

**PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIK PAVING BLOCK**

***(The Effect Of Aspect Ratio of PET fiber to Physical and Mechanical
Properties Of Paving Block)***

Artikel Ilmiah
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

**M. RIFKY FAHRANI
F1A 013 103**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2018**

Artikel Ilmiah

**PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIK PAVING BLOCK**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



Shofia Rawiana, ST., MT.
NIP : 196603051994122001

Tanggal: 2018

2. Pembimbing Pendamping



Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.
NIP : 197608042000032001

Tanggal: 23 - 8 - 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jauhar Fajrin, ST., MSc (Eng)., Ph.D.
NIP. 197406011998021001



Artikel Ilmiah


**PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIK PAVING BLOCK**

Oleh:
M. Rifky Fahrani
F1A 013 103


Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Susunan Tim Penguji:

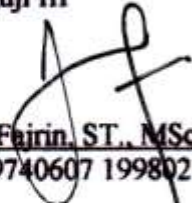
1. Penguji I

 7/9'18
Hariyadi, ST., MSc(Eng), Dr.(Eng).
NIP: 19731027 199802 1 001

2. Penguji II


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

3. Penguji III


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

Mataram,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram


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



**PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIK PAVING BLOCK**

*(The Effect Of Aspect Ratio of PET fiber to Physical and Mechanical
Properties Of Paving Block)*

M. Rifky Fahrani¹, Shofia Rawiana², Ni Nyoman Kencanawati³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Sampah merupakan salah satu masalah yang cukup kompleks terutama di daerah perkotaan karena akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Plastik merupakan sampah anorganik yang membutuhkan waktu sekitar 500 hingga 1000 tahun agar bisa terurai di alam. PET (*polyethylene terephthalate*) adalah jenis plastik yang paling umum digunakan, tertera logo daur ulang nomor 1 pada bagian bawah kemasan. Plastik ini direkomendasikan untuk sekali pakai karena apabila sering digunakan untuk menyimpan air hangat atau panas akan mengakibatkan lapisan plastik meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker). Sehingga salah satu cara mengurangi limbah plastik ini adalah dengan menggunakannya sebagai bahan tambah *paving block*.

Pada penelitian ini menggunakan benda uji *paving block* dengan penambahan serat plastik PET berdasarkan variasi aspek rasio. Aspek rasio serat adalah perbandingan antara panjang serat (l) dan diameter serat (d), berfungsi sebagai pembatas dari penggunaan serat mulai dari bentuk hingga ukuran serat yang akan digunakan. Variasi aspek rasio yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 80, 60, 35, dan 25 dengan rorsi serat 0.5% dari volume *paving block*, menggunakan perbandingan campuran pasir dan semen 6 : 1. Pengujian dilakukan terhadap sifat fisik (serapan air dan keausan) dan mekanik (kuat tekan dan kuat tarik belah) *paving block*. Benda uji dibuat dalam dua bentuk yaitu *paving block* segi enam untuk pengujian kuat tekan, serapan air, dan keausan, sedangkan *paving block* balok untuk pengujian kuat tarik belah.

Hasil penelitian didapatkan variasi aspek rasio terbaik adalah aspek rasio 35 dengan hasil pada pengujian sifat fisik didapatkan nilai penurunan serapan air paling rendah pada benda uji PR 35 dan PR 25 masing-masing 4% dapat menurunkan serapan air sebesar 42,5% terhadap benda uji PB N dengan besar serapan air 7%. Pada uji aus, benda uji PR Optimal nilai keausannya adalah 2,94%, menurunkan 7% keausan terhadap benda uji PB Normal dengan besar keausan 3,17%. Pengujian sifat mekanik yaitu pengujian kuat tekan didapatkan benda uji PR 35 dengan kuat tekan 21,93 Mpa, meningkatkan 12,16% kuat tekan terhadap benda uji PB N dengan kuat tekan 19,55 Mpa. Pada pengujian kuat tarik, benda uji PR 35 nilai sebesar 0,212 Mpa meningkatkan 33% kuat tarik terhadap PB N dengan besar kuat tarik 0,159 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian, aspek rasio optimum yang didapat adalah pada panjang serat 35mm, dan lebar serat 6,8mm yang didapat dari hasil pada penelitian ini berdasarkan trend line.

Kata kunci: *paving block*, serat PET, aspek rasio, serapan air, keausan, kuat tekan, kuat tarik belah.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah yang cukup kompleks terutama didaerah perkotaan karena pertumbuhan industri dan bertambahnya jumlah penduduk. Disamping akan menyebabkan berbagai macam penyakit, sampah juga dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan sekitarnya. Selain itu juga sampah yang menumpuk dapat menimbulkan kesan yang negatif dan terlihat kumuh. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini, diantaranya yaitu dengan membuat tempat pembuangan akhir (TPA) dan membakar sampah di ruang terbuka, namun hal tersebut menimbulkan masalah baru seperti polusi udara yang cukup mengganggu.

Sampah terdiri dari dua jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik adalah sampah yang bisa mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau. Sedangkan sampah anorganik adalah sampah yang terdiri dari bahan-bahan yang sulit terurai secara biologis sehingga penghancurannya membutuhkan waktu yang sangat lama, contohnya botol plastik, tas plastik, kaleng, dll.

Plastik merupakan sampah anorganik yang sulit terurai secara alami, dibutuhkan waktu sekitar 500 hingga 1000 tahun agar plastik bisa terurai di alam. PET (*polyethylene terephthalate*) adalah jenis plastik yang paling umum digunakan, biasanya terdapat pada botol plastik minuman, kemasan makanan, botol jus, dan sejenisnya. Plastik jenis ini direkomendasikan hanya digunakan untuk sekali pakai karena apabila sering digunakan untuk menyimpan air hangat atau panas akan mengakibatkan lapisan plastik meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan

kanker). Sehingga salah satu cara mengurangi limbah plastik jenis ini adalah dengan menggunakannya sebagai bahan tambah pada *paving block*.

Paving block adalah komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenis, air, dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut (SNI 03-0691-1996). Secara struktural, *paving block* mempunyai kekuatan yang cukup besar dalam menahan gaya tekan, akan tetapi kemampuan untuk menahan gaya tarik sangat lemah. Lemahnya *paving* terhadap gaya tarik, menyebabkan *paving* tidak kuat menerima beban kejut.

Untuk meningkatkan kuat tarik dari *paving block* dapat dilakukan dengan menambahkan serat pada *paving block*. Serat yang umumnya digunakan adalah serat baja (*steel fiber*), serat kaca (*glass fibre*), serat karbon (*carbon fibre*) dan serat plastik (*polypropylene fibre*).

Dari penelitian terdahulu (Sudarmoko) penggunaan serat yang berlebihan akan mengakibatkan terjadi *balling effect*, yaitu penggumpalan serat membentuk suatu bola dikarenakan serat tidak tersebar merata. Oleh karena itu penggunaan serat harus berdasarkan aspek rasio. Aspek rasio serat adalah perbandingan antara panjang serat (l) dan diameter serat (d), berfungsi sebagai pembatas dari penggunaan serat mulai dari bentuk hingga ukuran serat yang akan digunakan.

Briggs (1974) meneliti bahwa batas maksimal yang masih memungkinkan untuk dilakukan pengadukan dengan mudah pada adukan beton serat adalah penggunaan serat dengan aspek rasio ($l/d < 100$). Pembatasan nilai l/d tersebut didukung dengan usaha-

usaha untuk meningkatkan kuat lekat serat dengan membuat serat dari berbagai macam konfigurasi, seperti bentuk spiral, berkait, bertakik-takik atau bentuk-bentuk yang lain untuk meningkatkan kuat lekat serat.

Penelitian yang dilakukan Pande (2016) dengan meninjau pengaruh aspek rasio terhadap sifat mekanik beton. Variasi aspek rasio yang digunakan 42(2x25mm), 82(2x50mm), dan 121(2x100mm) dengan proporsi serat 1% terhadap berat semen. Didapatkan aspek rasio optimal yaitu pada panjang serat 35mm dapat meningkatkan kuat tarik sebesar 7,143% terhadap beton normal.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Irwan dkk (2013) dengan menggunakan cacahan botol plastik PET sebagai serat untuk beton, didapatkan pada proporsi serat 0,5% terhadap volume campuran dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 9,1%.

Melanjutkan dari beberapa penelitian terdahulu, maka dilakukan penelitian dengan judul "Pengaruh aspek rasio serat limbah plastik PET (*polyethylene terephthalate*) terhadap sifat fisik dan mekanik *paving block*".

DASAR TEORI

Paving Block

Paving block adalah komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenis, air, dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut (SNI 03-0691-1996).

Agregat Halus

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton

(Tjokrodimuljo, 2012). Sedangkan dalam SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, krikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton atau adukan semen hidrolis.

Semen

Semen adalah *hidroulic binder* (perekat hidroulis) yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan.

Air

Air sebagai bahan dasar pembuatan beton memiliki peran yang penting untuk bereaksi dengan semen menjadi pasta semen. Jumlah air yang diperlukan untuk mendapatkan kondisi kelecakan tertentu bergantung pada sifat material yang digunakan (Nugraha dkk, 2004).

Serat PET

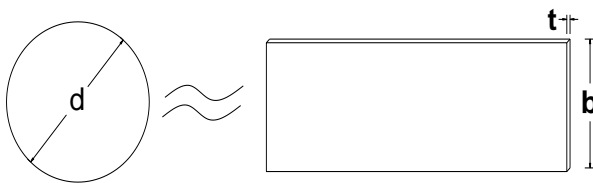
Serat yang dapat digunakan sebagai bahan tambah *paving block* adalah serat plastik *polyethylene terephthalate* (PET). PET adalah jenis plastik yang paling umum digunakan, tertera logo daur ulang nomor 1 pada bagian bawah kemasan biasanya terdapat pada botol plastik minuman, kemasan makanan, botol minyak goreng, botol jus dan sejenisnya. Plastik jenis ini direkomendasikan hanya digunakan untuk sekali pakai karena apabila sering digunakan untuk menyimpan air hangat atau panas akan mengakibatkan lapisan plastik meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker). Secara umum plastik PET

bersifat tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk saat suhu panas.

Hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan serat sebagai bahan tambah dalam campuran beton adalah aspek rasio serat. Menurut ACI Committee 544 (2002) tentang *State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete*, aspek rasio serat adalah perbandingan antara panjang dan diameter serat, dimana *equivalent diameter* juga dapat digunakan. Dari sumber yang sama, dijelaskan *equivalent diameter* adalah diameter sebuah lingkaran yang mempunyai luas yang sama dengan luas penampang melintang dari serat.

Untuk mendapatkan nilai aspek rasio pada serat dengan bentuk pipih, maka penampang melintang serat yang berbentuk persegi akan diekuivalensikan menjadi berbentuk lingkaran. Nilai *equivalent diameter* didapatkan melalui perbandingan luas antar luas lingkaran serat dengan luas penampang melintang serat yang berbentuk persegi dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Luas lingkaran} &= \text{Luas penampang} \\ &\text{melintang serat} \\ 0,25 \times \pi \times d^2 &= l \times t \end{aligned}$$



Gambar 1 Ilustrasi *Equivalent diameter* serat.

Dengan:

- $\pi = 3,14$
- d = diameter serat
- l = lebar serat
- t = tebal serat

Kuat Tekan

Menurut SNI 03-0691-1996, kuat tekan *paving block* adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan maksimum $f'c$ diberikan persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dengan:

- $f'c$ = kuat tekan (Mpa)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas bidang permukaan (mm^2)

Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji *paving block* yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tarik belah. Menurut BS EN 1338 : 2003 benda uji untuk pengujian kuat tarik belah pada *paving block* hanya *paving* bentuk balok, karena dalam SNI 03-0691-1996 tidak dijelaskan pengujian kuat tarik.

BS EN 1338:2003 (Dalam Purwanto dan Priastiw, 2008) menyatakan untuk menghitung kuat tarik belah dihitung dengan rumus persamaan berikut ini:

$$T = 0,637 \times K \times \frac{P}{S}$$

Dengan :

- T = Kuat tarik belah (MPa)
- P = Beban uji maksimum (N)
- S = Luas permukaan benda uji (mm^2)

Serapan Air

Pengujian serapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan *paving block* untuk menyerap air dan mengalirkannya agar tidak terjadi genangan pada tempat tertentu. *Paving block*

dengan kualitas baik adalah yang mempunyai nilai absorpsi (persentase serapan air) yang rendah. Serapan air dihitung dengan persamaan berikut:

$$W_a = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100\%$$

Dimana:

W_a = Serapan air (kg)

M_k = massa sampel kering (kg)

M_j = massa sampel setelah direndam (kg)

Keausan

Keausan adalah hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. Pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi terhadap kekuatan permukaannya. *Paving block* dengan kualitas baik adalah yang mempunyai nilai keausan yang rendah. Keausan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Keausan} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Dimana:

A = berat sebelum pengujian

B = berat setelah pengujian

METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan benda uji dilakukan dipabrik pembuatan *paving block* yaitu PT.Gerbang NTB Emas cakranegara dan pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram.

Alat dan Bahan

Peralatan yang akan digunakan untuk menunjang pelaksanaan penelitian ini adalah:

- Timbangan yang akan digunakan untuk mengukur berat bahan dan benda uji.
- Ayakan yang akan digunakan untuk menguji gradasi agregat halus.

- Penggaris untuk mengukur benda uji.
- Mesin cetak *paving block* segi enam dan *paving block* balok.
- Mesin press *paving block* segi enam dan *paving block* balok.
- Mesin uji tekan.
- Mesin uji tarik belah.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Semen Portland tipe I dengan merek Tiga Roda.
- Agregat halus (pasir).
- Air bersih yang terdapat di PT.Gerbang NTB Emas
- Serat PET yang didapatkan dengan mencacah botol plastik jenis PET pada kemasan botol air mineral dengan variasi aspek rasio yang telah ditentukan.

Persiapan Serat PET

Serat PET didapatkan dengan cara memotong atau mencacah limbah botol plastik PET secara manual. Proses pengadaan dan perawatan serat PET adalah sebagai berikut:

- Botol plastik bekas dipilah dan dikumpulkan, diambil yang berlogo PET dengan tebal 0,15 mm.
- Botol dibersihkan, dipotong, dan diambil bagian badannya.
- Setelah itu dipotong dengan menggunakan pisau *cutter* atau menggunakan gunting sesuai variasi aspek rasio.

Perhitungan Aspek Rasio

Aspek rasio serat adalah perbandingan antara panjang serat dan diameter serat. Pada serat yang berbentuk pipih, maka dapat digunakan nilai *equivalent diameter* sebagai diameter serat.

Pada penelitian ini menggunakan serat dengan variasi lebar 1 mm, 2 mm, 5 mm, dan 10 mm. Panjang serat yang digunakan

adalah 35 mm dengan tebal serat adalah 0,15 mm.

Perhitungan *equivalent diameter* serat:

- Untuk lebar serat 1 mm.
Luas lingkaran = Luas penampang melintang serat
 $0,25 \times \pi \times d^2 = l \times t$
 $0,25 \times 3,14 \times d^2 = 1 \times 0,15$
 $d = 0,437 \text{ mm}$

Perhitungan *equivalent diameter* dan aspek rasio serat selanjutnya akan disajikan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Nilai *Equivalent Diameter* dan Aspek Rasio

No	Panjang serat (mm)	<i>Equivalent Diameter</i> (mm)	<i>l/d</i>	Aspek Rasio
1	35	0,437	80,068	80
2	35	0,618	56,616	60
3	35	0,977	35,807	35
4	35	1,382	25,320	25

Kebutuhan Benda Uji

Sampel dalam penelitian ini adalah *paving block* dengan menggunakan serat plastik berlogo PET. Penelitian ini menggunakan serat plastik 0.5% dari volume *paving block*, dengan variasi aspek rasio 80, 60, 35, dan 25 dengan perbandingan campuran pasir dan semen adalah 6 : 1. Benda uji dibuat dalam dua bentuk yaitu *paving block* segi enam dan *paving block* balok. *Paving block* segi enam dengan ukuran sisi 11,5 cm dan tebal 8 cm untuk pengujian kuat tekan, serapan air, dan keausan. Sedangkan untuk uji kuat tarik belah digunakan benda uji *paving block* balok dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tebal 8 cm.

Kebutuhan benda uji dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Kebutuhan Benda Uji

Kode benda uji	Kebutuhan benda uji			
	Kuat tekan	Kuat tarik	Serapan air	Ketahanan aus
	28 hari	28 hari	28 hari	28 hari
PB N	3	3	3	Menggunakan aspek rasio optimal pada penelitian ini.
PR 80	3	3	3	
PR 60	3	3	3	
PR 35	3	3	3	
PR 25	3	3	3	
	15	15	15	

Note: PB N (*paving block* normal), PR 80 (*paving* rasio 80), dst.

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda *paving block* dilakukan dengan prosedur berikut:

1. Benda uji segi enam (*paving block hexagonal*)

Langkah dalam pembuatan benda uji *paving block hexagonal* adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan material pasir,semen,air, dan serat plastik.
 - b. Cetakan bentuk segi enam dengan ukuran sisi 11,5 cm dan tebal 8 cm.
 - c. Proporsi volume 1 semen dan 6 pasir diaduk dan dicampur pada bak mesin pembuat *paving block*.
 - d. Untuk *paving block* normal, campuran yang sudah ada dipadatkan dalam cetakan dengan mesin press.
 - e. Untuk *paving block* dengan serat tambahan, campuran yang sudah ada ditambahkan dengan proporsi serat yang sudah ditentukan kemudian dipadatkan dengan mesin press.
 - f. Kemudian cetakan didiamkan selama 28 hari.
2. Benda uji *paving block* balok
Langkah dalam pembuatan benda uji sebagai berikut:

- a. Persiapan material pasir, semen, air dan serat PET.
- b. Cetakan bentuk balok dengan panjang 20cm, lebar 10cm, dan tebal 8cm.
- c. Proporsi volume material yang telah ditetapkan diaduk dan dicampur pada bak mesin pembuat *paving block*.
- d. Untuk *paving block* normal, campuran yang sudah ada diletakkan pada cetakan dan dipadatkan menggunakan mesin uji press.
- e. Untuk *paving block* dengan serat tambahan, campuran yang sudah ada ditambahkan dengan proporsi serat yang sudah ditentukan kemudian dipadatkan dengan mesin press.
- f. Kemudian cetakan dibiarkan selama 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN Pemeriksaan Bahan Penyusun *Paving Block*

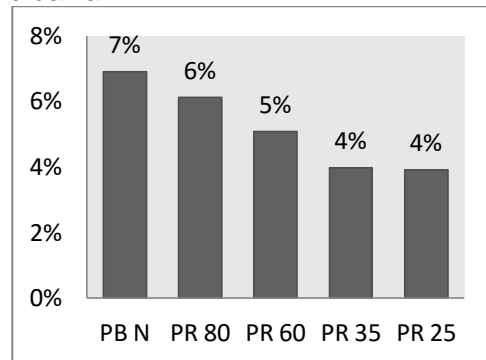
Pemeriksaan atau pengujian terhadap agregat halus (pasir) yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram meliputi pemeriksaan berat satuan agregat halus, pemeriksaan berat jenis agregat halus, pemeriksaan gradasi agregat halus, dan pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus. Hasil pemeriksaan satuan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini:

Berat Satuan (gr/cm ³)		Berat Jenis		Gradasi MHB	Kadar Lumpur (%)
Lepas	Padat	Kering	SSD		
1,212	1,408	2,43	2,53	2,8	0,68

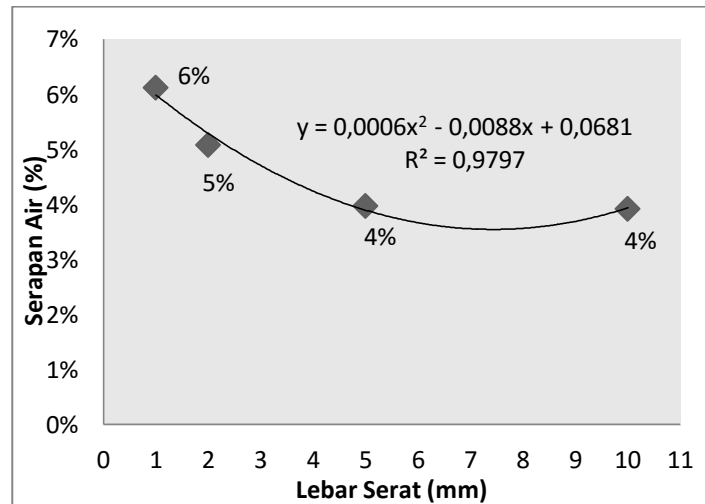
Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Satuan Agregat Pasir

Serapan Air *Paving Block*

Pengujian serapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan *paving block* untuk menyerap air dan mengalirkannya agar tidak terjadi genangan pada tempat tertentu. Penambahan serat dimaksudkan untuk mengurangi sifat *paving block* yang *porous*. Hasil pengujian serapan air dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 2 Hasil Pengujian Serapan Air *Paving Block*



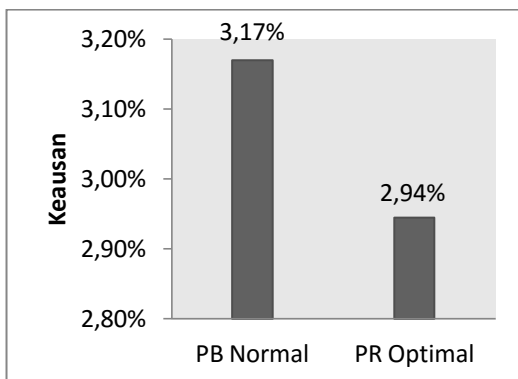
Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Optimal Serapan Air
Dari hasil pengujian didapatkan penurunan nilai serapan air paling tinggi adalah pada benda uji PR 35 dan PR 25 masing-masing yaitu 42,5% terhadap benda uji PB N. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan serat

PET pada *paving block* dapat menurunkan daya serapan air *paving* seiring besar aspek rasio yang digunakan. *Paving block* yang bagus kualitasnya adalah *paving block* yang memiliki nilai daya serap air yang rendah.

Benda uji dengan penambahan serat PET berbanding terbalik dengan benda uji normal, karena benda uji normal bersifat *porous* yaitu mudah menyerap air karena memiliki rongga pori yang besar. Penggunaan serat pada *paving* terbukti dapat menurunkan daya serapan air karena serat plastik PET dapat menutup pori-pori pada benda uji *paving block* dan mengurangi sifat *porous* tersebut.

Keausan *Paving Block*

Keausan adalah hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. *Paving block* dengan kualitas baik adalah yang mempunyai nilai keausan yang rendah. Hasil pengujian keausan dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian Keausan *Paving Block*

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa penggunaan serat dengan aspek rasio optimal dapat mengurangi keausan *paving block*. Pada benda uji PR Optimal dapat mengurangi 7% keausan terhadap

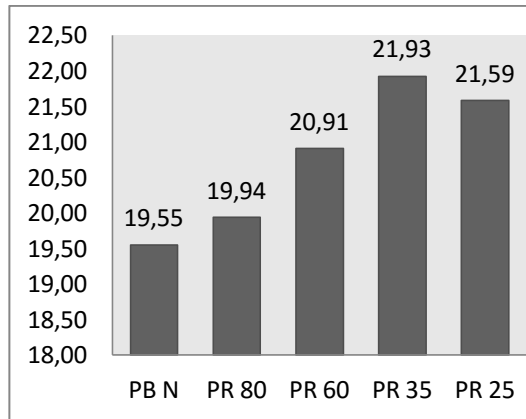
benda uji PB Normal. Pada benda uji PB Normal tebal kehilangan permukaan akibat uji aus yang dilakukan selama 1 bulan adalah sebesar 5,075 mm/bulan, sedangkan pada benda uji PR Optimal sebesar 4,722mm/bulan, jadi benda uji PR Optimal 1,07x lebih tahan dari benda uji PB Normal. Jika *paving block* normal dapat bertahan selama 10 tahun, maka *paving block* PR Optimal dapat bertahan 10,7 tahun.

Nilai kuat tekan *paving* untuk uji keausan dapat dilihat pada lampiran, dimana kuat tekan *paving* normal sebelum di uji aus sebesar 20,7 Mpa dan kuat tekan *paving* optimal sebelum uji aus sebesar 28,5 Mpa. Jadi dapat diketahui bahwa dengan penambahan serat PET, sangat baik meningkatkan kuat tekan *paving* tetapi dengan nilai kuat tekan yang tinggi tersebut tidak secara signifikan mengurangi sifat aus dari *paving block*. Untuk hasil yang lebih optimal, pengujian aus sebaiknya dilakukan menggunakan alat aus sesuai SNI 03-0691-1996.

Kuat Tekan *Paving Block*

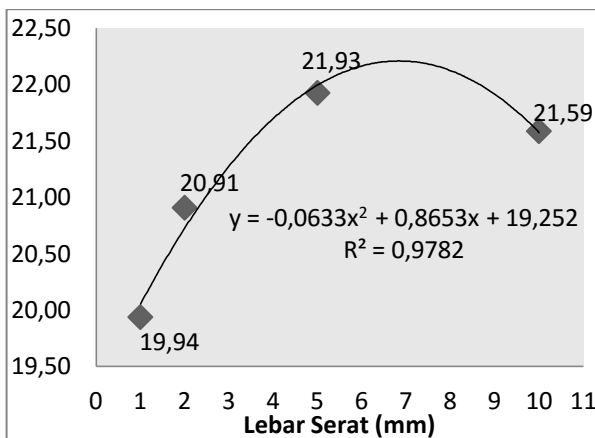
Pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Pada pengujian kuat tekan data yang didapatkan adalah beban maksimum yang menyebabkan benda uji *paving block* mengalami keruntuhan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5 Gambar 6 dibawah ini:

F'c (Mpa)



Gambar 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

F'c (Mpa)



Gambar 6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Dari hasil pengujian didapatkan peningkatan kuat tekan terbesar pada benda uji PR 35 sebesar 12,16% terhadap kuat tekan PB N. Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar aspek rasio serat PET akan meningkatkan kuat tekan *paving block*, tetapi pada saat mencapai aspek rasio optimum maka kuat tekan *paving block* akan semakin menurun seiring dengan besar aspek rasio yang digunakan.

Pada *paving block* PR 35 (35 mm x 5 mm) terjadi peningkatan kuat tekan disebabkan karena serat PET dengan dimensi serat 35 mm x 5 mm mampu melekat kuat dengan pasta semen sehingga mempengaruhi kekuatan *paving block* dalam menerima beban tekan

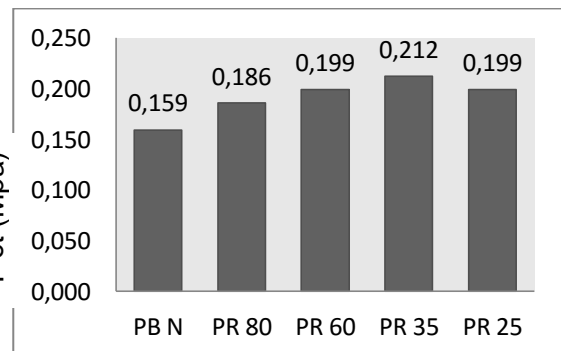
bahkan dapat meningkatkan kuat tekan.

Serat PET berfungsi sebagai tulangan mikro yang tersebar merata dalam *paving block* mampu menjembatani (*bridging*) beban yang diterima *paving* sehingga mengurangi terjadinya retak akibat pembebanan. Karena serat dapat menunda terjadinya runtuh secara mendadak maka kapasitas *paving* untuk menerima beban menjadi meningkat.

Kuat Tarik Belah *Paving Block*

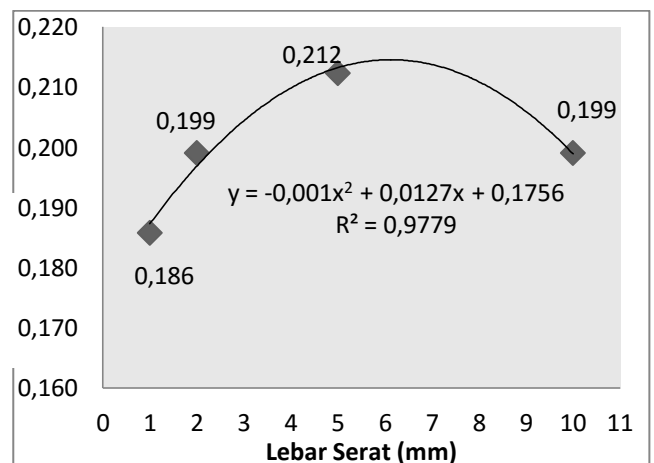
Pengujian kuat tarik belah *paving block* menggunakan alat *compression Testing Machine*. Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 dibawah ini:

F'ct (Mpa)



Gambar 7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block*

F'ct (Mpa)



Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian Optimal Kuat Tarik Belah

Dari hasil pengujian didapatkan peningkatan kuat tarik *paving block* pada benda uji PR 35 sebesar 33% terhadap beton PB N. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa setelah mencapai aspek rasio serat PET optimal akan meningkatkan kuat tarik *paving block*, tetapi berangsur-angsur menurunkan kuat tarik *paving block* seiring dengan semakin besar aspek rasio serat yang digunakan.

Penggunaan aspek rasio serat pada benda uji PR 35 (35 mm x 5 mm) dapat memperbaiki sifat *paving block* yang lemah terhadap kuat tarik. Pada saat *paving block* menerima beban tarik maksimum, *paving block* tidak terbelah menjadi dua bagian yang terpisah. Hal ini disebabkan oleh lekatan yang terjadi antara serat dan pasta semen yang kuat. Serat PET berfungsi untuk mengisi retak-retak kecil pada *paving block* dan menerima beban tarik kemudian disebarkan keseluruh *paving block* yang membuat kapasitas *paving block* untuk menahan gaya tarik menjadi meningkat.

Kajian Penggunaan Serat PET Terhadap *Paving Block*

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pengaruh penggunaan serat PET terhadap sifat fisik dan mekanik *paving block*, penggunaan serat PET dengan aspek rasio yang ditinjau dapat berfungsi dengan baik sebagai bahan tambah dalam campuran *paving block* untuk memperbaiki sifat *paving block* yang getas menjadi lebih daktail.

Penggunaan serat PET dengan berbagai variasi aspek rasio dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik *paving block* seperti kuat tekan, kuat tarik belah, serapan air, dan keausan *paving block*. Setelah mencapai aspek rasio optimal, serat mengganggu lekatan antar bahan penyusun *paving block* sehingga sifat fisik dan mekanik *paving block*

menjadi menurun. Dari hasil pengujian dapat membuktikan hipotesa awal bahwa penggunaan serat PET dengan aspek rasio $l/d < 100$ dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik *paving block*.

Hasil dari pengujian sifat fisik *paving block*, yaitu pengujian serapan air didapatkan pada benda uji PR 35 dan PR 25 masing-masing dengan besar serapan air 4%, dapat menurunkan 42,5% serapan air terhadap benda uji PB N. Pada pengujian keausan, benda uji PR Optimal adalah dapat menurunkan 7% keausan terhadap benda uji PB Normal.

Hasil dari pengujian sifat mekanik *paving block*, yaitu pengujian kuat tekan didapatkan pada benda uji PR 35 dapat meningkatkan 12,16% kuat tekan terhadap benda uji PB N, sedangkan pada pengujian kuat tarik dapat meningkatkan 33% kuat tarik terhadap benda uji PB N.

Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian dilakukan Yusuf Amran (2015) dengan menggunakan cacahan serat plastik PET. Pada penelitian ini perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 6 dengan penambahan serat plastik 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8% dari volume dengan fas 0,50. Dari hasil penelitian, kuat tekan maksimum terjadi pada penambahan serat 0,4% yaitu sebesar 41,83% dari *paving block* biasa.

Penelitian dilakukan oleh Irwan dkk (2013) dengan menggunakan cacahan botol plastik PET sebagai serat untuk beton. Penggunaan serat cacahan sebanyak 0,5% terhadap volume campuran dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 9,1%. Sedangkan pada proporsi serat 1,5% terhadap volume campuran dapat meningkatkan kuat tarik beton sebesar 23,6%.

Penelitian yang dilakukan Pande Made Dewandaru (2016) dengan meninjau pengaruh aspek rasio terhadap sifat mekanik beton. Variasi aspek rasio yang digunakan 42, 82, dan 121 dengan proporsi serat 1% terhadap berat semen. Didapatkan aspek rasio optimal yaitu pada panjang serat 35 mm dapat meningkatkan kuat tarik sebesar 7,143% terhadap beton normal.

Penelitian ini meninjau aspek rasio terhadap sifat fisik dan mekanik *paving block* dengan variasi aspek rasio 80, 60, 35, dan 25 dengan proporsi serat 0.5% terhadap volume *paving block*. Pengujian sifat fisik didapatkan nilai penurunan serapan air sebesar 42,5% dan nilai penurunan keausan sebesar 7%. pengujian sifat mekanik didapatkan nilai kenaikan kuat tekan dan kuat tarik masing-masing sebesar 12,16% dan 33%.

Aspek rasio maksimum yang didapat pada penelitian adalah pada variasi aspek rasio 35 (35 mm x 5 mm), dengan aspek rasio optimum serat didapat pada panjang dan lebar serat 35 mm x 6,8 mm berdasarkan trend line.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Serat PET merupakan salah satu serat yang baik untuk digunakan sebagai bahan tambah pada pembuatan *paving block* untuk meningkatkan kuat tarik dari *paving block* tetapi tidak dalam jumlah besar, sesuai hipotesa awal yaitu aspek rasio $l/d < 100$. Serat PET terbukti dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik *paving block*. Pada pengujian sifat fisik mampu menurunkan nilai serapan air dan keausan *paving block*, dimana *paving block* yang bagus kualitasnya adalah yang memiliki nilai serapan air dan keausan

yang rendah. Sedangkan pada pengujian sifat mekanik terbukti dengan sangat baik dapat meningkatkan nilai kuat tekan, dan kuat tarik belah *paving block*.

2. Dari variasi yang ditentukan yaitu aspek rasio 80, 60, 35, dan 25 dengan proporsi 0,5% dari volume *paving block*, didapatkan variasi terbaik pada aspek rasio 35 dengan panjang serat 35mm dan lebar serat 5mm. Pada pengujian sifat fisik didapatkan nilai penurunan serapan air paling rendah pada benda uji PR 35 dan PR 25 masing-masing 4% dapat menurunkan serapan air sebesar 42,5% terhadap benda uji PB N dengan besar serapan air 7%. Pada uji aus, benda uji PR Optimal nilai keausannya adalah 2,94%, menurunkan 7% keausan terhadap benda uji PB Normal dengan besar keausan 3,17%. Pengujian sifat mekanik yaitu pengujian kuat tekan didapatkan benda uji PR 35 dengan kuat tekan 21,93 Mpa, meningkatkan 12,16% kuat tekan terhadap benda uji PB N dengan kuat tekan 19,55 Mpa. Pada pengujian kuat tarik, benda uji PR 35 dengan kuat tarik sebesar 0,212 Mpa meningkatkan 33% kuat tarik terhadap PB N dengan besar kuat tarik 0,159 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian, aspek rasio optimum yang didapat adalah pada panjang serat 35mm didapat dari penelitian pande (2016), dan lebar serat 6,8mm yang didapat dari hasil pada penelitian ini berdasarkan trend line.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diberi saran sebagai berikut:

- 1) Memfokuskan pada aspek rasio serat antara lebar 5mm – 10mm.

- 2) Melakukan variasi pada jumlah proporsi serat.
- 3) Menggunakan jenis plastik daur ulang tipe 2, tipe 3, dst.
- 4) Melanjutkan pengujian keausan menggunakan alat uji aus menurut SNI 03-0691-1996.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI COMMITE 544., 2002, *State Of The Art Report On Fibre Reinforced Concrete*, ACI Commite, Detroit, Michigan, USA.
- Amran, Yusuf., 2015, *Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block Sebagai Alternatif Perkerasan pada Lahan Parkir Di Universitas Muhammadiyah Metro*, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- BS EN 1338:2003, 2003, *Concrete paving block Requirements and test method*, Badan Standarisasi Nasional.
- Cordoba, L.V., Martinez-Barrera, G., Diaz,C.B., Nunez, F.U., Yanez, A.L., 2013, *Effect on Mechanical Properties of Recycled PET in Cement-Based Composites*, International Jurnal of Polymer Science, Hindawi Publishing Corporaation, Volume 2013, Article ID 763276.
- Dewandaru, P.M., 2016, *Pengaruh Aspek Rasio Serat Cacahan Sampah Botol Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Sifat Mekanik Beton*, Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.
- Irwan, J.M., Asyraf, R.M., Othan, N., Koh, H.B., Annas, M.M.K., Faisal, 2013, *The Mechanical Properties of PET Fiber Concrete From Recycled Bottle Waste*, Advanced Material Research Vol. 795 p 347-351.
- Nugraha,P., Antoni., 2004, *Teknologi Beton*, Cetakan Pertama, Penerbit CV Andi Offset.
- PBI, 1971, *Pendjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia*, Penerbit Perpustakaan Prosida.
- SK SNI T-15-1991-03, 1991, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-0691-1996, 1996, *Bata Beton (Paving Block)*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.
- Sudarmoko, 1993, *Analisis Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Pada Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Mutu K-500*, Semarang.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono., 2012, *Teknologi Beton*, Cetakan Ketiga, Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.