

# EFEK KADAR SERAT GEOTEKSTILE PADA PERKEMBANGAN KUAT TEKAN KUBUS MORTAR

Istiqomah<sup>1</sup>, dan Rochany Natawijana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Pendidikan Teknik Sipil, FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung  
E-mail: istiqomah@upi.edu  
E-mail: any.rochanymonza@gmail.com

**Abstrak.** Penambahan serat pada mortar akan mempengaruhi karakteristik mortar baik pada fase segar maupun fase keras. Pada kajian ini digunakan serat geotekstil sebagai bahan tambahan pada mortar semen. Serat geotekstil yang digunakan adalah geotekstil anyam (*woven*) 250, dengan material dasar polypropylene, yang dipotong sepanjang 40 mm. Fokus pada kajian ini adalah efek penambahan serat geotekstil terhadap perkembangan kuat tekan mortar. Benda uji yang digunakan adalah kubus mortar ukuran 50 x 50 x 50 mm. Penambahan serat geotekstil berdasarkan volume total dari campuran yakni sebesar 0.5%, 0.7%, 0.9%, 1%, serta sebagai kontrol digunakan mortar tanpa penambahan serat geotekstil. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0.4 dan 0.5. Hasil yang diperoleh, secara umum penambahan serat pada mortar dengan fas 0.4 memberikan pengaruh pada umur awal mengalamipeningkatan kuat tekan sedangkan pada mortar dengan fas 0.5 tidak mempengaruhi kuat tekan umur awal. Pada umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan mortar baik pada fas 0.4 maupun 0.5. Disisi lain terjadi perubahan tipe keruntuhan mortar dari keruntuhan yang getas menjadi keruntuhan yang daktil.

**Kata kunci:** kuat tekan, model keruntuhan, mortar, serat geotekstil

## I. PENDAHULUAN

Pada dunia konstruksi, mortar digunakan untuk keperluan struktural maupun non struktural. Beberapa keunggulan mortar adalah mudah disesuaikan proporsinya untuk mencapai karakteristik yang direncanakan. Kelemahan utama mortar adalah getas dan memerlukan kadar semen tinggi agar mudah dikerjakan. Penambahan serat merupakan upaya untuk mengurangi kegetasan mortar. Namun demikian penambahan serat dan bahan tambahan lain pada mortar akan mempengaruhi karakteristik mortar baik pada fase segar maupun pada fase keras.

Kajian ini membahas pertumbuhan kuat tekan mortar akibat penambahan serat geotekstil. Serat yang digunakan diambil dari geotekstil tipe anyam (*woven*) warna hitam dengan lebar serat 1.5 mm, tebal 0.49 mm, berbahan dasar polypropylene. Hasil tes berat jenis serat geotekstil besarnya 0.91. Benda uji kuat tekan mortar sesuai ASTM C190/C109M-16 adalah kubus ukuran 50 x 50 x 50 mm, sehingga digunakan serat geotekstil yang panjangnya 40 mm.

Karakteristik serat geotekstil yang semi kaku cenderung lurus, mudah dibengkokkan dan sedikit bergelombang akibat anyaman, diharapkan dapat berfungsi menjembatani lebar retak yang terjadi setelah mortar mengalami keruntuhan akibat beban tekan.

Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat geotekstil terhadap perkembangan kuat tekan mortar secara komprehensif, maka ditinjau mortar dengan nilai faktor air semen yakni 0.4 dan 0.5 diasumsikan untuk menghasilkan beton kuat tekan normal. Kadar serat geotekstil divariasikan dari 0.5%, 0.7%, 0.9%, dan 1% terhadap volume mortar.



Gambar 1. Cetakan kubus mortar dan serat geotekstil yang sudah dipotong



Gambar 2. Geotekstil anyam (*woven*)

Secara umum kuat tekan mortar tidak banyak dibahas, untuk itu penelitian mortar banyak mengacu pada beton mengikat mortar adalah bahan pengikat

pada beton yang menentukan kuat tekan beton. Untuk melihat perbandingan kuat tekan mortar pada kajian ini mengacu pada PBI 1971. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur, dapat ditulis pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portlan biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.0	1.20	1.35
Semen portlan dengan kekuatan yang tinggi diawal	0.55	0.75	0.90	0.95	1.0	1.15	1.2

Perbandingan kuat tekan mortar bermanfaat untuk memprediksi kuat tekan mortar pada umur 28 hari meskipun benda uji masih berumur 7 hari, apabila kuat tekan yang terjadi kurang dari kuat tekan rencana dapat dilakukan tindakan yang lebih awal. Selain itu perbandingan ini berguna saat pelaksanaan dilapangan yang menentukan waktu yang tetap untuk melepas cetakan dan pembebanan yang lebih awal dari seharusnya.

## II. MATERIAL

- Semen.**  
Semen yang digunakan adalah semen PCC merk Tiga Roda produk dari Indocemen perkasa kemasan 50 kg.
- Agregat**  
Pasir Cimalaka. Berat jenis  $2586.59 \text{ kg/cm}^3$ , katagori pasir kasar gradasi 1 dan tingkat kehalusan sebesar 2.68
- Geotekstil**  
Secara umum geotekstil digunakan untuk bahan stabilitas tanah dasar, mencegah partikel tanah terurai. Geotekstil yang digunakan jenis woven dengan bahan dasar serat adalah polypropylene.
- Superplasticizer**  
Penggunaan serat mempengaruhi kelecakan (*workability*) dari campuran mortar, semakin tinggi kadar serat yang digunakan akan menyebabkan kelecakan campuran semakin menurun, maka untuk meningkatkan kelecakan mortar harus digunakan *superplasticizer* pada campur mortar. Efek yang ditimbulkan oleh superplasticizer adalah kelecakan campuran dapat dipertahankan dan kemudahan pekerjaan diperoleh untuk mendapatkan tingkat kepadatan yang diinginkan.



Gambar 3. Superplasticizer

### A. Metoda

Pengujian kuat tekan mengacu pada ASTM C190/C109M-16a 'Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2in. or 50 mm Cube Specimens)'. Spesimen uji yang digunakan kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm dengan minimum 3 spesimen per pengujian. Pengujian kuat tekan digunakan UTM merk Hungta di laboratorium UNPAR.

### B. Mix desain

Perencanaan campuran mortar untuk struktural tidak diatur didalam SNI, maka untuk menentukan bahan penyusun mortar yang menjadi patokan adalah perbandingan air dan semen (fas) sedangkan kebutuhan pasir dilakukan dengan cara coba-coba sampai dicapai kelecakan yang sesuai. Dari hasil coba-coba ini diperoleh perbandingan semen dengan pasir 1:3 dalam perbandingan volume. Pada paper ini faktor air semen divariasikan 0.4 dan 0.5, sedangkan penambahan serat geotekstil ditetapkan sebesar 0.5%, 0.7%, 0.9% dan 1% dari volume campuran. Panjang serat yang digunakan 40 mm dengan sistem penyebaran acak.

Tabel 2. Campuran mortar

FAS = 0.4					
% serat	0.00%	0.50%	0.70%	0.90%	1.00%
Semen(gr)	695.50	692.02	690.63	689.24	688.54
air(gr)	278.20	276.81	276.25	275.70	275.42
pasir(gr)	1348.20	1341.46	1338.76	1336.06	1334.71
Serat(gr)		6.65	9.31	11.97	13.30
FAS 0.5					
% serat	0.00%	0.50%	0.70%	0.90%	1.00%
semen(gr)	649.13	645.89	644.59	643.29	642.64
air(gr)	324.57	322.94	322.29	321.64	321.32
pasir(gr)	1348.20	1341.46	1338.76	1336.06	1334.71
Serat(gr)		6.65	9.31	11.97	13.30

## III. HASILPENGUJIAN DAN BAHASAN

Untuk menentukan kuat tekan mortar dilakukan uji tekan pada mortar. Besarnya kuat tekan diperoleh dari gaya dibagi luas permukaan yang dibebani, seperti pada Persamaan 1.

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

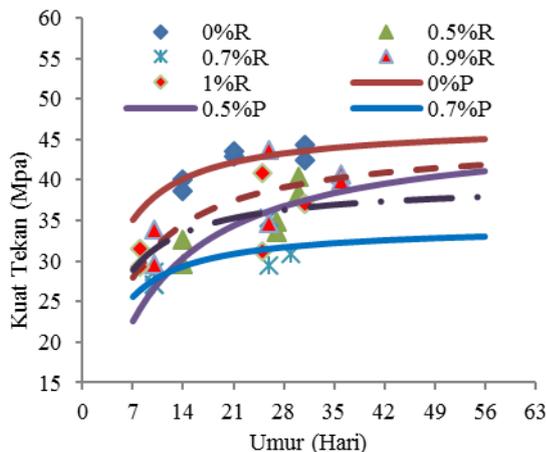
dengan  $f$  = Tegangan tekan mortar  
 $P$  = Gaya yang menyebabkan keruntuhan  
 $A$  = Luas permukaan Specimen

Untuk mengatasi keterbatasan data dalam analisis dilakukan pendekatan prediksi kuat tekan mortar pada umur yang lain. Prediksi ini dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.

$$Y' = \frac{x}{y} = ax + b \quad (2)$$

dimana  $x$  = Umur specimen pada waktu pengujian  
 $y$  = Kuat tekan Hasil pengujian Specimen  
 $a$  = Angka koefisien yang diperoleh dari regresi data asli  
 $b$  = Konstanta yang ditentukan

Dari dataprediksi hubungan kuat tekan dan umur diperoleh data kuat tekan prediksi pada umur tertentu, sehingga dapat dibandingkan dan dianalisa. Hasil uji kuat tekan mortar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kuat tekan mortar terhadap umur dengan fas 0.4

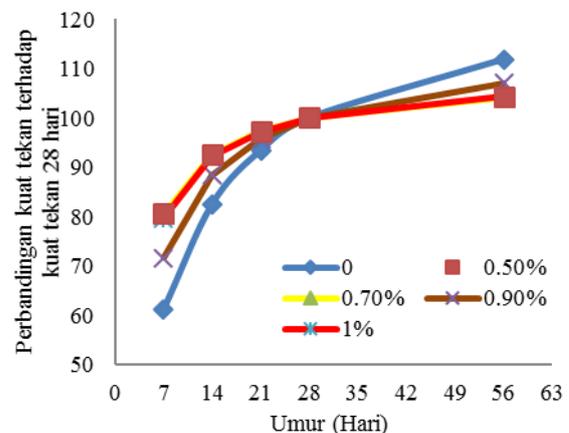
Gambar 4 menunjukkan kuat tekan hasil uji dan kuat tekan prediksi berdasarkan umur. Kuat tekan mortar tanpa tambahan serat geotekstil memiliki kuat tekan lebih tinggi dari kuat tekan mortar dengan penambahan serat geotekstil dari umur 7 hari. Dari hasil pengujian pada Gambar 4 menunjukkan penambahan serat geotekstil secara umum mengurangi kuat tekan mortar benda uji. Penurunan kuat tekan mortar terkecil terjadi pada penambahan serat 0.9%, selanjutnya kuat tekan mortar dengan penambahan serat dalam jumlah 1, 0.7 dan 0.5%.

Berkurangnya kuat tekan benda uji mortar dengan penambahan serat geotekstil karena jumlah semen yang digunakan pada masing-masing campuran berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah serat geotekstil. Selain itu bertambahnya kandungan serat geotekstil

pada mortar juga mempengaruhi pelaksanaan pembuatan benda uji. Kemudahan pada waktu pencetakan benda uji menentukan kepadatan mortar, dimana semakin padat mortar akan menghasilkan kuat tekan yang lebih baik.

Dilihat dari tren kuat tekan berdasarkan umur mortar memiliki kecenderungan yang sama antara mortar dengan serat geotekstil maupun mortar tanpa serat geotekstil. Dari nilai kuat tekan prediksi, diperoleh kuat tekan mortar memiliki kesamaan bentuk kurva peningkatan kuat tekan, dengan demikian penambahan serat geotekstil tidak mempengaruhi tren perkembangan kuat tekan pada fas 0.4 dan kandungan serat geotekstil.

PBI 1971 mencantumkan perkiraan perbandingan kuat tekan beton pada umur 7 hari memiliki kuat tekan 0.4 (40%) dari kuat tekan umur 28 hari (Tabel 1). Pada pengujian ini kuat tekan mortar pada umur yang sama memiliki perbandingan terhadap kuat tekan 28 hari lebih dari 40% yakni antara 70% sampai 80% dan perbandingan kuat tekan terhadap kuat tekan 28 hari untuk mortar tanpa serat sebesar 60%. Ini menunjukkan bahwa mortar dengan penambahan serat geotekstil memiliki kuat tekan awal yang tinggi dibandingkan dengan mortar tanpa tambahan serat geotekstil. Seperti yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan kekuatan tekan mortar pada berbagai umur dengan fas 0.4

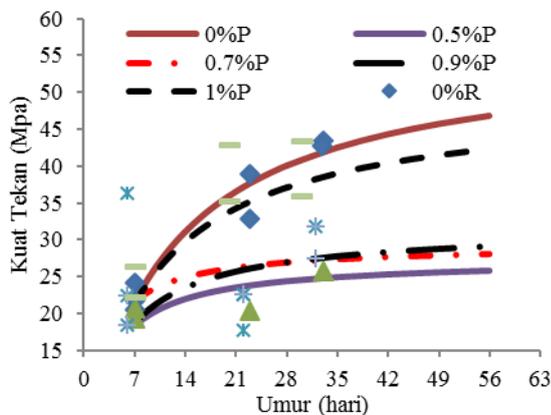
Pada mortar dengan penambahan serat geotekstil peningkatan kuat tekan setelah 28 hari tidak lagi signifikan rata-rata dibawah 10% dari kuat tekan pada umur 28 hari, sedangkan mortar tanpa penambahan serat geotekstil masih mengalami peningkatan diatas 10% dari kuat tekan umur 28 hari. Hal ini diduga rekasi semen dengan air yang terjadi pada mortar bersamaan yang membedakan adalah keberadaan serat yang mengisi rongga sehingga sedikit lebih padat pada mortar dengan penambahan serat. Pada umur 28 hari semen yang belum bereaksi tinggal sedikit sedangkan pada mortar tanpa serat jumlah semen dan air lebih banyak reaksi hidrasi tetap berlanjut.

Keberadaan sisa reaksi hidrasi semen pada umur lebih 28 hari menyebabkan mortar tanpa serat memiliki peningkatan kuat tekan yang lebih tinggi. Sedangkan

keberadaan serat menyebabkan peningkatan kuat tekan pada umur awal ini dibuktikan dengan semakin tinggi kuat serat geotekstil yang ditambahkan semakin tinggi kuat tekan mortar dan pada umur diatas 28 hari tidak mengalami peningkatan yang berarti, dimana peningkatan kuat tekan mortar dengan penambahan serat yang lebih tinggi lebih kecil dibandingkan dengan mortar dengan kadar serat yang lebih rendah, mortar dengan serat 1% memiliki kuat tekan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan mortar dengan kadar serat geotekstil 0.9%.

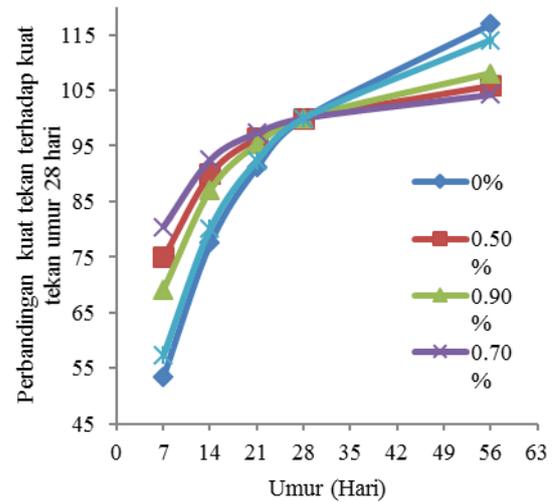
Kondisi kuat tekan mortar tanpa serat geotekstil yang lebih tinggi dari kuat tekan mortar dengan serat geotekstil juga terjadi pada mortar dengan faktor air semen 0.5. demikian juga kuat tekan mortar berserat geotekstil makin tinggi seiring dengan kadar serat geotekstil pada mortar, dapat dilihat pada Gambar 6.

Ada perbedaan perilaku pada peningkatan kuat tekan mortar dengan fas 0.4 dan 0.5. Pada mortar dengan fas 0.4 seragam kuat tekan awal masing masing benda uji berbeda tetapi memiliki peningkatan kuat tekan yang hampir seragam, hal ini terlihat dari kuat tekan prediksi memiliki grafik yang hampir sama.



Gambar 6. Kuat tekan mortar terhadap umur dengan fas 0.5

Kondisi yang berbeda terjadi pada mortar dengan fas 0.5, pada mortar dengan fas 0.5 pada umur 7 hari memiliki kuat tekan yang hampir seragam, baik mortar tanpa dan dengan serat geotekstil, yakni sekitar 15-25 Mpa. Tetapi peningkatan kuat tekan pada masing masing benda uji tidak sama tergantung dari kadar serat geotekstil yang dikandil ung oleh mortar. Dari keempat kadar serat geotekstil yang mengalami peningkatan kuat tekan paling besar terjadi pada mortar dengan kadar serat geotekstil 1%, kemudian diikuti dengan kuat tekan mortar dengan penambahan serat geotekstil sebesar 0.9, 0.7 dan 0.5%. Tren peningkatan kuat tekan prediksi untuk kadar serat geotekstil 1% identik dengan peningkatan kuat tekan mortar tanpa penambahan serat, sedangkan untuk kadar serat 0.5, 0.7 dan 0.9 memiliki tren peningkatan kuat tekan yang lebih landai dibandingkan dengan kuat tekan mortar dengan penambahan serat 1%.



Gambar 7. Perbandingan kekuatan tekan mortar pada berbagai umur dengan fas 0.5



Gambar 8. Benda uji pasca uji tekan pada mortar dengan fas 0.4 tanpa serat geotekstil



Gambar 9. Benda uji pasca uji tekan pada mortar dengan fas 0.4 dengan serat geotekstil 0.7%



Gambar 10. Benda uji pasca uji tekan pada mortar dengan fas 0.4 dengan serat geotekstil 0.9%



Gambar 11. Benda uji pasca uji tekan pada mortar dengan fas 0.4 dengan serat geotekstil 1%



Gambar 14. Benda uji mortar dengan fas 0.5 dan kadar serat 0.9% setelah diuji tekan.

Gambar 8-11 menunjukkan benda uji mortar dengan fas 0.4 pasca pengujian kuat tekan, terlihat pada benda uji tanpa serat pasca pengujian tekan mengalami keruntuhan yang getas, terbelah menjadi pecahan yang terpisah. Sedangkan pada benda uji dengan serat 0.7, 0.9 dan 1% pasca uji tekan tiap bagian masih menyatu, dan dapat dilihat bahwa benda uji semakin banyak kadar serat geotekstil yang ditambahkan bentuk benda uji pasca pengujian makin utuh keruntuhan ini dikenal dengan keruntuhan daktail. Gambar 9-11 menunjukkan bahwa serat geotekstil bekerja sesuai dengan harapan menjembatani mortar sehingga gaya bisa didistribusikan dengan baik pasca beban puncak dan keruntuhannya menjadi daktail. Hal ini terlihat jelas pada grafik hasil pengujian kuat tekan dengan metoda *displasmeter control*.



Gambar 15. Benda uji mortar dengan fas 0.5 kadar serat geotekstil 1% pasca uji tekan

Keruntuhan benda uji dengan fas 0.5 seperti pada gambar 12-15. Keruntuhan yang terjadi semuanya menggambarkan keruntuhan daktail.



Gambar 12. Benda uji kuat tekan mortar fas 0.5 dengan kadar serat 0.5% pasca pengujian



Gambar 13. Benda uji mortar fas 0.5 dengan kadar serat 0.7% pasca pengujian

#### IV. KESIMPULAN

Sifat mekanik mortar sangat ditentukan salah satunya adalah bahan tambahan. Bahan tambahan diberikan dengan tujuan memperbaiki sifat mekanik mortar sesuai dengan kepentingannya. Berdasarkan kajian dan diskusi yang dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Penambahan serat geotekstil pada mortar dengan fas 0.4 meningkatkan kuat tekan pada umur awal tetapi tidak meningkatkan kuat tekan pada umur 28 hari.
2. Pada mortar dengan fas 0.5 penambahan serta geotekstil memiliki tren yang sama dengan mortar tanpa serat geotekstil.
3. Kuat tekan mortar dengan penambahan serat geotekstil mengalami penurunan kuat tekan meskipun tidak signifikan.
4. Pola keruntuhan mortar berubah dari getas menjadi daktail akibat penambahan serat geotekstil. Serat bekerja menjembatani mortar yang sudah retak sehingga setelah beban puncak tercapai mortar tetap berbentuk meskipun tidak seperti kondisi awal.

#### V. SARAN

Perlu diadakan penelitian terpisah dengan serat kaku (misalnya serat baja) yang modulusnya lebih besar dari mortar.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 544.1R-96 (Reapproved 2002) ‘*State of the art Report on Fiber Reinforced Concrete*’.
- ASTM C109 / C109M - 16a Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens) <https://www.astm.org/Standard/standards-and-publications.html>
- Bentur A., Mindess Sidney.’ *Fiber Reinforced Cementitious Composite*’. Second edition. Taylor & Francis . 2007
- Colin Jonston D.,’ *Fiber Reinforced Cements and Concretes*’, The University of Calgary, Alberta, Canada, Taylor & Francis , London and New York. 2010.
- <http://geotextile.web.id/geotextile-woven-definisi-dan-fungsi.html>
- <http://idn.sika.com/in/concrete/concrete-solutions/products-concrete/ready-mix-concrete/water-reduction-admixtures.html>
- <https://kanageosintetik.blogspot.co.id/2016/08/brosur-woven-geotextile-tw-250.html>, spesifikasi geotekstil woven
- International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 4, April-2013 923 ISSN 2229-5518, IJSER © 2013 *Mechanical Properties of Synthetic Fibers Reinforced Mortars*.<http://www.ijser.org>
- Li, Victor C I’A Simplified Micromechanical Model of Compressive Strength of Fiber-Reinforced Cementitious Composites ‘. *Cement & Concrete Composites 14 ( 1992) 131 – 14*.
- Pey-Shiuan Song and Chi-jen Tu, JOURNAL OF C.C.I.T., VOL.43, NO.2, NOV., 2014.*Effect of Properties of Mortar*.