

## PENGARUH PENGGUNAAN SERAT ALUMINIUM LIMBAH (BERLAPIS / COATING) PADA KUAT GESER BALOK BETON MUTU TINGGI

Darwanto<sup>1</sup>, Wiryanto Dewobroto<sup>2</sup>, Harianto Hardjasaputra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan, Lippo Karawaci

<sup>2</sup>Staf Pengajar Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan, Lippo Karawaci

### ABSTRAK

Dalam konstruksi beton, bahan beton kuat dalam menahan gaya tekan namun lemah terhadap gaya tarik. Salah satu upaya meningkatkan kualitas beton tanpa tulangan terhadap tarik, dilakukan dengan menambahkan serat. Oleh karena itu, banyak penelitian mempelajari pengaruh penggunaan berbagai macam serat dan prospek pemakaiannya. Dalam kasus penelitian ini akan diteliti pemakaian serat aluminium yang dihasilkan dari kaleng kemasan aluminium limbah, yang pada umumnya mempunyai lapisan pelindung, sehingga diharapkan efek negatif antara beton dan aluminium menjadi hilang. Penelitian ini akan mengaplikasikan serat aluminium pada 68 buah (balok berpenampang persegi dan I) balok mutu tinggi ( $f_c \geq 50$  MPa) tanpa sengkang, dimana dari uji beban eksperimental dengan berbagai parameter prosentase serat yaitu 0.35%, 0.5%, 0.65% (dari berat beton) menunjukkan terjadi peningkatan terhadap kekuatan geser sebesar 20-30%.

Kata kunci: Kemasan aluminium bekas pakai, Teknologi beton berserat, Balok beton mutu tinggi tanpa tulangan geser.

### 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi yang paling umum saat ini dalam dunia konstruksi dan mempunyai banyak keuntungan. Sehingga Universitas Pelita Harapan pada saat ini telah melakukan banyak penelitian, di antaranya adalah berjudul penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar pada campuran beton baru (2007)<sup>[2]</sup>, penggunaan limbah batu bata merah dan plesteran sebagai agregat halus pada campuran beton baru (2008)<sup>[6]</sup>, kinerja balok beton mutu tinggi dengan serat terhadap kekuatan geser (2008)<sup>[7]</sup>, dsb. Pada penelitian kali ini mengacu pada kelemahan beton yang tidak kuat terhadap tarik, sehingga dilakukan suatu penelitian dengan menggunakan serat. Salah satunya adalah menggunakan aluminium, dimana aluminium tersebut diharapkan akan menambah kekuatan tarik beton dalam skala mikro.

Pada saat ini penggunaan aluminium sangat penting dan beragam, salah satunya adalah kaleng aluminium. Penggunaan kaleng aluminium ini sangat diminati karena fungsinya yang praktis dan efisien, sehingga kaleng aluminium yang sudah tidak dipakai tersebut menjadi masalah dan menjadi limbah.



Gambar 1. Limbah kaleng aluminium

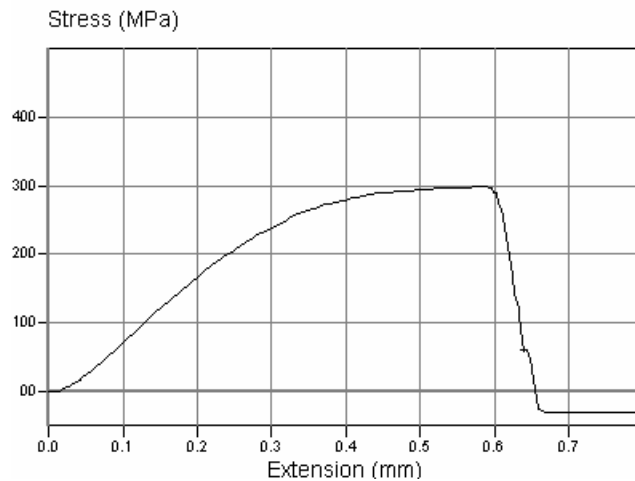
Salah satu sifat karakteristik aluminium adalah mempunyai kekuatan tarik. Sehingga melihat masalah yang terjadi dalam rangka mengatasi limbah aluminium, maka akan dimanfaatkan dan diproses menjadi campuran beton dalam bentuk serat yang dapat berguna untuk dapat meningkatkan kekuatan tarik beton. Pada penelitian ini diamati pula apakah penggunaan aluminium yang mempunyai lapisan pelindung, mempunyai efek negatif terhadap beton.

