

Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal

Yuri Khairizal¹, Alex Kurniawandy², Alfian Kamaldi²

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

² Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru 28293

E-mail: yurikhairizal@gmail.com

ABSTRACT

This research studies the mechanical properties of polypropylene concrete consist of compressive strength, modulus of elasticity, splitting tensile strength, flexural strength and deflection. Polypropylene fiber is a kind of plastic fiber that specially produced with high technology. Application of this polypropylene fiber aim to improve the mechanical properties of normal concrete. The specimens are cylinder and beam shapes. The variety that use is additional of polypropylene fiber at 0,0 kg/m³, 0,2 kg/m³, 0,4 kg/m³, 0,6 kg/m³, 0,8 kg/m³ and 1,0 kg/m³. The result of research shows that highest compressive strength and modulus of elasticity of concrete occurred at 0,4 kg/m³ polypropylene various. Highest splitting tensile strength and flexural strength of concrete occurs at 1,0 kg/m³ polypropylene fiber various. In generally, deflection test shows improvement within addition of polypropylene fiber. According to the result of research, additional polypropylene fiber into concrete mixture can improve the mechanical properties of concrete, especially compressive strength, modulus of elasticity, splitting tensile strength and deflection of concrete.

Keyword : polypropylene fiber, mechanical properties, compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan bangunan paling luas penggunaannya. Bahan bangunan yang terbentuk dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air ini memiliki daya tarik yang

cukup besar dalam pembangunan. Hal tersebut dikarenakan cara pembuatannya yang cukup mudah sehingga dapat diaplikasikan dengan menggunakan teknologi tinggi (masinal) ataupun secara manual.

Selain memiliki berbagai keunggulan, beton sebagai bahan bangunan juga memiliki berbagai kelemahan. Sebagian dari kelemahan beton yang sering kali kita permasalahan adalah memiliki kekuatan tarik yang rendah dan cenderung mengalami keretakan. Kualitas beton dapat diukur dari beberapa jenis pengujian seperti kuat tarik dan kuat tekan. Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya (Mulyono, 2003).

Berbagai inovasi teknologi beton dibuat untuk memenuhi kebutuhan pembangunan. Beberapa beton hasil dari perkembangan teknologi beton adalah beton mutu tinggi (*high strength concrete*), *self compacting concrete* dan beton serat (*fiber reinforced concrete*) (Nugraha dan Antoni, 2007).

Penelitian tentang benton serat (*fiber reinforced concrete*) terus dilakukan dan dikembangkan. Salah satu bahan serat yang unik digunakan adalah serat polypropylene. Serat ini merupakan serat yang memiliki berat jenis yang rendah dan tidak menyerap air, sehingga serat ini tidak merubah fisik beton secara signifikan namun dapat merubah sifat mekanik beton (Mulyono, 2003).

Penelitian ini menitik beratkan pada penentuan optimasi penggunaan serat

polypropylene terhadap sifat mekanik beton normal pada penambahan serat polypropylene.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Permeriksaan Karakteristik Material

Material yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus asal Kabupaten Kampar, Riau. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah sedangkan agregat halus yang digunakan adalah pasir alam. Adapun jenis pemeriksaan yang dilakukan tertera pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengujian material

Jenis pemeriksaan	Sumber
Kadar lumpur	ASTM C 142
Berat jenis	SNI 03-1970-1990
Kadar air	SNI 03-1970-1990
Modulus kehalusan	SNI 03-1970-1990
Berat volume	ASTM C 29
Ketahanan aus	SNI 03-2417-1991
Kandungan organik	ASTM C40

2.2. Pembuatan *Mix Design*

Desain campuran (*mix design*) beton dengan menggunakan metode *ACI* dengan fas 0,45 (~30 MPa) pada umur 28 hari. Perincian komposisi campuran beton untuk

1 m³ dengan metode *ACI* dapat dilihat pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Semen	: 397,78 kg/m ³
Air	: 159,99 kg/m ³
Agregat Kasar	: 941,33 kg/m ³
Agregat Halus	: 843,38 kg/m ³

2.3. Benda Uji

Pembuatan sampel benda uji beton pada penelitian ini sebanyak 54 buah sampel dengan setiap umur ada 3 buah. Umur yang di uji yaitu umur 28 hari. Benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik belah. Benda uji beton berbentuk balok dengan dimensi 60x15x15 cm untuk pengujian kuat lentur dan defleksi beton.

2.4. Pengujian Beton

Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, kuat lentur dan defleksi beton. Pengujian dilakukan pada umur benda uji 28 hari.

1. Kuat tekan beton (SNI 03-1974-1990)

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah mesin uji tekan (*Compression*

Test Machine). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

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

keterangan:

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm²)



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas

2. Modulus elastisitas beton (SNI 03-4169-1996)

Menurut SNI 03-4169-1996, nilai modulus elastisitas beton dapat diperoleh melalui pengujian di laboratorium dan metode ini akan menghasilkan rasio tegangan regangan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *compressometer*. Besarnya nilai modulus elastisitas beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005}$$

keterangan:

E_c = modulus elastisitas beton (MPa)

S_2 = kuat tekan saat 40% dari beban maksimum (MPa)

S_1 = kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai 0,00005 (MPa)

ϵ_2 = regangan pada saat S_2

3. Kuat tarik belah (SNI 03-2491-2002)

Menurut SNI 03-2491-2002, nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Besarnya nilai kuat tarik belah beton (tegangan rekah beton) dapat dihitung dengan rumus:

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

keterangan:

f_{ct} = kuat tarik belah beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

D = diameter silinder (mm)

L = panjang silinder (mm)



Gambar 2. Pengujian Kuat Tarik Belah

4. Kuat lentur (SNI 03-4431-1997)

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua

perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997). Besarnya kuat lentur beton (*modulus of rapture*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- Apabila keruntuhan terjadi pada bagian tengah bentang

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

keterangan:

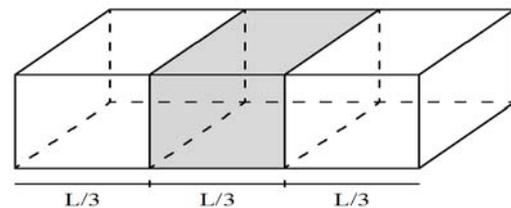
f_r = *modulus of rapture* (MPa)

P = beban maksimum (N)

L = panjang bentang (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tinggi spesimen (mm)



Gambar 3. Keruntuhan pada pusat 1/3 bentang (L)

Sumber : SNI 03-4431-1997

- Apabila keruntuhan terjadi pada bagian tarik di luar tengah bentang

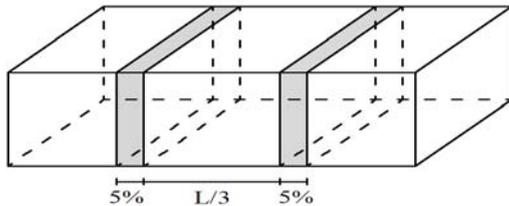
$$f_r = \frac{3Pa}{bd^2}$$

keterangan:

f_r = *modulus of rapture* (MPa)

P = beban maksimum (N)

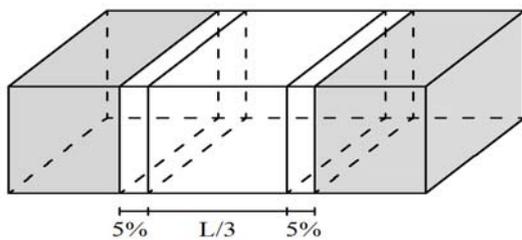
- b = lebar spesimen (mm)
- d = tinggi spesimen (mm)
- a = jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik spesimen (mm)



Gambar 4. Keruntuhan diluar 1/3 bentang (L) dan garis patah < 5% bentang (L)

Sumber : SNI 03-4431-1997

- Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.



Gambar 5. Keruntuhan diluar 1/3 bentang (L) dan garis patah > 5% bentang (L)

Sumber : SNI 03-4431-1997

5. Defleksi beton (modifikasi pengujian)

Defleksi suatu balok di sembarang titik di sepanjang sumbunya merupakan peralihan titik tersebut dari posisi semula, diukur dalam arah y penampang balok (Timoshenko dan Gere, 1996). Nilai defleksi (Δ_r) dalam pengujian laboratorium

dapat diperoleh dari bacaan *dial gauge* tambahan yang dipasang berdampingan dengan alat uji kuat lentur beton. Nilai bacaan *dial gauge* dikonversikan satuannya ke satuan panjang (mm).



Gambar 6. Kuat Lentur Dan Defleksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Karakteristik Material

Pemeriksaan karakteristik material untuk pembuatan beton serat dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus. Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat kasar dan halus yang berasal dari Kabupaten Kampar. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Hasil	Standar spesifikasi
Modulus kehalusan	7,68	5 - 8

Tabel 2. (sambungan)

Jenis pemeriksaan	Hasil	Standar spesifikasi
Berat jenis		
a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,68	2,5 - 2,7
b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60	2,5 - 2,7
c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,63	2,5 - 2,7
d. <i>Absorption (%)</i>	1,19	2 - 7
Kadar air (%)	0,89	3 - 5
Berat volume (gr/cm ³)		
a. Kondisi padat	1,548	≥ 1,2
b. Kondisi gembur	1,368	≥ 1,2
Ketahanan aus (%)		< 40

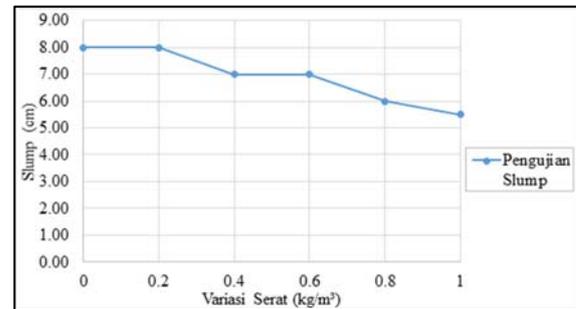
Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik agregat halus

Jenis pemeriksaan	Hasil	Standar spesifikasi
Modulus kehalusan	3,94	1,5 - 3,8
Berat jenis		
a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,66	2,5 - 2,7
b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,63	2,5 - 2,7
c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,64	2,5 - 2,7
d. <i>Absorption (%)</i>	0,44	2 - 7
Kadar air (%)	2,97	3 - 5
Berat volume (gr/cm ³)		
a. Kondisi padat	1,830	≥ 1,2
b. Kondisi gembur	1,685	≥ 1,2
Kadar lumpur (%)	4,59	< 5
Kadar zat organik	No.3	≤ No.3

3.2. Hasil Pengujian Slump Beton

Pengujian slump dilakukan pada beton segar setelah pembuatan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat

kemudahan pengerjaan (*workability*) beton. Hasil uji slump beton dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik slump beton

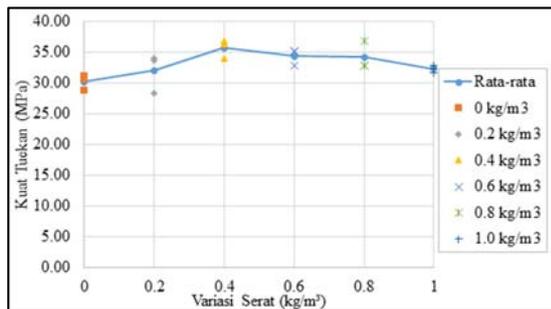
Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan serat polypropylene ke dalam campuran beton. Nilai slump beton tanpa serat polypropylene sebesar 8 cm dan nilai slump beton dengan serat polypropylene variasi terbesar yaitu 1,0 kg/m³ didapatkan sebesar 5,5 cm.

3.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 8.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan penambahan serat polypropylene akan meningkat dibandingkan dengan beton tanpa penambahan serat polypropylene. Nilai

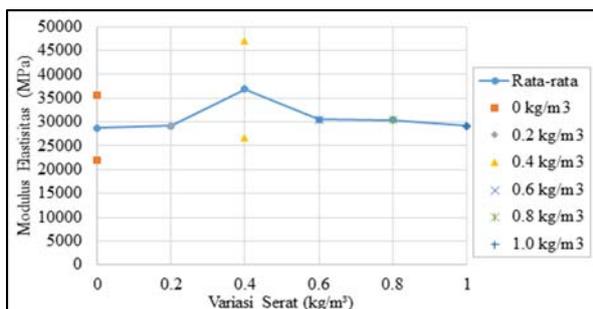
kuat tekan beton tanpa serat polypropylene sebesar 30,18 MPa. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan serat polypropylene sebanyak 0,4 kg/m³ sebesar 35,65 MPa atau meningkat sebesar 18,13 % dibandingkan beton tanpa serat polypropylene.



Gambar 8. Grafik kuat tekan beton

3.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil uji modulus elastisitas beton dapat dilihat pada Gambar 9.



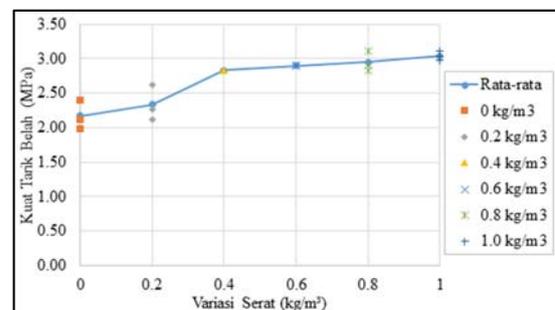
Gambar 9. Grafik modulus elastisitas beton

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa modulus elastisitas beton dengan

penambahan serat polypropylene akan meningkat dibandingkan dengan beton tanpa penambahan serat polypropylene. Nilai modulus elastisitas beton tanpa serat polypropylene sebesar 28774,14 MPa. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan serat polypropylene sebanyak 0,4 kg/m³ sebesar 36933,74 MPa atau meningkat sebesar 28,36 % dibandingkan beton tanpa serat polypropylene.

3.5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil uji kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 10.



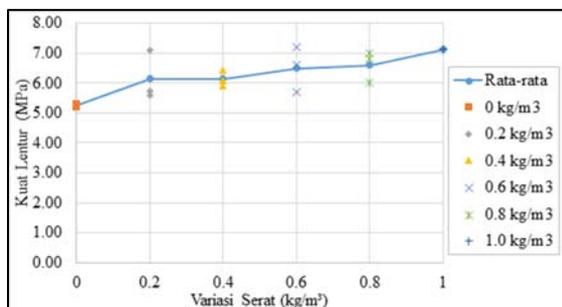
Gambar 10. Grafik kuat tarik belah beton

Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa kuat tarik belah beton akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan serat polypropylene ke dalam campuran beton. Nilai kuat tarik belah beton tanpa serat polypropylene sebesar 2,17 MPa. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan serat polypropylene

sebanyak $1,0 \text{ kg/m}^3$ sebesar $3,04 \text{ MPa}$ atau meningkat sebesar $40,22 \%$ dibandingkan beton tanpa serat polypropylene.

3.6. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk balok dengan ukuran $60 \times 15 \times 15 \text{ cm}$. Hasil uji kuat lentur beton dapat dilihat pada Gambar 11.



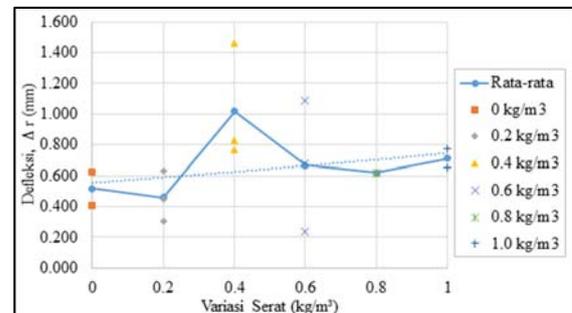
Gambar 11. Grafik kuat lentur beton

Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan serat polypropylene ke dalam campuran beton. Nilai kuat lentur beton tanpa serat polypropylene sebesar $5,27 \text{ MPa}$. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan serat polypropylene sebanyak $1,0 \text{ kg/m}^3$ sebesar $7,12 \text{ MPa}$ atau meningkat sebesar $35,19 \%$ dibandingkan beton tanpa serat polypropylene.

3.7. Hasil Pengujian Defleksi

Dari pengujian kuat lentur juga diperoleh nilai defleksi yang didapatkan

dari 2 dial tambahan pada sisi lentur murni balok dengan besi siku sebagai penopang. Hasil uji defleksi beton dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik defleksi beton

Pada Gambar 12 dapat dilihat secara keseluruhan pada trendline bahwa nilai defleksi beton akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan serat polypropylene ke dalam campuran beton.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap pengujian sifat mekanis pada penelitian ini, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian slump menunjukkan bahwa dengan penambahan serat polypropylene pada adukan beton akan menurunkan workability beton. Pada beton normal didapatkan nilai slump sebesar 8 cm . Pada penambahan serat $0,2 \text{ kg/m}^3$ tidak terjadi perubahan signifikan dari beton normal. Sedangkan pada penambahan serat $0,4$

- kg/m³, 0,6 kg/m³, 0,8 kg/m³ dan 1,0 kg/m³ terjadi penurunan nilai slump berurutan sebesar 7 cm, 7 cm, 6 cm dan 5,5 cm.
2. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa beton serat polypropylene mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton normal. Peningkatan kuat tekan paling besar adalah pada penambahan serat 0,4 kg/m³ yaitu sebesar 18,13%. Pada penambahan 0,2 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 5,94%. Pada penambahan 0,6 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 13,75%. Sedangkan pada penambahan 0,8 kg/m³ dan 1,0 kg/m³ terjadi peningkatan sebesar 13,13% dan 6,88%.
 3. Hasil pengujian modulus elastisitas menunjukkan bahwa beton serat polypropylene mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada beton normal. Peningkatan modulus elastisitas paling besar adalah pada penambahan serat 0,4 kg/m³ yaitu sebesar 28,36%. Pada penambahan 0,2 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 1,33%. Pada penambahan 0,6 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 6,27%. Sedangkan pada penambahan 0,8 kg/m³ dan 1,0 kg/m³ terjadi peningkatan sebesar 5,75% dan 1,30%.
 4. Hasil pengujian kuat tarik belah menunjukkan bahwa beton serat polypropylene mempunyai kuat tarik belah yang lebih tinggi daripada beton normal dan meningkat seiring penambahan serat polypropylene. Peningkatan kuat tarik belah paling besar adalah pada penambahan serat 1,0 kg/m³ yaitu sebesar 40,22%. Pada penambahan 0,2 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 7,61%. Pada penambahan 0,4 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 30,43%. Sedangkan pada penambahan 0,6 kg/m³ dan 0,8 kg/m³ terjadi peningkatan sebesar 33,70% dan 35,87%.
 5. Hasil pengujian kuat lentur menunjukkan bahwa beton serat polypropylene mempunyai kuat lentur yang lebih tinggi daripada beton normal dan meningkat seiring penambahan serat polypropylene. Peningkatan kuat lentur paling besar adalah pada penambahan serat 1,0 kg/m³ yaitu sebesar 35,19%. Pada penambahan 0,2 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 16,46%. Pada penambahan 0,4 kg/m³, terjadi peningkatan sebesar 16,71%. Sedangkan pada penambahan 0,6 kg/m³ dan 0,8 kg/m³ terjadi peningkatan sebesar 23,29% dan 25,32%.

6. Hasil pengujian defleksi menunjukkan bahwa beton serat polypropylene mempunyai nilai defleksi yang lebih tinggi daripada beton normal. Secara umum, defleksi beton dengan serat polypropylene akan terus meningkat seiring penambahan serat polypropylene ke dalam campuran beton.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama pengujian ini, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pengujian modulus elastisitas menggunakan compressometer tidak terlalu akurat atau rentan terjadi kegagalan dalam pengujian yang disebabkan retak atau hancur pada titik - titik pengekang. Pengujian akan lebih akurat menggunakan strain gauge dalam mengukur regangan yang terjadi pada benda uji beton.
2. Pengujian defleksi dengan modifikasi pengujian kurang akurat. Pengujian sebaiknya menggunakan alat yang khusus digunakan untuk pengujian defleksi beton.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap pengaruh penambahan serat polypropylene pada dosis yang lebih tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian terutama kepada:

1. Orang tua dan adik yang selalu tanpa henti memberikan motivasi serta kepercayaan selama penelitian ini.
2. Dosen Pembimbing, Bapak Alex Kurniawandy dan Bapak Alfian Kamaldi yang telah membimbing dan selalu memberikan motivasi serta masukan hingga penelitian ini dapat terselesaikan.
3. Teman satu perjuangan Tugas Akhir, Fela, Annisa, Bang Hari, Kak Uli dan Fikri.
4. Para asisten Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Riau.
5. Rekan - rekan seperjuangan yaitu mahasiswa/i Teknik Sipil S-1 angkatan 2010 dan terkhusus buat kelas C.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- Nugraha, P dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- SNI 03-4169-1996. 1996. *Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis Dan Rasio Poison Dengan Kompresor Ekstensometer*. Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-4431-1997. 1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal*

- Dengan Dua Titik Pembebanan.*
Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1974-1990. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.*
Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2491-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.*
Bandung: Badan Standar Nasional.
- Timoshenko, S.P dan Gere, J.M. (1996).
Mekanika Bahan (Terjemahan Oleh Drs. Hans, J. Wospakrik), Jilid I.
Erlangga : Jakarta.