sampel bentuk + ukuran masing-masing komposisi yang dibuat harus diuji melalui mesin uji kuat tekan beton. Hasil dari Uji Kuat Tekan minimum 6,5MPa pada karakteristik Paving block dengan substitusi serbuk bata merah 15% dan kapur 45% yang berarti substitusi nilai tidak memenuhi spesifikasi SNI 03-1750-1990. Dan hasil Uji Kuat Tekan maksimum 21MPa pada karakteristik Paving Block dengan substitusi serbuk bata merah 15% dan kapur 15% yang berarti substitusi memenuhi spesifikasi SNI 03-1750-1990.

Kata kunci : Paving block, serbuk bata merah, kapur, kuat tekan paving block, karakteristik paving block.

ABSTRACT

The main material of paving blocks are cement, aggregate and air with or without other addict small materials. The use of red brick grains to waste substitute cement is able to minimize cement use and to utilize red brick. The purpose of this thesis is to find out the effect of cement substitution with red brick powder on compressive strength, to determine the composition of lime cement of each variation and the effect of lime cement on absorbance. An experiment was conducted at Concrete Laboratory of Politeknik Negeri Malang with variations of red brick grains 15% and lime cement 5%, 15%, 25%, 35% and 45%. The shape + size samples of each composition were made had to go through concrete compressive strength testing machine. The experiment resulted of the minimum compressive strength test of 6.5MPa on the characteristics of paving blocks with 15% red brick grains substitution and 45% lime cement meaning not meeting SNI 03-1750-1990 specifications; And the maximum compressive strength test results of 21MPa on the characteristics of the Paving Block with 15% red brick powder substitution and 15% lime, which means that the substitution meets SNI 03-1750-1990 specifications.

Keywords : paving blocks, red brick grains, lime cement, compressive strength paving block, characteristics Paving Block.

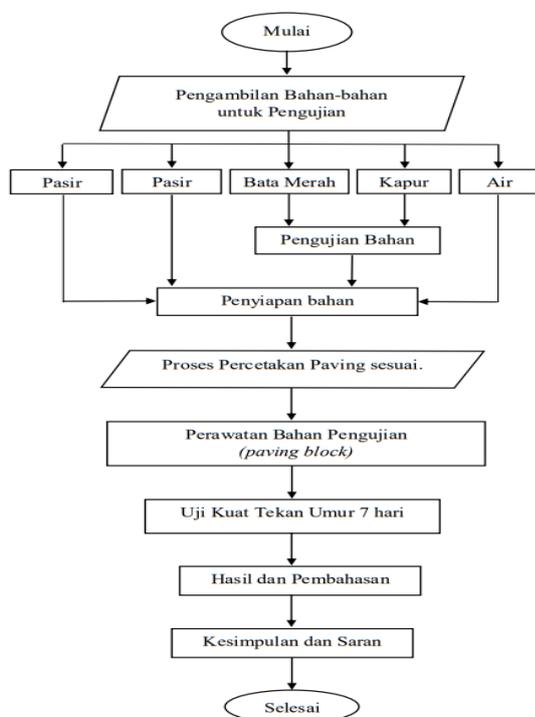
1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi kemajuan dibidang konstruksi menyebabkan semakin meningkatnya pembangunan. Kemajuan dibidang konstruksi tersebut menghasilkan inovasi-inovasi baru dalam proses pembangunan. Pembangunan dibidang perkerasan jalan pada umumnya menggunakan aspal sebagai bahan perkerasan, namun pada saat ini perkerasan jalan telah banyak menggunakan bahan lain yaitu bata beton (paving block).

Perkerasan menggunakan paving block mempunyai keuntungan dari segi biaya dan nilai estetika dibandingkan perkerasan lain seperti rigid pavement maupun aspal. Keuntungan dari konstruksi perkerasan paving merupakan konstruksi ramah lingkungan dimana paving sangat baik dalam membantu penyerapan air kedalam tanah. Konstruksi perkerasan jalan menggunakan paving pelaksanaanya lebih cepat dan mudah dalam pemasangan. Paving block juga memiliki beraneka ragam bentuk yang menambah nilai estetika, serta harganya relative lebih murah.

Pemanfaatan limbah bata merah yang telah dijadikan serbuk bata merah sebagai substitusi pasir dan kapur disubstitusikan pada semen ini sebagai solusi mengurangi penggunaan semen yang mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan. Mengingat pembuatan semen pada pembakaran kapur pada temperatur tinggi yang menghasilkan gas emisi CO₂. Semen yang digunakan selama ini banyak menghasilkan gas emisi CO₂ yang berimbas pada meningkatnya resiko pemanasan global. Hasil dari penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu upaya untuk memanfaatkan limbah bata merah dan kapur dalam pembuatan paving block.

2. METODE



Gambar 1. Flowchart Pelaksanaan Penelitian

Sumber : Hasil Perencanaan

Flow chart pelaksanaan ujian proposal ini diawali dengan menentukan konsep penelitian, lalu dilanjutkan ke studi pustaka, pengumpulan material (semen, pasir, kapur dan serbuk bata merah) setelah itu pengujian pasir yang akan digunakan pengujiannya meliputi uji berat jenis, kadar air, kadar organik dan Analisa ayakan. Kemudian penumbukan bata merah yang akan disubstitusi pasir dengan komposisi yang ditentukan, kemudian kapur diayak sampai lolos ayakan no.200 sesuai dengan komposisi yang ditentukan untuk substitusi semen, Setelah pengujian dan penyiapan bahan

selesai dilanjutkan pembuatan paving block sesuai dengan komposisi yang direncanakan dan dilakukan percetakan sampai pengujian kuat tekan pada paving block.

Tahap penghancuran atau pencampuran bata merah dan kapur pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Lt.1 Politeknik Negeri Malang. Limbah bata merah berupa pecahan – pecahan yang bentuk fisiknya sudah tidak utuh, pecahan bata merah tersebut dihancurkan secara manual dengan palu besi agar menjadi serbuk bata merah, kemudian kapur disaring dengan ayakan no.200 sesuai dengan komposisi yang ditentukan.

Tahap pembuatan paving block pada penelitian ini dilakukan dipabrikasi paving block manual di Sidorejo, Krajan, Gondanglegi Wetan, Kota Malang. Setelah dilakukan pengujian material dasar, dilanjutkan dengan pembuatan paving block dengan ukuran panjang 21 cm, lebar 10,5 cm dan tebal 6 cm. Komposisi material perhitungan paving block diperoleh perhitungan sesuai rencana. paving block dibuat dengan komposisi yang berbeda untuk mengetahui karakteristik paving block.

Tahap perawatan paving block pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Lt.1 Politeknik Negeri Malang. Untuk menghasilkan paving block dengan mutu yang baik diperlukan perawatan dan penyimpanan yang benar. Tujuan perawatan adalah mencegah pengeringan pada paving block yang bisa menyebabkan hilangnya kandungan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan, sehingga kebutuhan air selama proses hidrasi semen tidak berkurang.

Tahap uji kuat tekan paving block pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Lt.1 Politeknik Negeri Malang. Kuat tekan hancur adalah kemampuan untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimal dalam menahan beban yang menyebabkan kehancuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Paving Block dalam penelitian ini terdiri dari komposisi semen, pasir, air, limbah bata merah dan kapur dengan perbandingan 1 PC : 4 Ps. Dalam proses pembuatannya diperlukan waktu pengeringan yang dilakukan selama umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Setelah waktu pengeringan selesai maka dilakukan pengujian kuat tekan pada paving block sesuai dengan umur rencana. Perawatan paving block dilakukan dengan cara merendam ke dalam air biasa. Sifat karakteristik paving block sangat ditentukan oleh sifat material yang digunakan dan proses perawatannya. Untuk itu sebelum dilakukanya pembuatan benda uji paving block, melakukan pengujian material yang akan digunakan sebagai campuran paving block. Kemudian mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan serta tempat untuk perawatan

dan pengujian benda uji. Berikut adalah hasil pemeriksaan bahan penyusun paving block dan pengujian paving block.