## 2. PEMBUATAN SERAT ALUMINIUM

Dalam pembuatan serat aluminium, dimensi serat diadopsi dari penelitian Tirtawijaya (2008)<sup>[7]</sup> yaitu serat baja. Hal ini dikarenakan penelitian serat kaleng aluminium limbah yang tergolong baru dan kedua serat tersebut terlihat adanya kesamaan karakteristik yaitu dapat menahan gaya tarik. Penulis juga melakukan pengujian untuk melihat kekuatan tarik pelat aluminium limbah. Pengujian dilakukan di laboratorium Industri UPH dengan memakai mesin tarik LLYOD INSTRUMENTS LR-10K maka dapat dilihat bahwa kekuatan tarik pelat dengan dimensi 9 X 2,5 cm adalah  $\pm 300$  Mpa dengan perpanjangan  $\pm 0.6$  mm



Gambar a) Pengujian tarik



Gambar b) Hasil pengujian tarik

Gambar 2. Pengujian tarik aluminium

Kemudian, penulis juga menggunakan alat khusus yang sudah diciptakan (Darwanto,2009) untuk dapat menghasilkan berbagai konfigurasi serat yaitu dengan lebar 2.5 mm (serat aluminium halus) dan lebar 5 mm (serat aluminium kasar), dimana masing-masing mempunyai ketebalan dan panjang yang sama yaitu 0.1 mm dan  $\pm 3$  cm. Jenis kemasan aluminium yang digunakan berupa kemasan kaleng minuman, dimana pada kaleng tersebut terlihat *coating* / pelapis. Pada penelitian ini *Coating* / pelapis tersebut tidak dibersihkan, karena dengan adanya pelindung yang ada di kemasan aluminium tersebut diharapkan dapat mencegah terjadinya reaksi kimia antara beton dengan aluminium, yaitu berupa korosi.

Kemudian direncanakan pula prosentase serat yang digunakan sebesar 0%, 0.35%, 0.5%, dan 0.65% dari berat beton yang akan di cor. Hasil ini dilakukan pada tulisan yang diajukan oleh Antonius Mediyanto dan Senot Sangadji (2005)<sup>[4]</sup>, yang kemudian di modifikasi dengan cara *trial and error* dalam kondisi kering agar mendapatkan kondisi maksimum.



Gambar a) Pembuatan serat



Gambar b) Hasil akhir

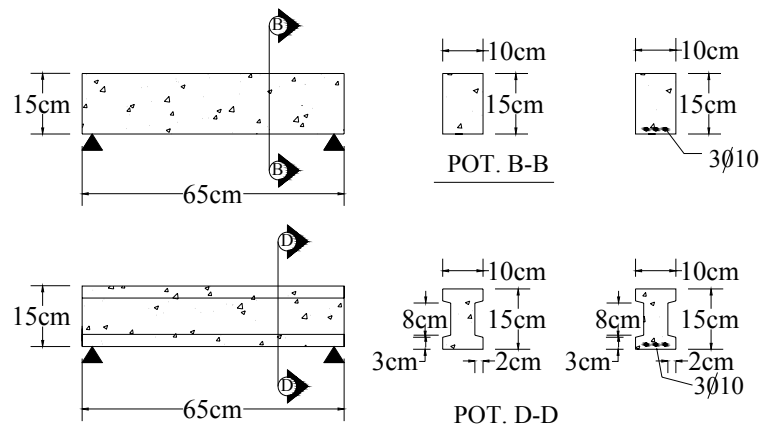
Gambar 3. Poses pembuatan serat aluminium

### 3. PENYIAPAN BENDA UJI

Pada penelitian sebelumnya (tirtawijaya,2008)<sup>[7]</sup> telah digunakan dan sukses dalam pemodelan dan pengujian balok dalam mengaplikasikan kekuatan tarik beton. Sehingga pada penelitian ini pembuatan balok uji berupa balok beton dilakukan serupa. Perencanaan pembuatan balok dan silinder ini menggunakan beton mutu tinggi yaitu dibatasi pada mix design  $f_c' \geq 50$  Mpa. Agar diharapkan pada saat beton mengalami gaya, beton belum mengalami *failure* sehingga dapat dilihat pengaruh serat terhadap kekuatan tarik atau geser beton tersebut. Untuk mencapai mutu beton tersebut, digunakan bahan tambahan berupa *silica fume* dan *accelerator* produksi PT. Sika Indonesia dengan nama *Sika fume* dosis 4% dari berat semen yang mau di cor, dan *Sika visocrete* dosis 0.45% dari berat semen.

Pengujian benda uji dilakukan sebanyak empat buah yaitu benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, balok persegi berukuran panjang 65 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 15 cm, balok I dengan dimensi yang sama seperti balok persegi namun mempunyai *flens* (lihat gambar 4) dan benda uji berbentuk lempengan aluminium dengan lebar 2.5 cm dan panjang 9 cm. Pada balok persegi dan I, sebagian balok menggunakan tulangan baja KSPI 10 sebanyak 3 buah untuk melihat peningkatan kekuatan geser pada grafik ACI 445R-99. Balok dan silinder tersebut digunakan juga berbagai prosentase serat yaitu 0%, 0.35%, 0.5%, dan 0.65% dari berat beton yang akan di cor. Dimana pada balok persegi masing-masing prosentase terdiri dari 3 buah balok uji, untuk balok I sebanyak 2 buah balok uji dan untuk silinder sebanyak 2 buah silinder. Sehingga pembuatan benda uji pada penelitian ini sebanyak 97 buah benda uji yang terdiri dari 40 buah balok persegi, 28 buah balok I, 14 buah silinder dan 15 buah lempengan aluminium.

Dalam pembebanan lentur ini dipilih benda uji berupa balok tanpa menggunakan sengkang dengan ukuran dimensi balok 65X10X15 cm. Dimana dengan konfigurasi dimensi seperti ini dapat dikategorikan sebagai tipe balok tinggi (nawy,1990)<sup>[5]</sup>. Mengapa benda uji untuk pembebanan lentur berupa balok? Karena dengan balok tanpa menggunakan sengkang maka yang bekerja adalah tegangan geser. Dan apabila balok beton dengan dimensi berikut tidak memakai tulangan sengkang dan dibebani lentur seperti pada gambar (6a), maka dapat dikorelasikan tegangan geser beton menjadi kekuatan tariknya. Sehingga, jika terjadi peningkatan geser maka otomatis hanya diakibatkan pada peningkatan tarik akibat serat yang dicampur ke dalam beton.



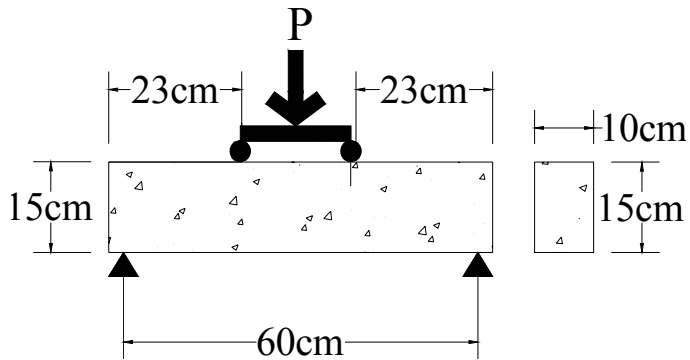
Gambar 4. Dimensi balok persegi dan balok I



Gambar 5. benda uji berbentuk persegi dan I

#### 4. PROSES PENGUJIAN

Dalam pengujian ini, proses pengujian dilakukan dalam 2 macam, yaitu pengujian kekuatan tekan dalam bentuk silinder, dan pengujian lentur dalam konfigurasi balok I dan persegi. Berikut pada gambar (6a) dan (6b) dapat dilihat bentuk pengujian lentur untuk balok persegi.



Gambar a) Geometri pembebanan balok uji



Gambar b). Pengujian dengan alat pembebanan



Gambar c) Balok uji tanpa sengkang



Gambar d). Balok uji dengan sengkang

Gambar 6. Pengujian balok uji berupa balok persegi

Agar dapat mengetahui kekuatan tarik dan geser beton maka diperlukan suatu nilai yang ingin dicapai, yaitu mendapatkan nilai  $f_r$  dan  $v_u$ . berikut perhitungan dalam mencari nilai  $f_r$  dan  $v_u$  :

$$f_r = \frac{M \max}{W} \tag{1}$$

Dimana :  $f_r$  = Kuat lentur benda uji(Mpa),  $M_{max}$  = Momen maksimum (Nmm),  $W$  = Momen lawan ( $mm^3$ ),  $P$  = Beban maksimum pada balok polos / retak pertama pada balok dengan tulangan(N),  $b$  = Lebar balok (mm),  $h$  = tinggi balok (mm)

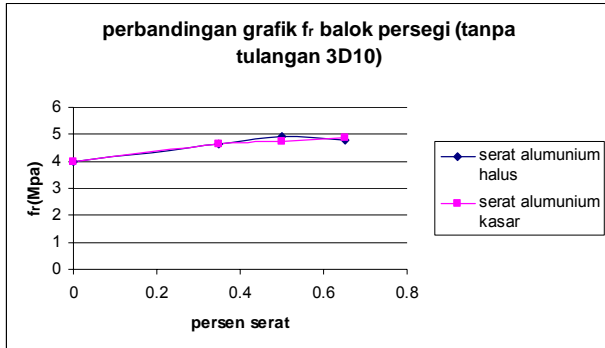
$$v_u = \frac{V_u}{b.d} \tag{2}$$

Dimana :  $v_u$  = Tegangan geser maksimum(Mpa),  $V_u$  = gaya geser(N),  $B$  = Lebar balok efektif(mm),  $d$  = Tinggi balok efektif(mm)

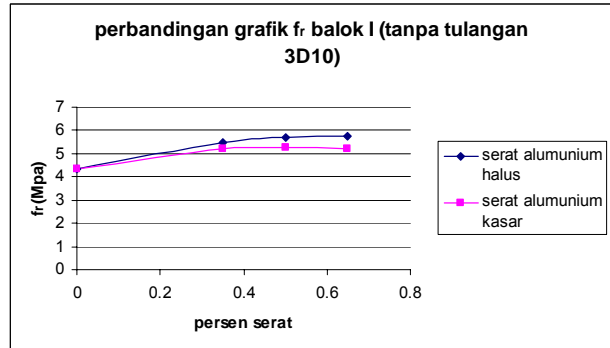
#### 5. PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian sebanyak 40 buah balok berpenampang persegi dan 28 buah balok berpenampang I dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

a) Tegangan tarik putus lentur ( $f_r$ ) pada balok beton tanpa tulangan lentur bisa meningkat antara 19%-32% tergantung jenis, prosentase serat dan penampang balok. Pada balok penampang persegi, serat aluminium halus terjadi peningkatan sebesar 19.10 %, sedangkan serat aluminium kasar terjadi peningkatan sebesar 21.85 %. Pada balok penampang I, serat aluminium halus terjadi peningkatan sebesar 32.58 %, sedangkan serat aluminium kasar terjadi peningkatan sebesar 21.59 %

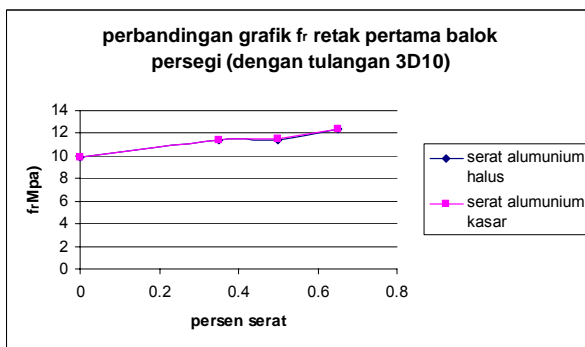


Gambar 7. Perbandingan grafik  $f_r$  balok persegi

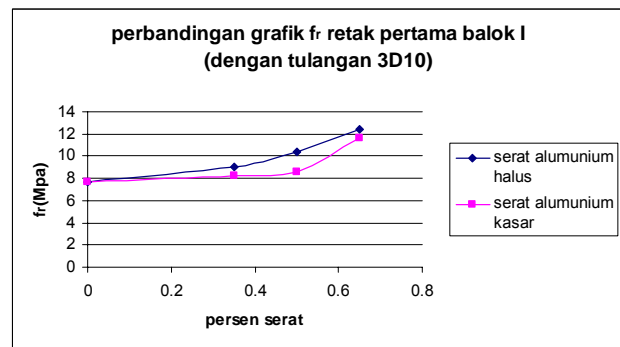


Gambar 8. Perbandingan grafik  $f_r$  balok I

b) Tegangan tarik putus lentur ( $f_r$ ) pada balok beton dengan tulangan lentur bisa meningkat antara 25%-60% tergantung jenis, prosentase serat dan penampang balok. Pada balok penampang persegi, serat aluminium halus terjadi peningkatan sebesar 25.41 %, sedangkan serat aluminium kasar terjadi peningkatan sebesar 25.61 %. Pada balok penampang I, serat aluminium halus terjadi peningkatan sebesar 61.28 %, sedangkan serat aluminium kasar terjadi peningkatan sebesar 50.64 %

