

Perkuatan Pelat Lantai Beton Bertulang Menggunakan Baja Ringan Dan Sikadur Cf-31

Indriyani Puluhulawa¹, Alamsyah²

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis
indriyani_p@polbeng.ac.id¹, alamsyah@polbeng.ac.id²

Abstract

Nowaday, it is often found that several building structures have not reached the planned age due to structural damage such as spalling on the structural element. The method that can be used to solve this problem is known as strengthening. In this study an alternative strengthened was carried out by adding a cold formed steel glued with Epoxy Sikadur CF-31 which functions as a shear against. The sample used was three samples of reinforced concrete slabs with a size of 120x450x1450 mm. One plate as a control plate (PK) and the other two as strengthened plates with epoxy (PPE-1 and PPE-2). The test results are then compared with theoretical analysis based on SNI 03-2847-2002. The static load given was a one point load in the middle of the span. The results of flexural testing show increased flexural capacity and increased stiffness in PPE-1 and PPE-2 compared to PK. The flexural capacity achieved was lower than planned due to failure on the Sikadur CF-31 adhesive. However, the addition of cold formed steel with Sikadur adhesive gives a positive value to the strengthened.

Keywords: cold formed steel, Sikadur CF-31, strengthened plates

1. PENDAHULUAN

Salah satu masalah bidang pembangunan yang sering terjadi khususnya Di pulau Bengkalis adalah susah mendapatkan mutu beton yang sama dengan mutu yang direncanakan, karena tidak tersedianya sumber material, atau material yang tersedia selalu berubah-ubah sumbernya baik itu dari sungai di luar pulau, maupun dari laut diluar pulau Bengkalis. Hal ini dapat menyebabkan tidak tercapainya mutu beton rencana sehingga dapat menurunkan kekuatan struktur bangunan. Akibatnya sering kita jumpai beberapa bangunan yang belum mencapai umur rencana, pada salah satu elemen strukturnya terjadi *spalling* (terkelupasnya bagian selimut beton).

Metode yang bisa dipakai untuk mengatasi masalah struktur tersebut dikenal dengan perkuatan struktur. Ada beberapa perkuatan yang dapat diaplikasikan khususnya pada pelat lantai beton bertulang. Mulai dari penggunaan Carbon Fiber-Reinfoced Polimer (CFRP) sampai dengan penambahan dimensi pelat lantai dan tulangan baja pada bagian bawah pelat lantai. Tetapi Metode ini sangat menyulitkan dalam aplikasi di lapangan, membutuhkan keahlian khusus dan membutuhkan biaya yang cukup mahal. Sehingga akan dicoba alternatif perkuatan dengan menambahkan profil baja ringan yang direkatkan dengan Epoxy Sikadur CF-31 yang sekaligus berfungsi sebagai penyedia geser.

Seperti yang kita ketahui bahwa baja ringan memiliki kuat tarik yang hampir sama dengan kuat tarik baja. Tegangan leleh baja ringan mencapai 542,8 Mpa dan tegangan maksimum mencapai 544,01 Mpa (Sherly A.R, dan Donny. F.R, 2015). Selain itu Mobilisasi baja ringan pun sangat mudah dan metode pelaksanaannya dapat dikerjakan dengan mudah. Sehingga perkuatan dengan penambahan profil baja ringan pada bagian bawah pelat lantai beton bertulang diharapkan mampu meningkatkan kapasitas dari pelat beton bertulang dalam menahan beban.

Sikadur CF-31 merupakan perekat epoxy struktur yang memiliki kegunaan sebagai perekat dan perbaikan struktur pada elemen beton, baja, besi, aluminium dan material lainnya. Adapun beberapa keuntungan menggunakan bahan ini yaitu:

- a. Mudah dicampur dan diaplikasikan
- b. Cocok untuk permukaan beton yang kering dan lembab
- c. Kerekatan yang sangat baik kehampir semua material konstruksi
- d. Kuat rekat yang tinggi

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja Ringan (*Cold Formed*)

Baja batangan yang memiliki bentuk-bentuk penampang profil yang kompak dan seragam sepanjang batang dan pada permukaannya dapat diberikan lekukan atau tidak, digunakan untuk rangka atap, rangka dinding, dan rangka lantai yang memiliki tebal nominal antara 0,4 mm s.d 1,10 mm (SNI 8399:2017).

