

## Perilaku Lentur Kolom yang Diretrofit Menggunakan Wire Mesh dan Self Compacting Concrete Akibat Beban Siklik

### Flexural Behaviour of Retrofit Column Using Wire Mesh and Self Compacting Concrete Due to Cyclic Load

Syahrul Satar, Joey Limbongan, Risman Firman, Yanny Febry Fitriani Sofyan, Ahmad Tamsil Yunus, Munadrah, Andi Widiyasa Maruddani.  
Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie

#### Info Artikel

Diajukan: 10 Agustus 2024  
Diterima: 17 September 2024  
Diterbitkan: 31 September 2024

#### Keywords:

Flexural Behavior; Retrofit Column; Wire mesh; Self-Compacting Concrete; Lateral Cyclic load.

#### Kata Kunci:

Perilaku Lentur; Kolom yang Diretrofit; Wire Mesh; Self-Compacting Concrete; Beban Siklik Lateral.



Lisensi: cc-by-sa

#### ABSTRACT

Results of experimental and analytical study of the flexural behavior of retrofitted columns using wiremesh and SCC concrete due to cyclic loading. The purpose of this study was to analyze the strength of the column retrofitted using wiremesh and SCC due to cyclic loading. The test object consisted of 3 columns with a size of 300x300 mm, consisting of a control column (KK), a total reinforcement column (KR-1) and a reinforcement column in the approximate plastic hinge region (KR-2). From the test results, the flexural strength of the reinforced column is higher than that of the unreinforced column. The rate of increase in strength of KR-1 compared to KK is 46.68% in compression and 37.87% in tension. The rate of increase in the strength of KR-2 compared to the compressive load of KK is 41.71%, and the tensile load is 32.35%.

#### ABSTRAK

Hasil studi eksperimental dan analitis mengenai perilaku lentur kolom yang diretrofit menggunakan wiremesh dan beton self-compacting (SCC) akibat beban siklik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan kolom yang diretrofit menggunakan wiremesh dan SCC akibat beban siklik. Benda uji terdiri dari 3 kolom berukuran 300x300 mm, yaitu kolom kontrol (KK), kolom dengan perkuatan total (KR-1), dan kolom dengan perkuatan pada daerah sendi plastis (KR-2). Dari hasil pengujian, kekuatan lentur kolom yang diperkuat lebih tinggi dibandingkan dengan kolom tanpa perkuatan. Tingkat peningkatan kekuatan KR-1 dibandingkan KK adalah 46,68% pada beban tekan dan 37,87% pada beban tarik. Sementara itu, tingkat peningkatan kekuatan KR-2 dibandingkan KK pada beban tekan adalah 41,71% dan pada beban tarik adalah 32,35%.

#### Corresponding Author:

Syahrul Satar  
Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie; [rulsatar@ith.ac.id](mailto:rulsatar@ith.ac.id)

#### PENDAHULUAN

Kerusakan struktural pada bangunan akibat gempa bumi dapat bervariasi dari ringan hingga parah, dan salah satu kerusakan paling berbahaya pada struktur adalah keruntuhan kolom, yang dapat menyebabkan runtuhnya seluruh bangunan. Struktur yang mengalami kerusakan sedang dapat diperbaiki dengan beberapa metode. Retrofitting adalah jenis perbaikan dan perkuatan yang dirancang untuk meningkatkan atau memulihkan kekuatan serta daktilitas struktur (Seible F et.al., 1997; Williams M.S et.al., 1997).

Daktilitas kolom beton terutama ditentukan oleh sifat dan mekanisme sendi plastis yang terbentuk pada ujung-ujung kolom akibat gaya eksternal, terutama gaya seismik. Sendi plastis dapat terjadi pada kolom beton bertulang, terutama ketika kolom mengalami beban berlebih saat gempa bumi (Siddiq, 1997). Penambahan jacket pada kolom dapat mengurangi kemungkinan kegagalan di area sendi plastis. Untuk meminimalkan pekerjaan pelapisan pada kolom, panjang area sendi plastis yang terjadi pada kolom harus ditentukan berdasarkan kinerja kolom dan efek deformasi yang terjadi pada kolom (Jiang et.al., 2014).

