

4. Pada setiap variasi digunakan 9 benda uji, untuk masing-masing pengujian adalah 3 silinder untuk uji kuat desak, 3 silinder untuk uji kuat tarik dan 3 balok untuk uji kuat lentur, Jumlah total benda uji adalah 45 buah dari 5 variasi,
5. Perawatan beton dengan cara direndam dalam kolam perendaman, serta pengujian dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari,
6. Semen yang digunakan adalah semen portland merk Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg,
7. Agregat kasar menggunakan batu pecah yang berasal dari Kali Celereng, dengan diameter maksimum 20 mm,
8. Agregat halus menggunakan pasir yang berasal dari Lereng Gunung Merapi, disyaratkan lolos saringan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm,
9. Serat yang digunakan adalah serat buah Pinang yang berasal dari Jambi, dengan panjang serat 50 mm dan serat yang digunakan yang sudah masak (menguning) serta dijemur selama  $\pm 7$  hari,
10. Pelaksanaan penelitian pengujian kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) FTSP Universitas Islam Indonesia.

beton. Hasil penelitian ini diharapkan untuk memberikan rujukan bagi implementasi dan aplikasi pembuatan beton serabut kelapa sebagai inovasi teknologi beton untuk bahan bangunan. Spesifikasi bahan yang digunakan adalah serabut kelapa dari desa Wirasaba, Kab. Perbalingga, Jawa Tengah, agregat halus berupa pasir Muntilan, agregat kasar berupa batu pecah dengan diameter maksimum 20 mm dan semen portland tipe 1. Spesifikasi benda uji adalah silinder beton berukuran 10 x 20 cm untuk Pra-percobaan dan ukuran 15 x 30 cm untuk Percobaan Utama; dengan variasi panjang konsentrasi serat terhadap volume beton sebesar 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1,0% (Pra-percobaan), variasi panjang serat adalah 40 mm, 60 mm, dan 100 mm (Percobaan Utama). Dari hasil Pra-percobaan yang dilakukan diperoleh Kinerja kuat tarik-belah maksimum beton serat dengan bahan serabut kelapa sebesar 4,339 MPa meningkat sebesar 13,62% dibandingkan kuat tarik-belah beton normal sebesar 3,819 MPa. kinerja kekuatan tarik-belah maksimum beton serabut kelapa dengan panjang serat 80 mm menunjukkan kuat tarik yang lebih tinggi yaitu sebesar 4,339 Mpa

#### 2.2.4 Edgington, dkk (1974)

Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kelecakan adukan akan menurun sejalan dengan peningkatan konsentrasi dan aspek rasio serat (*fiber*). Dengan menggunakan serat (*fiber*) beraspek rasio 100, didapat hasil kelecakan adukan serat (*fiber*) yang cukup meningkat akibat penurunan diameter agregat 20 mm ke 10 mm. Penurunan diameter agregat dari 10 mm ke 5 mm juga menghasilkan peningkatan kelecakan adukan. Adukan beton serat (*fiber*) dengan diameter

kenaikan modulus elastisitas berdasarkan umur pengujian benda uji, menunjukkan hasil bahwa modulus elastisitas meningkat secara mencolok pada umur beton 14 hari pertama dan peningkatan secara perlahan setelah umur tersebut. Dari hasil ini

dapat disimpulkan bahwa penambahan serat (*fiber*) tidak menghasilkan perbedaan yang besar terhadap modulus elastisitasnya.