Adapun bentuk profil ini terdiri dari 4 jenis yaitu:

- a. Profil C pada ujungnya dengan atau tanpa lipatan
- b. Profil U untuk rangka dinding
- c. Profil Z untuk rangka atap
- d. Profil topi (*hat*) harus dengan lipatan

Perkuatan pelat beton bertulang

(Hartono, 2009) melakukan penelitian mengenai perkuatan lentur pelat lantai dengan penambahan tulangan tarik dan komposit mortar. Dalam penelitiannya digunakan empat buah pelat beton bertulang, 1 buah pelat kontrol (PK), 1 buah pelat monolit (PM) dan 2 buah pelat perkuatan yaitu pelat perkuatan tanpa epoxy (PPTE) dan menggunakan perekat epoxy (PPE). Dari hasil pengujian diperoleh peningkatan kapasitas lentur untuk PPE dan PPTE masing-masing sebesar 109,015% dan 131,552% jika dibandingkan terhadap pelat kontrol (PK). Pelat PK dan PM mengalami keruntuhan lentur sedangkan pelat PPE dan PPTE mengalami kegagalan delaminasi/debonding.

(Indriyani, 2011) melakukan penelitian mengenai perkuatan pelat lantai dengan penambahan kabel baja sebagai tulangan tarik yang dikompositkan dengan self compacting mortar dan menggunakan stud sebagai penyedia geser. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan analisis teoritis berdasarkan SNI dan software Response-2000. Hasilnya terjadi penurunan kapasitas lentur pada semua benda uji pelat perkuatan dan Terjadi peningkatan kekakuan serta peningkatan nilai daktilitas dari pelat perkuatan.

3. METODE

Tahapan pelaksanaan penelitian yang bersumber dari hibah penelitian PNPB Politeknik Negeri Bengkalis tahun 2019 ini, dilaksanakan dengan beberapa tahap, diantaranya:

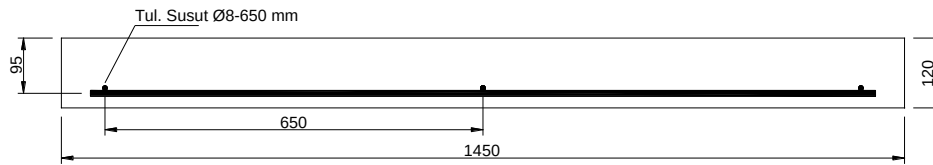
Analisis awal dan penentuan dimensi pelat

Tahap awal adalah melakukan analisis untuk menentukan berapa dimensi pelat dan jumlah tulangan yang akan digunakan pada pelat beton bertulang dengan asumsi awal adalah pembatasan beban maksimum yang mampu diberikan oleh mesin UTM.

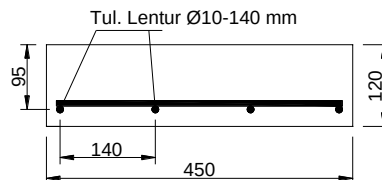
Pembuatan benda uji

Setelah dimensi dan jumlah tulangan ditentukan, selanjutnya dibuat pelat beton bertulang tanpa perkuatan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan yaitu 45x145x12 cm sebanyak 3 sampel. Pembuatan benda uji dimulai dengan perakitan dan pembuatan bekisting, setelah itu dilakukan perakitan tulangan (detail penulangan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2). Selanjutnya dilakukan pengadukan campuran beton. Beton yang digunakan adalah beton dengan mutu K250 yang komposisi campurannya sesuai dengan (Permen PUPR No.28 tahun 2016). Untuk mengetahui mutu beton, dibuat juga silinder beton sesuai dengan (SNI 1974:2011) dan dilakukan pengujian nilai slump. Perawatan benda uji pelat beton dan silinder beton dilakukan dengan menutupi pelat beton dengan menggunakan karung goni dan disiram

dengan air kurang lebih selama dua minggu agar tidak terjadi retak – retak pada beton akibat panas hidrasi dari semen.



a. Potongan memanjang



b. Potongan melintang

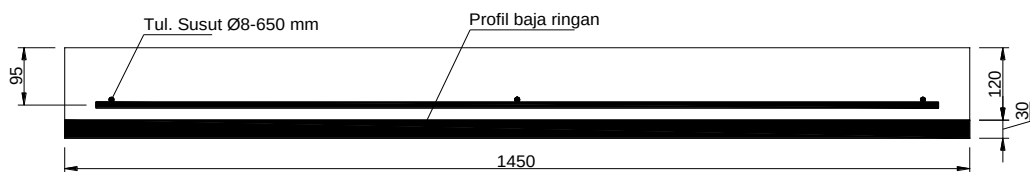
Gambar 1. Detail penulangan pelat beton bertulang setelah perkuatan



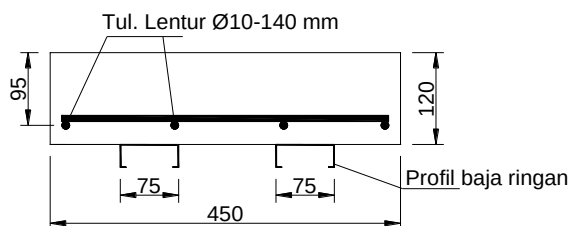
Gambar 2. Pembuatan pelat beton bertulang

Perkuatan benda uji

Dari 3 sampel pelat beton yang dibuat, 2 sampel akan diperkuat dengan penambahan baja ringan, dan 1 sampel akan difungsikan sebagai pelat control. Perkuatan benda uji dilakukan setelah umur pelat beton 28 hari, dengan memberikan tambahan 2 buah profil baja ringan dengan jarak antar profil 200 mm untuk tiap pelat pada arah longitudinal dibagian bawah pelat beton yang berfungsi sebagai tulangan tarik yang akan direkatkan menggunakan Epoxy sikadur 31-CF sebagai penyedia geser. Gambar sketsa penempatan profil baja ringan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



a. Potongan memanjang



b. Potongan melintang

Gambar 3. Detail penulangan pelat beton bertulang setelah perkuatan

Pengujian

Benda uji pelat beton diuji setelah berumur 28 hari. Untuk pengujiannya benda uji ditempatkan pada loading frame dengan tumpuan sendi rol pada kedua ujungnya. Bentang bersih pelat 1350 mm, dan dibebani simetris pada titik – titik sejauh 675 mm dari masing – masing tumpuan pada bagian tengah dan diharapkan akan terjadi lentur murni. Pembebanan dilakukan dengan bantuan Hydraulic jack yang dilengkapi dengan indikator pembacaan beban pada manometer yang terpasang, pembebanan dilakukan secara bertahap dengan interval kenaikan sebesar 1 kN. Pengujian ini dilakukan hingga pelat runtuh dan indikator pembacaan beban sudah mencapai beban maksimum. Setting alat dan pembebanan dari benda uji pelat dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Setting Up pengujian lentur untuk pelat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Properties material penyusun

Pengujian properties material agregat penyusun beton dan baja ringan meliputi pengujian analisa saringan agregat, pengujian kadar air, kadar lumpur, berat jenis, MHB, dan pengujian tarik baja untuk tulangan pelat dan baja ringan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil pengujian properties material

No	Jenis Pengujian	Hasil	
1	Zona pasir	II	
2	Kadar air (%)	2,197	
3	Agregat Halus	Kadar lumpur (%)	1,26
4		Berat Jenis kondisi SSD	2,55
5		Penyerapan air (%)	1,225
6		Modulus Halus Butir (MHB)	2,613
7	Ukuran Granit	Maksimum 20	
8	Kadar air (%)	0,629	
9	Agregat Kasar	Kadar lumpur (%)	0,84
10		Berat Jenis kondisi SSD	2,606
11		Penyerapan air (%)	0,583
12		Modulus Halus Butir (MHB)	6,39
13	Tarik baja tulangan polos 10 mm fy (Mpa)	370,22	
14	Tarik Baja ringan	Tegangan leleh fy (Mpa)	550
15		Regangan leleh	0,00275
16	Kuat tekan beton f'c (Mpa)	18,45	

Dari Tabel 1 diketahui bahwa nilai tegangan leleh tulangan 10 mm sebesar 370,22 mpa, tegangan leleh baja ringan sebesar 550 mpa dan kuat tekan beton f'_c 18,45 mpa. Nilai ini yang kemudian di pakai untuk menganalisis kapasitas pelat beton, baik untuk pelat kontrol maupun pelat perkuatan.

Analisis teoritis

Analisis teoritis yang dilakukan berdasarkan (SNI 2847:2013) dengan menggunakan data-data hasil pengujian properties material seperti kuat tekan rata-rata beton f'_c 18,45 mpa, tegangan leleh rata-rata baja 370,22 mpa dan tegangan leleh baja ringan 550 mpa. Yang kemudian dianalisis kapasitas beban dan lendutan yang akan terjadi. beban dan lendutan ini di jadikan acuan untuk pelaksanaan pengujian lentur pelat kontrol dan pelat perkuatan. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Analisa Teoritis

	Pelat Kontrol (PK)	Pelat Perkuatan Epoxy 1 (PPE-1)	Pelat Perkuatan Epoxy 2 (PPE-2)
<i>Firts crack</i>	9,62	9,62	9,62
leleh	18,38		
Ultimit	31,62	69,88	69,88

Dari Tabel 2 diketahui bahwa dengan penambahan baja ringan pada pelat beton sebagai perkuatan, terjadi peningkatan kapasitas beban yang mampu ditahan pelat perkuatan mencapai 2x lipat dari pelat kontrolnya. Dari beban maksimum pelat kontrol sebesar 31,62 kN meningkat pada pelat perkuatan menjadi 69,88 kN.