Pengujian agregat halus dilakukan di Laboraturium Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. Adapun material yang diuji adalah pasir yang digunakan dalam pembuatan paving block berasal dari Lumajang. Pengujian pasir terdiri dari pengujian berat jenis, air resapan, analisa saringan dan kadar lumpur pada agregat pasir, yang bertujuan untuk mengetahui bahan campuran dalam pembuatan paving block.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan. Untuk pengujian berat jenis ini pasir harus dalam keadaan SSD (Saturated Surface Dry) atau kering permukaan. Pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan dengan 2 sampel yang kemudian hasilnya dirata-rata. Pengujian berat jenis dilakukan berdasarkan ASTM C 128-78. Berat jenis pasir dapat dihitung dapat dihitung berdasarkan Persamaan 3.1 dan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir

Keterangan	Satuan	No. Percobaan	
		I	II
Berat Picnometer + Air + Pasir (W ₂)	Gr	1014,39	1013,02
Berat Pasir SSD (W ₁)	Gr	497,55	497,88
Berat Picnometer + Air (W ₃)	Gr	697	697
Berat Jenis Pasir	gr/cm ³	2,738	2,718
Berat Jenis Rata-Rata	gr/cm ³	2,728	

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Hasil pengujian berat jenis bulk (oven) Serbuk bata merah sebanyak 2 benda uji dapat diketahui pada pengujian pertama 1.214 gram, pengujian kedua 1.655 gram. Berat jenis rata-rata yaitu 1.434 gram. Berdasarkan SNI 1737-1989-F spesifikasi berat jenis bulk (oven) pasir yaitu minimal 2,5 gram, jadi dari hasil pengujian berat jenis bulk (oven) pasir tidak memenuhi syarat berdasarkan SNI 1737-1989-F.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Serbuk Bata Merah

Keterangan	Satuan	No. Percobaan	
		I	II
Berat Picnometer + Air + SM (W ₂)	Gr	816	890
Berat SM SSD	Gr	400	400
Berat Benda Uji kering oven (W ₁)	Gr	341	342,5
Berat Picnometer + Air (W ₃)	Gr	697	697
BJ Serbuk Bata Merah	gr/cm ³	1.423	1.932
BJ Rata-rata	gr/cm ³	1.678	
BJ bulk (oven)	gr/cm ³	1.214	1.655
BJ bulk (oven) Rata-rata	gr/cm ³	1.434	

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Hasil pengujian berat jenis bulk serbuk bata merah & pasir sebanyak 2 benda uji dapat diketahui pada pengujian pertama 2,537 gram, pengujian kedua 2,398 gram. Berat jenis rata-rata yaitu 2,467 gram. Berdasarkan SNI 1737-1989-F spesifikasi berat jenis bulk (oven) pasir yaitu minimal 2,5 gram, jadi dari hasil pengujian pertama berat jenis bulk (oven) pasir memenuhi syarat berdasarkan SNI 1737-1989-F.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Air Serbuk Bata Merah

Pemeriksaan	Benda Uji		Satuan	
	I	II		
Berat Cawan	W1	73	70.5	gram
Berat Cawan + Benda Uji	W2	273	270.5	gram
Berat Benda Uji	W3 = W2 - W1	200	200	gram
Berat Cawan + Benda Uji kering oven	W4	244	240.5	gram
Berat Benda Uji Kering Oven	W5	171	170	gram
Kadar Air	(W3-W5)/W3x100%	14.500	15.000	%
Kadar Air rata-rata		14.75		%

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Hasil dari pengujian Kadar Air Serbuk bata merah, didapatkan nilai kadar air 14,75 %. Hasil kadar air tersebut termasuk tinggi, dikarenakan setelah proses penghalusan bata merah kemudian penyimpanan yang tidak terbuka atau lembab, sehingga kadar air relative tinggi.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air Serbuk Bata Merah & Pasir (SM 15% + PS 85%)

Pemeriksaan	Benda Uji		Satuan	
	I	II		
Berat Cawan	W1	74	70.5	Gram
Berat Cawan + Benda Uji	W2	274	270.5	Gram
Berat Benda Uji	W3 = W2 - W1	200	200	Gram
Berat Cawan + Benda Uji kering oven	W4	269.5	266.5	Gram
Berat Benda Uji Kering Oven	W5	195.5	196	Gram
Kadar Air	(W3-W5)/W3x100%	2.250	2.000	%
Kadar Air rata-rata		2.125		%

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Hasil dari pengujian Kadar Air Serbuk bata merah & Pasir, didapatkan nilai kadar air 2,125 %. Hasil kadar air tersebut termasuk lebih rendah dari pada kadar air serbuk

bata merah saja, dikarenakan serbuk bata merah hanya 15% dan pasir 85%, sehingga didapatkan nilai kadar air rendah.

Hasil Pengujian Kadar Organik Serbuk Bata Merah, Mengamati cairan setelah didiamkan 24 jam, diatas permukaan agregat halus yang berada didalam botol dan membandingkan warnanya dengan alat pengukur tingkatan warna kandungan zat organic, kemudian mencatat hasil pengujian.

Serbuk Bata Merah dikategorikan masuk pada nomor 2 penggaris warna Uji organik. Kadar Organik dikatakan tinggi (terlalu kotor) jika warna cairan dalam botol diatas agregat halus lebih tua jika dibandingkan dengan larutan pembanding. Jadi pengujian Kadar Organik 15% SM dan 85% PS lebih jernih dan bagus untuk bahan agregat halus.

Pengujian analisa saringan pasir ini bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran pasir atau gradasi pasir. Pada beton biasanya terdapat 70-75% volume agregat. Agregat terbagi atas agregat halus umumnya terdiri dari pasir dan partikel-partikel yang lewat saringan standart ASTM #4 atau 5 mm dan #100. Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir, variasi ukuran dan sesuatu dengan standart analisa saringan dan ASTM. Untuk mengetahui gradasi pasir maka dilakukan pengujian terlebih dahulu.

Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Pasir Serbuk Bata Merah

Saringan	Tinggal Pada Saringan		% Kumulatif			
	Nomor	Mm	Gram	%	Tinggal	Lolos
2	9,5	0	0	0	0	100
4	4,75	5.5	0.39187	0.39187	0.39187	99.6081
8	2,36	62.5	4.45315	4.84503	4.84503	95.1549
16	1,18	97.5	6.94691	11.7919	11.7919	88.2080
30	0,60	181.5	12.9319	24.7239	24.7239	75.2761
50	0,30	295.5	21.0545	45.7784	45.7784	54.2215
100	0,15	316.5	22.5507	68.3291	68.3291	31.6708
Pan	0,00	444.5	31.6708	100	100	0
Jumlah		1400	100			

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Kapur adalah bahan pengisi yang bersifat mengikat, seperti filler juga merupakan bahan pengisi yang lolos saringan No. 200, dan dalam pengujian ini digunakan Kapur sebagai substitusi ke semen, Berat Jenis Kapur yaitu 2,

Tabel 6. Hasil Pengujian Analisa Saringan Gradasi Kapur

Diameter Lubang Saringan		Berat Ayakan	Berat Ayakan + Berat Benda Uji	Berat Benda Uji	Kumulatif (%)	
Bukaan	Ukuran				Tertahan	Lolos
30	0.6	475.9	502.8	26.98	6.13	93.87
50	0.3	431.1	436.5	5.4	1.23	92.65
100	0.15	405.8	412.3	6.53	1.48	91.16
200	0.075	345.9	349.1	3.24	0.74	90.43
PAN		442.7	840.8	398.1	90.43	0.00
Jumlah				440		

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Dari Tabel 6. Pengujian saringan gradasi kapur dengan tingkat kehalusan butiran kapur pada ayakan no. 200 lolos 90,43 % memenuhi syarat sebagai campuran bahan batako dengan menggunakan benda uji yang lolos ayakan no. 200, menurut ASTM mensyaratkan tingkat kehalusan butiran semen adalah pada ayakan no. 200 butiran semen yang lolos sebesar lebih dari 78 %.

Dalam pembuatan benda uji dibuat menggunakan alat mesin cetak manual, sedangkan untuk pencampuran material tidak menggunakan molen dikarenakan material yang dicampur sedikit sehingga dilakukan dengan cara manual agar tidak banyak meterial yang terbuang. Komposisi material pada pengujian ini dan Langkah-langkah yang dilakukan pada pembuatan paving block dapat dilihat pada tabel 7. berikut :

Tabel 7. Komposisi Pembuatan Benda Uji

Variasi	Berat Benda Uji (gram)	Semen (Pc) (Gram)	Pasir (Ps) (Gram)	Kapur (Gram)	Serbuk Bata Merah (Gram)
Normal	2400	480	1920	0	0
SM15% & K5%	2400	456	1632	24	288
SM15% & K15%	2400	408	1632	72	288
SM15% & K25%	2400	360	1632	120	288
SM15% & K35%	2400	312	1632	168	288
SM15% & K45%	2400	264	1632	216	288

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui mutu dari paving block. Pengujian ini dilakukan pada umur 7 hari. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 dan untuk standar pengujian berdasarkan SNI 03-6815-2002.

