

Pengaruh Penggunaan Glass Fiber Reinforcement Polymer (GFRP) Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Normal

Andre Hermawan¹, Bayu Wijaya², Antonius³, Muhammad Rusli Ahyar⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Sultan Agung

^{1,2,3,4} Jl. Kaligawe Raya No.KM. 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa

¹ Email : bwijaya646@gmail.com

Abstrak - Penelitian dengan metode pengujian laboratorium ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh GFRP (Glass Fiber Reinforcement Polymer) terhadap peningkatan nilai kuat tekan beton pada benda uji silinder. Pada Penelitian ini jumlah benda uji yang digunakan adalah sembilan buah benda uji silinder. Benda uji tersebut dibagi menjadi tiga variabel. Untuk variabel pertama terdiri dari tiga benda uji silinder tanpa tambahan GFRP, variabel ke dua terdiri dari tiga benda uji silinder dengan tambahan GFRP (vertikal-horizontal), variabel ke tiga terdiri dari tiga buah benda uji silinder dengan tambahan GFRP (Full jacketing). Dimensi benda uji silinder tersebut adalah diameter 15cm dan tinggi 30 cm. Pembebanan yang digunakan dalam uji kuat tekan. Hasil dari pengujian kuat tekan beton, benda uji silinder tanpa GFRP memiliki kuat tekan rata-rata 33,04 MPa. Untuk benda uji silinder dengan lapisan GFRP (full jacketing) memiliki kuat tekan rata-rata 42,19 MPa. Hasil dari pengujian benda uji silinder dengan GFRP (vertikal-horizontal) memiliki nilai kuat tekan rata-rata 33,15 MPa. Berdasarkan penelitian ini penggunaan GFRP (full jacketing) pada benda uji silinder mampu menahan pembebanan lebih besar dibandingkan dengan metode GFRP (vertikal-horizontal) pada pengujian kuat tekan beton.

Kata Kunci : GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), kuat tekan beton

Abstract - This research testing with laboratory methods aims to determine the effect of GFRP with the wrap model on increasing the compressive strength of cylindrical specimen concrete. In this research, nine cylindrical specimens were used. The test object is divided into three variables. first variable consists of three cylindrical specimens without additional GFRP, the second variable consists of three cylindrical specimen with additional GFRP Wrap (vertical-horizontal), the third variable consists of three cylindrical specimen with additional GFRP Wrap (full jacketing). The dimensions of the cylindrical specimens diameter is 15 cm and height 30cm. The results of the compressive strength test, the cylindrical specimens without GFRP had compressive strength 33.04 MPa. For cylindrical specimens with variable GFRP (full jacketing) had compressive strength 42.19 MPa. The results of the cylindrical specimens with variable GFRP (vertical-horizontal) had compressive strength 33.15 MPa. Based on this research, the application of GFRP Wrap (full jacketing) on the cylindrical specimens were increase compressive strength value more than the GFRP (vertical-horizontal) method in the compressive strength test.

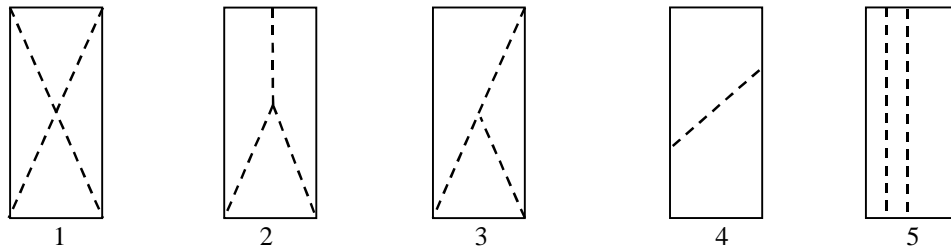
Keywords: GFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer), compressive strength

I. PENDAHULUAN

Kemajuan dalam bidang konstruksi menimbulkan berbagai macam inovasi diantaranya adalah struktur beton. Beton menjadi pilihan utama dalam suatu struktur karena beberapa kelebihan dibandingkan dengan komponen lain (kayu, baja) yaitu beton lebih ekonomis, lebih tahan akan cuaca, lebih tahan terhadap korosi, dan tentunya lebih murah. Salah satu metode perkuatan struktur beton adalah dengan menggunakan FRP (Fiber Reinforced Polymer). FRP adalah jenis material yang ringan, mempunyai kuat tarik yang sangat tinggi (7 – 10 kali lebih tinggi dari baja), dan mudah dalam pelaksanaannya di lapangan. Elemen struktur beton yang dapat diperkuat dengan FRP adalah balok, pelat, dan kolom beton. Ada berbagai macam jenis FRP, tergantung pada fiber yang dipakai. Yang umum dipakai ada tiga, yaitu GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), AFRP (Aramid Fiber Reinforced Polymer), dan CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer). Pada penelitian ini akan membahas tentang pengaruh penggunaan Glass Fiber Reinforcement Polymer terhadap kuat tekan beton mutu normal dengan variasi pola pelapisan GFRP sesuai SNI 1974:2011 tentang cara uji kuat tekan beton

II. KAJIAN PUSTAKA

Perkuatan pada elemen-elemen struktur dibutuhkan jika terjadi kerusakan yang menyebabkan degradasi elemen struktur tersebut, sehingga tidak lagi terpenuhi persyaratan-persyaratan yang bersifat teknik yaitu: kekuatan (strength), kekakuan (stiffness) dan stabilitas (stability). Selain itu tidak terpenuhinya persyaratan-persyaratan dapat disebabkan juga karena perubahan code dengan persyaratan yang lebih ketat, sehingga diperlukan tindakan perkuatan (Triwiyono, 2004). Pola retak pengujian kuat tekan benda uji yang kerap terjadi adalah keruntuhan pola retak kerucut, retak total dan retak geser. Pada retak beton berdasar pada SNI 1974 : 2011.



Gambar 2.3 Pola Retak (SNI 1974 : 2011)

Keterangan :

- 1 .Bentuk kehancuran kerucut
- 2 . Bentuk kehancuran kerucut dan belah
- 3 . Bentuk kehancuran kerucut dan geser
- 4 . Bentuk kehancuran geser
5. Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak

Berikut adalah Tipe dan Karakteristik Fiber (Simonelli, 2005)

Fiber	Tensile Strength (N/mm ²)	Modulus of Elasticity (kN/mm)	Elongation (%)	Specific Density
Carbon High Strength	4300 – 4900	230 – 240	1,9 – 2,1	1,8
Carbon High Module	2740 – 5490	294 – 329	0,7 – 1,9	1,78 – 1,81
Carbon Ultra High Module	2600 – 4020	510 – 610	0,4 - 0,8	1,91 - 2,12
Aramid	3200 – 3600	424 – 430	2,4	1,44
Glass	2400 – 3500	70 – 85	3,5 – 4,7	2,6

Beberapa alasan diperlukannya perkuatan untuk struktur beton, diantaranya sebagai berikut:

- 1.Kapasitas beban hidup bertambah, seperti pada jembatan yang selalu bertambah beban kendaraannya ataupun pada gedung yang dialih fungsikan untuk kebutuhan umum yang mencakup lebih banyak beban.
- 2.Melakukan penambahangebutuhan bangunan dari desain yang dibuat atau terjadi kesalahan dalam perancangan.
- 3.Memperbaiki kekuatan terhadap gempa
- 4.Mengganti atau menambah zat pasca perkuatan, seperti dampak dari kerusakan atau menghilangkan korosi.

III. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 9 benda uji yang terdiri dari 3 benda uji silinder beton normal, 3 benda uji silinder dengan tambahan GFRP lapisan full jacketing, 3 benda uji silinder dengan tambahan GFRP lapisan vertikal-horizontal. Dimensi untuk benda uji silinder memiliki diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perekat lapisan GFRP menggunakan Fosroc Nitrowrap. Setelah dilakukan pengeringan silinder tersebut diuji pada saat umur beton \pm 28 hari

Tahap-tahap yang dilakukan dalam pembuatan benda uji antara lain:

1. Persiapan dan pemeriksaan material

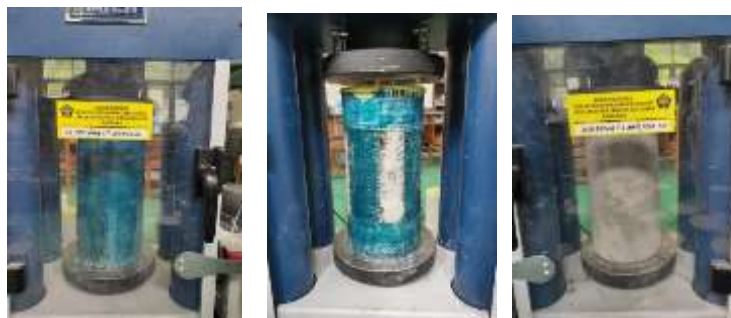
Persiapan dan pemeriksaan peralatan dan bahan sebelum pembuatan benda uji meliputi

1. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus berdasarkan ASTM C 128-88, bertujuan untuk mendapatkan berat jenis pasir dalam keadaan SSD (Saturated Surface Dry), semu, dan kering serta mendapatkan nilai persentasi peresapan pasir.

2. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar berdasarkan ASTM C 127-88, bertujuan untuk mendapatkan berat jenis kerikil dalam keadaan SSD (Saturated Surface Dry), semu, dan kering serta mendapatkan nilai persentase peresapan kerikil.
 3. Berat Isi Agregat Halus berdasarkan ASTM C.136-71, bertujuan untuk menentukan berat isi pasir dengan metode merojok, cara longgar (menyiram) tanpa pemadatan dalam satu satuan m³.
 4. Berat Isi Agregat Kasar berdasarkan ASTM C.29/C.29M-90, bertujuan untuk menentukan berat isi kerikil dengan metode merojok, cara longgar (menyiram) tanpa pemadatan dalam satu satuan m³.
 5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil berdasarkan ASTM C 1864-89, bertujuan untuk menentukan kadar kandungan lumpur dari kerikil
 6. Pengujian Ayakan Agregat Halus ini bertujuan untuk mendapatkan gradasi butiran pasir dan berfungsi untuk mengetahui Fineness Modulus (kehalusan) pasir. Fineness Modulus yang didapat dari hasil pengujian sebesar 3,32.
 7. Pengujian Ayakan Agregat Kasar ini bertujuan untuk mendapatkan gradasi butiran kerikil dan berfungsi untuk mengetahui Fineness Modulus (kehalusan) kerikil. Fineness Modulus yang didapat dari hasil pengujian sebesar 5,37.
2. Persiapan pembuatan benda uji
Proses pembuatan benda uji dilakukan setelah perencanaan campuran beton dengan f_c' 25Mpa
 3. Pengecoran benda uji
Pembuatan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm
 4. Perawatan Benda uji
Perawatan benda uji dilakukan dengan metode curing dengan waktu 28hari
 5. Pemasangan lapisan GFRP
Pemasangan GFRP dilakukan dengan variasi pola pelapisan full jacketing dan vertikal-horizontal.
 6. Pengujian kuat tekan beton
Pengujian kuat tekan beton dilakukan sesuai SNI 1974:2011 tentang cara uji kuat tekan beton.



Gambar 3.1 variasi pola pelapisan GFRP



Gambar 3.2 Proses Pengujian Benda Uji Silinder

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tekan silinder ini menggunakan Sembilan buah sampel benda uji yang terdiri dari 3 benda uji silinder normal, 3 benda uji silinder lapisan vertikal-horizontal, serta 3 buah benda uji silinder lapisan full jacketing. Benda uji silinder tersebut tersebut memiliki umur 28 hari. Sebelum dilaksanakan pengujian kuat tekan silinder beton, sampel tersebut dimasukan kedalam bak perawatan beton. Proses tersebut merupakan proses curing beton, proses tersebut bertujuan untuk untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan.

Hasil dari proses pengujian kuat tekan silinder tersebut didapatkan kuat tekan silinder beton. Proses pengujian kuat tekan silinder dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universtias Islam

Sultan Agung dengan menggunakan alat Compression Test Machine. Data dan hasil perhitungan hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder mengacu pada SNI 1974:2011 dapat dilihat seperti di bawah ini.

Tabel 4.1 Data Kuat Tekan Beton Benda uji tanpa perkuatan GFRP

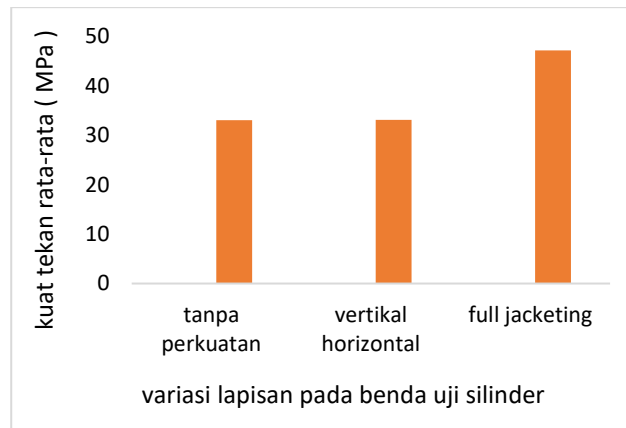
No Sampel	Benda uji tanpa perkuatan GFRP	Luasan (mm ²)	P (kN)	Σb	Kuat tekan Rata-rata (MPa)
				(MPa)	
				28 Hari	
1	TA BS-01	17662,5	706,107	39,958	33,04
2	TA BS-02	17662,5	429,248	24,29	
3	TA BS-03	17662,5	616,43	34,883	
Jumlah				99,131	

Tabel 4.2 Data Kuat Tekan Beton Benda uji dengan perkuatan GFRP(*full jacketing*)

No Sampel	Benda uji dengan perkuatan GFRP (<i>full jacketing</i>)	Luasan (mm ²)	P (kN)	Σb	Rata-rata (MPa)
				(MPa)	
				28 Hari	
1	TA BS-04	17662,5	900,19	50,94	47,19
2	TA BS-05	17662,5	744,04	42,104	
3	TA BS-06	17662,5	857,92	48,549	
Jumlah				141,593	

Tabel 4.3 Data Kuat Tekan Beton Benda uji dengan perkuatan GFRP(*vertikal-horizontal*)

No Sampel	Benda uji dengan perkuatan GFRP (<i>vertikal-horizontal</i>)	Luasan (cm ²)	P (kN)	Σb	Rata-rata (MPa)
				(MPa)	
				28 Hari	
1	TA BS-07	17662,5	535,54	30,305	33,15
2	TA BS-08	17662,5	519,688	29,408	
3	TA BS-09	17662,5	701,90	39,719	
Jumlah				99,432	



Gambar 4.1 Grafik kuat tekan beton rata-rata

Presentase Kuat Tekan Beton

Dengan adanya data kuat tekan yang ditunjukkan tabel 4.2 maka dapat dianalisa efisiensi perkuatan beton, berikut analisisnya:

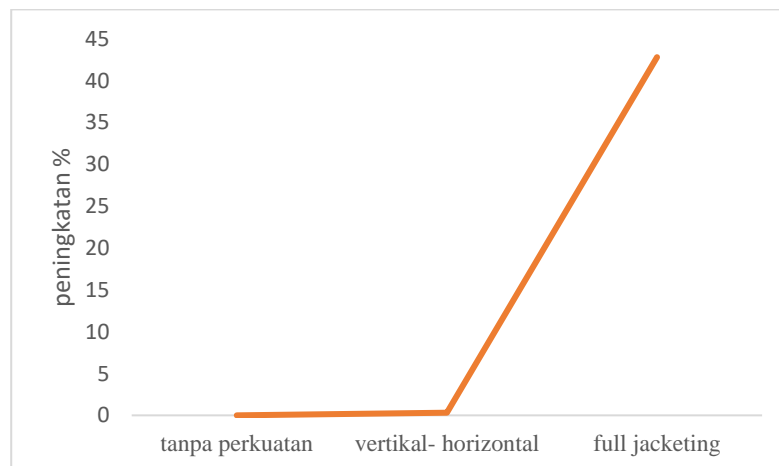
- a. Peningkatan kuat tekan beton dengan GFRP *vertikal-horizontal*

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan} &= \frac{\text{B.U selang-seling-B.U normal}}{\text{B.U normal}} \times 100 \% \\ &= \frac{33,15-33,04}{33,04} \times 100\% \\ &= 0,33 \% \end{aligned}$$

- b. Peningkatan kuat tekan beton dengan GFRP *full jacketing*

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan} &= \frac{\text{B.U full jacketing-B.U normal}}{\text{B.U normal}} \times 100 \% \\ &= \frac{47,19-33,04}{33,04} \times 100\% \\ &= 42,8 \% \end{aligned}$$

Untuk memperjelas presentase peningkatan kuat tekannya, dapat dilihat gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Presentase peningkatan kuat tekan beton

Hasil Pengamatan Benda Uji

Selain data hasil nominal pengujian kuat tekan tersebut, berikut adalah data wujud ketiga benda uji setelah dilakukannya pengujian kuat tekan.



Gambar 4.3 Hasil uji kuat tekan benda uji tanpa perkuatan

Gambar 4.3 menunjukkan benda uji tanpa perkuatan mengalami retak tekan, retak terjadi hampir tegak lurus.



Gambar 4.4 Hasil uji kuat tekan beton model vertikal-horizontal

Gambar 4.4 di atas menunjukkan terjadinya retak tekan pada benda uji dengan perkuatan GFRP tipe vertikal-horizontal, akan tetapi retak tersebut hanya terjadi pada bagian yang tidak terdapat perkuatannya.



Gambar 4.5 Hasil uji kuat tekan beton tipe full jacketing

Gambar 4.5 menunjukkan terjadinya retak tekan pada benda uji dengan perkuatan GFRP tipe pelapisan full jacketing. Terjadinya retak diakibatkan oleh regangan lateral pada benda uji silinder, hal ini telah diatasi dengan penambahan lapisan full jacketing pada benda uji silinder. Lapisan GFRP full jacketing dapat menambah nilai kuat tekan beton dikarenakan adanya tegangan pengekang akibat FRP yang dipengaruhi oleh tebal dan jumlah lapisan GFRP, hal ini dapat menahan lebih besar regangan lateral yang terjadi sehingga diperoleh peningkatan nilai kuat tekan pada metode pelapisan full jacketing. Benda uji dengan metode perkuatan vertikal-horizontal tidak bisa menahan regangan lateral dengan maksimal karena dipengaruhi pola retak yang berada diluar area pelapisan GFRP sehingga terjadi keruntuhan terlebih dahulu pada area tersebut. Hal ini menunjukkan metode pelapisan full jacketing lebih efektif dalam menahan regangan lateral pada benda uji silinder sehingga berbanding lurus dalam meningkatkan nilai tegangan sehingga memperbesar nilai kuat tekan beton.

Ketiga hasil tersebut menunjukkan bahwa pola retakan dari benda uji normal, vertikal-horizontal maupun full jacketing memiliki pola retakan yang hampir sama. Peningkatan kuat tekan terjadi pada benda uji dengan perkuatan GFRP metode pelapisan full jacketing, dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan GFRP (Glass Fiber Reinforcement Polymer) dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton

V. KESIMPULAN

1. Benda uji silinder normal memiliki nilai uji kuat tekan beton rata-rata 33,04 MPa dimana angka tersebut terendah diantara model benda uji lainnya yaitu model lapisan vertikal-horizontal yang sedikit lebih besar menyentuh kuat tekan rata-rata 33,15 MPa serta model lapisan full jacketing dengan angka rata-rata terbesar yaitu 47,19 MPa. Selain itu, ketiga model benda uji ini terjadi kegagalan atau retak tekan.
2. Peningkatan kuat tekan terbesar pada benda uji model lapisan full jacketing terhadap benda uji normal yaitu sebesar 42,8 %. Sedangkan untuk model lapisan vertikal-horizontal hanya terjadi peningkatan 0,33 % saja. Penggunaan GFRP model lapisan full jacketing lebih efektif dibandingkan penggunaan GFRP model lapisan vertikal-horizontal dikarenakan hasil dari uji kuat tekan lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI Committee 440-2R.2008.guide of for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures.America :America Concrete Institute.
- [2] ASTM C330. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete.
- [3] Christiawa, Ignatius.2009. Perkuatan (Strengthening) Struktur Beton dengan Fiber Reinforced polymer (FRP).Semarang

- [4] Klara Nalarita. 2019. Studi Perkuatan Lentur Balok Bertulang menggunakan GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) dan Wiremesh. Tugas Akhir. Universitas Lampung, Lampung.
- [5] Meka,Randi dan Johannes Tarigan .2018.The Usage of Carbon Fiber Reinforcement Polmer and Glass Fiber Reinforcement Polymer for Retrofit Technology Building.Medan
- [6] Marolop T.S. 2009. Analisa Kolom Beton Bertulang yang diperkuat dengan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [7] Product Data Sheet Sika ViscoCrete-1003. Concrete Admixture for High Flow / Self-Compacting Concrete. (diakses pada tanggal 21 Oktober 2020)
- [8] SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat tekan beton.
- [9] SII 0052-80. Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.
- [10] Tarigan,Jimmy dan Sanci Baru.2014.Analisa Perbadningan Kolom beton Bertulang Berbentuk Bulat dan Persegi Menggunakan Carbon Fiber Wrap terhadap Variasi Pembebanan Aksial.Medan.
- [11] Tjokrodinuljo,K.1996."Teknologi Beton".Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada,Yogyakarta.