Eksperimental lentur pelat

Hasil pengujian kuat lentur pelat kontrol maupun pelat perkuatan dengan Epoxy dapat dilihat pada Tabel 3. Hubungan beban dan lendutan hasil pengujian ke tiga sampel tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

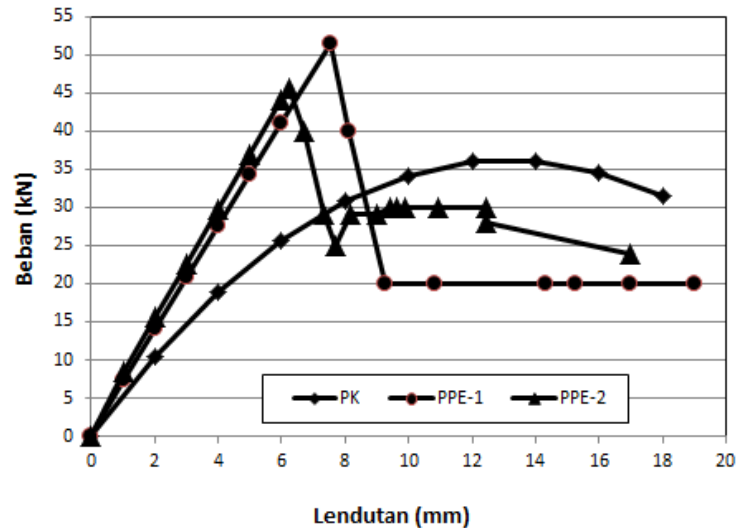
Dari Tabel 3 dan Gambar 5 diketahui bahwa beban pada saat terjadi retak pertama untuk pelat perkuatan PPE 1 dan PPE 2 adalah sama yaitu 15 kN. Nilai ini lebih besar dibanding dengan yang terjadi pada pelat kontrol yaitu sebesar 10 kN. Begitu juga dengan beban pada saat lendutan ijin L/250 dan kapasitas maksimum yang mampu ditahan oleh semua pelat. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kapasitas beban yang mampu ditahan oleh pelat beton bertulang yang diperkuat dengan baja ringan dan perekat Sikadur CF-31.

Lendutan pada beban maksimum yang terjadi pada PPE-1 dan PPE-2 lebih kecil jika dibandingkan dengan lendutan pada pelat kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa perkuatan dengan baja ringan dan perekat Sikadur CF-31 dapat meningkatkan kemampuan pelat beton dalam menahan beban lentur sehingga bisa meningkatkan kekakuan dari PPE-1 dan PPE-2 menjadi 2 kali lebih besar seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian lentur Pelat

Benda Uji	Beban first crack (kN)	Beban pada lendutan ijin (kN)	Beban maksimum (kN)	Lendutan *(mm)	Kekakuan (N/mm)
Pelat Kontrol (PK)	10	23,8	35	12,18	2873,56
Pelat Perkuatan Epoxy 1 (PPE-1)	15	36,97	50	7,56	6613,76
Pelat Perkuatan Epoxy 2 (PPE-2)	15	39,73	43	6,22	6913,18

*Lendutan pada beban maksimum



Gambar 5. Grafik hubungan beban dan lendutan

Perbandingan hasil teoritis dan hasil eksperimental

Pada Tabel 4 memberikan hasil perbandingan antara hasil teoritis terhadap hasil eksperimental pengujian lentur pelat perkuatan beton bertulang menggunakan profil baja dan perekat Sikadur CF-31.

Tabel 4. Perbandingan hasil Teoritis dan hasil eksperimental

Benda Uji	Eksperimental		Teoritis		P_u/P_t
	Beban P_u (kN)	Lendutan (mm)	Beban, P_t (kN)	Lendutan (mm)	
PK	35	12,18	31,62	1,24	1,11
PPE-1	50	7,56	69,88	2,74	0,72
PPE-2	43	6,22	69,88	2,74	0,62

Besarnya beban yang mampu ditahan oleh pelat kontrol (PK) saat pengujian lentur berbeda dengan beban analisa secara teoritis. Nilai beban lentur PK saat pengujian lebih besar 11% jika di bandingkan dengan beban teoritis. Tetapi nilai beban ini tercapai setelah mengalami lendutan yang cukup besar yaitu 12,18 mm, bahkan lebih besar dari lendutan ijin yaitu $L/250$.

Untuk pelat perkuatan PPE-1 dan PPE-2, nilai beban pengujian lentur lebih kecil dari beban teoritis. hal ini disebabkan karena saat mencapai beban maksimum, Sikadur CF-31 yang berfungsi untuk merekatkan baja ringan ke pelat beton mulai terlepas dari baja ringan, sehingga menyebabkan profil baja ringan terlepas sebagian dari pelat beton (lihat Gambar 6), akibatnya beban yang mampu ditahan pelat perkuatan turun secara drastis seperti yang terlihat pada kurva hubungan beban dan lendutan pada Gambar 5.



Gambar 6. Kondisi pelat perkuatan setelah pengujian lentur

Retak pertama terjadi pada pelat kontrol pada beban 10 kN dengan lebar retak selebar 0,1 mm. Seiring dengan pertambahan beban mencapai 18 kN lebar retak mencapai 0,41 mm. Kemudian retak terus menjalar menuju arah beban hingga mengalami keruntuhan seperti yang terlihat pada Gambar 7.

Pada pelat perkuatan PPE-1 dan PPE-2, retak pertama terjadi pada beban 15 kN di tengah bentang dengan lebar retak masing-masing sebesar 0,06 mm dan 0,05 mm. Seiring dengan pertambahan beban, retak rambut terlihat menyebar pada bagian bawah tengah bentang. Pada PPE-2 lebar retak membesar menjadi 0,1 mm pada beban 27 kN, pada saat mencapai beban 40 kN mulai terlihat retakan pada perekat Sikadur. Dan pada saat mencapai beban maksimum 50 kN untuk PPE-1 dan 43 kN untuk PPE-2, baja ringan terlepas dari pelat beton yang dimulai dari ujung pelat ke tengah bentang yang kemudian diikuti dengan penurunan beban secara tiba-tiba. Atau dengan kata lain beban maksimum yang terjadi adalah beban karena adanya kegagalan pada perekat Sikadur CF-31, bukan beban maksimum yang mampu ditahan pelat perkuatan.

Terlepasnya rekatan baja ringan dengan pelat beton ini kemungkinan karena Sikadur CF-31 tidak mampu menahan beban geser yang terjadi ketika mencapai beban maksimum, terlihat dari arah terlepasnya baja ringan yaitu dari ujung pelat menuju tengah bentang.



Gambar 7. Pola retak pelat PK, PPE-1 dan PPE-2

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang ada, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

- Terjadi peningkatan beban lentur yang mampu ditahan oleh pelat perkuatan PPE-1 dan PPE-2 jika dibandingkan dengan pelat kontrol PK.
- Terjadi peningkatan kekakuan pada pelat perkuatan PPE-1 dan PPE-2 yang ditandai dengan lebih kecilnya lendutan yang terjadi jika dibandingkan dengan pelat kontrol.

- c. Keruntuhan pelat perkuatan terjadi karena adanya kegagalan pada perekat Sikadur CF-31.

Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kapasitas geser maksimum yang mampu diberikan Sikadur CF-31 jika direkatkan pada baja ringan maupun beton. Sehingga tidak terjadi keruntuhan akibat kegagalan perekat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, Profil Rangka Baja Ringan (SNI 8399:2017), BSN, Jakarta.
- Anonim, 2011, SNI 1974:2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, BSN, Jakarta.
- Anonim, 2013, SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, BSN, Jakarta.
- Anonim, 2016, Permen PU No.28 tahun 2016, Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Hartono, J, 2009, Perkuatan Lentur Pelat Lantai Tampang Persegi dengan Penambahan Tulangan Tarik dan Komposit Mortar, Tesis Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Indriyani, P., Djoko, S., 2011, *Perkuatan Lentur Pelat Lantai Beton Bertulang Dengan Menggunakan Kabel Baja Dan Mortar*, diakses tanggal 24 September 2019, <https://repository.ugm.ac.id/90277/>.
- Sherly, A.R., Donny, F.M., 2015, Analisa perbandingan rangka atap baja ringan dengan rangka atap kayu terhadap mutu, biaya dan waktu. Jurnal Fropil Vol.3 No.2 Hal.116-130. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung.