

EFEK PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP DAYA LEKAT DAN KUAT LENTUR PADA REHABILITASI STRUKTUR BETON DENGAN *SELF-COMPACTING REPAIR MORTAR (SCRM)*

Agus Santoso dan Slamet Widodo

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY

ABSTRACT

In the cases of repairing and rehabilitation work of existing concrete structures, interface bond strength between old (substrate layer), and new concrete (overlay) will be one of the main factors that will significantly affect the quality of the strengthened structures. Considering its unique fresh characteristics, self-compacting concrete offers more advantages in repairing and rehabilitation works. Effects of polypropylene fiber addition on interface shear bond strength, and the flexural strength of bi-layer concrete (substrate and overlay) were investigated in this experimental study. In this research works, polypropylene fibers added at 0 kg/m³, 1 kg/m³, 2 kg/m³, and 3 kg/m³ in the fresh mix of self compacting concrete that will be used as the overlay layer. The fresh characteristics of self-compacting concrete were investigated using slump-flow test. After 28 days of substrate layer (normal concrete) age, self-compacting concrete that utilized as overlay layer were casted on the substrate layer. Interface bond strength that tested using Bi-surface Direct Shear Method, and bi-layer (substrate and overlay) concrete flexural strength were investigated 28 days after the overlay layer casted. Each variant of the bond strength and flexural strength investigated using 3 standard specimens, therefore totally 36 specimens were tested. Based on the tests results, it can be concluded several points as follows; (1) in the case of shear bond strength, polypropylene fiber addition lead the improvement of shear bond strength between new and old concrete. In the dosage of 0 kg/m³, 1 kg/m³, 2 kg/m³ and 3 kg/m³, the resulted shear bond strength were 1,985 MPa, 1,704 MPa, 2,519 Mpa, dan 2,489 MPa, (2) Polypropylene fiber addition also has positive effect on the flexural strength of the strengthened concrete. Using 0 Kg/m³, 1 kg/m³, 2 kg/m³, and 3 kg/m³ of polypropylene fiber addition, the observed flexural strength were 4,156 MPa, 4,988 MPa, 2,601 MPa, and 2,543 MPa, and (3) based on the tests results it can be suggested that 1 kg/m³ of polypropylene fiber addition is the optimum composition for the use of polypropylene fiber reinforced self-compacting concrete as a overlay layer for repairing, and rehabilitation of concrete structures.

Keywords: Polypropylene fiber, Interface Bond Strength, Flexural Strength

PENDAHULUAN

Beton bertulang merupakan material yang telah lama digunakan secara luas dalam dunia konstruksi. Material yang menggunakan beton dan baja tulangan ini banyak dimanfaatkan karena sebagian besar bahan-bahan penyusunnya mudah diperoleh sehingga dapat menekan biaya konstruksi yang diperlukan. Penggunaan material beton di Indonesia sangat dominan. Hal ini ditandai dengan tingkat konsumsi

semen domestik yang mencapai 37,96 juta ton pada tahun 2006 dan tingkat pertumbuhan konsumsi semen diperkirakan berkisar antara 5% sampai 6% per-tahun (Majalah Bisnis Swa, November 2007).

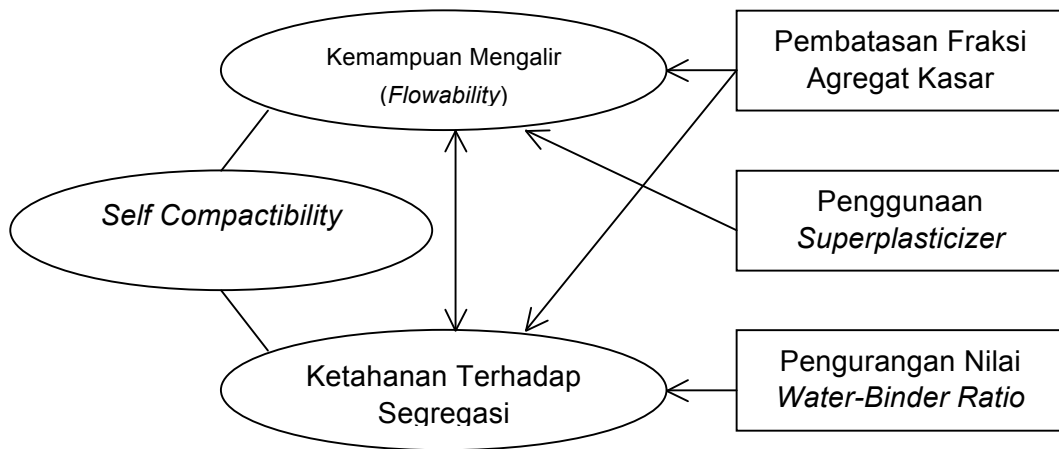
Teknologi dalam bidang konstruksi beton berkembang dengan pesat, baik dari segi desain maupun metode-metode konstruksi yang dilakukan. Dalam pekerjaan konstruksi beton, pemadatan atau vibrasi beton adalah pekerjaan yang mutlak harus dilakukan untuk suatu pekerjaan struktur beton bertulang konvensional. Tujuan dari pemadatan itu sendiri adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen dan tidak terjadi rongga-rongga di dalam beton (*honey-comb*). Pekerjaan perbaikan dan penguatan struktur merupakan jenis pekerjaan konstruksi beton yang semakin berkembang dewasa ini.

