

ARTIKEL ILMIAH

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU TERHADAP KUAT
TEKAN, POROSITAS DAN BEBAN IMPACT PAVING BLOCK**

***THE EFFECT OF WOOD ASHES ADDITION TOWARD PREASURE
POWER, POROSITY AND LOAD STRENGTH IMPACT OF PAVING
BLOCK***



Oleh :

MUHAMMAD ANSORI

(F1A211103)

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2018

ARTIKEL ILMIAH

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU TERHADAP KUAT
TEKAN, POROSITAS DAN BEBAN *IMPACT PAVING BLOCK***

***THE EFFECT OF WOOD ASHES ADDITION TOWARD PREASURE POWER,
POROSITY AND LOAD STRENGTH IMPACT OF PAVING BLOCK***

Oleh:
**MUHAMMAD ANSORI
(F1A211103)**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

1. Pembimbing Utama

Supario, ST.,MT
NIP : 19670814 199412 1 001

Tanggal: September 2018

2. Pembimbing Pendamping



Fathmah Mahmud, ST.,MT.
NIP : 197111092000122001

Tanggal: September 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jauhar Fajri, ST., MSc (Eng)., Ph.D.
NIP. 19740607 199802 1 001



ARTIKEL ILMIAH

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU TERHADAP KUAT
TEKAN, POROSITAS DAN BEBAN *IMPACT PAVING BLOCK***

Oleh:
MUHAMMAD ANSORI
(FIA211103)

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 5 September 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji :

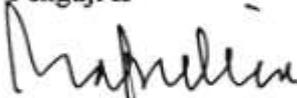
1. Penguji I



Harivadi, ST., M.Sc (Eng.), Dr. (Eng).
NIP : 19731027 199802 1 001

Tanggal: 7 September 2018

2. Penguji II



Aryani Rofaida, ST., MT.
NIP : 196607291994032001

Tanggal: 7 September 2018

3. Penguji III



Ir. Miko Eniarti, MT.
NIP : 19650315 199103 2 002

Tanggal: 7 September 2018

Mataram, September 2018

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Akmaluddin, ST., M.Sc. (Eng.), Ph.D.
NIP : 19681231 199412 1 001

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU TERHADAP KUAT
TEKAN, POROSITAS DAN BEBAN *IMPACT PAVING BLOCK***

***THE EFFECT OF WOOD ASHES ADDITION TOWARD PREASURE
POWER, POROSITY AND LOAD STRENGTH IMPACT
OF PAVING BLOCK***

Muhammad Ansori¹, Suparjo², Fathmah Mahmud²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat
Telepon. (0370) 636126. Fax (0370) 636523

ABSTRAK

Paving block terdiri dari campuran semen, air dan agregat halus. Ketika semen dan air bercampur, maka akan terjadi proses hidrasi semen yang menghasilkan *kalsium silikat hidrat* (CSH), panas dan *kalsium hidroksida* (Ca(OH)_2) bersifat basa kuat sehingga menurunkan kuat tekan *paving block*. Senyawa Ca(OH)_2 tersebut dapat direaksikan kembali dengan *pozzolan* untuk menghasilkan senyawa CSH kembali, namun dengan biaya yang relatif mahal.

Timbul inovasi baru untuk mengolah limbah yang memiliki unsur yang sama dengan *pozzolan* yaitu *silica* seperti limbah pada serbuk kayu. Limbah serbuk kayu dibakar selama beberapa jam. Abu yang dihasilkan diayak dengan menggunakan saringan no. 200. Benda uji dicetak manual dengan metode konvensional dengan variasi penambahan abu serbuk kayu sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dan dirawat dalam suhu ruangan selama 90 hari.

Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan dengan variasi penambahan abu serbuk kayu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% adalah 14,25 MPa, 13,62 MPa, 15,79 MPa, 12,20 MPa, 11,95 MPa, dan 10,41 MPa dengan nilai porositas 4,744%, 4,752%, 3,696%, 3,989%, 5,416% dan 5,854% dan ketahanan *impact* yang dihasilkan pervariasinya adalah 89,10 Joule, 93,15 Joule, 101,25 Joule, 85,05 Joule, 81,00 Joule dan 72,90 Joule. Kuat tekan optimum *paving block* terdapat pada penambahan abu serbuk kayu 10% yaitu sebesar 15,79 MPa dan pada proporsi tersebut diperoleh *paving block* yang memenuhi syarat *paving block* mutu C dan dapat dipergunakan untuk pejalan kaki.

Kata kunci: *abu serbuk kayu, kuat tekan, porositas, beban impact, dan paving block.*

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi berakibat pada tingginya kebutuhan akan sarana hunian. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memicu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun

buatan. Salah satu cara untuk mengatasi permintaan kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemberdayaan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita.

Pemberdayaan sumber daya lokal dapat berupa pemanfaatan sampah maupun limbah. Pemanfaatan sampah maupun limbah disamping dapat mengurangi pencemaran

lingkungan juga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bangunan yang sudah ada. Salah satu sampah atau limbah yang dapat dimanfaatkan dengan baik adalah limbah industri penggergajian kayu.

Industri penggergajian kayu yang berada di Desa Landah Kecamatan Praya Timur merupakan industri yang bergerak dalam bidang pengolahan kayu, komponen limbah dari industri ini adalah kayu yang tersisa akibat proses penggergajian yang menurut bentuknya berupa serbuk gergaji, sebetan dan potongan-potongan kayu.

Serbuk kayu merupakan bahan yang banyak tertimbun dan cenderung menjadi sampah karena pemanfaatannya yang masih sedikit / relatif kecil, sehingga limbah serbuk kayu ini sering dibuang atau dibakar begitu saja dan menambah tingkat polusi di sekitar kawasan industri. Hasil pembakaran dari serbuk kayu tersebut menghasilkan unsur *silica*. Oleh karena itu penelitian ini ingin mencoba pengolahan limbah abu serbuk kayu sebagai bahan tambah paving block untuk melihat pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan, ketahanan aus dan porositas paving block.

DASAR TEORI

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 paving block (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton.

Sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, paving block sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus. Paving block dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan di kompleks perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman,

pekarangan dan halaman rumah, pengerasan areal parkir, areal perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran.

Syarat Mutu Paving Block

Paving block harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

1. Sifat tampak paving block harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sedum dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Bentuk dan ukuran paving block tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam leaflet mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan paving block.
3. Penyimpangan tebal paving block diperkenankan kurang lebih 3 mm.
4. Paving block harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut:

Tabel 1 Kekuatan Fisik Paving Block

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air rata-rata maks (%)
		Rata-rata	min	Rata-rata	min	
A	Perkerasan Jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

Bahan Susun Paving Block

Bahan-bahan pokok paving block adalah semen, pasir, air dalam proporsi tertentu. Tetapi ada juga paving block yang memakai bahan tambahan misalnya kapur, gips, tras, abu layang, abu sekam padi dan lain-lain. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan paving block adalah sebagai berikut:

- a. Semen Portland

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen portland adalah

semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain

b. Agregat

Mutu bahan suatu agregat sangat menentukan nilai kuat tekan beton yang hendak dicapai. Untuk mendapatkan beton dengan kekuatan yang tinggi maka perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, karena semakin keras massa agregatnya maka semakin tinggi kekuatannya. Gradasi yang baik pada agregat akan menghasilkan beton yang padat, sehingga volume rongga udara akan berkurang.

c. Serbuk Kayu

Limbah kayu berupa potongan log maupun sebetan telah dimanfaatkan sebagai inti papan blok dan bahan baku papan partikel. Adapun limbah berupa serbuk gergaji pemanfaatannya masih belum optimal. Untuk industri besar dan terpadu, limbah serbuk kayu gergajian sudah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan arang aktif yang dijual secara komersial. Namun untuk industri penggergajian kayu skala industri kecil yang jumlahnya mencapai ribuan unit dan tersebar di pedesaan, limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Pembakaran kayu akan menghasilkan briket arang dan arang aktif yang mengandung karbon yang juga dimanfaatkan untuk papan komposit, papan semen dan bahan campuran paving block. Namun sebelum abu serbuk kayu dipakai sebagai bahan campuran paving block, terlebih dahulu abu serbuk kayu diuji apakah serbuk kayu mengandung senyawa kimia atau tidak. Senyawa kimia yang harus

ada di dalam abu serbuk kayu agar bisa dipakai sebagai bahan tambah campuran paving block adalah senyawa kimia *silica* (Si)

d. Air

Pemakaian air pada pembuatan campuran harus pas karena pemakaian air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan paving block yang dihasilkan. Sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan paving block yang dihasilkan.

Cara Pembuatan Paving Block

Cara pembuatan paving block yang biasanya digunakan dalam masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu:

1. Konvensional

Metode ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri rumah tangga karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja

2. Mekanis

Metode mekanis dalam masyarakat biasa disebut metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan paving block dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya relatif mahal. Metode mekanis ini biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Metode mekanis ada dua yakni :

a) Metode Vibrator

Proses produksi dengan cara ini biasanya menghasilkan paving dengan mutu K-150 s/d K-225. Adapun penggunaannya sebaiknya untuk pedestrian dan lahan parkir yang tidak terlalu luas dengan beban yang terlalu berat.

b) Metode Hidroulik

Proses produksi dengan mesin hidrolik menghasilkan paving block dengan mutu K-225 ke atas. Adapun penggunaannya dapat diaplikasikan pada semua tempat, baik untuk pedestrian maupun parkir yang luas dengan beban yang cukup berat. Untuk hasil akhir dan penggunaan jangka panjang disarankan menggunakan paving press hidrolik.

METODE PENELITIAN

1) Metode Yang Digunakan

Pada penelitian ini pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram dengan membuat 90 sampel benda uji. Metode yang akan dipakai dalam membuat benda uji paving block pada penelitian ini adalah metode konvensional. Paving block yang sudah dicampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, setelah itu paving block dipukul-pukul hingga merata pada permukaan atasnya.

2) Jumlah Benda Uji Paving Block

Tabel 2 Jumlah Benda Uji Paving Block

No	Kadar Abu	Jumlah Benda Uji		
	Serbuk Kayu	Kuat Tekan	Beban Impact	Porositas
1	0%	5 buah	5 buah	5 buah
2	5%	5 buah	5 buah	5 buah
3	10%	5 buah	5 buah	5 buah
4	15%	5 buah	5 buah	5 buah
5	20%	5 buah	5 buah	5 buah
6	25%	5 buah	5 buah	5 buah
Jumlah		30 buah	30 buah	30 buah

3) Menyiapkan Bahan uji Paving Block

- 1) Menimbang bahan-bahan susun paving block yaitu semen, pasir, bahan tambah (abu serbuk kayu) dan air dengan berat yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran paving block.

- 2) Mempersiapkan cetakan paving block dan peralatan lain yang dibutuhkan.

Berdasarkan SNI-DT-91-0008-2007 tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton, untuk membuat 1 m^3 beton dengan mutu $f'c = 9,8$ MPa (K125) dengan $W/C = 0,4$ dibutuhkan semen sebesar 276 kg.

Tabel 3 rencana Adukan Paving Block per kelompok

Perbandingan (PC+ASK):Ps	Tambahan Abu Serbuk Kayu	f a a	Kebutuhan Pasir (Kg)	Kebutuhan Semen (Kg)	Klt Abu Serbuk Kayu (Kg)
1:5	0%	0,4	33,10	6,62	0
1:5	5%	0,4	33,10	6,29	0,331
1:5	10%	0,4	33,10	5,96	0,662
1:5	15%	0,4	33,10	5,63	0,994
1:5	20%	0,4	33,10	5,30	1,325
1:5	25%	0,4	33,10	4,97	1,656

4) Pengadukan Campuran Paving Block

Perencanaan proporsi campuran dalam penelitian ini mengacu pada penelitian pendahulu dengan perbandingan campuran 1PC : 5PS (sebagai kelompok kontrol); 0,95 PC : 5 PS : 0,05 ASK (kelompok eksperimen 1); 0,9 PC : 5 PS : 0,1 ASK (kelompok eksperimen 2); 0,85 PC : 5 PS : 0,15 ASK (kelompok eksperimen 3); 0,8 PC : 5 PS : 0,2 ASK (kelompok eksperimen 4) dan 0,75 PC : 5 PS : 0,25 ASK (kelompok eksperimen 5).

Untuk sampel yang berupa benda uji terdiri dari paving block yang menggunakan substitusi abu serbuk gergaji (kelompok eksperimen 1,2,3,4 dan 5), dan paving block tanpa substitusi serbuk gergaji (kelompok kontrol). Dari 6 macam komposisi perlakuan, masing-masing komposisi dibuat 5 buah benda uji dengan ukuran 20cm x 10cm x 6cm.

5) Perawatan Paving Block

Setelah benda uji selesai dicetak, tempatkan pada tempat yang teduh selama beberapa hari dengan tiap pagi disiram air secukupnya. Setelah 5 hari ambil benda uji dari landasan cetak, susun yang rapi sampai benda uji berumur 90 hari untuk dilakukan pengujian.

6) Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan (f_c) dari benda uji paving block. Pengujian kuat tekan paving block dilakukan berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block). Benda uji ditekan hingga hancur dengan mesin penekan yang dapat di atur kecepatannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai contoh benda uji hancur, diatur dalam waktu 1 sampai 2 menit. Arah penekanan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan benda di dalam pemakaiannya. Adapun mesin yang dipakai dalam menguji kuat tekan paving block adalah *Compressive Strength Testing Machine*.

Langkah-langkah dalam menguji kuat tekan paving block sebagai berikut:

- Benda uji ditimbang beratnya dan diukur dimensinya.
- Benda uji diletakkan pada alat uji tekan dengan sisi atas dan sisi bawah harus rata dan berada pada posisi sentris.
- Pembebanan dilakukan perlahan-lahan secara kontinu dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami kehancuran. Penambahan beban yang dilakukan konstan kurang lebih 2 sampai 4 kg/cm² tiap detik.
- Beban maksimum yang ditunjukkan oleh jarum pengukur pada alat uji tekan

dicatat.

Perhitungan nilai kuat tekan dari benda uji dapat dihitung dengan rumus:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- f_c = Kuat tekan benda uji (MPa)
- P = Beban maksimum (N atau kN)
- A = Luas penampang benda uji (cm² atau mm²)

Sumber: SNI 03-0691-1996

7) Pengujian Porositas

Pengujian porositas paving block dilakukan dengan cara yang sederhana. Paving block direndam dalam air hingga jenuh selama 24 jam, kemudian timbang beratnya dalam keadaan basah (mb). Angkat lalu keringkan benda uji dalam dapur pengering selama 24 jam pada suhu 115°C, kemudian timbang beratnya dalam keadaan kering oven (mk). Porositas paving block dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Porositas} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

8) Pengujian Beban Impact

Metode pengujian ketahanan kejut (*Impact Resistance*) sesuai dengan standar ASTM – D1557 seperti berikut ini :

- Benda uji dikeringkan (*Standard surface dry*)
- Benda uji ditimbang dan diukur dimensinya.
- Benda uji diletakkan di atas bidang datar, upayakan alas yang digunakan tidak dapat bergerak atau bergeser.
- Tempatkan alat impact di pusat benda uji pada diameter 10 cm
- Pembebanan impact dilakukan searah jarum jam, pembebanan pertama dimulai dari tengah, dilanjutkan dengan pembebanan impact kedua, ketiga, keempat,

kelima, keenam, ketujuh, kedelapan, kesembulan, dan kemudian kembali pada pembebanan pertama. Pembebanan impact dilakukan hingga benda uji tersebut pecah. Pecahnya benda uji merupakan nilai ketahanan benda uji tersebut terhadap beban impact.

Besarnya energi potensial pada beban impact dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$E = mgh \dots\dots\dots (3.3)$$

Dengan :

m = masa beban yang dijatuhkan (kg)

g = gaya gravitasi bumi (m/s²)

h = tinggi jatuh beban sampai ke permukaan benda uji (m)

pada pengujian ini massa beban yang dijatuhkan 4,5 kg, gaya gravitasi bumi 10 m/s² dan tinggi jatuh beban ke permukaan benda uji 45 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemeriksaan Bahan Penyusun Paving Block

Pemeriksaan atau pengujian bahan susun campuran paving block yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas teknik Universitas Mataram ini meliputi pemeriksaan terhadap agregat halus dan abu serbuk kayu. Pemeriksaan agregat halus ini meliputi pemeriksaan erat satuan agregat halus, pemeriksaan gradasi agregat halus, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan kandungan lumpur, dan pemeriksaan berat jenis agregat halus. Agregat halus berupa pasir dibeli di Desa Beleka Kecamatan Praya Timur Kabupaten Lombok Tengah. Pemeriksaan terhadap abu serbuk kayu hanya menguji adanya kandungan senyawa kimia di dalam abu serbuk kayu. Serbuk kayu ini didapatkan dari Desa Landah, Kecamatan Praya Timur

Kabupaten Lombok Tengah.

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pemeriksaan		Nilai
1	Berat Jenis	Kondisi SSD	2,671
		Kondisi Kering	2,655
2	Berat Satuan	Gembur (gr/cm ³)	1,121
		Padat (gr/cm ³)	1,455
3	Gradasi Butiran	Modulus Kehalusan	3,768
4	Kadar Lumpur	(%)	4,689

2. Pemeriksaan Kandungan Abu Serbuk Kayu

Pada pemeriksaan abu serbuk kayu yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis, Fakultas MIPA Universitas Mataram, proses pengujian uji silika ini dilakukan dengan metode Gravimetri. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai persentase silika yang lebih akurat, adapun persentase silika yang dihasilkan untuk masing-masing percobaan adalah 92,61%, 91,22%, dan 94,69% dan didapatkan kandungan silika pada abu serbuk kayu rata-rata sebesar 92,84%.

3. Pengujian Kuat Tekan

Paving block diuji kuat tekan pada umur 90 hari. pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang Paving Block (Bata Beton). Paving block diuji dengan alat uji tekan yaitu *Compressive Strength Testing Machin*,

Berikut ini adalah data hasil perhitungan kuat tekan paving block:

- a. Paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 0%

Tabel 5 Hasil Perhitungan Uji Tekan dengan penambahan ASK 0%

NO	Bidang Tekan		Luasan Bidang Tekan (A) (cm ²)	Beban		Kuat Tekan	
	Panjang	Lebar		P	P	f _c	f _c
	(cm)	(cm)		(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	(Mpa)
1	20	10,0	200	380	28551,60	142,76	14,00
2	20	10,0	200	300	30591,00	152,96	15,00
3	20	10,0	200	295	30061,15	150,41	14,75
4	20	10,0	200	265	27022,05	135,11	13,25
5	20	10,0	200	380	28551,60	142,76	14,00
6	20	10,0	200	290	29371,30	147,86	14,50
Kuat Tekan Rata Rata						145,31	14,25

- b. Paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 5%

Tabel 6 Hasil Perhitungan Uji Tekan dengan penambahan ASK 5%

NO	Bidang Tekan		Luasan Bidang Tekan (A) (cm ²)	Beban		Kuat Tekan	
	Panjang	Lebar		P	P	f _c	f _c
	(cm)	(cm)		(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	(Mpa)
1	20	10,0	200	270	27531,90	137,66	13,50
2	20	10,0	200	285	29061,45	145,31	14,25
3	20	10,0	200	270	27531,90	137,66	13,50
4	20	10,0	200	265	27022,05	135,11	13,25
5	20	10,0	200	270	27531,90	137,66	13,50
6	20	10,0	200	275	28041,75	140,21	13,75
Kuat Tekan Rata Rata						138,93	13,62

- c. Paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 10%

Tabel 7 Hasil Perhitungan Uji Tekan dengan penambahan ASK 10%

NO	Bidang Tekan		Luasan Bidang Tekan (A) (cm ²)	Beban		Kuat Tekan	
	Panjang	Lebar		P	P	f _c	f _c
	(cm)	(cm)		(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	(Mpa)
1	20	10,0	200	360	36709,20	183,55	17,99
2	20	10,0	200	310	31610,70	158,05	15,50
3	20	10,0	200	315	32120,55	160,60	15,75
4	20	10,0	200	310	31610,70	158,05	15,50
5	20	10,0	200	310	31610,70	158,05	15,50
6	20	10,0	200	290	29571,30	147,86	14,50
Kuat Tekan Rata Rata						161,03	15,79

- d. Paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 15%

Tabel 8 Hasil Perhitungan Uji Tekan dengan penambahan ASK 15%

NO	Bidang Tekan		Luasan Bidang Tekan (A) (cm ²)	Beban		Kuat Tekan	
	Panjang	Lebar		P	P	f _c	f _c
	(cm)	(cm)		(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	(Mpa)
1	20	10,0	200	230	23453,10	117,27	11,50
2	20	10,0	200	260	26512,20	132,56	13,00
3	20	10,0	200	245	24982,65	124,91	12,25
4	20	10,0	200	250	25492,50	127,46	12,50
5	20	10,0	200	240	24472,80	122,36	12,00
6	20	10,0	200	240	24472,80	122,36	12,00
Kuat Tekan Rata Rata						124,49	12,20

- e. Paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 20%

Tabel 9 Hasil Perhitungan Uji Tekan dengan penambahan ASK 20%

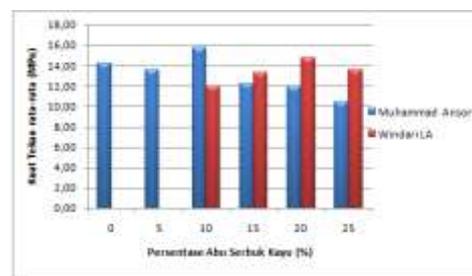
NO	Bidang Tekan		Luasan Bidang Tekan (A) (cm ²)	Beban		Kuat Tekan	
	Panjang	Lebar		P	P	f _c	f _c
	(cm)	(cm)		(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	(Mpa)
1	20	10,0	200	240	24472,80	122,36	12,00
2	20	10,0	200	260	26512,20	132,56	13,00
3	20	10,0	200	230	23453,10	117,27	11,50
4	20	10,0	200	240	24472,80	122,36	12,00
5	20	10,0	200	235	23962,95	119,81	11,75
6	20	10,0	200	230	23453,10	117,27	11,50
Kuat Tekan Rata Rata						121,94	11,94

- f. Paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 25%

Tabel 10 Hasil Perhitungan Uji Tekan dengan penambahan ASK 25%

NO	Bidang Tekan		Luasan Bidang Tekan (A) (cm ²)	Beban		Kuat Tekan	
	Panjang	Lebar		P	P	f _c	f _c
	(cm)	(cm)		(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	(Mpa)
1	20	10,0	200	195	19884,15	99,42	9,75
2	20	10,0	200	220	22433,40	112,17	11,00
3	20	10,0	200	210	21413,70	107,07	10,50
4	20	10,0	200	205	20903,85	104,52	10,25
5	20	10,0	200	210	21413,70	107,07	10,50
6	20	10,0	200	210	21413,70	107,07	10,50
Kuat Tekan Rata Rata						106,22	10,41

Berikut ini adalah perbandingan grafik kuat tekan rata-rata paving block untuk semua variasi campuran dengan bahan tambah abu serbuk kayu dengan hasil penelitian pendahulu.



Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 10% dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian pendahulunya, yaitu sebesar 15,79 MPa dengan nilai kuat tekan pada penelitian terdahulu sebesar 11,979 MPa. Nilai ini dapat digolongkan ke dalam paving block mutu C dengan kuat tekan minimum 12,25 MPa dan dapat dipergunakan untuk pejalan kaki. Namun dengan penambahan abu

serbuk kayu 15%, 20% dan 25% lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulunya. Dimana nilai kuat tekan yang didapat untuk penambahan abu serbuk kayu 15%, 20% dan 25% masing-masing sebesar 12,20 MPa, 11,95 MPa, dan 10,41 MPa. Nilai ini masih aman jika digolongkan ke dalam paving block mutu D dengan kuat tekan minimum sebesar 8,33 MPa.

4. Pengujian Porositas

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving Block). Adapun persamaan yang dipakai untuk menghitung besarnya persentase porositas paving block adalah sebagai berikut.

$$\text{Porositas} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots(4.2)$$

Dimana, *mb* = massa basah dan *mk* = massa kering.

Berikut ini adalah data-data hasil pengujian porositas paving block.

- a. Hasil Perhitungan uji Porositas Paving Block dengan Campuran ASK 0%

Tabel 11 Hasil Perhitungan Porositas dengan penambahan ASK 0%

Penambahan Abu Serbuk Kayu 0%			
No Sampel	berat basah (gram)	berat kering (gram)	porositas (%)
1	2410	2320	3.879
2	2350	2240	4.911
3	2360	2210	6.787
4	2340	2230	4.933
5	2250	2180	3.211
Rata-rata			4.744

- b. Hasil Perhitungan uji Porositas Paving Block dengan Campuran ASK 5%

Tabel 12 Hasil Perhitungan Porositas dengan penambahan ASK 5%

Penambahan Abu Serbuk Kayu 5%			
No Sampel	berat basah (gram)	berat kering (gram)	Porositas (%)
1	2310	2196	5.191
2	2250	2133	5.485
3	2340	2237	4.604
4	2250	2187	2.881
5	2320	2197	5.599
Rata-rata			4.752

- c. Hasil Perhitungan uji Porositas Paving Block dengan Campuran ASK 10%

Tabel 13 Hasil Perhitungan Porositas dengan penambahan ASK 10%

Penambahan Abu Serbuk Kayu 10%			
No Sampel	berat basah (gram)	berat kering (gram)	porositas (%)
1	2265	2218	2.119
2	2245	2213	1.446
3	2255	2207	2.175
4	2280	2187	4.252
5	2275	2097	8.488
Rata-rata			3.696

- d. Hasil Perhitungan uji Porositas Paving Block dengan Campuran ASK 15%

Tabel 14 Hasil Perhitungan Porositas dengan penambahan ASK 15%

Penambahan Abu Serbuk Kayu 15%			
No Sampel	berat basah (gram)	berat kering (gram)	porositas (%)
1	2321	2214	4.833
2	2265	2220	2.027
3	2250	2216	1.534
4	2256	2138	5.519
5	2250	2122	6.032
Rata-rata			3.989

- e. Hasil Perhitungan uji Porositas Paving Block dengan Campuran ASK 20%

Tabel 15 Hasil Perhitungan Porositas dengan penambahan ASK 20%

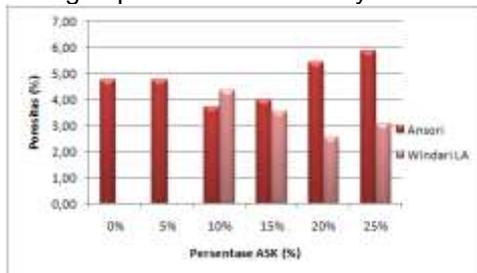
Penambahan Abu Serbuk Kayu 20%			
No Sampel	berat basah (gram)	berat kering (gram)	porositas (%)
1	2320	2289	1.354
2	2300	2064	6.589
3	2250	2138	5.239
4	2315	2185	5.950
5	2350	2177	7.947
Rata-rata			5.416

- f. Hasil Perhitungan uji Porositas Paving Block dengan Campuran ASK 25%

Tabel 16 Hasil Perhitungan Porositas dengan penambahan ASK 25%

Penambahan Abu Serbuk Kayu 25%			
No Sampel	berat basah (gram)	berat kering (gram)	porositas (%)
1	2120	2055	3.163
2	2110	1975	6.835
3	2150	2049	4.929
4	2210	2031	8.813
5	2100	1990	5.528
Rata-rata			5.854

Berikut ini adalah grafik perbandingan hubungan antara porositas dan variasi penambahan abu serbuk kayu pada paving block dengan penelitian sebelumnya.



Dari Grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai porositas paving block pada penambahan abu serbuk kayu 10% dalam penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai porositas pada penelitian terdahulu yaitu sebesar 3,696% dengan nilai porositas pada penelitian terdahulu sebesar 4,345%. Adapun dengan penambahan abu serbuk kayu 15%, 20% dan 25% pada paving block, nilai porositas paving block dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan nilai porositas pada penelitian terdahulunya yaitu masing-masing sebesar 3,989%, 5,416% dan 5,854% namun nilai ini dapat dikategorikan ke dalam paving block dengan mutu B dengan nilai porositas maksimal sebesar 6%.

5. Pengujian Beban Impact

Hasil pengujian beban impact rata-rata paving block diperoleh berdasarkan jumlah pukulan yang menyebabkan benda uji paving block mengalami kehancuran. Nilai beban impact paving block diketahui dengan menjumlahka energi yang dihasilkan dari berat beban yang dijatuhkan dengan ketinggian tertentu. Hasil pengujian beban impact rata-rata yang didapatkan dari masing-masing variasi penambahan abu serbuk kayu dalam penelitian ini disajikan dalam tabel berikut ini.

a. Hasil Pengujian Beban Impact untuk penambahan ASK 0%

Tabel 17 Hasil Pengujain Beban Impact dengan penambahan ASK 0%

No	massa beban (kg)	Energi Potensial (Joule)	Jumlah Pukulan		Jumlah Pukulan rata-rata		Energi Potensial Impact (Joule)
			Retak	Pecah	Retak	Pecah	
1	4.50	20.250	4	5	3.6	4.4	89.10
2	4.50	20.250	4	5			
3	4.50	20.250	3	4			
4	4.50	20.250	4	4			
5	4.50	20.250	3	4			

b. Hasil Pengujian Beban Impact untuk penambahan ASK 5%

Tabel 18 Hasil Pengujain Beban Impact dengan penambahan ASK 5%

No	massa beban (kg)	Energi Potensial (Joule)	Jumlah Pukulan		Jumlah Pukulan rata-rata		Energi Potensial Impact (Joule)
			Retak	Pecah	Retak	Pecah	
1	4.50	20.250	3	3	3.8	4.6	93.13
2	4.50	20.250	3	4			
3	4.50	20.250	4	5			
4	4.50	20.250	5	6			
5	4.50	20.250	4	5			

c. Hasil Pengujian Beban Impact untuk penambahan ASK 10%

Tabel 19 Hasil Pengujain Beban Impact dengan penambahan ASK 10%

No	massa beban (kg)	Energi Potensial (Joule)	Jumlah Pukulan		Jumlah Pukulan rata-rata		Energi Potensial Impact (Joule)
			Retak	Pecah	Retak	Pecah	
1	4.50	20.250	4	5	4.0	5.0	101.25
2	4.50	20.250	4	5			
3	4.50	20.250	5	6			
4	4.50	20.250	3	4			
5	4.50	20.250	4	5			

d. Hasil Pengujian Beban Impact untuk penambahan ASK 15%

Tabel 20 Hasil Pengujain Beban Impact dengan penambahan ASK 15%

No	massa beban (kg)	Energi Potensial (Joule)	Jumlah Pukulan		Jumlah Pukulan rata-rata		Energi Potensial Impact (Joule)
			Retak	Pecah	Retak	Pecah	
1	4.50	20.250	4	5	3.6	4.2	85.05
2	4.50	20.250	4	5			
3	4.50	20.250	4	4			
4	4.50	20.250	3	4			
5	4.50	20.250	3	3			

e. Hasil Pengujian Beban Impact untuk penambahan ASK 20%

Tabel 21 Hasil Pengujain Beban Impact dengan penambahan ASK 20%

No	masa	Energi Potensial (Joule)	Jumlah Pukulan		Jumlah Pukulan rata-rata		Energi Potensial Impact (Joule)
	beban (kg)		Retak	Pecah	Retak	Pecah	
	1	4.50	20.250	4	5	3.6	4.0
2	4.50	20.250	4	4			
3	4.50	20.250	3	4			
4	4.50	20.250	3	3			
5	4.50	20.250	4	4			

f. Hasil Pengujian Beban Impact untuk penambahan ASK 25%

Tabel 22 Hasil Pengujian Beban Impact dengan penambahan ASK 25%

No	masa	Energi Potensial (Joule)	Jumlah Pukulan		Jumlah Pukulan rata-rata		Energi Potensial Impact (Joule)
	beban (kg)		Retak	Pecah	Retak	Pecah	
	1	4.50	20.250	2	3	2.8	3.6
2	4.50	20.250	3	4			
3	4.50	20.250	3	4			
4	4.50	20.250	3	3			
5	4.50	20.250	3	4			

Berikut ini merupakan Grafik hubungan antara persentase abu serbuk kayu dengan Energi potensial impact.



Pada grafik di atas terlihat bahwa nilai kuat beban impact pada paving block dengan campuran abu serbuk kayu 5% dan 10% mengalami kenaikan terhadap paving block tanpa penambahan abu serbuk kayu masing-masing sebesar 93,15 Joule dan 101,25 Joule. Hal ini dikarenakan pada paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 5% dan 10% memiliki ketahanan yang lebih daripada paving block tanpa penambahan abu serbuk kayu, ini dapat dilihat dari jumlah pukulan yang menyebabkan retak pertama sampai paving block menjadi hancur. Sedangkan pada paving block dengan penambahan abu serbuk kayu 15%, 20%, dan 25% abu serbuk kayu, mengalami penurunan dari paving block tanpa penambahan abu serbuk kayu

masing-masing sebesar 85,05 Joule, 81,00 Joule dan 72,90 Joule.

Sebenarnya dalam SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block) tidak ada ketentuan beban impact untuk tiap mutunya. Tidak ada batas minimal beban impact paving block berdasarkan mutu dalam 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block). Jadi, berdasarkan ketahanan paving block terhadap beban impact yang menggunakan penambahan abu serbuk kayu tidak dapat dimasukkan ke dalam kategori mutu 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block). Dengan kata lain, jika dinilai berdasarkan beban impact, paving block pada penelitian ini digunakan sesuai dengan mutu kuat tekannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian Kuat Tekan, Porositas dan Beban Impact pada paving block yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Pengaruh penambahan abu serbuk kayu dalam campuran paving block pada persentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% abu kayu memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 14,25 MPa, 13,62 Mpa, 15,79 Mpa, 12,20 MPa, 11,95 MPa, dan 10,41 MPa
- Nilai porositas paving block pada penambahan abu serbuk kayu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% masing-masing sebesar 4,744%, 4,752%, 3,696%, 3,989%, 5,416% dan 5,854% dimana nilai ini termasuk ke dalam paving block mutu B dengan porositas maksimal sebesar 6%.
- Pengaruh penambahan abu serbuk kayu dalam campuran paving block pada persentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% abu kayu memiliki kuat beban impact rata-rata sebesar

89,10 Joule, 93,15 Joule, 101,25 Joule, 85,05 Joule, 81,00 Joule dan 72,90 Joule.

2. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan kesimpulan di atas dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

- a. Perlu adanya pengurangan variasi penambahan abu serbuk kayu untuk mengetahui persentase abu serbuk kayu yang mendekati normal.
- b. Perlu adanya uji pendahuluan terhadap nilai faktor air semen terlebih dahulu sebelum melakukan *mix design* campuran paving block.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim 1, SNI 03-0691-1996, *Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standarisasi Nasional.

Anonim 2, SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.

Anonim 3, SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton*. Badan Standarisasi Nasional

Anonim 4, SNI-2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional

Anonim 5, SK SNI S-04-1989-F, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Badan Standarisasi Nasional

Anonim 6, SNI-DT-91-0008-2007, *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum

Anonim 7, SNI 03-0028-1987, *Tentang Cara Uji Ubin Semen*. Badan Standarisasi Nasional

Antoni dan Nugraha, P. 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit C.V Andi Offset. Yogyakarta.

Diposhudo, I. 1996. *Struktur Beton Bertulang, Berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum RI, Gramedia Jakarta.*

Ida Nurmawati, 2006. *Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergail Kayu Terhadap Kuat tekan dan Resapan Air Pada Paving Block*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Maryanto, 2015. *Pengaruh Penambahan Serat Pelepah Pohon Aren Terhadap Modulus Runtuh Dan Beban Impact Paving Block*. Skripsi S1, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram

Prayitno, 1992. *Uji Kandungan Abu Hasil Pembakaran Bahan Organik*. Jakarta: Rineka Cipta

Ruswanto Adi, T. 2017, *Pengaruh Penambahan Abu Pembakaran Serbuk Kayu Jati Terhadap Kuat Tekan dan Serap Air Pada Paving Block*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Suhendro, B. 1993. *Pengaruh Fiber Kawat Pada Sifat-Sifat Beton*, Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Perguruan Tinggi, Depdikbud, Dikjen Dikti, Direktorat pembinaan Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat, H. 352-365.

Tjokrodimuljo, K. 2012. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Widari, L.A 2015. *Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block*. Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Aceh

Yusnita, 2008, *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisik Beton*, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan