

# PENGUATAN STRUKTUR PADA BANGUNAN DENGAN MUTU BETON RENDAH

Anis Rosyidah, Dody Farouq Alfariez dan Muhammad Ariq Wicaksono  
 Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta  
 Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok – 16424, Jawa Barat, Indonesia  
 e\_mail : anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id

*Abstrak — Kategori bangunan kokoh apabila struktur pada bangunan tersebut kuat dan stabil, sehingga dapat menerima beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut tanpa terjadinya keruntuhan. Jika keruntuhan terjadi secara tiba-tiba tanpa ada gejala sebelumnya dapat mengakibatkan munculnya korban jiwa. Dengan ini diperlukan penguatan sebagai solusi mengatasi kerusakan struktur. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan komponen struktur mana yang tidak mampu menahan beban dan penguatan seperti apa yang perlu dilakukan terhadap struktur bangunan. Gaya-gaya dalam didapatkan dari analisis struktur eksisting dan asumsi beban-beban yang bekerja pada struktur dengan pemodelan struktur 3D (space frame). Hasil analisis pemodelan struktur berupa gaya-gaya dalam digunakan untuk mendapatkan momen ultimit ( $M_u$ ) dan dibandingkan dengan momen eksisting ( $M_n$ ) yang dihitung dengan data eksisting. Setelah diketahui komponen-komponen struktur yang tidak mampu menahan beban, maka metode penguatan yang sangat mungkin untuk dilaksanakan pada komponen struktur tersebut adalah Concrete Jacketing. Penambahan dimensi penguatan pada balok dan kolom sebesar 50 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan lentur naik rata-rata sebesar 149.493% dan kekuatan geser naik rata-rata sebesar 496.814% setelah struktur balok diberi penguatan. Hasil analisis kekuatan kolom setelah diberikan penguatan, diperoleh hasil diagram P-M yang menunjukkan bahwa pada kolom K1, K2 dan KP kekuatannya meningkat dan setelah diberi penguatan Concrete Jacketing aman.*

**Kata kunci :** Penguatan Struktur, Bangunan Eksisting, Concrete Jacketing.

*Abstract —The perfect building category is the structures on the structure are strong and stable, can receive the burdens working on the structure without any collapse. If the collapse occurs suddenly without prior symptoms can result in a loss of life. It requires reinforcement as a solution to structural damage. The research is done to determine which components of the structure are unable to bear weight and which reinforcement such as what needs to be done to the structure of the building. Internal forces are derived from spaceframe structural analysis and assumptions that burden work on structure with 3d modeling. The structure of modeling analysis is used to obtain the ultimit moments and compared to the moment of existence which is calculated with the existing data. Since the components of the structure are known for weight loss, the likely method of reinforcement to be performed in those components is the jacketing concrete. Adding the dimension of strengthening to the beam and column by 50 mm. Research shows that the bending power rose an average of 149,493% and the shifting power rose an average of 496,814% after the beam structure was reinforced. Analysis of the strength of the columns after strengthening, obtained from p-m diagrams showing that in the K1, K2, and KP column their strength increased and reinforced the safety of the jacketing concrete.*

**Keywords:** Strengthening Structure, Existing Building, Concrete Jacketing.

## I. PENDAHULUAN

Bangunan dapat dikatakan kokoh apabila struktur pada bangunan tersebut kuat, sehingga dapat menerima beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut tanpa terjadinya keruntuhan (Nawy, 1998). Apabila keruntuhan terjadi secara tiba-tiba tanpa ada gejala sebelumnya dapat mengakibatkan munculnya korban jiwa (Kati, 2016). Beton memiliki sifat kuat terhadap tekan namun lemah terhadap tarik, sehingga diperlukan tulangan agar beton dapat menahan beban tarik (Sumajouw et al., 2015). Oleh sebab

itu, struktur beton didesain dengan kondisi dimana tulangan mencapai tegangan lelehnya terlebih dahulu, lalu diikuti dengan hancurnya beton karena mencapai batas regangannya yang ditandai adanya retakan pada beton tersebut. Perilaku struktur tersebut biasa disebut dengan kondisi *under reinforced* (Chairunnisa & Khatimi, 2016). Dengan ini diperlukan penguatan sebagai solusi mengatasi kerusakan struktur. Penguatan struktur biasanya dilakukan sebagai upaya pencegahan sebelum struktur mengalami kehancuran. diperlukan beberapa pertimbangan

antara lain, efektifitas penguatan, kemudahan dalam pelaksanaan, dan biaya (Christiawan, 2009).

*Concrete Jacketing* merupakan suatu sistem penguatan atau perbaikan beton dengan cara menyelimuti beton yang telah ada dengan beton tambahan (Soenaryo, Taufik, & Siswanto, 2009). *Jacketing* dari bahan beton sebagai solusi penguatan yang efektif yang meningkatkan kinerja seismik pada struktur. Teknik penguatan struktur ini digunakan pada struktur bangunan yang bertujuan untuk memperbesar penampang, sehingga kekuatan beton menjadi meningkat (Cintya, 2017), (Rosyidah, Rinawati, Wiratenaya, & Pattisia, 2010).

Berdasarkan latar belakang di atas penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur eksisting sehingga dapat ditentukan komponen struktur yang perlu penguatan, dan merancang penguatan terhadap komponen struktur yang tidak mampu menahan beban. Dengan terpenuhinya tujuan diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yaitu, sebagai informasi kepada pemilik atau pengelola gedung untuk dilakukan perbaikan, dan tambahan ilmu pengetahuan bagi penulis dan pembaca.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### *Concrete Jacketing*

Konsep dasar metode *Concrete Jacketing* adalah pembesaran dimensi dan penambahan tulangan pada elemen struktur untuk meningkatkan kinerja elemen struktur yang perlu diperkuat. Pembesaran tersebut dilakukan dengan *Jacketing*. *Jacketing* dari bahan beton sebagai solusi penguatan yang efektif yang meningkatkan kinerja seismik pada struktur.

Berdasarkan penelitian terdahulu (Soenaryo et al., 2009) kolom beton bertulang paling efektif diperbaiki dengan metode *concrete jacketing* karena pada penelitian tersebut didapatkan peningkatan P maksimum rata-rata sebesar 502,778% setelah menerima beban runtuh awal sebesar 75% P maksimum. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Cintya, 2017) struktur dapat menerima penambahan tingkat yang direncanakan serta periode struktur kurang dari periode struktur maksimum setelah

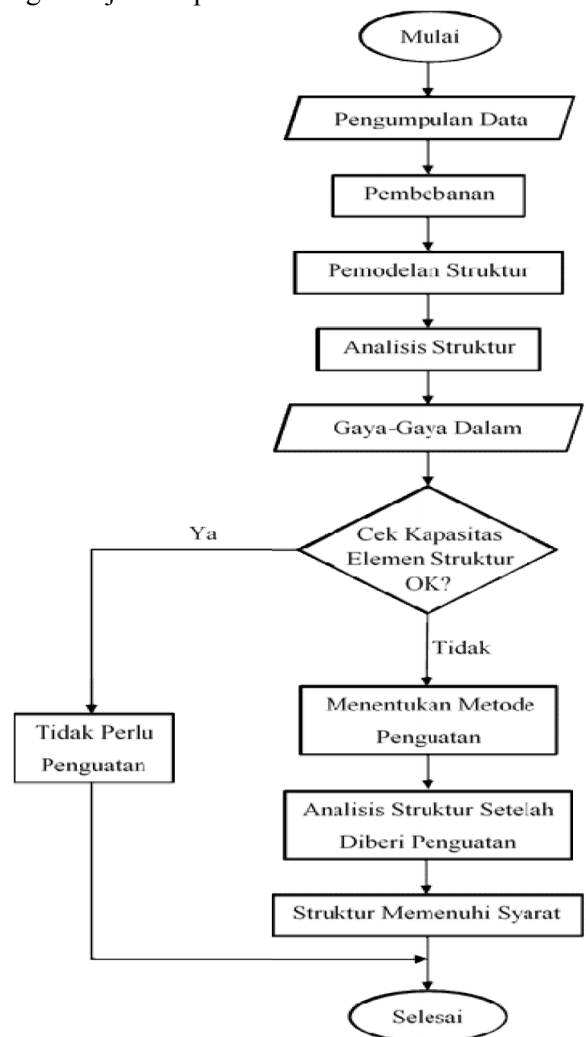
dilakukan penguatan dengan metode *concrete jacketing*.

## III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini mengambil lokasi pada bangunan Sekolah di Jakarta. Komponen-komponen struktur eksisting yang dianalisis diasumsikan menggunakan tulangan dengan rasio minimum. Mutu beton hasil pengujian di lapangan diperoleh nilai sebesar 17,13 MPa.

### Tahapan Penelitian

Metode pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini antara lain, pengamatan, wawancara, studi kepustakaan, dan pengumpulan data teknis. Setelah data semua diperoleh, dilakukan proses analisis dengan tahapan penelitian sesuai dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penyelesaian Penelitian

Tahap pertama, mengumpulkan data eksisting struktur. Kedua, mengasumsi beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan. Ketiga, menganalisis data eksisting struktur dan hasil pembebanan dengan pemodelan struktur. Keempat, menggunakan hasil (*output*) dari pemodelan berupa gaya-gaya dalam untuk menghitung kekuatan ultimit struktur kolom dan balok. Kelima, menghitung kekuatan nominal dengan data eksisting. Keenam, mengecek kapasitas struktur dengan cara membandingkan besarnya kekuatan nominal dan kekuatan ultimit struktur. Pada SNI 03-2847 2013 menyatakan kekuatan ultimit harus lebih kecil dari kekuatan nominal yang telah direduksi (SNI 03-2847, 2013). Jika memenuhi syarat, maka struktur tidak perlu diberikan penguatan. Apabila kondisi tersebut tidak memenuhi syarat, struktur harus diberikan penguatan, selanjutnya ditentukan metode penguatan struktur dan dihitung kapasitas komponen struktur yang diberi penguatan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Balok

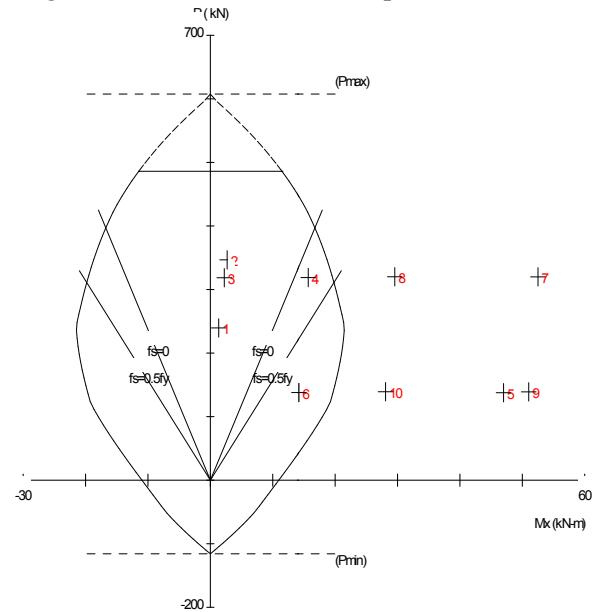
Kekuatan eksisting dihitung dengan data-data balok terpasang. Perhitungan kekuatan eksisting bertujuan untuk mendapatkan kuat nominal balok. Kekuatan ultimit dihitung dengan gaya-gaya dalam hasil dari permodelan struktur 3D (*spaceframe*). Gaya-gaya dalam tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan beban ultimit balok(SNI 1726, 2012), (SNI 1727, 2013).

Balok yang telah dianalisis kekuatan eksisting nominal lentur dan gesernya kemudian dibandingkan gaya lentur dan gaya geser ultimitnya. Perbandingan ini memperlihatkan lokasi elemen struktur yang membutuhkan penguatan ( $M_u > \phi M_{nd}$  dan  $V_u > \phi V_n$ ). Hasil perbandingan antara kekuatan eksisting dan kekuatan ultimit balok terdapat pada Tabel 1.

Kolom

Kolom dianalisis kapasitas tekan ( $P_n$ ), momen ( $M_n$ ), dan gesernya ( $V_s$ ). Hasil dari analisis ini ialah kesimpulan perlu tidaknya penguatan kolom agar tetap dapat menahan beban rencana. Untuk analisis kekuatan kolom, dapat dilihat dari diagram interaksi P-M masing-

masing tipe kolom. Gambar 2 yang merupakan diagram interaksi P-M Kolom Tipe K1.



Gambar 2. Diagram Interaksi P-M Kolom Eksisting

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Kekuatan Balok

Tipe Balok	Kekuatan	$\phi M_n$	$M_u$	$\phi M_n - M_u$	Ket.	
B1 250/500	Momen	Tumpuan (KN.m)	57.774	102.545	-44.771	Perlu penguatan
		Lapangan (KN.m)	57.774	51.471	6.303	
	Geser (KN)	29.466	70.941	-41.475		
B2 230/400	Momen	Tumpuan (KN.m)	30.049	57.694	-27.645	Perlu penguatan
		Lapangan (KN.m)	30.049	35.249	-5.2	
	Geser (KN)	21.071	51.27	-30.199		
B1K 250/500	Momen	Tumpuan (KN.m)	57.774	118.915	-61.1410	Perlu penguatan
		Lapangan (KN.m)	57.774	62.718	-4.9440	
	Geser (KN)	29.466	125.62	-96.1540		
B2K 230/400	Momen	Tumpuan (KN.m)	30.049	50.715	-20.6660	Perlu penguatan
		Lapangan (KN.m)	30.049	18.796	11.2530	
	Geser (KN)	21.071	36.659	-15.588		
BR 150/150	Momen	Tumpuan (KN.m)	2.725	1.921	0.804	Aman
		Lapangan (KN.m)	2.725	0.652	2.073	
	Geser (KN)	3.898	2.019	1.879		
BA 200/350	Momen	Tumpuan (KN.m)	21.324	7.972	13.352	Aman
		Lapangan (KN.m)	21.324	16.498	4.826	
	Geser (KN)	15.698	15.213	0.485		

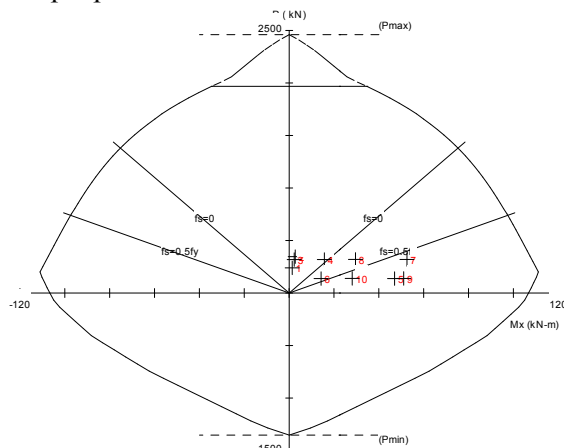
*Concrete Jacketing*

*Concrete jacketing* dapat meningkatkan kekuatan lentur, geser, maupun aksial dan paling mungkin diaplikasikan pada struktur bangunan yang dianalisis. Tabel 2 merupakan tabel rekapitulasi hasil perhitungan kekuatan lentur dan geser pada balok setelah diberi penguatan dengan *concrete jacketing*. Dengan penambahan dimensi pada balok menjadi 300/550 mm disemua tipe balok dan mutu beton dinaikkan menjadif'c 25 MPa.

Tabel 2. Rekapitulasi Kekuatan Balok Setelah Diberi Penguatan *Concrete Jacketing*

Balok Eksisting	Balok Concrete Jacketing	Kekuatan	DMn	Mu	DMn - Mu	Satuan	Ket.	
B1 250/500	B1 300/550	Momen	Tumpuan	120.127	102.545	17.583	KNm	Aman
			Lapangan	91.313	51.471	39.842	KNm	
		Geser	138.370	70.941	67.429	KN		
B2 230/400	B2 300/550	Momen	Tumpuan	91.313	57.694	33.619	KNm	Aman
			Lapangan	91.313	35.249	56.064	KNm	
		Geser	104.651	54.920	49.731	KN		
B1K 250/500	B1K 300/550	Momen	Tumpuan	147.165	118.915	28.249	KNm	Aman
			Lapangan	90.734	32.718	58.015	KNm	
		Geser	270.593	125.621	144.972	KN		
B2K 230/400	B2K 300/550	Momen	Tumpuan	91.313	57.694	33.619	KNm	Aman
			Lapangan	91.313	35.249	56.064	KNm	
		Geser	104.651	54.920	49.731	KN		

Kolom tipe K1, K2, dan KP pada lantai 1 setelah dilakukan penguatan dengan penambahan dimensi menjadi 300/300 mm dan mutu beton di naikan menjadi f'c 25 MPa dinyatakan mampu menahan kombinasi lentur-tekan akibat beban rencana. Hal ini ditandai dengan letak semua kombinasi Pu-Mu masih berada didalam batas aman Pn-Mn yang mampu ditahan oleh kolom setelah diberi penguatan *concrete jacketing* yang terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Interaksi P-M Setelah Diberi Penguatan *Concrete Jacketing*

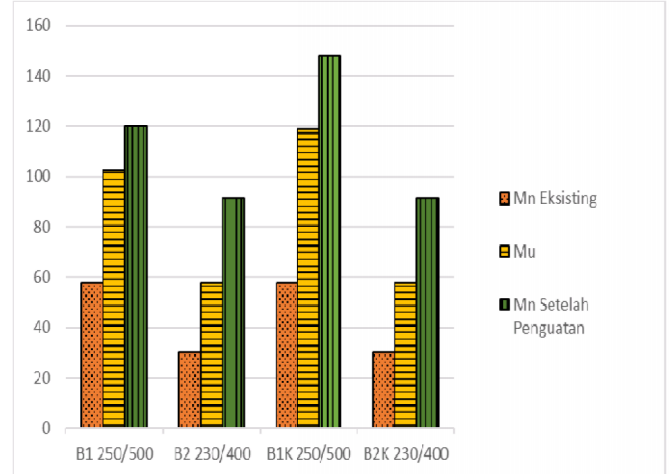
Setelah struktur dianalisis didapatkan luas tulangan pada elemen struktur yang telah dilakukan penguatan *concrete jacketing* yang terdapat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi *Schedule* Tulangan Balok Setelah Diberi Penguatan *Concrete Jacketing*

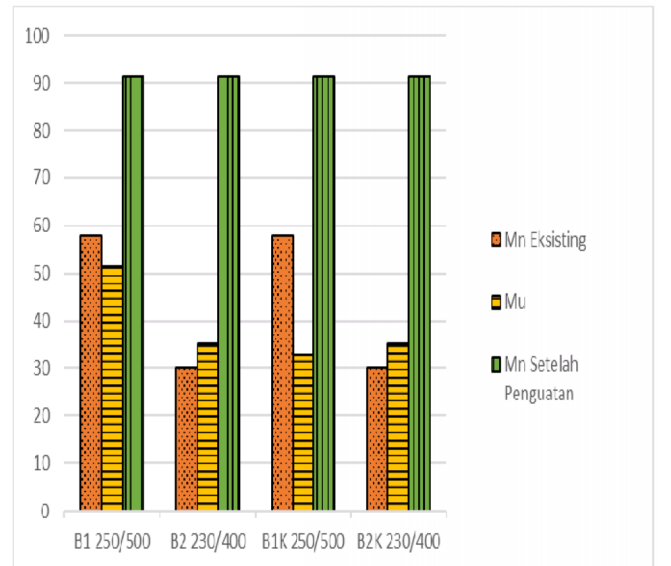
Tipe Balok	Deskripsi	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
B1 300/550	Penampang			
	Tulangan Atas	4D16	3D16	4D16
	Tulangan Bawah	3D16	3D16	3D16
	Sengkang	2Ø10 - 100	2Ø10 - 200	2Ø10 - 100
B2 300/550	Penampang			
	Tulangan Atas	3D13	3D13	3D13
	Tulangan Bawah	3D13	3D13	3D13
	Sengkang	2Ø10 - 100	2Ø10 - 200	2Ø10 - 100
B1K 300/550	Penampang			-
	Tulangan Atas	5D16	3D16	-
	Tulangan Bawah	3D16	3D16	-
	Sengkang	2D13 - 100	2D13 - 200	-
B2K 300/550	Penampang			-
	Tulangan Atas	3D16	3D16	-
	Tulangan Bawah	3D16	3D16	-
	Sengkang	3D16	3D16	-

Tabel 4. Rekapitulasi Schedule Tulangan Kolom Lantai 1 Setelah Diberi Penguatan *Concrete Jacketing*

Tipe Balok	Deskripsi	Tumpuan	Lapangan
K1	Penampang		
	Tulangan Utama	16D16	
	Senggang	2D13-90	2D13-90
K2	Penampang		
	Tulangan Utama	16D16	
	Senggang	2D13-90	2D13-90
KP	Penampang		
	Tulangan Utama	16D16	
	Senggang	2D13-90	2D13-90



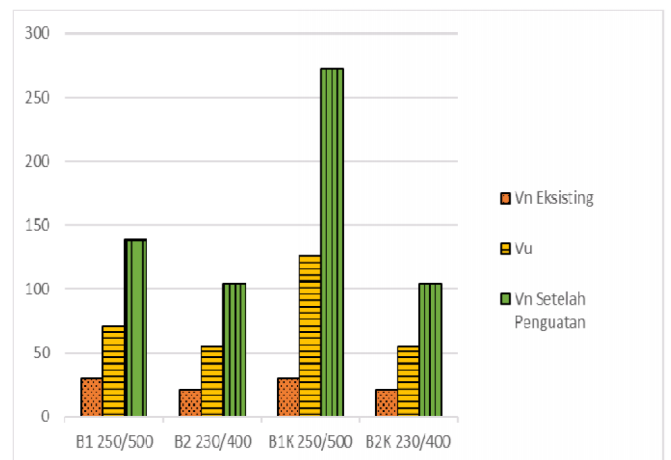
Gambar 4. Pembandingan Momen Pada Tumpuan Balok



Gambar 5. Pembandingan Momen Pada Lapangan Balok

Pembahasan

Menurut hasil perhitungan struktur balok setelah diperkuat dengan *concrete jacketing* pada Tabel 2 dimensi balok diperbesar menjadi 300/550 mm di setiap tipe balok dengan kekuatan lentur naik rata-rata sebesar 149.493% dan kekuatan geser naik rata-rata sebesar 496.814% untuk setiap tipe balok yang dilakukan penguatan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan lentur pada balok setelah ditambah penguatan dengan *Concrete Jacketing* ditunjukkan pada grafik Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 6. Pembandingan Gaya Geser Balok

Berdasarkan hasil analisis kekuatan kolom K1, K2, KP setelah diberikan penguatan dengan penambahan dimensi menjadi 300/300 mm, diperoleh hasil diagram P-M yang menunjukkan bahwa seluruh kolom yang telah dilakukan penguatan, kekuatannya meningkat dan dapat dikatakan desain kekuatan struktur kolom setelah diberi penguatan *concrete jacketing* aman.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut (1) Balok dengan tipe B1 250/500 mm, B2 230/400 mm, B1K 250/500 mm, B2K230/400 mm dan kolom dengan tipe K1 250/250 mm, K2 200/200 mm, KP 150/150 mm pada lantai 1 menunjukkan bahwa struktur tersebut tidak mampu menahan beban-beban yang bekerja. (2) *Concrete Jacketing* paling mungkin dilaksanakan karena kemudahan dalam pelaksanaannya (tidak memerlukan pekerja khusus pada pelaksanaannya) dan biayanya yang murah. Setelah balok dan kolom diberi penguatan *Concrete Jacketing* menunjukkan bahwa balok dan kolom aman. Kuat nominal balok setelah diberi penguatan terjadi kenaikan lentur sebesar 149.493% dan kenaikan geser sebesar 496.814%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chairunnisa & Khatimi. (2016). Identifikasi Kerusakan dan Alternatif Perbaikan Pada Konstruksi Struktur Beton Bertulang.
- Christiawan, I. (2009). Perkuatan (Strengthening) Struktur Beton Dengan Fiber Reinforced Polymer (FRP).
- Cintya. (2017). Evaluasi dan analisis perkuatan bangunan yang bertambah jumlah tingkatnya, *5*(9), 591–602.
- Kati, R. A. Y. R. (2016). Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Perkuatan Geser Menggunakan Lembaran FRP.
- Nawy. (1998). Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar.
- Rosyidah, A., Rinawati, Wiratenaya, D., & Pattisia, A. (2010). Perkuatan Struktur pada Bangunan Rumah Tinggal 3 Lantai. *Politeknologi*, *9*(1), 8–21. Retrieved from <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/politeknologi>
- SNI 03-2847. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia.
- SNI 1726. (2012). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia.
- SNI 1727. (2013). *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia.
- Soenaryo, A., Taufik, M. H., & Siswanto, H. (2009). Perbaikan Kolom Beton Bertulang Menggunakan Concrete Jacketing dengan Prosentase Beban Runtuh yang Bervariasi. *JURNAL REKAYASA SIPIL*, *3*(2), 91–100.
- Sumajouw, M. D. J., Windah, R. S., Teknik, F., Sipil, J., Sam, U., & Manado, R. (2015). Pengaruh kuat tekan terhadap kuat lentur balok beton bertulang, *3*(5), 341–350.