

KAJIAN EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON BENDA UJI SILINDER DIKEKANG DENGAN BAHAN *CARBON FIBER WRAP*

Immanuel Panusunan Tua Panggabean¹⁾, Valentana Ardian Tarigan²⁾

^{1,2)}Universitas Quality, Jl. Ring Road No. 18 Ngumban Surbakti Medan

Email : nuelgabe@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan fungsi bangunan dengan menambah jumlah lantai ke atas/ arah vertikal atau disebut juga dengan menambah jumlah tingkat akan menambah beban pada tiang/ kolom, dan perubahan dengan membuang salah satu tiang untuk memperluas ruangan akan menambah beban kepada kolom dan balok. Penurunan mutu beton pasca pelaksanaan pembangunan struktur juga merupakan permasalahan yang sering dijumpai pada pelaksanaan konstruksi. Balok, kolom maupun pelat merupakan elemen struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban. Beban yang bertambah sebagai akibat dari perubahan fungsi struktur, penambahan beban pada bangunan, atau tidak tercapainya mutu beton rencana dari struktur bangunan. Tahapan pengujian dengan membentuk benda uji silinder sebanyak 15 (lima belas) buah, dengan masing-masing 5 (lima) benda uji dilakukan tanpa menggunakan *carbon fiber wrap* untuk mewakili kondisi benda uji di lapangan yang di bawah mutu standar rencana dalam penelitian ini rencana mutu beton dilakukan dengan menggunakan job mix formula untuk $f'c = 30$ MPa, sedangkan 10 (sepuluh) benda uji lainnya dilakukan dengan melakukan kekangan menggunakan bahan fiber wrap. Pengamatan dilakukan dengan melihat penambahan kuat tekan beton pada diberi kekangan *fiber wrap* tersebut. Pengamatan lainnya yang dilakukan dengan mengamati pola runtuh dan mekanisme keruntuhan yang terjadi dengan dan tanpa benda uji yang dipasang kekangan. Kuat tekan beton bertambah kuat sebesar 54% untuk tipikal kekangan 1 dengan menggunakan arah serat standar dan 23% untuk tipikal kekangan 2 menggunakan serat arah berlawanan dari standar. Model keruntuhan Benda Uji yang tidak dikekang sesuai standar model keruntuhan dalam SNI, sedangkan Benda Uji yang dikekang mengalami keruntuhan setelah bahan *Carbon Fiber Wrap*, robek akibat penambahan beban tekan pada Benda Uji.

Kata kunci : benda uji silinder, kuat tekan, *carbon fiber wrap*, model keruntuhan.

ABSTRACT

Changes in building functions by increasing the number of floors to the top / vertical direction or also called by increasing the number of levels will increase the burden on the pole/ column, and changes by removing one of the pillars to expand the room will add burden to the columns and beams. Impairment of concrete quality after the implementation of structural construction is also a problem that is often encountered in the implementation of construction. Beams, columns, plates are structural elements used to receive and distribute loads.

Expenses that are added as a result of changes in the function of the structure, additional load on the building, or not achieving the quality of the concrete plan of the building structure. Stages of testing by forming cylindrical specimens of 15 (fifteen) pieces, with each of 5 (five) specimens carried out without using carbon fiber wrap to represent the conditions of specimens in the field which are below the standard quality plan in this study concrete quality plans carried out using a job mix formula for $f'c = 30$ MPa, while 10 (ten) other test specimens are carried out by confinement using fiber wrap material. Observations were made by looking at the addition of compressive strength of concrete on the given fiber wrap restraints. Other observations are made by observing the collapse pattern and the mechanism of collapse that occurs with and without the test specimen mounted in restraints. The compressive strength of concrete increased by 54% for typical restraints 1 using standard fiber direction and 23% for typical restraints 2 using the opposite direction of standard fiber. The collapse model of the Test object that is not restrained is by following the standard collapse model in SNI, while the Test object that is restrained experiences collapse after the Carbon Fiber Wrap material is torn due to the addition of compressive load on the Test Object.

Keywords: *cylindrical specimens, compressive strength, carbon fiber wrap, failure model.*

Pendahuluan

Kebutuhan untuk memperkuat bangunan baik yang diusulkan oleh pemilik bangunan dan ataupun akibat perubahan fungsi dari bangunan seringkali dihadapkan dengan tidak berubahnya dimensi eksisting dengan signifikan, umumnya struktur tersebut adalah struktur beton.

Tujuan dari penelitian ini membentuk gambaran jelas tentang pengaruh yang diberikan oleh kekangan carbon fiber wrap terhadap beton yang dikekang. Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder.

Benda uji silinder menjadi standar dari penerimaan beton di lapangan sesuai dengan standar SNI 2847-2013. Praktek yang sering terjadi di lapangan bahwa benda uji silinder tidak memenuhi standar dari mutu beton rencana. Metode perkuatan

akibat dari turunnya mutu beton dari mutu beton rencana merupakan solusi yang terbaik bila terjadi ketidaksesuaian dari mutu beton rencana. Salah satu metode perkuatan yang ada yaitu menambah kekangan pada benda uji dengan menggunakan fiber wrap, yang pada penelitian kali ini direncanakan menggunakan bahan jenis carbon. Beton dengan kuat tekan yang rendah diharapkan dapat naik dengan menambah kekangan pada benda uji yang dibentuk pada pengujian ini.

Penelitian Sebelumnya

Penggunaan material carbon fiber wrap pada benda uji silinder mempunyai karakteristik material Modulus Elastisitas 230.000 MPa, Tensile Strength 4.900 MPa dan Elongation 1,7%. Jenis Material Carbon Fiber Wrap yang digunakan

SIKA Wrap 231-C dan Epoxy yang digunakan SIKADUR 330.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dilakukan pada beton bertulang dan meneliti kenaikan daktilitas balok beton bertulang (Sri Rejeki Laku Utami, dkk (2016), p.140). Juga penelitian dengan jenis bahan yang sama tetapi bentuk plat dilakukan dengan memperkuat balok yang sudah retak dan meneliti kenaikan kapasitas dari balok tersebut pasca dilapis dengan plat carbon fiber (Immanuel Panusunan Tua Panggabean (2014), p. 28), penelitian dengan jenis bahan yang sama tetapi bentuk plat dilakukan dengan memperkuat balok konsol yang sudah retak dan meneliti kenaikan kapasitas geser dari balok konsol tersebut pasca dilapis dengan plat carbon fiber (Valentana Ardian Tarigan (2014), p.40).

Penggunaan jenis wrap untuk kenaikan lentur balok beton bertulang (Ratan Kharatmol, dkk (2014), p.119) Penelitian terhadap kekuatan menahan gaya geser balok (M. B. S Alferjani, dkk (2013), p.45) Penggunaan wrap pada balok dengan menggunakan material baja (Wiryanto Dewobroto, dkk (2012), p.65), untuk mengamati kinerja setelah diperkuat, dan analisis terhadap kuat lentur balok beton bertulang dengan menggunakan carbon fiber wrap (Endah Kanti Pangestuti, dkk (2008), p.13).

Tujuan Penelitian

1. Mengamati kenaikan kuat tekan beton akibat kekangan pada benda uji.

2. Mengamati pola runtuh yang terjadi akibat kekangan dengan bahan carbon fiber wrap.
3. Mengamati mekanisme keruntuhan yang terjadi akibat kekangan dengan bahan carbon fiber wrap.

Tahapan Penelitian

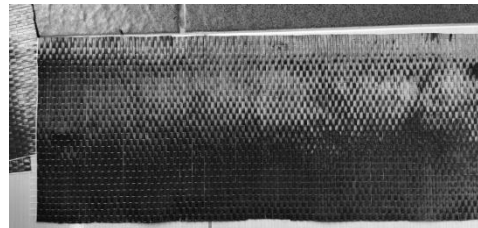
1. Penyiapan material untuk pembuatan benda uji.
2. Penelitian dimulai dengan menyiapkan bahan material penyusun beton dengan mutu target minimal f'_c 30 MPa, menggunakan job mix formula yang sudah ada pada sumber material (Gambar 1).
3. Pemesanan material pabrikan dari PT SIKA Indonesia sebagai penyedia material carbon fiber wrap (Gambar 2).
4. Benda Uji yang dibentuk sebanyak 15 buah benda uji silinder dengan perbandingan 1:2 yaitu perbandingan benda uji terhadap diameter dan tinggi benda uji.
5. Sebanyak 5 (lima) buah benda uji silinder disiapkan tanpa pemasangan kekangan dengan carbon fiber wrap.
6. Sebanyak 10 (sepuluh) buah benda uji silinder disiapkan dengan pemasangan kekangan carbon fiber wrap.
7. Dari 10 (sepuluh) benda uji yang dikekang 5 disiapkan dengan arah serat standar, sedangkan 5 benda uji lagi dikekang dengan arah serat berlawanan.
8. Pengujian dilaksanakan pada usia beton 28 hari, maka benda

uji diperhatikan terhadap syarat-syarat yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia SNI 2847:2013.

9. Hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk grafik dan dokumentasi.
10. Analisis dilakukan terhadap hasil pengujian yang kemudian disimpulkan terhadap kenaikan kuat tekan beton, model keruntuhan dan mekanisme keruntuhan Benda Uji yang dilaksanakan dalam 3 (tiga) model pelaksanaan penelitian terhadap benda uji tekekang dan tidak terkekang dengan jumlah sampel 15 (lima belas) buah benda uji.



Gambar 1. Material Beton



Gambar 2. Carbon Fiber Wrap

Hasil Pengujian

Uji Tekan Beton menggunakan Alat *Compressive Strength Test* di Laboratorium seperti pada Tabel 1. Benda Uji sebanyak 15 (lima belas) buah dengan uraian 5 (lima) benda uji yang tidak dikekang sebagai benda uji pembanding untuk kenaikan kuat tekan, 5 (lima) benda uji dikekang *Carbon Fiber Wrap* dengan arah serat standar (tipikal 1), dan 5 (lima) benda uji dikekang *Carbon Fiber Wrap* dengan arah serat berlawanan standar (tipikal 2).

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Tekan (f_c) Benda Uji

| Uraian | Nomor Benda Uji | | | | |
|---|-----------------|----------|-----------|----------|---------|
| | I (MPa) | II (MPa) | III (MPa) | IV (MPa) | V (MPa) |
| Benda Uji tidak dikekang | 31.81 | 42.44 | 42.45 | 41.85 | 38.27 |
| Benda Uji dikekang Carbon Fiber Wrap Tipe 1 | 54.01 | 60.61 | 64.54 | 63.52 | 60.66 |
| Benda Uji dikekang Carbon Fiber Wrap Tipe 2 | 40.2 | 45.01 | 51.38 | 47.45 | 45.69 |

Tabel 1, menunjukkan bahwa Benda Uji yang tidak dikekang menghasilkan kuat tekan $f'c$ minimum 31,81 MPa, dan maksimum 42,45 MPa. Benda Uji yang dikekang dengan *Carbon Fiber Wrap* tipikal 1 dengan kekangan searah standar pemasangan

menghasilkan kuat tekan minimum 54,01 MPa, dan maksimum 64,54 MPa. Benda Uji yang dikekang dengan *Carbon Fiber Wrap* tipikal 2 dengan kekangan tegak lurus standar pemasangan menghasilkan kuat tekan minimum 40,20 MPa, dan maksimum 51,38 MPa.

Tabel 2. Kuat Tekan Rata-rata ($f'c$) Benda Uji

| Uraian | Nomor Benda Uji | | | | | Rata-rata |
|--|-----------------|----------|-----------|----------|---------|-----------|
| | I (MPa) | II (MPa) | III (MPa) | IV (MPa) | V (MPa) | (MPa) |
| Benda Uji tidak dikekang | 31.81 | 42.44 | 42.45 | 41.85 | 38.27 | 39.36 |
| Benda Uji dikekang <i>Carbon Fiber Wrap</i> Tipe 1 | 54.01 | 60.61 | 64.54 | 63.52 | 60.66 | 60.67 |
| Benda Uji dikekang <i>Carbon Fiber Wrap</i> Tipe 2 | 40.2 | 45.01 | 51.38 | 47.45 | 45.69 | 45.95 |

Tabel 2. menunjukkan bahwa Benda Uji yang tidak dikekang menghasilkan kuat tekan $f'c$ rata-rata 39,36 MPa, Benda Uji yang dikekang dengan *Carbon Fiber Wrap* tipikal 1 dengan kekangan searah standar pemasangan

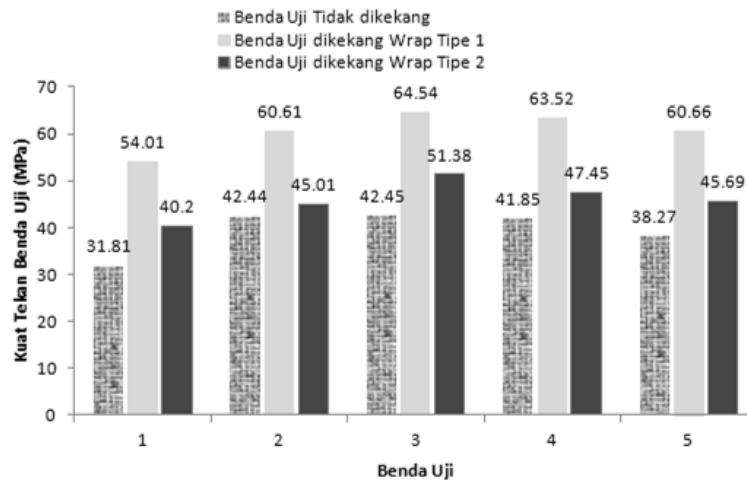
menghasilkan kuat tekan rata-rata 60,67 MPa, Benda Uji yang dikekang dengan *Carbon Fiber Wrap* tipikal 2 dengan kekangan tegak lurus standar pemasangan menghasilkan kuat tekan rata-rata 45,95 MPa.

Tabel 3. Kenaikan Kuat Tekan Rata-rata ($f'c$) Benda Uji

| Uraian | Rata-rata | Kenaikan |
|--|-----------|--------------|
| | (MPa) | Kuat Tekan % |
| Benda Uji tidak dikekang | 39.36 | |
| Benda Uji dikekang <i>Carbon Fiber Wrap</i> Tipe 1 | 60.67 | 54 |
| Benda Uji dikekang <i>Carbon Fiber Wrap</i> Tipe 2 | 45.95 | 17 |

Tabel 3 menunjukkan bahwa kenaikan kuat tekan beton Benda Uji yang dikekang *Carbon Fiber Wrap* Tipe 1 dengan kekangan sesuai standar pemasangan menghasilkan kenaikan 54% dari Benda Uji yang

tidak terkekang, sedangkan kuat tekan beton Benda Uji yang dikekang *Carbon Fiber Wrap* Tipe 2 dengan kekangan tegak lurus standar pemasangan menghasilkan kenaikan 17%.



Gambar 3. Diagram Kuat Tekan Beton

Tren Penggunaan *carbon fiber wrap* (Gambar 3), menunjukkan kenaikan kuat tekan beton benda uji silinder. Benda Uji tidak dikekang menunjukkan nilai terkecil dibanding yang dikekang.

menunjukkan keruntuhan geser dan keruntuhan normal tekan. Jenis keruntuhan ini memenuhi model keruntuhan yang ditetapkan oleh standar nasional Indonesia tentang model keruntuhan pada benda uji silinder. Keruntuhan yang sesuai dengan standar menunjukkan bahwa pengujian dilakukan dengan sesuai.

4. Model Keruntuhan

Model keruntuhan benda uji yang tidak terkekang (Gambar 4)



Gambar 4. Keruntuhan Benda Uji tidak terkekang

Model keruntuhan benda uji yang terkekang (Gambar 5) menunjukkan terlepasnya *carbon fiber wrap* akibat desakan dari beton. Keruntuhan pada model ini telah didahului dengan

keruntuhan beton dalam kekangan *fiber*, dengan ditambahkan beban uji secara bertahap dan terus menerus pada Benda Uji menyebabkan gagalnya kekangan pada Benda Uji.



Gambar 5. Keruntuhan Benda Uji terkekang Tipe I

Model keruntuhan benda uji yang terkekang tipe II (Gambar 6) menunjukkan juga akibat terlepasnya *carbon fiber wrap* akibat desakan dari beton. Keruntuhan pada model ini juga telah didahului dengan

keruntuhan beton dalam kekangan *fiber*, dengan ditambahkan beban uji secara bertahap dan terus menerus pada Benda Uji menyebabkan gagalnya kekangan pada Benda Uji.



Gambar 6. Keruntuhan Benda Uji terkekang Tipe II

Kesimpulan

1. Kenaikan kuat tekan beton f'_c , setelah dikekang dengan *carbon fiber wrap*, dengan arah searah standar penggunaan *carbon fiber wrap* sebesar 54%, dan untuk kekangan tidak searah standar penggunaan *carbon fiber wrap* hanya sebesar 17%.
2. Model keruntuhan tekan pada beton yang tidak dikekang sesuai dengan model keruntuhan standar Nasional Indonesia yaitu model keruntuhan geser dan normal. Model keruntuhan pada Benda Uji yang dikekang dengan *Carbon Fiber Wrap* didahului dengan putusya serat *Carbon*

Fiber Wrap akibat desakan beton yang dikekang.

3. Mekanisme keruntuhan Benda Uji didahului dengan runtuhnya beton yang berada dalam kekangan *Carbon Fiber Wrap*, dan selanjutnya keruntuhan lanjutan dengan putusnya serat fiber dari *carbon fiber wrap*, setelah penambahan beban uji.

Daftar Pustaka

- Sri Rejeki Laku Utami, Nuroji, Antonius (2016) Pengaruh Pembalutan *Carbon Fiber Wrap (CFW)* terhadap Daktilitas Balok Beton Bertulang, *Inersia*, XII(2), 140-155.
- Immanuel Panusunan Tua Panggabean (2014) Kajian Eksperimental dan Numerik Perkuatan Balok dengan menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer dengan Beban Lentur Murni *Jurnal Rekayasa Struktur dan Infrastruktur*, VIII, (2) 28-39.
- Valentana Ardian Tarigan (2014) Kajian Eksperimental dan perkuatan geser konsol balok dengan Carbon Fiber Reinforced Polymer *Jurnal Rekayasa Struktur dan Infrastruktur*, VIII, (2) 40-48.
- Ratan Kharatmol, Pankaj Sananse, Rohit Tambe, Ms. Raksha J.Khare. (2014) *Strengthening of Beams using Carbon Fiber Reinforced Polymer*, *International Journal Emerging Engineering Research and Technologies* IJEERT 2 (3), 119-126.
- M. B. S Alferjani, A.A. Abdul Samad, Blkasem, S. Elrayaff, N. Mohamad, M. Hilton, Abdalla Ab Sinusi Saiah (2013) *Use of Carbon Fiber Reinforced Polymer Laminate for strengthening Reinforced concrete beams in shear : A review*, *International Refeered Journal of Engineering and Sciences* IRJES 2 (2), 45-53.
- Wiryanto Dewobroto, Lanny Hidayat, Thomas Wijaya (2012) Pengaruh Konfigurasi Wrapping Fiber Reinforced Polimer (FRP) terhadap kinerja hasil retrofit Balok Pipa Baja Pembalutan *Carbon Fiber Wrap (CFW)* terhadap Daktilitas Balok Beton Bertulang, *Konteks* 6, MB 65-MB 76.
- Endah Kanti Pangestuti, Januar Prihanantio (2008) Analisis Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Carbon Fiber Wrap *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan* 1 (10), 13-20. dst.