

PENGARUH PENAMBAHAN *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER* TERHADAP FREKUENSI ALAMI BALOK BETON BERTULANG

Tenardhy Aryarama Wijaya ¹

Alim Muhroni ²

Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman ^{1,2}

Corresponding Author: tenardhyarya@gmail.com ¹

History:

Received : 25 Februari 2025

Revised : 26 Februari 2025

Accepted : 28 Februari 2025

Published : 03 Maret 2025

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan uji terhadap tiga balok dengan perlakuan yang berbeda untuk mengamati pengaruh penambahan CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) Strip terhadap frekuensi alami dan daya lentur balok. Balok-1 berfungsi sebagai benda uji kontrol tanpa perkuatan, yang memiliki frekuensi alami sebesar 7,813 Hz dan dapat menahan gaya lentur sebesar 73,5 kN. Balok-2 diperkuat dengan satu lapis CFRP Strip, menghasilkan frekuensi alami sebesar 8,105 Hz dan dapat menahan gaya lentur sebesar 106,5 kN. Peningkatan frekuensi alami ini sebesar 0,292 Hz atau 3,74% dibandingkan Balok-1. Balok-3 diperkuat dengan tiga lapis CFRP Strip, menghasilkan frekuensi alami sebesar 9,179 Hz dan dapat menahan gaya lentur sebesar 115,3 kN. Peningkatan frekuensi alami pada Balok-3 adalah sebesar 1,074 Hz atau 13,251% dibandingkan Balok-2, dan 1,366 Hz atau 17,492% dibandingkan Balok-1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan CFRP Strip dapat meningkatkan frekuensi alami dan daya lentur balok.

Kata Kunci : Frekuensi alami, perkuatan struktur, CFRP

Abstract

This study tested three beams with different treatments to observe the effect of adding CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) Strips on the natural frequency and bending capacity of the beams. Beam-1 served as the control specimen without reinforcement, having a natural frequency of 7.813 Hz and being able to withstand a bending force of 73.5 kN. Beam-2 was reinforced with one layer of CFRP Strip, resulting in a natural frequency of 8.105 Hz and a bending capacity of 106.5 kN. This increase in natural frequency was 0.292 Hz or 3.74% compared to Beam-1. Beam-3 was reinforced with three layers of CFRP Strip, resulting in a natural frequency of 9.179 Hz and a bending capacity of 115.3 kN. The increase in natural frequency for Beam-3 was 1.074 Hz or 13.251% compared to Beam-2, and 1.366 Hz or 17.492% compared to Beam-1. The results of this study show that the addition of CFRP Strips can enhance both the natural frequency and bending capacity of beams.

Key note : Natural frequency, retrofitting, CFRP

Pendahuluan

Pada saat suatu struktur mengalami kegagalan yang disebabkan oleh bencana

alam ataupun perubahan fungsi suatu bangunan menjadikan struktur tersebut harus diperkuat agar tetap dapat melayani sesuai umur layannya dengan kekuatan yang sama atau lebih besar daripada bangunan eksistingnya. salah satu metode yang digunakan untuk perkuatan adalah menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan CFRP *Strips* terhadap frekuensi alami suatu struktur yang diukur menggunakan aplikasi iDynamic berbasis android.

Tinjauan Pustaka

Frekuensi Alami Struktur

Setiap struktur memiliki frekuensi alami yang dipengaruhi oleh komposisi, ukuran dan bentuk struktur tersebut. Jika frekuensi alami suatu obyek sama atau sebanding dengan frekuensi pada sumber lainnya, maka akan terjadi resonansi yang mengakibatkan peningkatan amplitudo gelombang. (Sears, dkk. 1994) Pada bangunan Gedung, jika frekuensi bangunan sama dengan frekuensi gempa yang sampai ke permukaan tanah, resonansi dan interferensi getaran akan terjadi. Sehingga dalam merancang Gedung perlu mempertimbangkan kemungkinan terjadinya resonansi getaran (Subarjo, 2008).

Perkuatan Struktur

Suatu struktur dalam bangunan Gedung bisa saja mengalami proses perkuatan, hal ini dilakukan pada saat suatu Gedung mengalami perubahan fungsi atau bahkan disebabkan karena Gedung tersebut rusak akibat adanya bencana

alam seperti gempa bumi. Proses perkuatan dilakukan dengan tujuan untuk mengembalikan kondisi bangunan agar tetap sesuai dengan kemampuan layannya. Metode perkuatan yang dapat dilakukan pada struktur Gedung bermacam-macam, antara lain dengan cara *Jacketing* yaitu menyelimuti struktur dengan menggunakan beton (*Concrete Jacketing*) yang memiliki mutu lebih tinggi atau dengan baja (*Steel Jacketing*) dan metode perkuatan dengan menggunakan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*). Yaitu dengan cara melapisi struktur dengan menggunakan bahan komposit yang terbuat dari fiber carbon, serat kaca ataupun serat aramid yang di tempel menggunakan *polymer epoxy resin* (khoeri, 2020).

Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)

CFRP adalah material yang tahan korosi, mempunyai kuat Tarik yang tinggi, superior dalam daktilitas, beratnya ringan, sehingga tidak memerlukan peralatan yang berat untuk membawanya kelokasi. CFRP banyak diaplikasikan sebagai perkuatan lentur (*flexural strengthening*) dan geser (*Share strengthening*) pada struktur balok beton yang direkatkan dengan *Epoxy resin* yang penggunaannya diatur pada ACI 440.2R tahun 2017.

CFRP memiliki dua macam tipe yaitu CFRP *wrap* dan tipe *plate*.

Salah satu produsen CFRP yang digunakan di lapangan adalah Carbonplate E-170 W produksi PT. Mapei yang memiliki spesifikasi pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Carbonplate E-170 W PT. Mapei

Spesifikasi	Besaran
Lebar	50 mm
Ketebalan	1.2 mm

Kuat tarik rerata	≥ 2200 MPa
Kuat Tarik Karakteristik	≥ 2000 MPa
Modulus Elastisitas	≥ 200000 MPa

Menurut Muda, et al (2020) yang menguji frekuensi alami pada Balok T yang diperkuat dengan CFRP wrap mengatakan bahwa perilaku dinamik benda uji balok T baik benda uji lentur maupun geser sebelum penambahan perkuatan CFRP wrap ditunjukkan dengan perubahan nilai frekuensi alami balok BFR1,BFR2,BC1g dan BC2g yang mengalami penurunan nilai frekuensi setelah mencapai kondisi retak awal berurutan sebesar 1.95%,2.106%,0.63% dan 8.38% akibat penambahan kerusakan pada benda uji setelah retak awal.

Tuhuteru (2013) meninjau pengaruh dari jarak dan penambahan shear connector terhadap perilaku dinaik pada pelat lantai monolit dan komposit. Hasil pengujian pada penelitian ini mendapatkan bahwa PM400, PK400-SC100 dan PK400-SC200 kondisi pelat utuh memiliki frekuensi alami yang sama yaitu 15,5 Hz, sedangkan PK400-SC300 memiliki frekuensi alami 14,77 Hz, dan PM400-

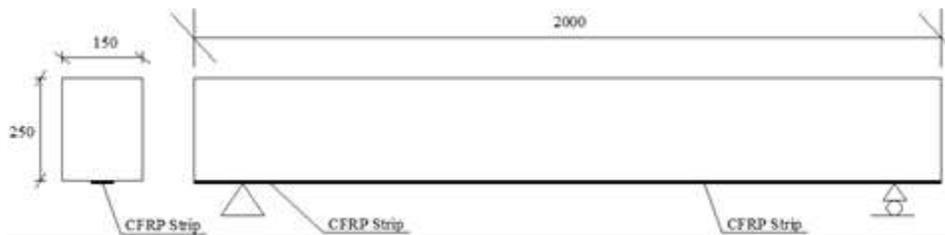
TSC kondisi pelat utuh memiliki frekuensi alami yaitu 14,53 Hz. Frekuensi alami sistem struktur pelat rusak mengalami penurunan frekuensi alami pada pelat monolit maupun pelat komposit. Kondisi ini diakibatkan karena terjadinya penurunan kekakuan pada pelat akibat kerusakan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Eksperimen dengan cara menguji tiga buah balok beton bertulang dengan mutu 26 MPa dengan variasi jumlah lapis CFRP Strip sebanyak 1 dan 3 lapis (Tabel 2). dimensi balok yang digunakan sebagai benda uji memiliki dimensi tinggi 25cm, lebar 15cm dan Panjang 2m (Gambar 1), hal ini disesuaikan dengan kondisi bangunan di lapangan yang rata-rata memiliki dimensi dua kali lebih besar dari dimensi balok benda uji.

Tabel 2. Kode Benda Uji

Kode	Keterangan
Balok 1	Tanpa perkuatan CFRP Strips
Balok 2	perkuatan 1 Lapis CFRP Strips
Balok 3	Perkuatan 3 Lapis CFRP Strips



Gambar 1. Spesimen benda uji

Pemasangan CFRP strip pada benda uji dilakukan pada umur beton setelah 28 hari,

dengan cara meletakkan balok di atas *scaffolding* (Gambar 2) dan memasangnya dari bawah balok (Gambar 3), sehingga dapat mempresentasikan kondisi pemasangan di lapangan. Dan dilakukan masa perawatan selama 3 hari agar epoxy pada CFRP tersebut kering dan siap untuk di uji.

Pengujian benda uji dilakukan dengan cara meletakkan *Handphone* yang telah terinstal

aplikasi *iDynamics* permukaan atas balok, dan memukul salah satu sisi balok tersebut sehingga terjadi getaran. Selanjutnya data getaran tersebut dianalisis dan digunakan sebagai hasil dari penelitian. Pengambilan data dilakukan 3 kali pada saat sebelum diberi perkuatan, setelah diberi perkuatan dan setelah di uji lentur hingga runtuh (Gambar 4).



Gambar 2. *Set Up* peletakan Benda Uji



Gambar 3. Pemasangan CFRP Strips



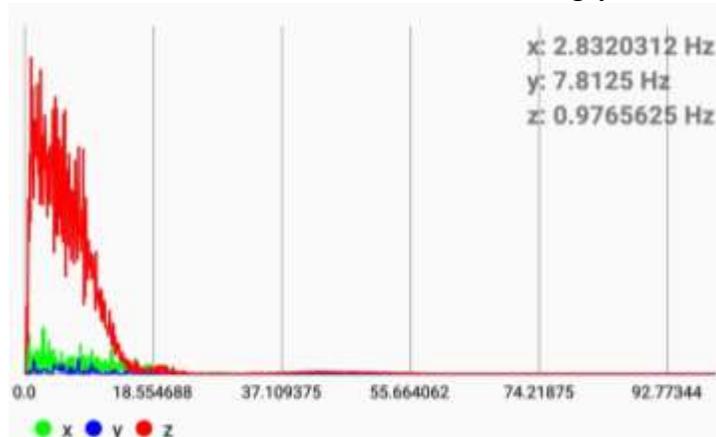
Gambar 4. Pengujian lentur benda uji

Hasil dan Pembahasan

A. Balok - 1

Balok -1 adalah benda uji kontrol dimana benda uji ini tidak diberi perkuatan sehingga dapat menjadi pembanding bagi balok yang diberi perkuatan. Pada pengukuran pertama Balok 1 memiliki

frekuensi alami sebesar 7,813 Hz (Gambar 5). Setelah diambil data pengukuran frekuensi alami yang pertama, benda uji Balok-1 diuji lentur hingga runtuh, hasil pengujian lentur menunjukkan bahwa Balok-1 dapat menahan gaya lentur sebesar 73,5kN.

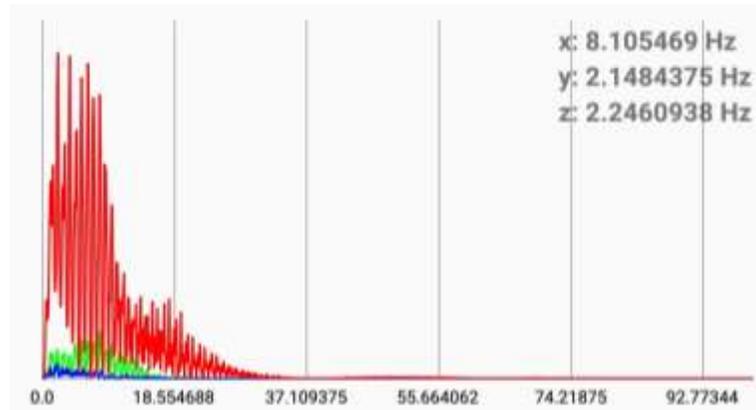


Gambar 5. Hasil Uji Frekuensi Alami Balok-1

B. Balok -2

Balok - 2 adalah benda uji yang diperkuat dengan 1 lapis CFRP Strips. Dari hasil pengujian frekuensi alami yang pertama didapatkan bahwa Balok-2 memiliki frekuensi alami sebesar 8,105Hz (Gambar 6). Setelah diambil data pengukuran frekuensi alami yang pertama, benda uji Balok-1 diuji lentur

hingga runtuh, hasil pengujian lentur menunjukkan bahwa Balok-2 dapat menahan gaya lentur sebesar 106,5kN. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa penambahan 1 lapis CFRP Strip dapat menahan frekuensi sebesar 0,292 Hz atau sebesar 3,74 % dari Balok-1.

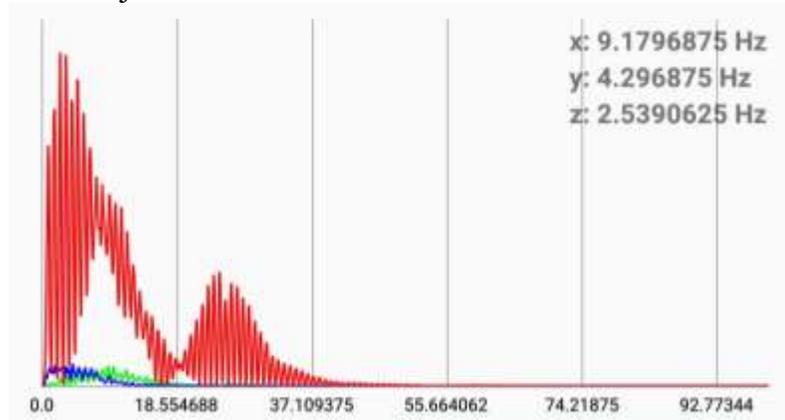


Gambar 6. Hasil Pengujian Frekuensi alami Balok-2

C. Balok -3

Balok – 3 adalah benda uji yang diperkuat dengan 3 lapis CFRP Strips. Dari hasil pengujian frekuensi alami yang pertama didapatkan bahwa Balok-3 memiliki frekuensi alami sebesar 9,179Hz (Gambar 7). Setelah diambil data pengukuran frekuensi alami yang pertama, benda uji Balok-1 diuji lentur hingga runtuh, hasil pengujian lentur menunjukkan bahwa

Balok-2 dapat menahan gaya lentur sebesar 115,3kN. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa penambahan 3 lapis CFRP Strip dapat menambahkan frekuensi sebesar 1,074 Hz atau sebesar 13,251% dari Balok-2 dan dari Balok -1 Penambahan CFRP Strip sebanyak 3 Lapis dapat menambah frekuensi alami sebesar 1,366 Hz atau sebesar 17,492 %.



Gambar 7. Hasil uji frekuensi alami Balok – 3

Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat ditarik suatu Kesimpulan bahwa (1) Penambahan 1 lapis CFRP Strip dapat menambah frekuensi alami struktur sebesar 0,292 Hz atau 3,74% dari balok yang tidak diperkuat CFRP. (2) balok yang diperkuat dengan 3 lapis CFRP Strip dapat menambah Frekuensi alami

struktur menambah frekuensi alami sebesar 1,074Hz atau 13,251% dari Balok yang diperkuat dengan 1 Lapis CFRP dan naik sebesar 1,366Hz atau 17,492 % dari Balok tanpa perkuatan CFRP. (3) penambahan CFRP pada balok beton bertulang dapat menambah frekuensi alami struktur tersebut, tetapi dalam penggunaannya harus sesuai

dengan kebutuhan karena dapat membuat struktur menjadi lebih getas.

Daftar Pustaka

- 440.2R-17: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures. (2017). In *440.2R-17: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. <https://doi.org/10.14359/51700867>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Khoeri, H. (2020). Pemilihan Metode Perbaikan dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa. *Konstruksia*, 12(1), 93–103.
- Muda, J. B., Supriyadi, B., Muslikh, M., & Siswosukarto, S. (2020). Tinjauan Perilaku Dinamik Balok T dengan Perkuatan CFRP Jenis Wrap (Studi Eksperimental, Balok Beton Bertulang). *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 13(2), 60–70. <https://doi.org/10.23917/dts.v13i2.13056>
- Tuhuteru, E., 2013. Pengaruh shear connector terhadap Perilaku Dinamik Pelat Semi Pracetak, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Subardjo, 2008. Parameter Gempa Bumi, Materi Diklat Teknis. BMKG. Jakarta.