

# **TINJAUAN KEKUATAN BETON PADA USIA MUDA DENGAN PENAMBAHAN POLYPROPYLENE FIBRE**

Dedi Irawan<sup>1)</sup>, M.Yusuf<sup>2)</sup>, Eddy Samsurizal<sup>2)</sup>

[dediirawan.sipil@gmail.com](mailto:dediirawan.sipil@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Dewasa ini pemakaian beton sangat berkembang pesat pada kegiatan konstruksi, dikarenakan beton memiliki kelebihan mudah dibentuk sesuai keinginan, memiliki kuat tekan yang baik dan lain – lain. Tetapi beton memiliki kelemahan pada sifat yang getas dan kuat tarik yang rendah, sehingga konstruksi beton diberi tulangan untuk mengatasi pada bagian tarik. Maka diperlukan beton khusus untuk meningkatkan kuat tarik maupun kuat lentur yaitu beton serat. Beton serat adalah beton dengan bahan tambah serat. Dalam penelitian ini campuran beton menggunakan bahan tambah polypropylene fibre, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton pada umumnya dan khususnya pada kuat tarik belah dan kuat lentur.*

*Polypropylene fibre menggunakan produk dari Sika dengan diameter 18 mikron dan panjang 12 mm. Pengujian ini meliputi pada kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sedangkan kuat lentur menggunakan benda uji balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Benda uji terdiri dari tiga buah silinder dan tiga buah balok untuk masing - masing pengujian.*

*Dari pengujian slump dapat disimpulkan tidak ada perubahan berarti dalam penggunaan polypropylene fibre. Dan dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur di dapatkan nilai optimum pada beton normal ditambah polypropylene fibre. Pada kuat tekan terjadi peningkatan sebesar 4,44 % dibandingkan beton normal (N), sedangkan pada kuat tarik belah terjadi peningkatan sebesar 16,96% dibandingkan beton normal (N), dan pada kuat lentur terjadi peningkatan sebesar 16,47 % dibandingkan beton normal (N).*

**Kata kunci :** Polypropylene fibre, Kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur

## 1. PENDAHULUAN

Bangunan konstruksi yang terdapat di Indonesia pada umumnya menggunakan beton sebagai bahan struktur utama. Hal ini dikarenakan beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan diantaranya adalah bahan baku beton yang mudah didapat, harga relatif murah, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan tidak memerlukan biaya yang terlalu mahal untuk perawatannya. Disamping mempunyai kelebihan, beton juga mempunyai kekurangan dalam penggunaannya yaitu beton memiliki sifat yang getas sehingga praktis tidak mampu menahan tegangan tarik. Dalam perancangan struktur beton, tegangan tarik yang timbul akibat pembebanan dipikul oleh baja tulangan. Masalah lain yang perlu diperhatikan adalah timbulnya retak – retak pada beton akibat tegangan tarik tersebut.

Penggunaan serat *polypropylene* telah terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat – sifat struktural beton, ( ACI Committee 544, 1982 ) serat *polypropylene* dapat memperbaiki sifat – sifat beton antara lain : daktilitas yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi, ketahanan terhadap beban kejutan, ketahanan terhadap keausan, dan ketahanan terhadap pengaruh susutan ( *shrinkage* ).

Permasalahan yang sering timbul pada saat pembuatan beton adalah munculnya gejala keretakan yang disebabkan oleh tegangan tarik dikarenakan sifat beton yang getas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran dan dosis yang optimum serat *polypropylene* pada campuran beton.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan campuran dari semen, agregat kasar, agregat halus dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat ( SK SNI T-15-1990-03:1 ). Beton umum digunakan pada konstruksi karena mempunyai banyak keuntungan antara lain bahan baku yang mudah didapat, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, mampu memikul beban yang berat, biaya pemeliharaan yang kecil, mempunyai kuat desak yang besar. Namun

beton juga mempunyai kekurangan antara lain, mempunyai kekuatan tarik lemah atau rendah yang menyebabkan beton akan menjadi retak – retak sehingga perlu diberi bahan tambah untuk dapat meningkatkannya. Salah satu usaha untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan menambahkan serat ke dalam adukan beton.

Penggunaan serat ( fiber ) sebagai bahan tambah dalam campuran beton adalah salah satu cara, dimana penambahan fiber dalam campuran beton yang disebar secara merata dalam adukan beton dengan orientasi random dapat menjadi tulangan sehingga mengurangi keretakan yang terlalu dini di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan ( Suhendro : 2000 ).

Secara umum: “*Fiber reinforced concrete* ” adalah beton yang dibuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan sejumlah serat yang disebar secara random dalam adukan ( Bambang Trilaksono : 1994 ).

### 2.1. Serat Polypropylene

*Serat Polypropylene* merupakan bahan dasar yang umum digunakan dalam memproduksi bahan – bahan yang terbuat dari plastik. Pertama kali fiber digunakan dalam industri tekstil karena harganya murah dan dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Material ini berbentuk filamen-filamen yang ketika dicampurkan dalam adukan beton untaiannya itu akan terurai. Serat jenis ini dapat meningkatkan kuat tarik lentur dan tekan beton ( Arde : 2005 ), mengurangi retak – retak akibat penyusutan, meningkatkan daya tahan terhadap impact dan meningkatkan daktilitas ( Dina : 1999 ).

Beberapa keuntungan penggunaan serat *polypropylene* dalam campuran beton, adalah sebagai berikut : ( Dina : 1999 )

- a. memperbaiki daya ikat matriks beton pada saat *pre – hardening stage* sehingga dapat mengurangi keretakan akibat penyusutan.
- b. memperbaiki ketahanan terhadap kikisan

- c. memperbaiki ketahanan terhadap tumbukan
- d. memperbaiki ketahanan terhadap penembusan air dan bahan kimia
- e. memperbaiki keawetan beton.

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang macam – macam fiber ditinjau dari pengujian kuat tariknya antara lain Edhi Wahjuni (1996 ) menyatakan dengan penambahan *Styrene Butadiene Latex* pada campuran beton dengan kondisi pencampuran 5 % dapat meningkatkan kuat tarik belah beton maksimum sebesar 20 %.

## 2.2. Agregat

Dari ukuran butirannya agregat pada dasarnya terbagi dalam 2 kategori, yaitu:

- Agregat halus, yaitu agregat yang berukuran lebih kecil dari 4,75 mm (contoh: Pasir).
- Agregat kasar, yaitu agregat yang ukuran butirnya besar dari 4,75 mm. (contoh: Kerikil).

Untuk menentukan apakah agregat itu baik dipergunakan sebagai campuran beton, maka harus diteliti beberapa hal sebagai berikut.

- Bentuk butiran
- Derajat keseragaman (gradasi)
- Derajat kebersihan
- Kekerasan dan
- Pengaruh kadar air

## 2.3. Admixture

*Admixture* atau bahan tambah adalah suatu bahan yang di masukan ke dalam campuran beton pada saat atau selama proses pencampuran itu yang berfungsi untuk pekerjaan tertentu dalam hal mengubah sifat sifat beton.

Menuut ACI 212.1R - 81 jenis bahan tambah untuk beton di kelompokkan menjadi lima yaitu:

- *Accelerating.*
- *Air – entraining.*
- *Water reducer and set controlling.*
- *Finely divided mineral.*
- *Miscellaneous.*

Secara umum *admixture* terbagi dalam tiga jenis yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*), bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah lainnya.

## 2.4. Pengujian Kuat Tekan

Beton mempunyai keunggulan pada kuat tekan, pada penelitian kuat tekan ini mengikuti standar yang berlaku di Indonesia yaitu: SNI - 03 - 1974 - 1990 mengenai metode pengujian kuat tekan beton. Pengujian menggunakan mesin tekan (*compressive testing machine*) merk MBT dengan kapasitas 2000 kN, ketelitian 5 kN. Dengan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, benda uji setelah dilakukan perawatan, lalu di lakukan kaping (dilapisi belerang).

Pengujian kuat tekan pada benda uji sebagai acuan untuk menetapkan standar mutu beton, dan sebagai syarat penerimaan mutu beton. Rumus kuat tekan beton adalah beban maksimum dibagi luas area.

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

## 2.5. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pada buku seminar *cement and concrete association CC0113*, 84 memberikan perkiraan kasar untuk kuat tarik belah mempunyai nilai sebesar 5 - 10% dari kuat tekan. Nilai pendekatan kuat tarik belah dari pengujian berulang kali didapat 0,5 - 0,6  $\sqrt{f'_c}$ , sehingga nilai kuat tarik belah beton normal digunakan 0,57 $\sqrt{f'_c}$ . Cara yang digunakan untuk mengukur kuat tarik belah beton dengan metode SNI 03 - 2491 – 2002, tentang metode pengujian kuat tarik belah beton. Dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

## 2.6. Pengujian Kuat Lentur

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya sampai benda uji patah dalam satuan MPa.

Cara yang digunakan untuk mengukur kuat lentur beton dengan standar SNI 03 - 4431 - 1997 tentang metode pengujian kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan.

Dengan menggunakan rumus dibawah ini untuk 1/3 bentang:

$$f'_R = \frac{PL}{bh^2}$$

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Ruang Lingkup Penelitian

- Metode perancangan campuran beton di pakai metode ACI
- Kuat tekan beton yang di rencanakan adalah beton  $f'_c = 20$  MPa
- Semen yang digunakan adalah Semen Holcim yang telah memenuhi Standar Industri Indonesia (SII)
- Agregat halus dari P. Limbung.
- Agregat kasar dari Paniraman.
- Air yang digunakan adalah air PDAM.
- Polypropylene Fibre* menggunakan produk Sika.
- Benda uji silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm.
- Benda uji balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.
- Pengujian Sampel dilakukan pada usia muda (3 & 7 hari)
- Pengujian terdiri dari, pengujian Tekan, Tarik Belah, dan Lentur

#### 3.2. Analisa Campuran Beton

##### 3.2.1. Semen Portland

Dalam penelitian ini digunakan semen portland tipe I (Semen Holcim) .

##### 3.2.2. Agregat

###### a. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan yaitu pasir alami ( *uncrushed* ) yang berasal dari Pulau limbung. Untuk keperluan mix desain beton dilakukan analisa kadar organik, kadar lumpur, gradasi, berat jenis, absorpsi, dan berat volume.

###### b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan yaitu split dengan ukuran maksimum 25 mm berasal dari Paniraman. Untuk keperluan mix desain beton dilakukan analisa kadar lumpur, kadar air, gradasi, berat jenis, absorpsi, berat volume, dan abrasi keausan.

#### 3.2. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan campuran beton dilakukan dengan cara adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan semua bahan yang dibutuhkan dengan jumlah sesuai dengan mix design dengan koreksi terhadap kelembapan masing – masing agregat.
- Mesin adukan ( molen ) diisi dengan air secukupnya ( sekedar membasahi mesin adukan tersebut ) lalu airnya dibuang.
- Agregat kasar dan agregat halus dimasukkan ke dalam mesin aduk, ini dilakukan agar agregat kasar dan agregat halus bercampur dengan merata.
- Kemudian semen dan fiber di masukkan ke dalam mesin aduk sampai tercampur merata, lalu masukkan air sesuai dengan ukuran yang tercantum dalam mix design yang sudah disesuaikan dengan kelembapan yang terjadi.
- Pengadukan campuran beton dilakukan sekurang – kurangnya 1,5 menit atau
- sampai diperoleh campuran beton yang seragam.
- Setelah campuran beton sudah seragam, tuangkan campuran tersebut dalam cetakan benda uji yang telah disiapkan.

Perawatan benda uji dimulai 1 hari setelah pengecoran dan cetakan telah dibuka. Setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel dan berikan tanda pada masing – masing benda uji, kemudian rendam benda uji

dalam air tawar sampai waktu pengujian test tekan dan test tarik.

### 3.3. Pengujian Benda Uji

#### 3.3.1. Pengujian Kuat Tekan

Untuk benda uji silinder sebelum dilakukan pengujian kuat tekan di lapisi dulu dengan belerang minimal disalah satu sisi atas atau bawah yang juga disebut kaping. Kaping ini berfungsi sebagai lapisan untuk meratakan sisi atas silinder sehingga lebih maksimal kuat tekannya.

#### 3.3.2. Pengujian Kuat Tarik Belah

Benda uji test kuat tarik belah berupa silinder dengan dimensi penampang  $\phi$  15 cm dan tinggi 30 cm, dilakukan menurut ketentuan ASTM C 496 – 94 “ Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens “.

Urutan – urutan kerja pelaksanaan pengujian test ini adalah sebagai berikut :

- Benda uji dimasukkan pada mesin test dengan posisi tidur( mendatar), baru kemudian mesin test dijalankan.
- Sisi sebelah atas silinder diberi plat dengan tebal 4 mm, lebar 3 cm.
- Pembebanan dimulai secara perlahan dengan kecepatan pembebanan yang konstan sampai benda uji hancur ( terbelah ).
- Saat benda uji hancur, beban terakhir yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk beban dicatat dan di kumpulkan dalam satu tabel untuk data analisa.

#### 3.3.3. Pengujian Kuat Lentur

Cara yang digunakan untuk mengukur kuat lentur beton dengan standar SNI 03 - 4431 - 1997 tentang metode pengujian kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan. Sebelum melakukan pengujian sampel ditimbang terlebih dahulu, kemudian dimasukan ke dalam alat pengujian, pembacaan dilakukan dengan teliti karena kecepatan putaran dari alat sangat cepat.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Analisa Bahan

Adapun hasil pengujian berupa, kadar lumpur didapat agregat halus 0,584 %, kadar air agregat halus 0,82 %, kadar air agregat kasar 0,22 %, fine modulus agregat halus 2,67, fine modulus agregat kasar 2,55, berat jenis agregat halus (SSD) 2,604 t/m<sup>3</sup>, berat jenis agregat kasar (SSD) 2,674 t/m<sup>3</sup>, berat volume agregat halus 1,508 kg/ltr, berat volume agregat kasar 1,544 kg/ltr, abrasi keausa agregat kasar 19,675 %.

### 4.2. Pencampuran ( Mix Design )

Mix Design dilakukan dengan menggunakan metode ACI untuk mutu Fc.20 Mpa, dari hasil perhitungan didapat nilai penggunaan material untuk beton normal, semen sebesar 345,61 kg/m<sup>3</sup>, air sebesar 199,70 kg/m<sup>3</sup> agregat halus sebesar 723,13 kg/m<sup>3</sup>, agregat kasar sebesar 1065,36, sedangkan untuk beton serat total material dihitung sama, kecuali penambahan serat. Serat polypropylene menggunakan 0,6 kg/m<sup>3</sup>.

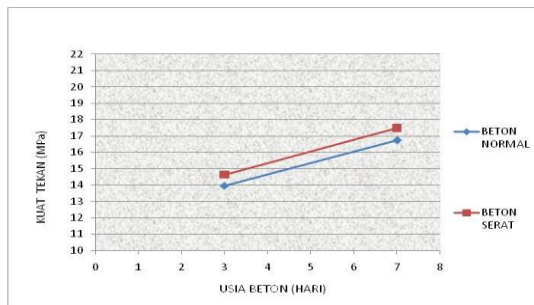
### 4.3. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Menggunakan mesin uji tekan (*compresing machine*) merk MBT kapasitas 2000 kN, dengan ketelitian 5 kN. Dibawah ini rumus yang berlaku untuk kuat tekan berdasarkan SNI 03 - 1974 – 1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

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

Tabel 1. Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton

NO	UMUR	KUAT TEKAN (NORMAL)	KUAT TEKAN (SERAT)	PERSENTASE KENAIKAN	RATA - RATA PERSENTASE KENAIKAN
	Hari	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(%)	(%)
1	3	13,96	14,63	4,56	4,44
2	7	16,73	17,49	4,31	



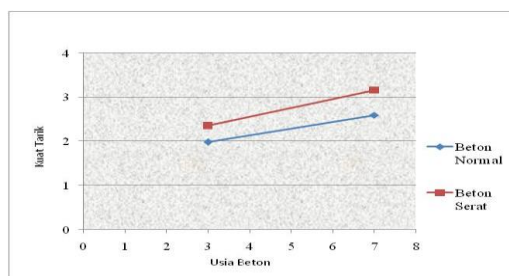
Gambar 1. Perbandingan Kuat Tekan Beton

#### 4.4. Pengujian Kuat Tarik Belah

Sifat beton yang getas dapat diperbaiki dengan penambahan serat, karena serat dapat menahan retak - retak yang terjadi pada beton. Serat ini menahan dengan tiga cara yaitu: dengan kekuatan serat itu sendiri, lekatan antara serat dengan mortar dan bentuk serat itu sendiri.

Tabel 2. Persentase Kenaikan Kuat Tarik Belah Beton

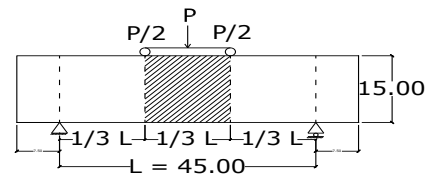
NO	UMUR	KUAT TARIK BELAH RATA-RATA NORMAL	KUAT TARIK BELAH RATA-RATA SERAT	PERSENTASE KENAIKAN	RATA-RATA PERSENTASE KENAIKAN
	Hari	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(%)	
1	3	1,98	2,36	16,00	16,96
2	7	2,59	3,16	17,91	



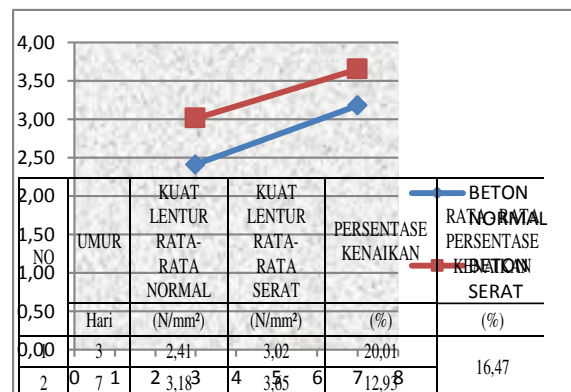
Gambar 2. Persentase Kenaikan Kuat Tarik Belah Beton

#### 4.5. Pengujian Kuat Lentur

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Dibawah ini rumus kuat lentur sesuai SNI 03 - 4431 - 1997 Sub Bab 2.2.3 apabila bidang retak berada di 1/3 bentang tengah (a) dengan dua beban:



Gambar 3. Ilustrasi posisi balok pada saat pengujian kuat lentur



Gambar 4. Persentase Kenaikan Kuat Lentur Beton

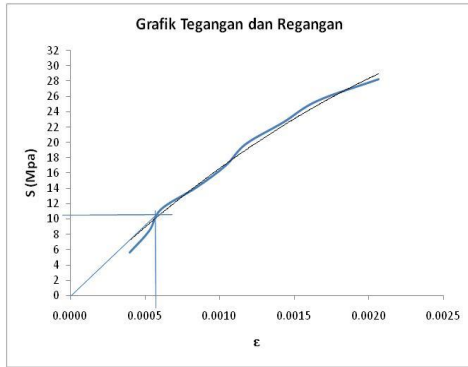
#### 4.6. Modulus Elastisitas

Demi memperkaya hasil penelitian ini ditambahkan untuk pengujian Modulus Elastisitas Beton. Modulus Elastisitas Beton : adalah nilai tegangan dibagi regangan beton dalam kondisi elastis, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum.

Berikut ini adalah hasil pengujian modulus elastisitas untuk mengetahui perilaku nilai regangan yang terjadi pada setiap tegangan yang diberikan secara bertahap dan bervariasi.

Tabel 3. Hasil tegangan Vs Regangan

No	N (kN)	P (N)	Luas (A) (cm <sup>2</sup> )	Δ L I (mm)	Lo (mm)	Regangan	Tegangan (MPa)
1	100	100000	176,78	0,08	200	0,00040	5,66
2	150	150000		0,106		0,00053	8,49
3	200	200000		0,122		0,00061	11,31
4	250	250000		0,169		0,00085	14,14
5	300	300000		0,208		0,00104	16,97
6	350	350000		0,235		0,00118	19,80
7	400	400000		0,285		0,00143	22,63
8	450	450000		0,331		0,00166	25,46
9	500	500000		0,413		0,00207	28,28



Gambar 4. Hubungan Regangan Vs Tegangan Uji tekan Beton

Mengutip SK-SNI 03-4169-1996 mengatakan untuk pengujian modulus elastisitas beton dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{\varepsilon_2 - 0,00005}$$

Dari percobaan didapat nilai modulus sebesar 22048 MPa, sedangkan dengan menggunakan rumus standar indonesia didapat 24421 MPa.

Dari hasil perhitungan tersebut, didapat nilai modulus elastisitas dengan pengujian langsung lebih kecil dibanding dengan menggunakan rumus SNI, dengan perbedaan sebesar 9,71 %

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap beton mutu  $f'_c$  20 MPa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
- Pada usia muda beton (3&7 hari) Penambahan polypropylene fibre dapat meningkatkan kuat tekan. Kuat tekan rata-rata Pada benda uji terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 4,44 %.
- Pada usia muda beton (3&7 hari) Penambahan polypropylene fibre dapat meningkatkan kuat tarik belah. Kuat tarik belah rata-rata pada benda uji terjadi peningkatan 16,96 %.
- Pada usia muda beton (3&7 hari) Penambahan polypropylene fibre

dapat meningkatkan kuat lentur. Kuat lentur rata-rata pada benda uji terjadi peningkatan sebesar 16,47%.

### 5.2. Saran

Adapun saran - saran yang dapat penulis berikan yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- Perlu adanya penelitian untuk beton mutu tinggi, sehingga dapat di bandingkan dengan beton mutu normal.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai persentase pemakaian polypropylene fibre.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 211, 1993, *Guide for Selecting Proportions for High – Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*, Report : ACI 211.4R – 93

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, *Metode Perhitungan Campuran Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Departemen Perumahan Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta

Ariatama, Ananta., *Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*. Universitas Dipenooro. 2007

ASTM, 2002, *Concrete and Aggregate*, Annual Book of ASTM Standards 2002, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia

ASTM, 2002, *Concrete and Aggregate*, Annual Book of ASTM Standards 2002, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia

Mulyono, Tri, (2003), *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta

Cement And Concrete Associaton, Lesson 13: *Properties of Hardened Concrete*, *Cement and Concrete Association*, 1984, London

Laporan Praktikum Teknologi Beton, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2009

Naaman, A.E., Najm, H., 1991, *Bond – Slip Mechanisms Of Steel Fibers In Concrete*, ACI Materials Journal, V. 88, No. 2, March – April 1991

Samekto, W, 2001, *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Soroushian, P., Bayasi, Z., 1991, *Fiber - Type Effects On The Performance Of Steel Fiber Reinforced Concrete*, ACI Materials Journal, V. 88, No. 2, March - April 1991

Tjokrodimulyo, K., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Nafiri, Jakarta