Rekapitulasi pengujian kuat tekan paving block dapat dilihat pada tabel 8. berikut :

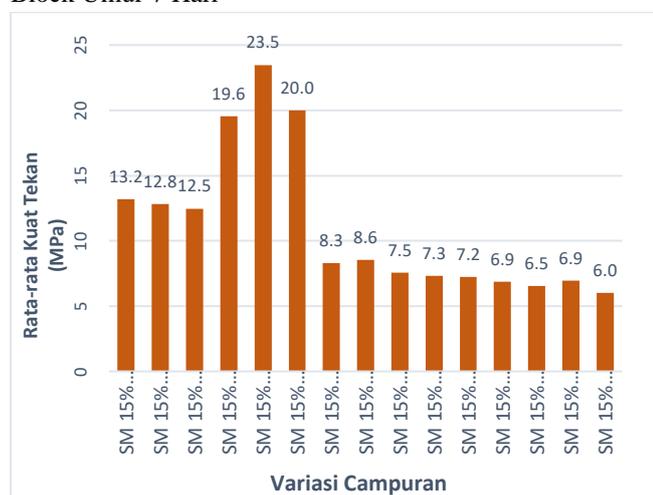
Tabel 8. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Paving Block Umur 7 Hari

No	Variasi Campuran	Rekapitulasi Rata-rata Kuat Tekan (MPa)
1	SM 15% dan K 5%	13.2
2	SM 15% dan K 5%	12.8
3	SM 15% dan K 5%	12.5
4	SM 15% dan K 15%	19.6
5	SM 15% dan K 15%	23.5
6	SM 15% dan K 15%	20.0
7	SM 15% dan K 25%	8.3
8	SM 15% dan K 25%	8.6
9	SM 15% dan K 25%	7.5
10	SM 15% dan K 35%	7.3
11	SM 15% dan K 35%	7.2
12	SM 15% dan K 35%	6.9
13	SM 15% dan K 45%	6.5
14	SM 15% dan K 45%	6.9
15	SM 15% dan K 45%	6.0

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui mutu dari paving block. Pengujian ini dilakukan pada umur 7 hari. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 dan untuk standar pengujian berdasarkan SNI 03-6815-2002.

Gambar 2. Rekapitulasi Grafik Pengujian Kuat Paving Block Umur 7 Hari



Sumber : Hasil Pengujian, 2019

Dari Gambar 2. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Paving Block dilihat hasil kuat tekan yang harus memenuhi syarat paving block menurut SNI 03-0691-1996 nilai Kuat Tekan minimum paving untuk tempat parkir kendaraan (Mutu B) paving harus memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 20 MPa dan minimal 17,0 MPa. dapat dilihat pada Tabel 10. Kekuatan fisik paving block.

Tabel 9. Rekapitulasi Rata-rata Pengujian Kuat Paving Block Umur 7 Hari

Sampel	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (N)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)	rata-rata (MPa)
SM 15% & K 5%	287	287000	21735	13.2	12.8	
SM 15% & K 5%	279	279000	21735	12.8		
SM 15% & K 5%	271	271000	21735	12.5		
SM 15% & K 15%	425	425000	21735	19.6	21.0	
SM 15% & K 15%	510	510000	21735	23.5		
SM 15% & K 15%	435	435000	21735	20.0		
SM 15% & K 25%	180	180000	21735	8.3	8.1	11.1
SM 15% & K 25%	186	186000	21735	8.6		
SM 15% & K 25%	164	164000	21735	7.5		
SM 15% & K 35%	159	159000	21735	7.3	7.1	
SM 15% & K 35%	157	157000	21735	7.2		
SM 15% & K 35%	149	149000	21735	6.9		
SM 15% & K 45%	142	142000	21735	6.5	6.5	
SM 15% & K 45%	151	151000	21735	6.9		
SM 15% & K 45%	131	131000	21735	6.0		

Sumber : Hasil Pengujian, 2019

Dari Gambar 2. dan Tabel 9. dapat dilihat hasil pengujian kuat tekan paving block didapat nilai paling optimum adalah variasi ke-2 yaitu 21,0 MPa, menurut SNI 03-0691-1996 nilai Kuat Tekan minimum paving untuk tempat parkir kendaraan (Mutu B) paving harus memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 20 MPa dan minimal 17,0 MPa, jadi variasi ke-1 yaitu 12,8 MPa sudah memenuhi syarat (Mutu C) paving block, dan variasi ke-2 yaitu 21,0 MPa sudah memenuhi syarat (Mutu B) paving block, dan 3 variasi lainnya tidak memenuhi syarat menurut SNI 03-0691-1996. dapat dilihat pada SNI 03-0691-1996 syarat dan mutu paving block pada Tabel 10. Kekuatan fisik paving block.

Tabel 10. Kekuatan fisik paving block.

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata - rata maks. (%)
	Rata - rata	Min.	Rata - rata	Min.	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

Pengujian daya serap adalah presentase dari perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering, pengujian daya serap dapat dilihat dari hasil penelitian pada tabel 11. berikut:

Tabel 11. Hasil Pengujian Daya Serap (Absorpsi) paving block.

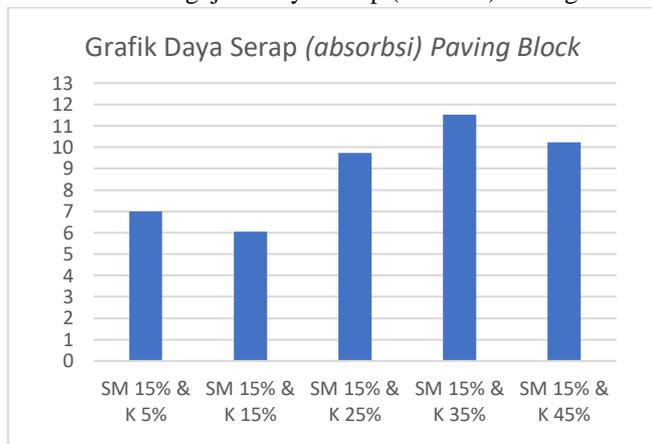
Sampel	Uraian	Berat Basah (Kg)	Berat Kering (Kg)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
1	SM 15% & K 5%	2.763	2.5825	6.989	
2	SM 15% & K 15%	2.7505	2.5935	6.054	
3	SM 15% & K 25%	2.652	2.417	9.723	8.902
4	SM 15% & K 35%	2.536	2.274	11.522	
5	SM 15% & K 45%	2.652	2.406	10.224	

Sumber : Hasil Pengujian, 2019

Dari tabel 11. diperoleh nilai rata-rata daya serap (absorpsi) paving block yaitu 8,9 %, sudah memenuhi standar yang ditentukan oleh SNI-03-0691-1996 pada (Mutu C dan D) maksimal penyerapan 10%.

Tetapi untuk nilai daya serap paving block masing-masing sampel 1, 2 dan 3 yang dihasilkan 6,98%, 6,05% dan 9,72% sudah memenuhi standar yang ditentukan oleh SNI-03-0691-1996 yaitu minimal 3% - maksimal 10%. Dan untuk nilai daya serap paving block sampel 4 dan 5 yang dihasilkan adalah 11,52% dan 10,22% tidak memenuhi standar yang ditentukan oleh SNI-03-0691-1996 yaitu minimal 3% - maksimal 10%. dapat dilihat syarat dan mutu paving block pada Tabel 10. Kekuatan fisik paving block.

Gambar 3. Pengujian Daya Serap (absorpsi) Paving Block



Sumber : Hasil Pengujian, 2019

Dari Gambar 3. dapat dilihat semakin tinggi nilai penyerapan air pada paving block maka tidak memenuhi syarat mutu SNI 03-0691-1996 begitu juga jika nilai daya resapannya rendah maka juga tidak memenuhi syarat mutu SNI 03-0691-1996, penyerapan rata-rata minimal 3% - maksimal 10%. dapat dilihat pada SNI 03-0691-1996 tabel 10.

Dari Gambar 3. Dan Tabel 11. dapat dilihat semakin tinggi nilai penyerapan air pada paving block maka semakin tidak memenuhi syarat mutu SNI 03-0691-1996 begitu juga jika nilai daya resapannya rendah maka juga tidak memenuhi syarat mutu SNI 03-0691-1996, penyerapan rata-rata minimal 3% - maksimal 10% dapat dilihat pada tabel 10.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian uji kuat tekan paving block dengan bahan campuran limbah serbuk bata merah dan kapur dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan paving block optimum pada campuran SM 15% dan K 15% sebesar 21,0 MPa, sedangkan untuk kuat tekan minimum pada campuran SM 15% dan K 45% sebesar 6,5 MPa, sehingga semakin banyak penambahan limbah serbuk bata merah dan kapur maka kuat tekan yang dihasilkan semakin berkurang. Sehingga hasil kuat tekan pada variasi ke-1 dan variasi ke-2 telah sesuai SNI 03-0691-1996 klasifikasi (Mutu B).
2. Penggunaan kapur sebagai aktifator dapat mempengaruhi nilai kuat tekan pada paving block. Nilai kuat tekan maximum terdapat pada campuran 15% kapur + 15% serbuk bata merah, untuk nilai kuat tekan minimum terdapat pada campuran 45% kapur + 15% serbuk bata merah. Dari 5 variasi campuran tersebut yang dapat digunakan adalah variasi ke-1 dan 2 karena masih memenuhi syarat kuat tekan yang di rencanakan, dan variasi ke-3, 4 dan 5 tidak memenuhi syarat kuat tekan yang sesuai dengan SNI 03-0691-1996.
3. Paving Block dengan campuran serbuk bata merah dan kapur dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen yang digunakan pada pembuatan paving block dengan penambahan tidak lebih dari 15%.

Saran yang dapat penulis berikan berkaitan dengan penelitian ini adalah :

1. Paving block dengan campuran 15% limbah serbuk bata merah dan 15% kapur dapat direalisasikan di lapangan, karena mempunyai nilai kuat tekan tertinggi dari beberapa campuran lain dan paving block normal. Tidak dianjurkan untuk substitusi kapur terhadap semen tidak lebih dari 15% karena kuat

- tekan dari paving block akan menurun dan daya serap akan semakin tinggi.
2. Perlu diperhatikan mulai dari menimbang material yang dibutuhkan harus lebih hati-hati serta teliti agar didapat hasil yang sesuai, dan proses pembuatan paving block seperti pengadukan material sampai proses perawatan paving block harus terkontrol dengan baik sehingga didapat paving block dengan kualitas yang diinginkan.
 3. Pada proses pencetakan harus diperhatikan geblokan harus konsisten sampai padat tidak boleh kurang dari 15x geblokan, kepadatan adonan paving block yang terdapat pada cetakan sangat mempengaruhi hasil dari paving block, agar tidak terjadi retak pada ujung siku paving block dan kuat tekan paving block.

- [10] Badan Standardisasi Nasional. 2009. "PENGANTAR STANDARDISASI". Jakarta. BSN.
- [11] Badan Standardisasi Nasional. 2000. "Bata merah pejal untuk pemasangan dinding". SNI 16-2094-2000. BSN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutagaol, Debora 2016. "PENGGUNAAN LIMBAH BATA MERAH SEBAGAI TAMBAHAN SEMEN DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK". Dosen Pengajar Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik UNIMED.
- [2] Ilham, Ade 2005. "PENGARUH SIFAT-SIFAT FISIK DAN KIMIA BAHAN POZOLAN PADA BETON KINERJA TINGGI", Volume 13, No.3, Edisi XXXIII, Yogyakarta.
- [3] Fitriana, Resti 2016. "PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN SEMEN DENGAN FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK". Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [4] Wikana, Irwan 2013. "PENGARUH TUMBUKAN GENTENG KERAMIK TERHADAP PENGURANGAN BERAT SEMEN DITINJAU DARI KUAT TEKAN PAVING BLOCK" Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta.
- [5] Anggakusuma, Rizky D 2014. "KUAT TEKAN BATAKO DENGAN PENAMBAHAN SEMEN MERAH DARI LIMBAH GERABAH". Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [6] Yayasan Dana Normalisasi Indonesia. 1971. "PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 N.I - 2". Bandung. YDNI.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. 1996. "Bata Beton (Paving Block)". SNI 03-0691-1996. BSN.
- [8] Pusjatan - Balitbang PU. 1993. "TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL". SNI 03-2834-1993.
- [9] Badan Standardisasi Nasional. 2004. "Semen Portland". SNI 15-2049-2004. BSN.