Pada berbagai kasus perbaikan struktur, yaitu dengan menambah lapisan beton baru (*overlay*) sering mengalami kesulitan dalam pengerjaannya. Hal ini dikarenakan sempitnya ruangan, sehingga penambahan beton baru dengan beton konvensional menjadi sulit untuk dipadatkan dan pada akhirnya tidak dapat menghasilkan kualitas yang optimal. Sebagai contoh; pekerjaan perbaikan lantai bangunan industri, kubah, pelapisan untuk *fire protection*, perbaikan *aqueduct*, *composite metal decks*, dan perbaikan struktur pasca gempa. Atas dasar berbagai pertimbangan di atas akan lebih menguntungkan apabila digunakan beton yang mampu mengalir, memadat dan merata dengan memanfaatkan berat sendirinya *self-compacting concrete (SCC)*.

Prototype dari *self compacting concrete* mulai dikembangkan di Jepang pada akhir dekade 1980-an dengan tujuan mendapatkan struktur beton yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi untuk daerah rawan gempa. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan hasil yang memuaskan, sehingga saat ini *self compacting concrete* telah digunakan secara luas di berbagai negara dengan aplikasi yang disesuaikan dengan kondisi serta konfigurasi struktur beton yang dibutuhkan.

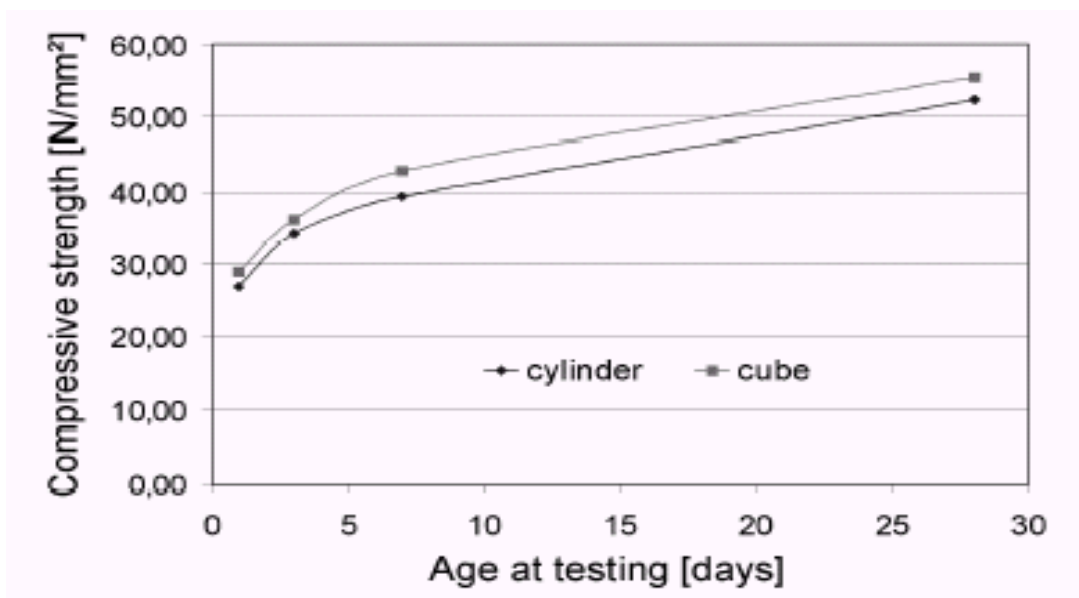
Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *self compacting concrete* antara lain : (1) Mengurangi lamanya konstruksi dan besarnya upah pekerja, (2) Pemadatan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kepadatan optimum dapat dieliminir, (3) Mengurangi kebisingan yang dapat mengganggu lingkungan sekitarnya, (4) Meningkatkan kepadatan elemen struktur beton pada bagian yang sulit dijangkau dengan alat pemadat, seperti vibrator dan (5) Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan.

High range water reducer diperlukan untuk menghasilkan *self compacting concrete* dengan *workability* dan *flowability* yang tinggi. Untuk meningkatkan homogenitas dan viskositas beton segar yang dibutuhkan dalam pelaksanaan *underwater concreting*, perlu ditambahkan *filler* yang berupa *fly ash*, *silica fume* ataupun *limestone* (Persson, 2000). *Self Compacting Concrete* mensyaratkan kemampuan mengalir yang cukup baik pada beton segar tanpa terjadi segregasi, sehingga viskositas beton juga harus diperhatikan untuk mencegah terjadinya segregasi (Okamura dan Ozawa, 1994). Hubungan antara penggunaan *superplasticizer* dan sifat beton segar pada proses produksi *self-compacting concrete* dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip Dasar Proses Produksi *Self-Compacting Concrete* (Dehn dkk, 2000)

Menurut Dehn dan kawan-kawan (2000), perkembangan kuat tekan beton yang tergolong *self-compacting concrete* lebih cepat dibandingkan dengan beton normal yang menggunakan *fly ash* sebagai pozolan tetapi lebih lambat jika dibandingkan dengan beton normal yang tidak menggunakan pozolan, sehingga disarankan untuk menggunakan kuat tekan pada umur 56 hari sebagai tolok ukur pengujian. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perkembangan Kuat Tekan SCC (Dehn dkk, 2000)

Untuk meningkatkan sifat mekanik dari beton SCC, maka perlu ditambahkan serat atau sering disebut dengan beton berserat. Beton bertulang berserat (*fibres reinforced concrete*) didefinisikan sebagai bahan beton yang dibuat dari bahan campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan sejumlah serat (*fibres*) yang tersebar secara acak dalam matriks campuran beton segar (Hannant, 1978).

Jenis-jenis serat (*fibres type*) (Hannant, 1978) anatar lain : (a) Serat-serat logam, seperti serat baja karbon atau serat baja tahan karat, (b) Serat-serat polimerik (*acrylic*, aramid, nylon, polyester, polypropylene), (c) Serat-serat karbon, (d) Serat-serat gelas (*glass fibres*), dan (e) serat-serat alami (serat akwara, bambu, rami, ampas kayu, jerami, sisal, sabut kelapa)

Parameter yang diperoleh dari pengujian tekan terhadap beton berserat antara lain : modulus elastisitas, beban hancur maksimum. Dari hasil pencatatan defleksi diperoleh nilai regangan yang terjadi pada saat beban maksimum dan perilaku kurva beban (P) dengan defleksi (δ) atau perilaku kurva tegangan vs regangan. Perubahan modulus elastisitas akibat penambahan serat sangat kecil. Penambahan serat pada beton normal dapat meningkatkan tegangan pada beban puncak. Beton berserat menyerap energi yang lebih besar dari pada beton normal sebelum hancur (*failure*). Peningkatan terhadap daktilitas dengan penambahan serat pada beton normal tergantung pada beberapa faktor seperti : geometri serat, volume fraksi serat dan komposisi bahan penyusun matrik sendiri. Peningkatan volume serat dapat meningkatkan kapasitas peningkatan energi. Peningkatan penyerapan energi ini terjadi hanya pada batasan 0 – 0,7 % volume fraksi, apabila kandungan serat dinaikkan lagi sehingga fraksinya menjadi lebih besar dari 0,7 %, maka kenaikan energi yang terjadi tidak terlalu besar. Beton bermutu tinggi lebih getas (*brittle*) dibandingkan dengan beton normal, dan dengan penambahan serat dihasilkan beton yang lebih daktil. Hannant (1978) memberikan persamaan hubungan antara volume fraksi dengan perbandingan serat dalam matriks sebagai berikut:

$$W'f = \frac{\text{Weight of fibre}}{\text{Wight of matrix}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$W'f = \frac{V_f D_f}{V_m D_m} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- W'f = presentase berat serat terhadap matrik beton, %
- V_f = presentase volume fraksi serat terhadap matrik beton, %
- V_m = presentase matriks beton, %
- D_f = density dari serat, kg/m³
- D_m = density dari matrik beton, kg/m³

Dalam aplikasinya, beton berserat lebih banyak digunakan sebagai elemen penahan beban lentur dibandingkan penahan akibat beban lainnya. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan kuat lentur lebih tinggi dari pada kuat tekan atau kuat tarik belah. Peningkatan kuat lentur sangat dipengaruhi oleh faktor volume fraksi dan aspek rasio serat. Dengan terjadinya peningkatan nilai volume fraksi maka kuat lentur akan meningkat, demikian pula dengan aspek rasio yang tinggi juga meningkatkan kuat

lentur. Serat yang digunakan pada penelitian ini adalah serat *polypropylene*, dengan penambahan jumlah serat berbagai varians, yaitu 0 kg/m^3 , 1 kg/m^3 , 2 kg/m^3 dan 3 kg/m^3 .

Dengan penambahan lapisan beton baru (*overlay*) sebagai perbaikan dari beton lama (*substrate*), maka perlu diteliti sifat mekaniknya, (1) Efek penambahan serat *polypropylene* terhadap kuat lekatan beton *substrate* dan beton baru (*overlay*) dalam tinjauan gaya geser, (2) Efek penambahan serat *polypropylene* terhadap kekuatan lentur beton yang telah mengalami lapis ulang serta (3) Mencari komposisi penambahan *polypropylene* yang paling optimum.

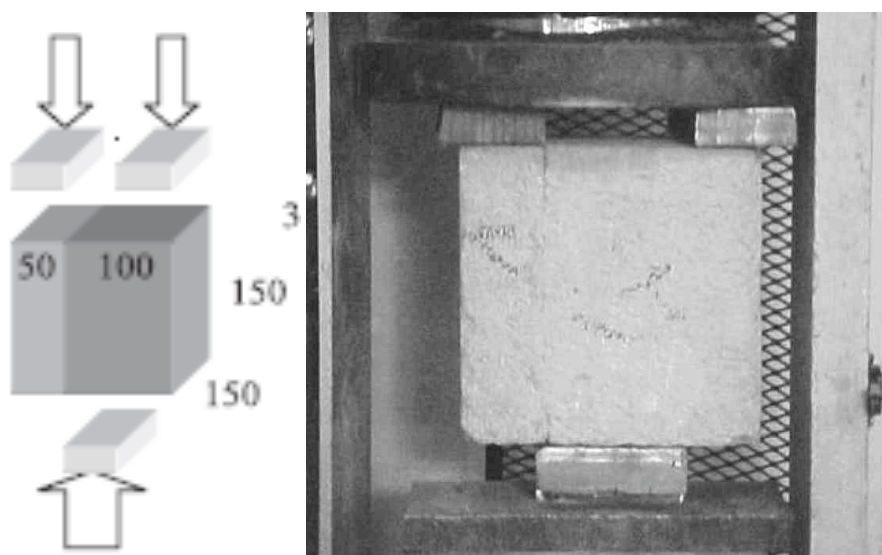
METODE PENELITIAN

Bahan-bahan dalam penelitian ini, meliputi : (1) *Portland Cement type I*. (2) pasir dan kerikil alami yang berasal dari wilayah Kabupaten Sleman, (3) Air (4) Serat polipropylene monofilament dengan diameter $18 \mu\text{m}$ dan panjang 12 mm , (5) *Silica fume* dengan merk Sika-Fume dan (6) *Superplasticizer* jenis *polycarboxylate* dengan merk *Sika Viscocrete*.

Peralatan yang digunakan antara lain: ayakan/saringan dan penggetar *siever*, Cetakan Beton, *Compression Testing Machine*, *Universal Testing Machine*, *Slump Flow Test*, *Concrete mixer*, Gelas ukur dan piknometer, Penggaris dan Timbangan

Penelitian ini dilakukan dalam 4 (empat) tahapan yaitu : (1) Pemeriksaan sifat bahan agregat kasar dan agregat halus, (2) Perhitungan rencana campuran (*mix design*), (3) Pengujian sifat beton segar (*slump-flow test*), (3) kuat tekan, kuat lekat, dan kuat lentur pada umur 56 hari, (4) Analisis dan interpretasi data hasil penelitian dengan metode deskriptif kuantitatif.

Jenis pengujian yang dilakukan antara lain pengujian kuat lekat, beton lama dan baru ditinjau dari gaya geser dan kuat lenturnya. Untuk menguji gaya geser menggunakan metode *Bi-Surface Direct Shear Test* seperti terlihat pada Gambar 3.



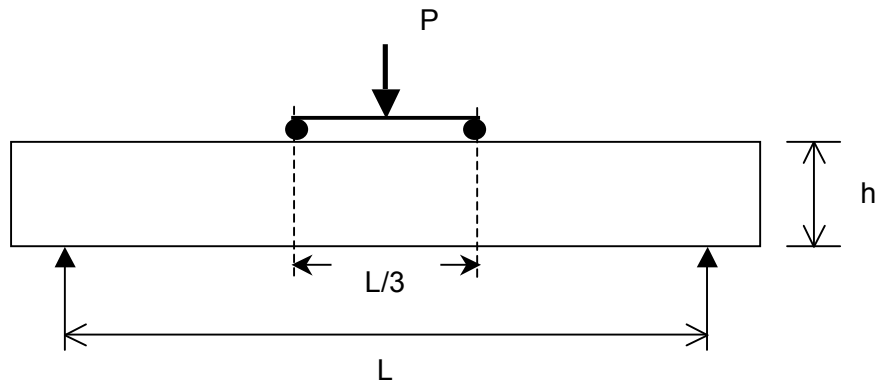
Gambar 3. Metode Pengujian *Bi-Surface Direct Shear Test*

Kuat geser *interface* sambungan beton dapat dihitung dengan Persaman berikut:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (3)$$

di mana ; P = beban maksimum (N)
 A = luas penampang geser (mm²)

Untuk pengujian kuat lentur beton digunakan metode dua titik pembebanan yang mengacu pada standar SNI 03-4431-1997, besaran tegangan tarik (*modulus of rupture*) yang terjadi pada benda uji dihitung dengan persamaan 4.



Gambar 4. Metode Pengujian Kuat Lentur Metode *Four Points Loading*

di mana; R = modulus rupture
 P = beban maksimum (kN)
 L = panjang benda uji (mm)
 b = lebar penampang benda uji (mm)
 h = tinggi penampang benda uji (mm)

Benda uji untuk kuat geser berupa kubus dengan ukuran 15x15x15 cm berjumlah 3 buah. Masing-masing pengujian ada 4 variasi penambahan serat polypropylene. Untuk pengujian kuat lentur berupa balok dengan ukuran 500 mm x 100 mm x 100 mm. Setiap benda uji dibuat dengan ketebalan lapis *substrate* 7,5 cm dan lapis *overlay* 2,5 cm.

Data-data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dengan mencari harga reratanya serta disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Mix design beton SCC (untuk lapisan *overlay*) dilakukan dengan cara *trial and error* dan mix design beton substrate menggunakan metode DOE dari Inggris dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Kebutuhan bahan beton SCC dan beton *substrate* dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1 . Kebutuhan Bahan Per- m^3 Beton SCC

No.	Jenis material	Volume	Satuan
1	Semen	490,114	Kg
2	Pasir	950	Kg
3	kerikil	575	Kg
4	Air	227	Liter
5	Silica fume	25,795	Kg
6	Visconcrete	4283	ml
7	Plastimen	1455	ml
8	Sika Aer	307	ml

Keterangan : penambahan serat polypropylene bervariasi dari 0 kg/m^3 , 1 kg/m^3 , 2 kg/m^3 , dan 3 kg m^3 .

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Per- m^3 Beton *Substrate*

No.	Jenis material	Volume	Satuan
1	Semen	427	Kg
2	Pasir	686,84	Kg
3	kerikil	1030,16	Kg
4	Air	204,9	Liter

Setelah diketahui jumlah bahan adukan beton setiap 1 m^3 nya, kemudian dicari jumlah kebutuhan bahan adukan beton untuk beton *substrate* maupun beton SCC sesuai dengan kebutuhan dan jumlah sampel yang diperlukan.

Pengujian kuat geser beton dilakukan di laboraterium Fakultas Teknik Sipil UNY. Bentuk benda uji berupa kubus dengan ukuran $150 \times 150 \text{ mm}$ yang masing-masing benda uji berjumlah 3 buah hasil selengkapnya uji gaya geser beton dapat dilihat dalam Tabel di bawah ini:

Tabel 3. Uji Kuat Lekat Terhadap Gaya Geser Dengan Penambahan Serat Polypropylene 0 Kg

No	Slump (cm)	Sisi Kubus (cm)	Berat (kg)	P maks (KN)	Gaya Geser (MPa)
1	59-65	15 x 15	7,63	44	1,956
2	59-65	15 x 15	8	60	2,667
3	59-65	15 x 15	7,97	30	1,333
Kuta Tarik Belah rata-rata					1,985

Tabel 4. Uji Kuat Lekat Terhadap Gaya Geser Dengan Penambahan Serat Polypropylene 1 Kg

No	Slump (cm)	Sisi Kubus (cm)	Berat (kg)	P maks (KN)	Gaya Geser (MPa)
1	60-64	15 x 15	7,835	47	2,089
2	60-64	15 x 15	7,757	22	0,978
3	60-64	15 x 15	8,094	46	2,044
Kuta Tarik Belah rata-rata					1,704

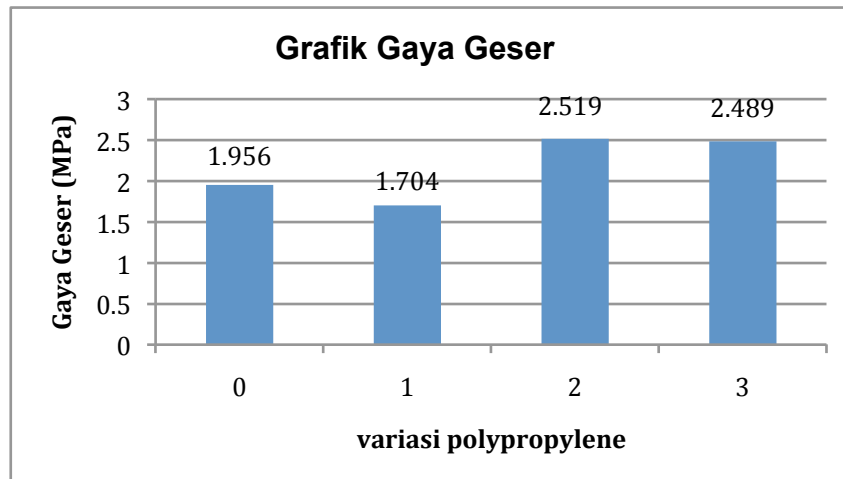
Tabel 5. Uji Kuat Lekat Terhadap Gaya Geser Dengan Penambahan Serat Polypropylene 2 Kg

No	Slump (cm)	Sisi Kubus (cm)	Berat (kg)	P maks (KN)	Gaya Geser (MPa)
1	48-50	15 x 15	7,751	44	1.956
2	48-50	15 x 15	7,590	70	3,111
3	48-50	15 x 15	7,858	56	2,489
Kuta Tarik Belah rata-rata					2,519

Tabel 6. Uji Kuat Lekat Terhadap Gaya Geser Dengan Penambahan Serat Polypropylene 3 Kg

No	Slump (cm)	Sisi Kubus (cm)	Berat (kg)	P maks (KN)	Gaya Geser (MPa)
1	48	15 x 15	7,777	48	2,133
2	48	15 x 15	8,068	74	3,289
3	48	15 x 15	8,005	46	2,044
Kuta Tarik Belah rata-rata					2,489

Berdasarkan Tabel 6 di atas dapat disajikan dalam grafik di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Hubungan Gaya Geser Dengan Variasi Penambahan Polypropylene

Dari grafik di atas, kekuatan lekatan antara beton overlay dan substrate ditinjau dari gaya geser, akan optimum pada penambahan serat propylene sebesar 2 Kg/m³ dan besarnya kekuatan geser adalah 2,519 MPa. Serat polypropylene merupakan serat jenis potongan pendek (*short cut*) yang dapat difungsikan untuk meminimalisir terjadinya *microcracks* akibat berubahnya volume beton selama proses pengeringan. Serat polypropylene dapat mengendalikan *free plastic shrinkage* beton segar. Dengan berkurangnya besaran *free shrinkage* pada beton overlay, maka perbedaan susut antara lapis *overlay* dengan lapis *substrate* dapat diminimalisir. Berkurangnya perbedaan susut antara lapis *overlay* dengan *substrate* dapat meminimalisir *microcracks* di sekitar *interface* beton lama dengan beton baru. Hal ini mendorong kekuatan lekat yang lebih sempurna antara beton lama dengan beton baru, sehingga turut mencegah terjadinya *debonding*.

Pengujian kuat lentur beton dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Sipil UNY. Benda uji berupa balok dengan ukuran 500 x 100 x 100 mm, yang terdiri dari beton *substrate* ukuran 75 mm dan beton *overlay* ukuran 25 mm. Pada pelaksanaannya, setelah beton *substrate* berumur 28 hari, kemudian dilapisi beton *overlay*, setelah beton berumur 56 hari kemudian diuji kuat lenturnya. Hasil selengkapnya dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat lentur (*multi-layer*) dengan campuran serat 0 kg pada sisi tarik

No	Nilai slump cm	Panjang (L) cm	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Beban mak (Kg)	Kuat Lentur MPa
1	59-65	50, 2	9, 5	10, 1	500	3, 885
2	59-65	50, 4	9, 3	10, 1	500	3, 984
3	59-65	50, 5	9, 5	10, 2	600	4, 598
Rata-rata Kuat Lentur MPa						4, 156

Tabel 8. Hasil pengujian kuat lentur (*multi-layer*) dengan campuran serat 1 kg pada sisi tarik

No	Nilai slump cm	Panjang (L) cm	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Beban mak (Kg)	Kuat Lentur MPa
1	63-64	50, 1	9, 94	10, 6	700	4, 710
2	63-64	50	9, 6	10, 27	700	5, 185
3	63-64	50	10, 27	10, 8	650	5, 070
Rata-rata Kuat Lentur MPa						4, 988

Tabel 9. Hasil pengujian kuat lentur (*multi-layer*) dengan campuran serat 2 kg pada sisi tarik

No	Nilai slump cm	Panjang (L) cm	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Beban mak (Kg)	Kuat Lentur MPa
1	50-48	50	9, 6	10, 56	500	3, 503
2	50-48	50, 5	9, 94	10, 44	300	2, 098
3	50-48	50	9, 98	10, 93	350	2, 202
Rata-rata Kuat Lentur MPa						2, 601

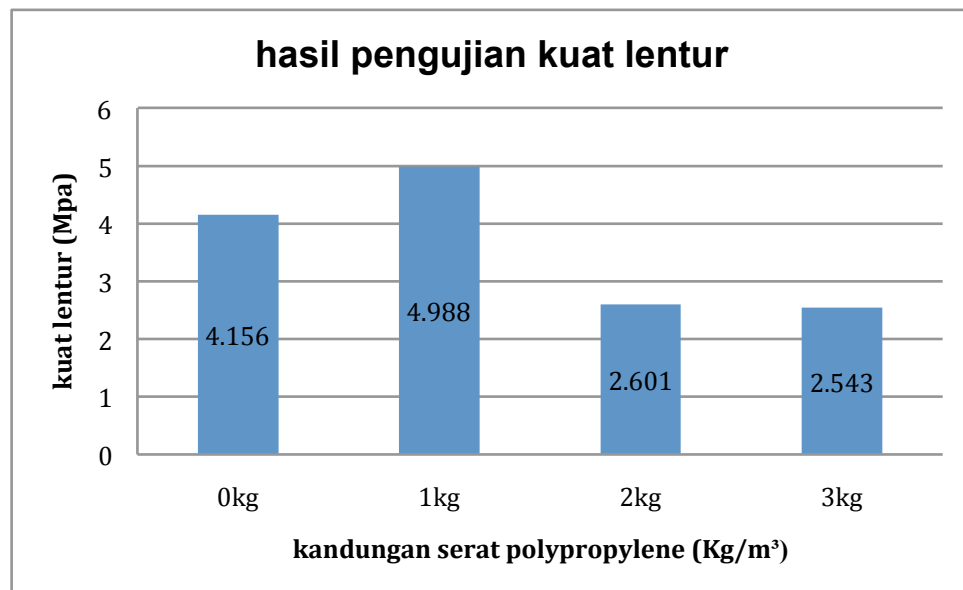
Tabel 10. Hasil pengujian kuat lentur (*multi-layer*) dengan campuran serat 3 kg pada sisi tarik

No	Nilai slump cm	Panjang (L) cm	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Beban mak (Kg)	Kuat Lentur MPa
1	48-48	51	9, 3	10, 44	350	2, 642
2	48-48	51	9, 2	10, 1	350	2, 853
3	48-48	51	9, 7	10, 53	300	2, 134
Rata-rata Kuat Lentur MPa						2, 543

Tabel 11. Hasil pengujian lentur beton kontrol (*mono-layer* / sekali pengecoran)

No	Nilai slump cm	Panjang (L) cm	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Beban maks (Kg)	Kuat Lentur MPa
1	9, 5	50	9, 5	10, 3	600	4, 463
2	9, 5	50, 1	10	10	700	5, 261
3	9, 5	50, 2	9, 5	10, 34	700	5, 190
Rata-rata Kuat Lentur MPa						4, 971

Hasil pengujian kuat lentur rata-rata beton *multi-layer* dapat ditunjukkan dalam grafik berikut ini.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton *multi-lapis* (pasca lapis ulang)

Pada Grafik tersebut penambahan serat *polypropylene* ke dalam campuran beton *overlay* akan mempengaruhi kuat lentur pasca lapis ulang. Kuat lentur beton pasca lapis ulang pada umur 28 hari dapat melampaui kuat lentur beton kontrol (*mono-layer* atau beton sekali pengecoran) yang memiliki kuat lentur 4,971 kg/m³, bila digunakan lapis *overlay* dengan penambahan serat *polypropylene* 1 kg/m³, yaitu sebesar 4,988 kg/m³. Pada konstruksi dengan lapis *overlay* serat *polypropylene* 2kg/m³ dan 3 kg/m³ terjadi penurunan hasil uji kuat lentur.

Dari hasil uji kuat lentur beton pasca lapis ulang pada umur beton 28 hari, kuat lentur beton dengan lapisulang menggunakan serat *polypropylene* 1 kg/m³ merupakan nilai optimum penambahan serat untuk beton pada pekerjaan *overlay*.

Kondisi ini dapat dicapai mengingat pada penambahan 1 kg/m³ polypropylene, beton segar masih memenuhi persyaratan beton SCC yang mampu mengalir dan memadat dengan memanfaatkan berat sendirinya. Dengan demikian, kepadatan di daerah *interface* beton lama dengan beton baru dapat tercapai sempurna.

Selain itu, polypropylene dapat mengendalikan *free plastic shrinkage* beton segar sehingga tidak terjadi *microcracks* di sekitar *interface* beton lama dengan beton baru. Hal ini mendorong kekuatan lekat yang lebih sempurna antara beton lama dengan beton baru, sehingga turut mencegah terjadinya *debonding*.

Penelitian yang dilakukan Slamet Widodo (2008), juga menunjukkan bahwa polypropylene mampu meningkatkan kuat tarik belah dan ketahanan kejut SCC, sehingga dapat diduga kuat bahwa penggunaan lapis ulang dengan bahan tambah serat polypropylene juga akan meningkatkan kuat lentur beton pasca lapis ulang, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil pengujian kuat lentur di atas

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan serat polypropylene terbukti dapat meningkatkan kuat lekat antara beton lama (*substrate*) dan beton baru (*overlay*) ditinjau dari gaya tarik belah. Dengan proporsi penambahan serat polypropylene memiliki kuat tarik belah rata-rata 0 kg/m³=0,948 MPa , 1 kg/m³=0,56 MPa, 2 kg/m³=0,711 MPa, 3 kg/m³=0,824 MPa
2. Beton dengan penambahan serat polypropylene 0 Kg/m³, 1 kg/m³, 2 kg/m³, 3 kg/m³, memiliki gaya geser rata-rata 1,985 MPa; 1,704 MPa; 2,519 MPa; 2,489 MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kuat lekat beton *substrate* dengan *overlay* meningkat akibat adanya penambahan serat polypropylene.
3. Pengaruh penambahan campuran serat *polypropylene* dapat meningkatkan beban maksimum. Kuat lentur beton pada variasi 0 kg serat sebesar 4,156 MPa, pada variasi 1 kg serat sebesar 4,988 MPa, pada variasi 2 kg serat sebesar 2,601 MPa sedangkan pada variasi 3 kg sebesar 2,543 MPa. Peningkatan yang paling besar terjadi pada komposisi 1 kg serat.
4. Komposisi yang paling optimum tercapai saat penambahan serat polypropylene sebesar 1kg/m³ karena dapat meningkatkan kuat lentur sebesar 20,09 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Altun, F., Haktanir, T., and Ari, K., (2007), "Effects of Steel Fiber Addition on Mechanical Properties of Concrete and RC Beams", *Construction and Building Materials* 21, pp. 654–661.
- [2] Campione, G., and Mangiavillano, M.L., (2008), "Fibrous Reinforced Concrete Beams in Flexure: Experimental Investigation, Analytical Modelling and Design Considerations", *Engineering Structures* (article in press available on <http://sciencedirect.com>).
- [3] Chen, P.W., Fu, X., and Chung, D.D.L., (1995), "improving the bonding between old and new concrete by adding carbon fibers to the new concrete", *Cement and Concrete Research*, Vol. 25, No. 3., pp. 491-496.
- [4] Dehn, F., Holschemacher, K. and Weiße, D., (2000), "Self-Compacting Concrete (SCC) Time Development of the Material Properties and the Bond Behaviour", *LACER* No.5., pp. 115-124.
- [5] Habel, K., Denarie, E., and Bruhwiler, E., (2007), "Experimental Investigation of Composite Ultra-High-Performance Fiber-Reinforced Concrete and Conventional Concrete Members", *ACI Structural Journal*, Vol. 104, No. 1., January-February, pp. 93-101.
- [6] Hannant, D.J., 1978, *Fiber Cements and Fiber Concretes*, Chicester: John Wiley & Sons.
- [7] Ho, D.W.S., Sheinn, A.M.M., and Tam, C.T., (2001), "The Sandwich Concept of Construction with SCC", *Cement and Concrete Research* 31, pp. 1377–1381.

- [8] Julio, E.N.B.S., Branco, F.A.B., Silva, V.D., and Lourenco, J.F., (2006), "Influence of Added Concrete Compressive Strength on Adhesion to An Existing Concrete Substrate", *Building and Environment* 41, pp. 1934–1939.
- [9] Momayez, A., Ehsanib, M.R., Ramezaniapoura, A.A., and Rajaie, H., (2005), "Comparison of methods for evaluating bond strength between concrete substrate and repair materials", *Cement and Concrete Research* 35, pp. 748–757.
- [10] Okamura, H. and Ozawa, K., 1994, *Self-Compacting high-Performance Concrete in Japan*, ACI SP-159 : International Workshop on High Performance Concrete, Michigan.
- [11] Persson, B., (2001), "A Comparison Between Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete and the Corresponding Properties of Normal Concrete", *Cement and Concrete Research* 31, pp. 193-198.
- [12] Slamet Widodo, (2010), "Experimental Study on Some Fresh and Mechanical Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Self Compacting Concrete", *Media Teknik Sipil*, dalam proses penerbitan