Setiap metode perkuatan kolom memiliki kelebihan dan kekurangan, dan salah satu metode yang umum digunakan adalah penggunaan fiber reinforced plastics (FRP) seperti Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP), Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP), Aramid Fiber Reinforced Polymer (AFRP), dan lainnya (Ma C.K. et.al., 2016). Salah satu kendala dalam penggunaan material ini adalah harganya yang sangat mahal. Oleh karena itu, metode ini tidak dapat diterapkan secara luas di Indonesia, terutama pada bangunan publik di daerah terpencil dan rumah sederhana yang rawan gempa.

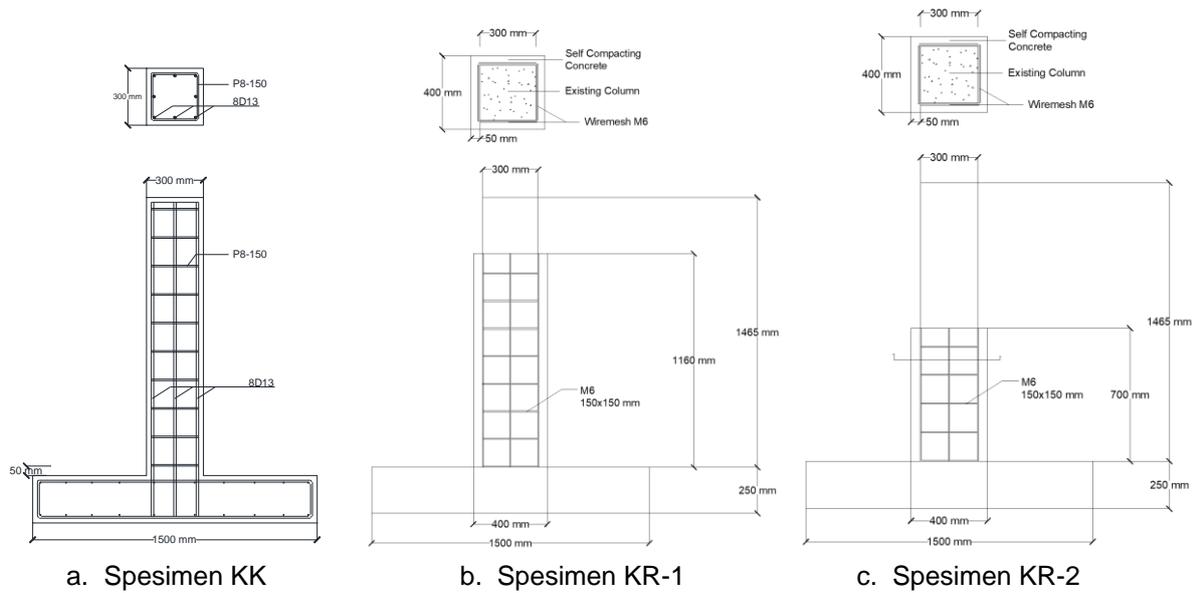
Sebagai solusinya, dalam penelitian ini digunakan pendekatan dengan material pembungkus yang relatif lebih murah dan mudah didapat di pasaran, yaitu wiremesh. Alasan lainnya adalah wiremesh cukup fleksibel dalam membentuk pola inklusi, seperti pemasangan dengan bentuk persegi, heksagonal, bundar, serta jumlah lapisan tertentu, yang dapat meningkatkan daktilitas kolom secara signifikan saat mengalami beban siklik serta meningkatkan kekuatan geser kolom (Kadir et.al., 2016).

## METODE

Spesimen uji memiliki dimensi 300 x 300 mm dengan pelat dasar sebagai penahan kolom berukuran 1500 x 1500 x 250 mm. Spesimen uji terdiri dari tiga kolom beton bertulang yang diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu kolom tanpa perkuatan (retrofitting) dan kolom dengan perkuatan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Salah satu kolom tanpa perkuatan (KK) berfungsi sebagai spesimen kontrol untuk tujuan perbandingan dalam mengevaluasi peningkatan kapasitas lentur yang diberikan oleh perkuatan wire mesh dan self-compacting concrete (SCC). Dua kolom lainnya merupakan kolom yang diperkuat sepenuhnya (KR-1) dan kolom yang diperkuat pada area sendi plastis (KR-2). Kedua kolom ini diperkuat dengan wire mesh dan dipasang SCC secara penuh (KR-1) serta dipasang pada area sendi plastis (KR-2). Detail perkuatan spesimen untuk kolom-kolom ini disajikan dalam Tabel 1.

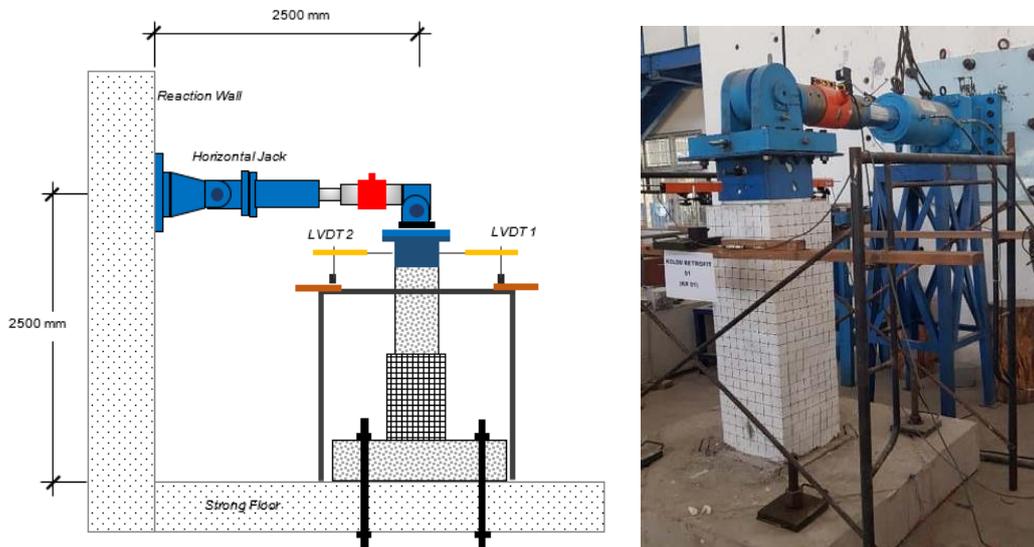
Tabel 1. Detail Penulangan Spesimen

Spesimen	Penulangan Spesimen		
	Longitudinal	Transversal	Retrofit
KK	8D13	P8-150	-
KR-1	8D13	P8-150	M6
KR-2	8D13	P8-150	M6

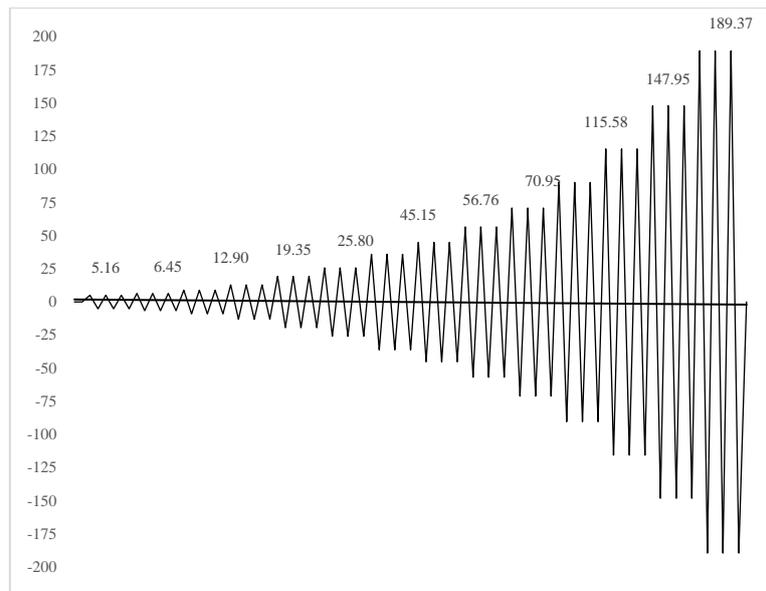


Gambar 1. Spesimen Detail

Semua kolom menerima beban siklik lateral berdasarkan *displacement control*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Jumlah siklus dan nilai deformasi ditentukan sesuai dengan pola pembebanan yang mengacu pada SNI 7834:2012. Tiga siklus lengkap yang terdiri dari fase 1, siklus utama, serta fase 2 dan 3 yang membentuk siklus stabilisasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, harus diterapkan pada setiap rasio perpindahan.



Gambar 2. Pengaturan Spesimen

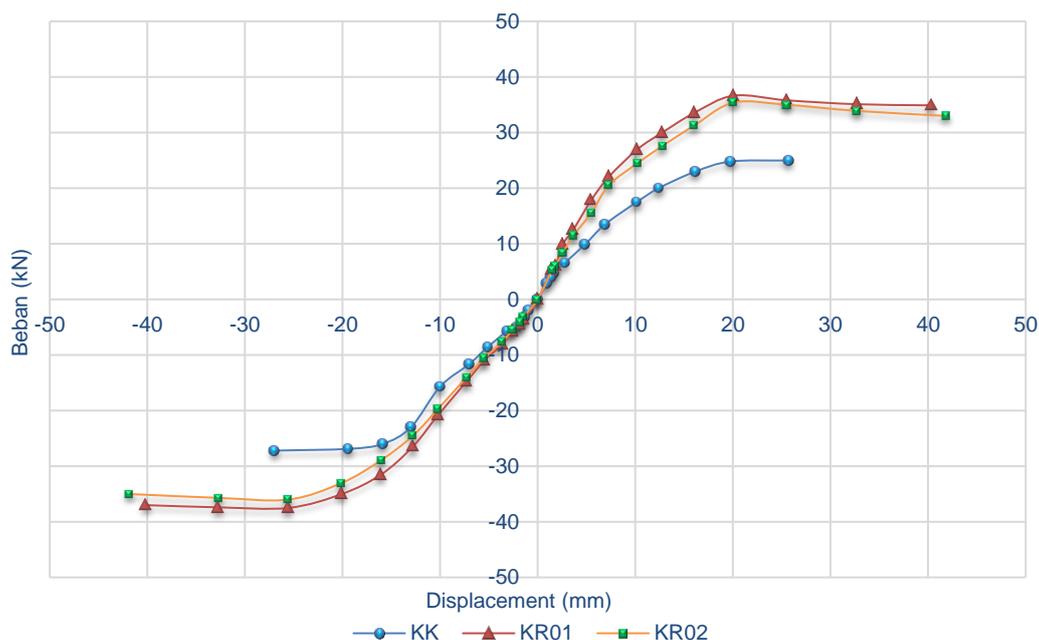


Gambar 3. Siklus pembebanan spesimen

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hubungan Beban dan Perpindahan

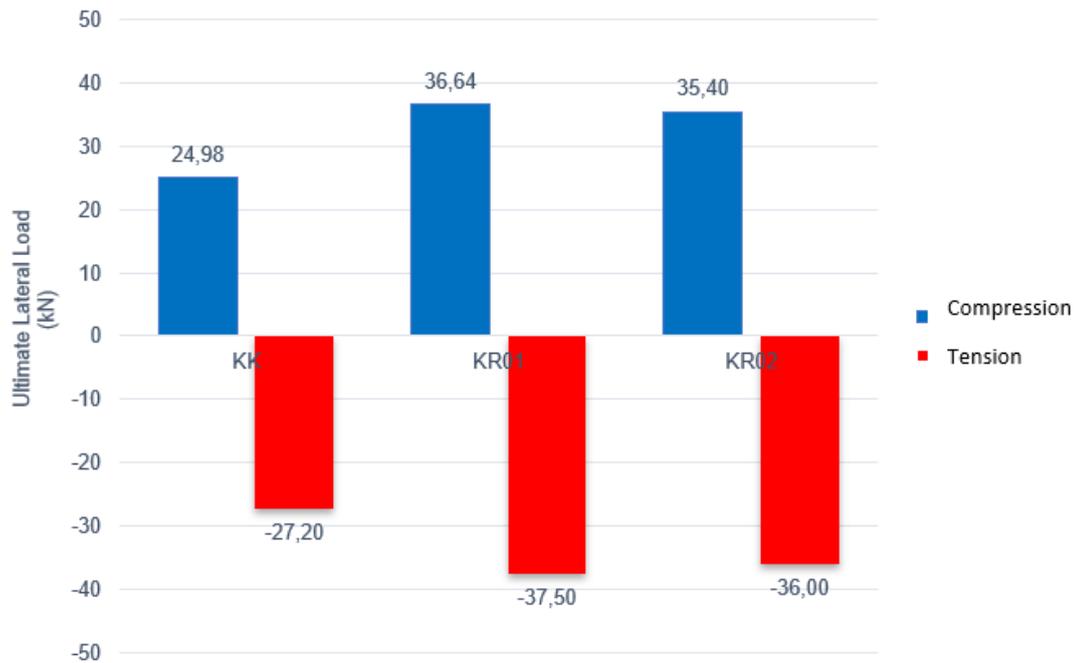
Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa dalam kondisi tekan dan tarik, spesimen KK memiliki tegangan maksimum dan perpindahan terkecil. Sementara itu, dalam kondisi tekan dan tarik, spesimen KR-1 memiliki tegangan maksimum terbesar, sedangkan spesimen KR-2 mengalami perpindahan terbesar. Dari perubahan yang terlihat pada kondisi tekan dan tarik, KR-1 dan KR-2 mengalami penurunan pada dua fase terakhir. Tingkat peningkatan kekuatan KR-1 dibandingkan dengan KK adalah 46,68% pada kondisi tekan dan 37,87% pada kondisi tarik. Tingkat peningkatan kekuatan KR-2 dibandingkan dengan KK adalah 41,71% pada beban tekan dan 32,35% pada beban tarik. Berdasarkan kriteria beban berulang, sampel mencapai laju drift desain sebesar 3,50% dan memenuhi kriteria toleransi sampel sesuai dengan SNI 7834:2012. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan perbandingan nilai beban untuk setiap sampel. Gambar 5 menunjukkan perbandingan kekuatan kolom.



Gambar 4. Hubungan Beban dan Perpindahan

Tabel 2. Perbandingan Beban Spesimen

Spesimen	Beban Ultimate (kN)		Perbandingan dengan Monolit (%)	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
KK	24,98	27,20	-	-
KR-1	36,64	37,50	46,68	37,87
KR-2	35,40	36,00	41,71	32,35

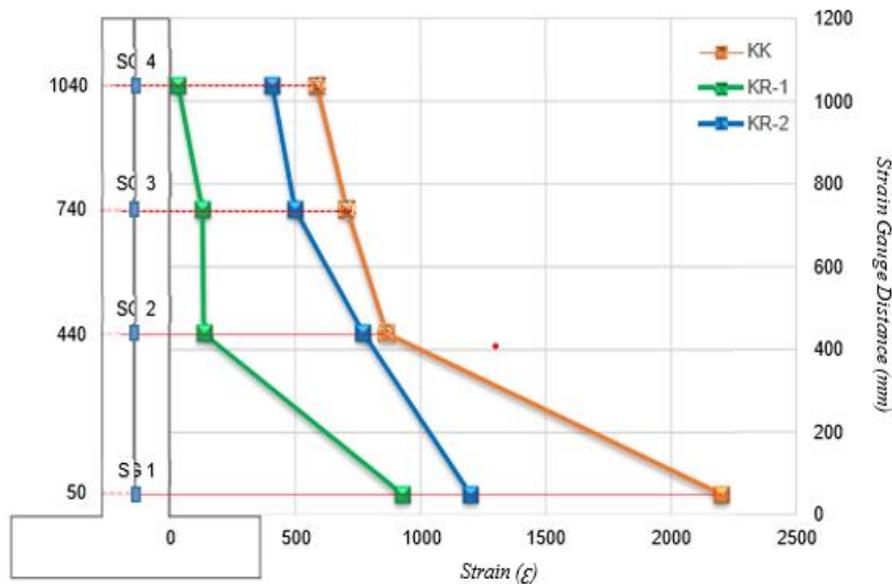


Gambar 5. Perbandingan Kekuatan Spesimen

## 2. Distribusi Tegangan pada Tulangan Longitudinal

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 6, nilai regangan tulangan longitudinal pada spesimen KK, KR-1, dan KR-2 pada jarak 50 mm masing-masing adalah 2200,90, 928,302, dan 1201,890. Pada jarak 440 mm, nilai regangan pada spesimen KK, KR-1, dan KR-2 masing-masing adalah 866,038, 135,849, dan 774,528.

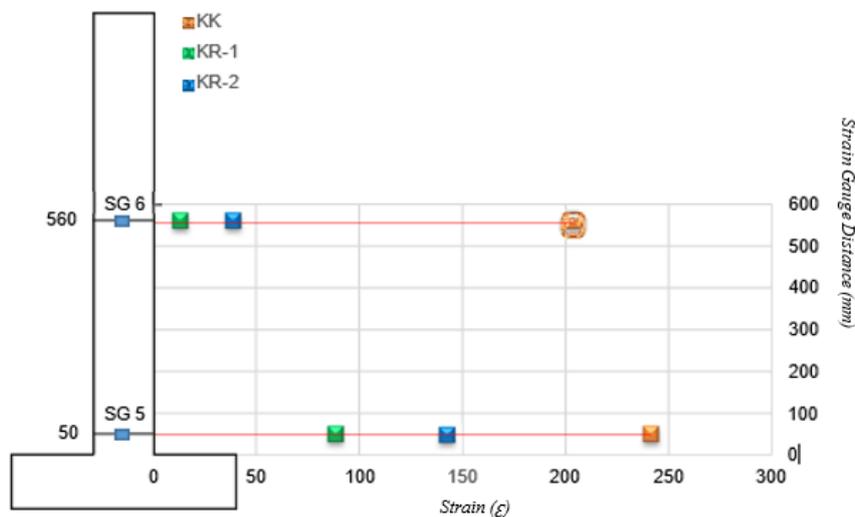
Pada jarak 740 mm, nilai regangan pada spesimen KK, KR-1, dan KR-2 masing-masing adalah 707,574, 130,634, dan 500,000. Sementara itu, nilai regangan tulangan longitudinal pada spesimen KK, KR-1, dan KR-2 pada jarak 1040 mm masing-masing adalah 586,792, 34,230, dan 408,491.



Gambar 6. Distribusi Tegangan pada Tulangan Longitudinal

### 3. Distribusi Tegangan pada Tulangan Transversal

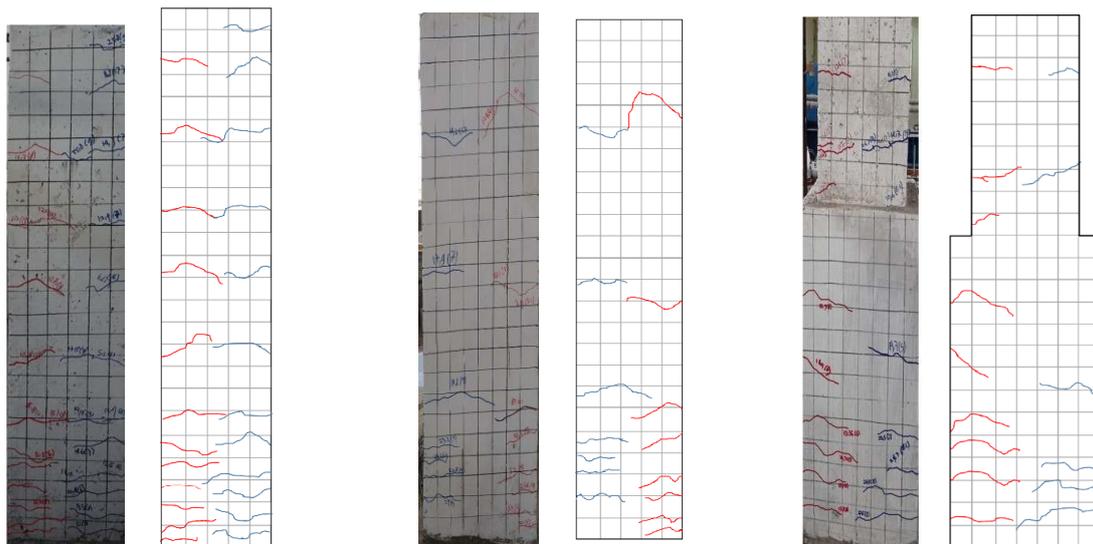
Berdasarkan hasil pengujian, diperlihatkan bahwa nilai regangan tulangan transversal pada spesimen KK adalah 241,509 pada jarak 50 mm dari strain gauge, dan 203,774 pada jarak 560 mm dari strain gauge. Untuk spesimen uji KR-1, diperoleh nilai regangan sebesar 88,679 pada jarak 50 mm dari strain gauge, dan 13,078 pada jarak 560 mm dari strain gauge. Sementara itu, spesimen uji KR-2 memiliki nilai regangan sebesar 142,453 pada jarak 50 mm dari strain gauge, dan 38,679 pada jarak 560 mm dari strain gauge, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Distribusi Tegangan pada Tulangan Transversal

### 4. Pola Retak Spesimen

Pola retak yang terjadi pada benda uji KR-2 serupa dengan spesimen KK dan KR-1, hanya saja jumlah retak yang terjadi tidak sebanyak jumlah retak pada benda uji KK. Pola retak yang muncul merupakan retak lentur atau searah dengan beban siklik. Pola retak tersebut ditunjukkan pada Gambar 8.



a. Pola Retak Spesimen KK

b. Pola Retak Spesimen KR-1

c. Pola Retak Spesimen KR-2

Gambar 8. Pola Retak Spesimen

## KESIMPULAN

Kekuatan lentur kolom yang telah diretrofit lebih tinggi dibandingkan dengan kolom tanpa retrofit. Tingkat peningkatan kekuatan KR-1 dibandingkan KK adalah 46,68% pada beban tekan dan 37,87% pada beban tarik. Tingkat peningkatan kekuatan KR-2 dibandingkan KK pada beban tekan adalah 41,71%, sedangkan pada beban tarik adalah 32,35%. Pola retak yang terjadi pada semua spesimen merupakan retak lentur karena searah dengan beban siklik.

## REFERENSI

- Jiang C., Wu Y.F., Wu G., 2014, Plastic Hinge Length of FRP-Confined Square RC Columns, *Journal Composite Construction*, Journal Composite Structure ASCE, pp. 1 – 12.
- Kadir A, Satyarno I, Suhendro B, Triwiyono A, 2016, Perilaku Kolom Yang Diperkuat Kombinasi Wire Rope dan Wire Mesh, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2016*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Legoran F. & Paultre P (200). Behavior of High-Strength Concrete Columns under Cyclic Flexure and Constant Axial Load, *ACI Structural Journal* 97 (4), 591-601.
- Macdonal S (2008). *Concrete: Building Pathology*, John Wiley & Sons, New York, USA.
- Ma C.K., Apandi N.M., Yung S.C.S., Hau N.J., Haur L.W., Awang A.Z., Omar W., 2016, Repair and Rehabilitation of Concrete Structures Using Confinement A Review, *Elsevier Journal of Construction and Building Materials*, 133 (2017), pp. 502 – 515.
- Michael W.H. Disipasi Energi Pada Kolom Dijacketing Dengan Wire Mesh dan Self Compacting Concrete Akibat Beban Siklik, *Cantilever Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil* Vol 11 No. 1 (2022)
- Okamura H. & Ouchi M. (2003). Self Compacting Concrete, *Journal of Advanced Concrete Technology*, 1 (1), 5-15.
- Seible F., Priestley M.J.N., Hegemier G.A., Innamorato D., 1997, Seismic Retrofit of RC Columns with Continuous Carbon Fiber Jackets, *Journal of Composites for Construction*, May, pp. 52 – 62.
- Siddiq, 1997, Perilaku Kolom Terhadap Beban Kombinasi Aksial dan Lentur Berulang, *Jurnal Pemukiman* Vol. X No 11-12, Nopember-Desember, pp. 6 – 19.
- Standar Nasional Indonesia, 2012, *Metode Uji dan Kriteria Penerimaan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang Pracetak untuk Bangunan Gedung*, (Jakarta: Badan Standardisasi Nasional)

- Williams M.S., Villemure I., Sixsmith R.G., (1997), Evaluation of Seismic Damage Indices for Concrete Elements Loaded in Combined Shear and Flexure, *ACI Structural Journal*, May– June, pp. 315 – 322.
- Wuaten H. M., PArung H., Amiruddin A. A., Irmawaty R., (2021). Kekakuan Kolom Persegi Beton Bertulang Diretrofit Dengan Wire Mesh Akibat Beban Siklik, *Prosiding Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur Abad 21*, Universitas Gadjah Mada, 150-155.