**Tabel 2.4** Pengaruh Penambahan Fiber Terhadap Kuat Tarik dan  $E_c$  statik

Spesifikasi		Kuat Tarik ( $N/mm^2$ )			Ec Statik ( $\times 10 N/mm^2$ )		
Kode	detail	3 hari	7 hari	28 hari	3 hari	7 hari	28 hari
B	Basic Mix	1,301	1,933	2,781	1,471	1,736	2,130
PSF 1	0,5% PSF	1,500	2,294	3,167	1,475	1,906	2,156
PSF 2	1,0% PSF	2,208	3,458	5,055	1,669	1,972	2,172
PSF 3	1,5% PSF	3,071	3,824	5,378	1,477	1,955	2,140
BF 1	0,5% BF	1,393	2,012	3,073	1,501	1,803	2,198
BF 2	1,0% BF	1,559	2,250	3,781	1,576	1,877	2,672
BF 3	1,5% BF	2,079	2,948	4,892	2,009	2,301	2,861
DSF 1	0,5% DSF	2,490	3,120	3,951	1,582	1,907	2,431
DSF 2	1,0% DSF	2,757	3,370	4,878	1,601	1,999	2,906
DSF 3	1,5% DSF	2,846	3,509	5,263	1,575	1,801	2,302
PPF 1	0,50% PPF	1,440	2,175	2,791	1,509	1,875	2,302
PPF 2	0,75% PPF	1,662	2,502	3,324	1,663	2,018	2,483
PPF 3	1,0% PPF	1,494	2,251	3,020	1,564	1,926	2,401

### 3.3 Modulus Elastisitas

Menurut Murdock dan Brook (1991), tolok ukur yang umum dari sifat suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Beton adalah bahan yang bukan benar-benar elastis. Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun yang lain lebih tinggi biasanya mempunyai harga modulus elastisitas yang lebih tinggi juga. Modulus elastisitas dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{f}{\varepsilon} \quad \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan      E : Modulus elastisitas  
               f : Tekanan/ gaya yang diberikan  
               ε : Regangan/ perubahan bentuk per satuan panjang

### 3.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (*fas*) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (*fas*) sangat mempengaruhi kekuatan beton, kenaikan faktor air semen (*fas*) mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (*Murdock dan Brook, 1978*).

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimal 30 buah silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap faktor pengali deviasi standar (tabel 3.8)

Tabel 3.8 Faktor Modifikasi Simpangan Baku

Jumlah Sampel	Faktor pengali deviasi standar
>30	1,00
25	1,03
20	1,08
≤15	1,16

- c. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot S_d \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

M = nilai tambah

K = 1,64

S<sub>d</sub> = standar deviasi

Tabel 3.9 Nilai Deviasi Standar (kg/cm<sup>2</sup>)

Volume Pekerjaan (m <sup>3</sup> )	Mutu Pekerjaan		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil < 1000	45 < S < 55	55 < S < 65	65 < S < 85
Sedang 1000 – 3000	35 < S < 45	45 < S < 55	55 < S < 75
Besar > 3000	25 < S < 45	35 < S < 45	45 < S < 65

dilakukan dengan meletakkan silinder secara vertical dan kemudian ditekan dari atas, luas bidang tekan adalah luas alas selinder tersebut.

#### 4.3.8 Cetakan Benda Uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan balok dengan ukuran lebar 10 cm, tinggi 10 cm dan panjang 50 cm.

#### 4.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini ditempuh langkah-langkah sebagai berikut

##### 4.4.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengujian sifat-sifat teknis bahan susun beton (semen, pasir, kerikil dan air), perancangan adukan beton.

a. Uji Agregat halus (pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume pasir dalam keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*).

b. Uji Agregat Kasar (kerikil)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume kerikil keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*).

c. Perencanaan Campuran Adukan Beton.

Komposisi material yang digunakan dalam campuran adukan beton ini didapatkan dengan menggunakan metode DOE.

tidak terjadi segregasi selama pencetakan benda uji. Sekop atau sendok aduk diletakkan dibawah permukaan bagian atas cetakan dimana adukan beton akan dituangkan, untuk menjamin distribusi atau mengurangi segregasi agregat kasar pada cetakan. Selanjutnya beton diratakan dengan menggunakan alat perusuk terlebih dahulu untuk pemadatan awal. pada lapisan akhir, ditambah adukan beton sampai melebihi permukaan cetakan agar tidak perlu ditambah kembali setelah beton dipadatkan.

Untuk memudahkan identifikasi masing-masing sample diberi kode yang dapat dilihat dalam tabel 4.1

**Tabel 4.2 Pengkodean Benda Uji**

Kode	Jumlah sampel		Serat Pinang (%)	Umur (hari)
	Silinder	Balok		
BN	6	3	0,00	28
BS 0,25%	6	3	0,25	28
BS 0,50%	6	3	0,50	28
BS 0,75%	6	3	0,75	28
BS 1,00%	6	3	1,00	28
Jumlah	30	15	2,50	

#### 4.4.4 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengontrol workability yang diinginkan berdasarkan nilai slump yang telah direncanakan yaitu 100 mm.

1. Alat yang digunakan :

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :  $f_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = Beban Maksimum (KN)

$A$  = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

#### 4.4.8 Pengujian Regangan

Pengujian dilakukan pada beton umur 28 hari. Dalam pengujian diamati besarnya perubahan panjang yang terjadi pada sampel benda uji, sebelum dan sesudah dilakukan pembebanan. Besarnya nilai regangan yang terjadi dapat diketahui dari perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan pembebanan. Pengujian ini nantinya akan digunakan untuk mengetahui besarnya nilai modulus elastisitas bahan yang didapat dari kurva tegangan regangan. Modulus Elastisitas bahan adalah garis singgung dari kurva tegangan regangan pada titik pusatnya dengan satu harga tegangan.

Berikut adalah rumus modulus elastisitas tersaji dibawah ini:

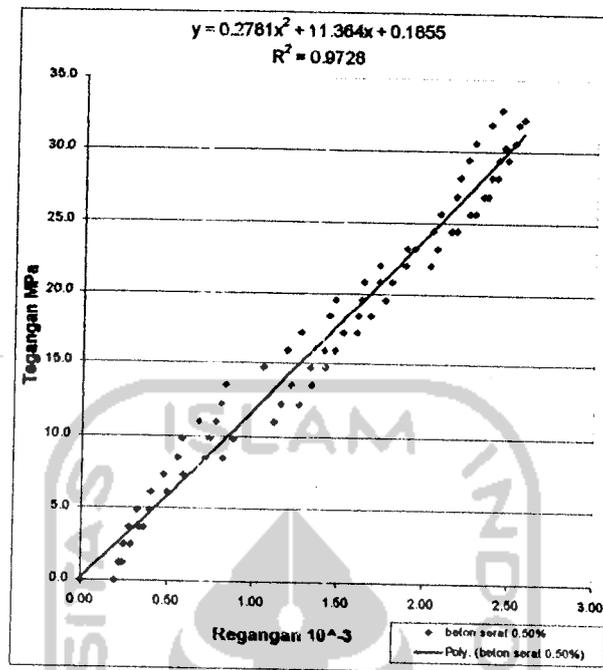
$$E_c = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana,

$E_c$  = Modulus Elastisitas

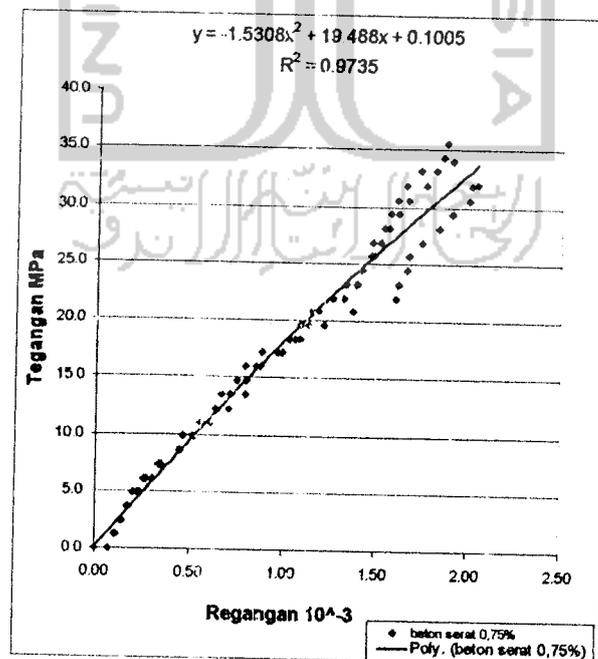
$\sigma_p$  = Tegangan plastis

$\varepsilon_p$  = Regangan plastis



Gambar 5.5

Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0,50% pada umur 28 hari.



Gambar 5.6 Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0,75% pada umur 28 hari.

maka akan terjadi penurunan nilai slump. Hal ini disebabkan karena serat buah Pinang bersifat menyerap air, sehingga kadar air pada campuran beton berkurang, yang menyebabkan nilai slump juga menurun dan beton menjadi lebih kuat karena kandungan air yang berkurang.

**Tabel 5.5 Nilai Slump pada Beton dengan atau tanpa Serat Buah Pinang**

No	Variasi (%)	Slump (cm)
1	0	12
2	0,25	10
3	0,50	8
4	0,75	8
5	1,00	7

### 5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metode uji belah silinder (tensile splitting cylinder test). Adapun contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana tersaji dalam tabel 5.6 dengan menggunakan rumus (4.2) adalah sebagai berikut:

Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BN-1 (Beton Normal) didapat:

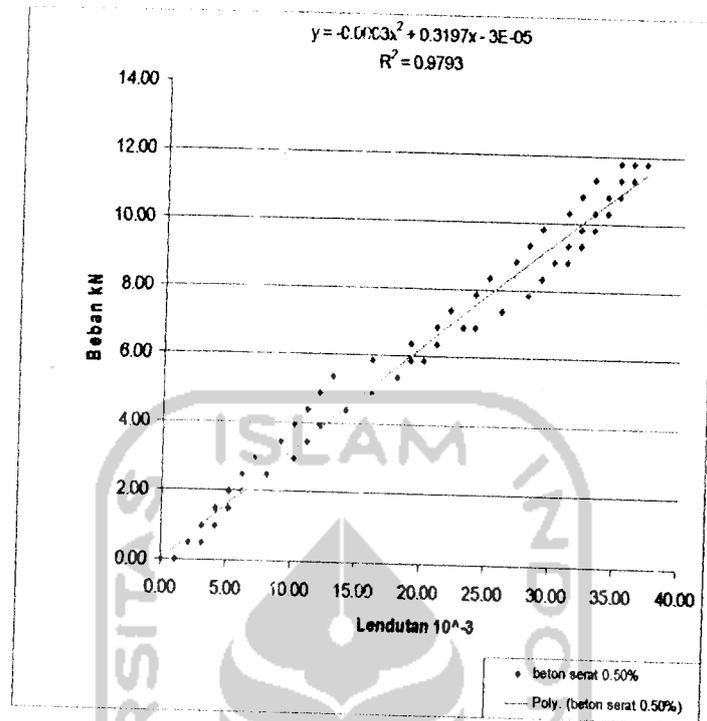
$$F = 83 \text{ kN}$$

$$= 8463,59 \text{ kg}$$

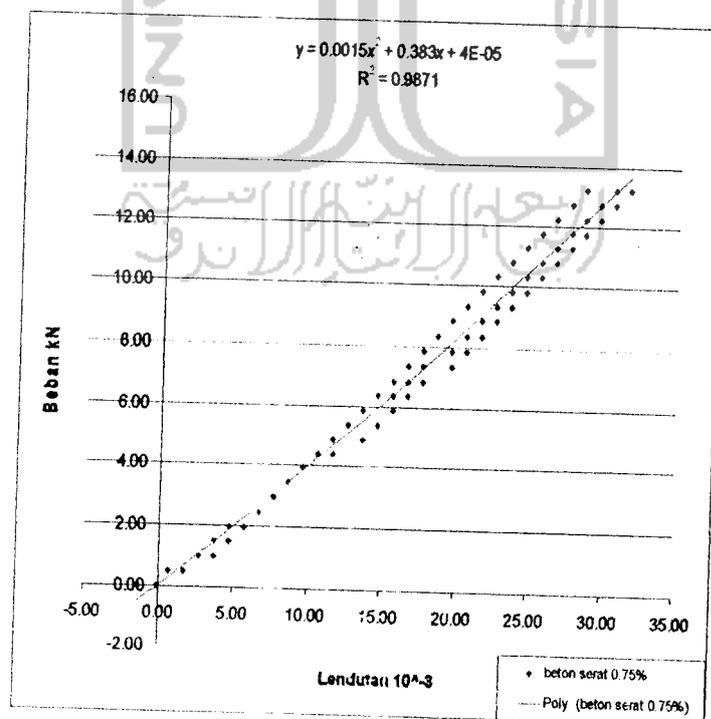
$$l = 19,90 \text{ cm}$$

$$d = 10,20 \text{ cm}$$

$$\sigma_r = \frac{2.F}{\pi.l.d}$$



Gambar 5.16 Grafik Beban Lendutan Beton Serat Pinang 0,50% pada umur 28- hari.



Gambar 5.17 Grafik Beban Lendutan Beton Serat Pinang 0,75% pada umur 28- hari.

**Tabel 5.12** Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Modulus Rupture

No	Benda Uji	$f_c$ .rata2	$f_c$ .trk.rata2	$f_c$ .litr.rata2	Modulus Rupture $f_r$
1	Beton Normal (BN)	28,2035	2,9272	3,7542	3,6845
2	Beton Serat 0,25% (BS-0,25%)	30,195	3,6106	4,0692	3,7365
3	Beton Serat 0,50% (BS-0,50%)	33,0973	4,2498	4,5543	3,8562
4	Beton Serat 0,75% (BS-0,75%)	35,1239	4,4162	5,2389	3,9327
5	Beton Serat 1,00% (BS-1,00%)	34,2224	4,6367	5,7558	4,0526

Dari hasil pengujian tabel 5.12 menunjukkan bahwa Modulus Rupture yang dihasilkan hampir mendekati hasil dari Kuat Tarik beton, dengan kata lain Modulus Rupture dapat digunakan sebagai acuan dalam mencari Kuat Tarik beton tanpa harus melakukan uji Kuat Tarik beton. Pengujian kuat tarik beton dilakukan hanya untuk memperoleh hasil kuat tarik yang lebih sempurna kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan Modulus Rupture dengan menggunakan rumus  $f_r = 0,7\sqrt{f_c}$ .

6. Serat buah Pinang termasuk jenis serat alami (*natural fiber*), yang mudah rapuh tidak dapat untuk dipergunakan dalam jangka waktu panjang disebabkan akan mengalami penyusutan dan menjadi rapuh.
7. Modulus Rupture yang dihasilkan dengan rumus  $f_r = 0,7\sqrt{f_c}$  mempunyai nilai yang hampir sama dengan hasil kuat tarik beton sehingga dapat dijadikan acuan untuk mencari kuat tarik beton tanpa melakukan pengujian kuat tarik beton dilaboraturium.

## 6.2 Saran

1. Dilakukan penelitian lanjutan oleh karena penambahan serat buah Pinang masih mengalami peningkatan sampai BS-1,00% sehingga belum tercapai kekuatan yang optimum.
2. Dengan semakin banyak penambahan serat buah Pinang akan mengurangi *workability*, maka perlu adanya penambahan bahan *addictive* yang dapat mempermudah pengerjaan.
3. Dilakukan penelitian lanjutan dengan pengujian yang berbeda untuk menambah referensi tentang pengaruh serat buah Pinang terhadap beton.