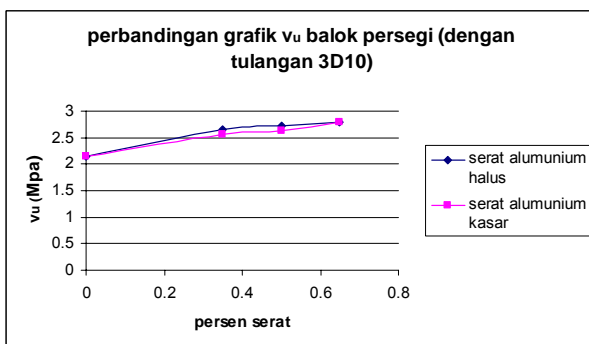


Gambar 9 Perbandingan grafik  $f_r$  retak pertama balok persegi

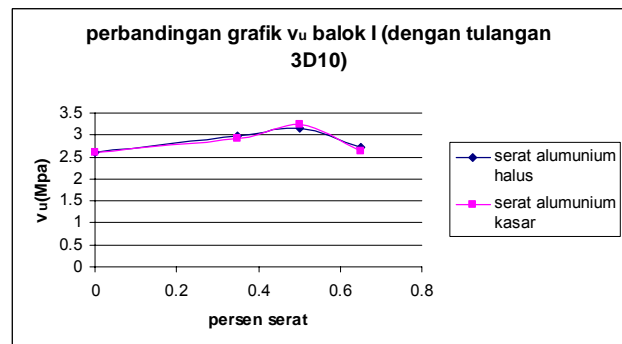


Gambar 10 Perbandingan grafik  $f_r$  retak pertama balok balok I

c) Tegangan kuat geser ( $v_u$ ) pada balok beton dengan tulangan lentur bisa meningkat antara 20%-30% tergantung jenis, prosentase serat dan penampang balok. Pada balok penampang persegi, serat aluminium halus terjadi peningkatan sebesar 30.51 %, sedangkan serat aluminium kasar terjadi peningkatan sebesar 30.85 %. Pada balok penampang I, serat aluminium halus terjadi peningkatan sebesar 20.96 %, sedangkan serat aluminium kasar terjadi peningkatan sebesar 23.96 %



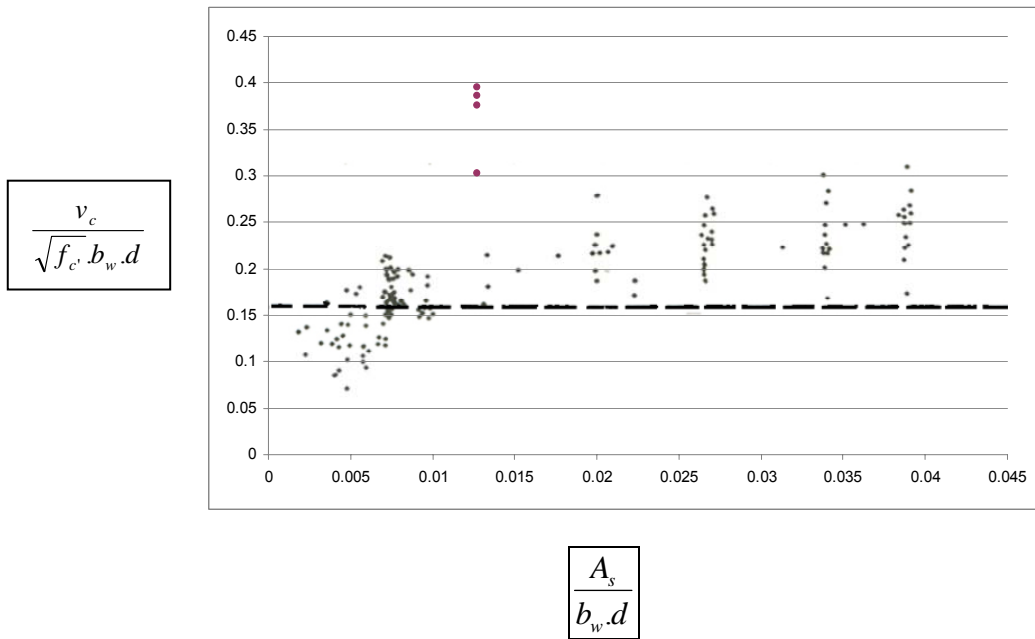
Gambar 11 Perbandingan grafik  $v_u$  balok persegi



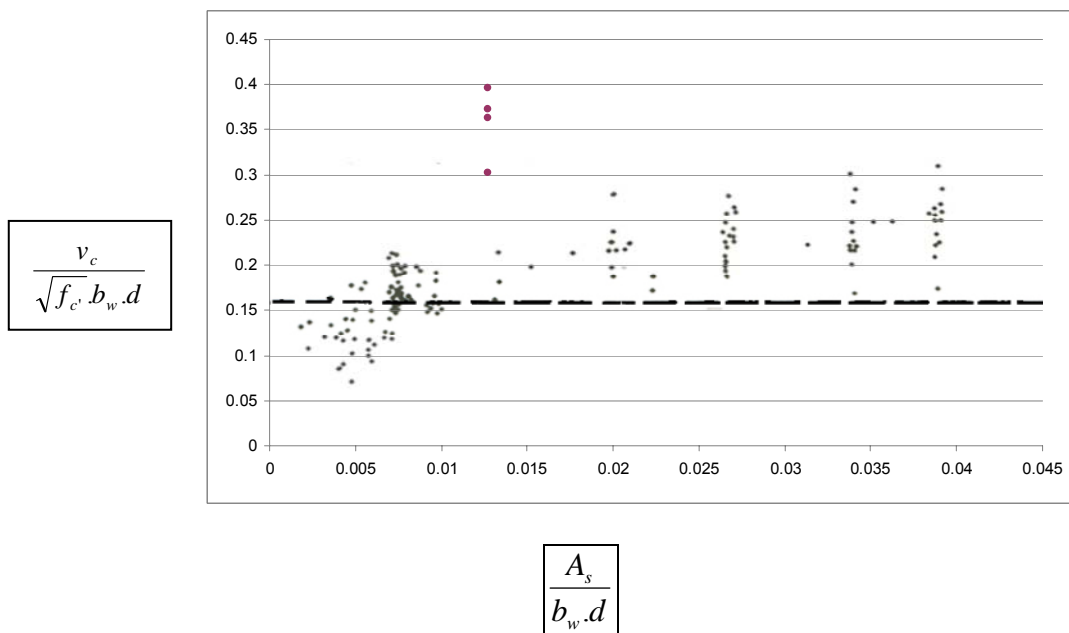
Gambar 12 Perbandingan grafik  $v_u$  balok I



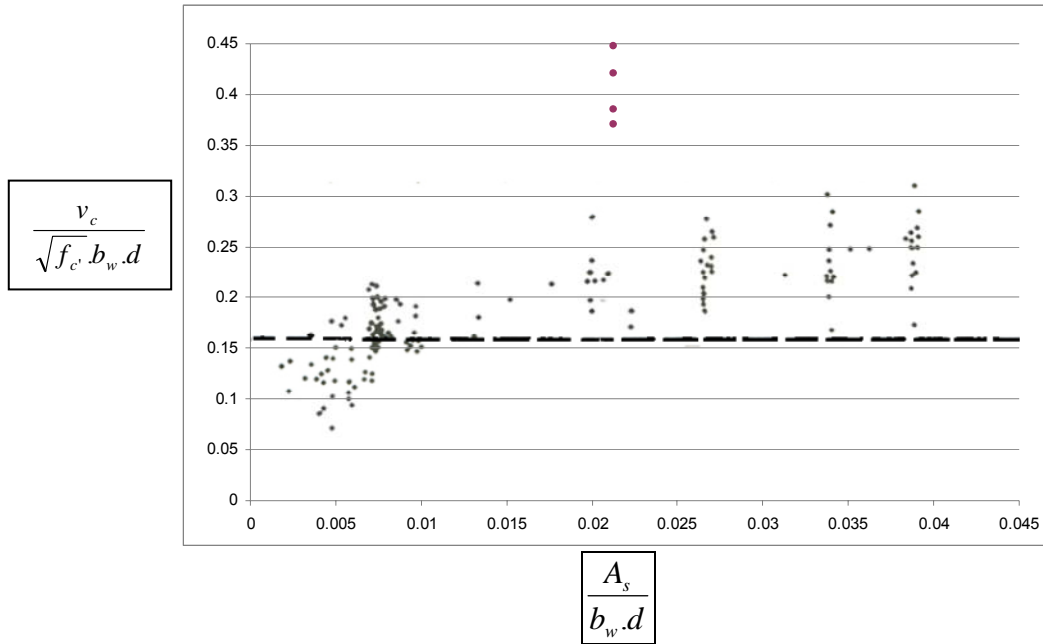
Berdasarkan grafik hubungan antara tulangan memanjang dengan tegangan geser beton ( $v_c$ ) yang bersumber dari ACI 445R-99, untuk balok beton tanpa serat, dimana berdasarkan hubungan antara  $\frac{A_s}{b_w \cdot d}$  dengan  $\frac{v_c}{\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d}$  dapat ditarik kesimpulan untuk nilai  $v_c$  adalah  $1/6 \sqrt{f_c'}$ . Tetapi pada penelitian ini telah didapat data-data baru untuk ditambahkan ke dalam grafik tersebut, dan setelah dimasukkan maka dapat terlihat perbedaan yang signifikan dengan tambahan serat di dalamnya.



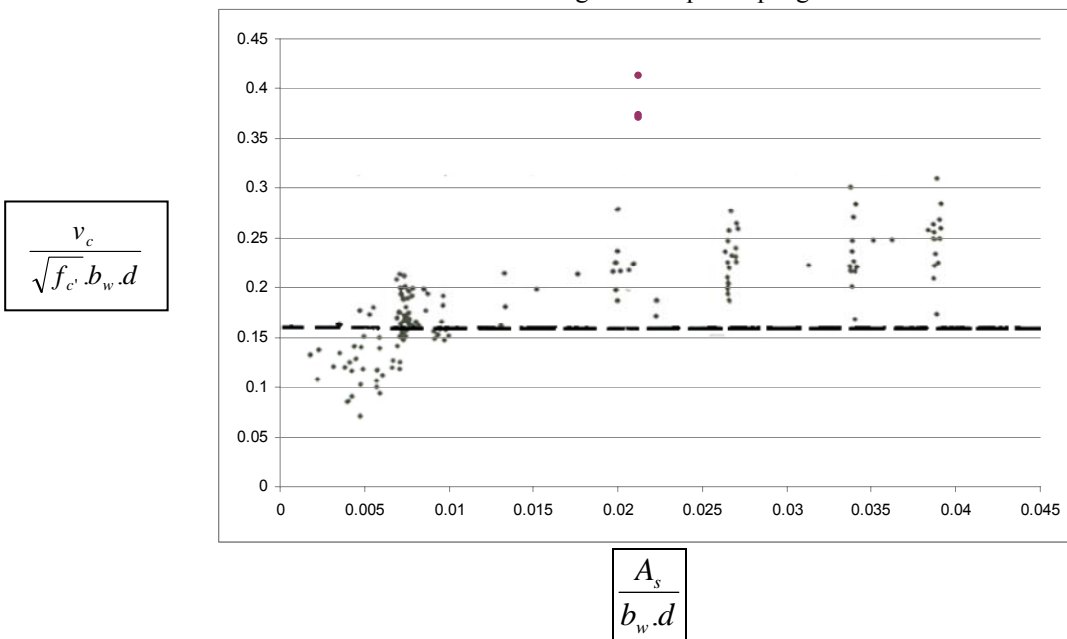
Gambar 13. Perbandingan Grafik  $v_c$  penelitian dengan Grafik  $v_c$  ACI 445R-99 dengan tambahan serat aluminium halus dengan balok penampang persegi



Gambar 14. Perbandingan Grafik  $v_c$  penelitian dengan Grafik  $v_c$  ACI 445R-99 dengan tambahan serat aluminium kasar dengan balok penampang persegi



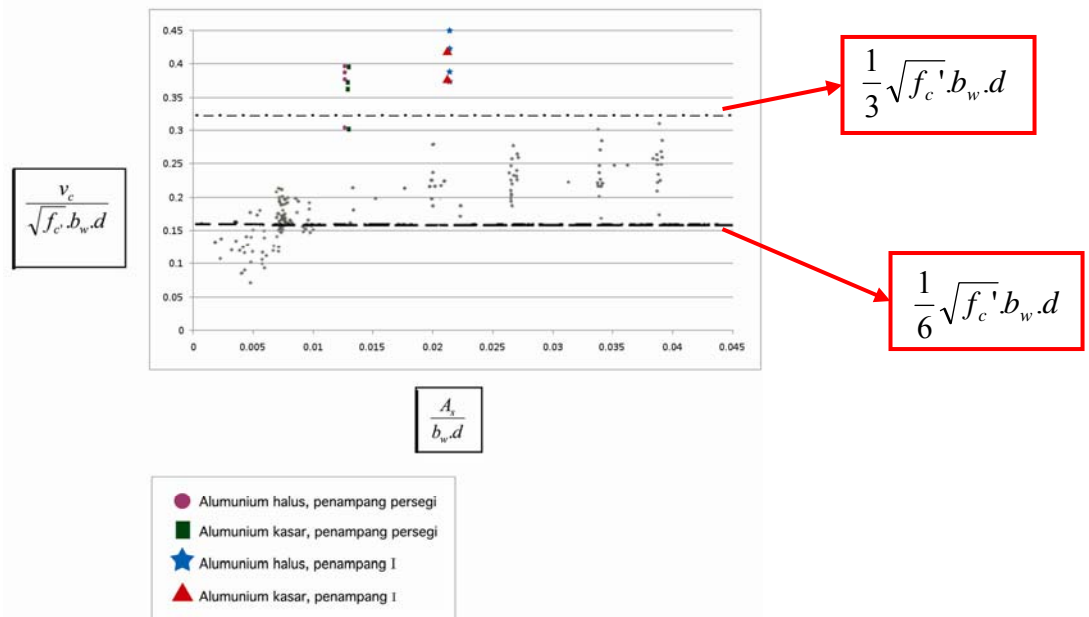
Gambar 15. Perbandingan Grafik  $v_c$  penelitian dengan Grafik  $v_c$  ACI 445R-99 dengan tambahan serat aluminium halus dengan balok penampang I



Gambar 16. Perbandingan Grafik  $v_c$  penelitian dengan Grafik  $v_c$  ACI 445R-99 dengan tambahan serat aluminium kasar dengan balok penampang I

## 6. KESIMPULAN

a) Dari pengujian penggunaan serat aluminium pada balok beton tanpa tulangan geser dapat disimpulkan bahwa balok beton mengalami peningkatan dalam kekuatan tarik dan tegangan geser beton. Nilai kekuatan geser ( $v_c$ ) dapat diambil  $\geq 1/3\sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$ . Dan ada kemungkinan dilakukan evaluasi ulang pada peningkatan  $v_c$ .



Gambar 17. Perbandingan Grafik  $v_c$  penelitian dengan Grafik  $v_c$  ACI 445R-99 dengan berbagai tambahan serat aluminium dan penampang balok

- b) Dengan adanya *coating* pada aluminium terdapat efek negatif yaitu karena permukaan serat licin, maka bondingsnya tidak maksimal.
- c) Dari pengamatan secara fisik, beton (berumur 28 hari) pada saat pengujian beban, tidak terjadi efek negatif, yaitu terjadinya efek korosi yang disebabkan oleh aluminium berlapis pelindung.
- d) Benda uji setelah pengujian sampai mengalami keruntuhan masih tetap disimpan, untuk mengamati pengaruh dari aluminium berlapis pelindung terhadap beton.

## 7. UCAPAN TERIMA KASIH

Pembiayaan untuk penelitian ini seluruhnya diperoleh dari dana penelitian Universitas Pelita Harapan yang disalurkan melalui Lembaga LPPM UPH. Untuk itu kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Pelita Harapan yang telah mendukung sampai penelitian ini selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balaguru, Perumalsamy N. And Shah, Surendra. Fiber-Reinforced cement composites:McGraw-Hill,Inc. 1992. <sup>[1]</sup>
- Ciputera, Andri. Penggunaan Limbah Beton sebagai Agregat Kasar pada Campuran Beton Baru,Karawaci:Universitas Pelita Harapan, 2007. <sup>[2]</sup>
- MacGregor, James G. Reinforced Concrete Mechanics And Design:Prentice Hall,1997. <sup>[3]</sup>
- Mediyanto, Antonius dan Sangadji Senot. Kuat Desak dan Modulus Elastisitas Beton Ringan Berserat Aluminium. Surakarta:Universitas Sebelas Maret,2005. <sup>[4]</sup>
- Nawy, Edward G. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung:PT Eresco, 1990. <sup>[5]</sup>
- Sutanto, Frengky. Penggunaan Limbah Batu Bata Merah dan Plesteran sebagai Agregat Halus pada Campuran Beton Baru,Karawaci:Universitas Pelita Harapan, 2008. <sup>[6]</sup>
- Tirtawijaya, Joey. Kinerja Balok Beton Mutu Tinggi dengan Serat Terhadap Kekuatan Geser.Karawaci:Universitas Pelita Harapan, 2008. <sup>[7]</sup>