

IMPLEMENTASI *FERROCEMENT CURVED SLAB* TERHADAP DAKTILITAS

NorHidayati

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara

Email: norhida@unisnu.ac.id

Abstrak: *Ferrocement* adalah jenis dinding tipis beton bertulang umumnya terbuat dari adukan semen hidrolik diperkuat dengan *wiremesh*. *ferrocement* sebagai beton mortar dengan perkuatan *wiremesh*. Elemen *ferrocement* umumnya lebih ulet karena terdapat penguatan terdistribusi secara seragam. *Ferrocement curved slab* bisa digunakan sebagai struktur jembatan bentang pendek, atap gedung, dinding penahan tanah dan struktur lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kelengkungan pada *ferrocement*, menganalisis hubungan beban perpindahan dan mengetahui daktilitas *ferrocement*. *Ferrocement curved slab* akan ditinjau dengan tiga variasi yaitu dengan diameter 1,5 m dengan sudut 42°, diameter 2,0 m dengan sudut 30° dan diameter 3,0 m dengan sudut 19°. Ukuran benda uji *ferrocement curved slab* yaitu 1000 x 1000 x 25 mm. Hasil eksperimen menunjukkan beban *ferrocement cured slab* dengan kelengkungan 42° memiliki “daktilitas” yang lebih besar dibanding *ferrocement curved slab* dengan kelengkungan 30° dan 19°. menunjukkan bahwa semakin besar sudut kelengkungan maka semakin besar beban yang dibutuhkan untuk membuat retak pertama pada *ferrocement curved slab*.

Kata kunci: *Ferrocement curved slab*, daktilitas, *shell*, *wire mesh*

Abstrack: *Ferrocement* is a type of thin wall reinforced concrete generally made of hydraulic cement mortar reinforced with *wiremesh*. *ferrocement* as mortar concrete with *wiremesh* reinforcement. *Ferrocement* elements are generally more ductile because there is a uniformly distributed reinforcement. *Ferrocement curved slab* can be used as short span bridge structures, building roofs, retaining walls and other structures. The purpose of this study was to determine the effect of curvature on the *ferrocement*, analyze the load-displacement relationship and determine the ductility of the *ferrocement*. *Ferrocement curved slab* will be reviewed with three variations, namely with a diameter of 1.5 m with an angle of 42°, a diameter of 2.0 m with an angle of 30° and a diameter of 3.0 m with an angle of 19°. The size of the *ferrocement curved slab* test object is 1000 x 1000 x 25 mm. The experimental results show that the *ferrocement cured slab* with a curvature of 42° has greater “ductility” than a *ferrocement curved slab* with a curvature of 30° and 19°. shows that the greater the angle of curvature, the greater the load required to make the first crack in the *ferrocement curved slab*.

Keywords: *Ferrocement curved slab*, ductility, *shell*, *wire mesh*

PENDAHULUAN

Teknologi konstruksi mengalami perkembangan yang sangat pesat dengan memunculkan ide baru agar struktur lebih cepat dalam pengaplikasian dan ekonomis sesuai dengan fungsinya. *Ferrocement* adalah jenis dinding tipis beton bertulang

dibuat dari adukan semen hidrolik dan diperkuat lapisan kawat anyaman atau biasa yang disebut dengan *wire mesh* Hal itu dikemukakan oleh [1][2]. Selain itu *ferrocement* juga dapat digunakan untuk mengganti elemen yang terbuat dari kayu

ataupun baja karena dapat dibuat dalam bentuk beranekaragam [3].

ferrocement memiliki kuat tarik yang besar pada rasio berat jenisnya dan sangat cocok dalam struktur tahan gempa [4]. Ketika jarak spasi *wiremesh* semakin kecil maka, daktilitas yang terjadi semakin baik [5].

Ferrocement dapat dibangun dengan tenaga kerja yang minim dan memanfaatkan bahan dengan Maksimal dengan kemudahan dalam pengerjaan, bahan mudah didapatkan dan kebutuhan bahan yang dipakai relative lebih sedikit [6]. Selain itu kelebihan dari *Ferrocement* yaitu memiliki ketahanan terhadap beban impact yang tinggi, awet dan kedap air [7].

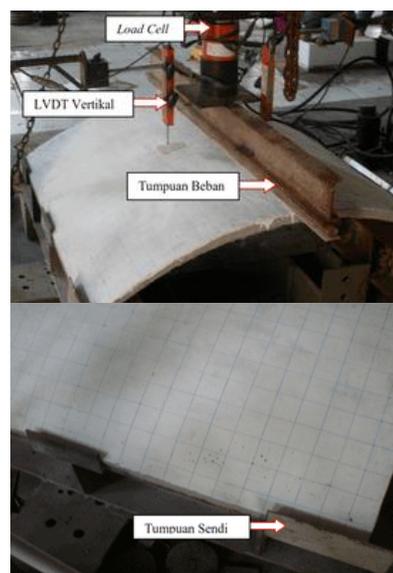
Ferrocement adalah jenis dinding tipis beton bertulang yang umumnya terbuat dari adukan semen hidrolis dan diperkuat dengan *wiremesh*. Oleh karena itu Penelitian ini diperlukan pengkajian pada pengaruh kelengkungan *ferrocement*, perilaku ku hubungan beban – perpindahan *ferrocement curved slab* terhadap pembebanan dan daktilitas *ferrocement* dengan variasi kelengkungan.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dimulai dengan beberapa tahapan yang perlu dijelaskan lebih lanjut. Secara garis besar metodologi penelitian *ferrocement curved slab* dimulai dengan studi literatur terhadap *ferrocement*. Setelah didapatkan data dan bahan yang cukup kemudian dilakukan pengujian tarik pada *wiremesh* yang akan digunakan. Pembuatan benda uji sesuai dengan penelitian yang ditinjau yaitu tiga buah *ferrocement curved slab* dengan kelengkungan yang berbeda. Analisa struktur menggunakan software SAP2000

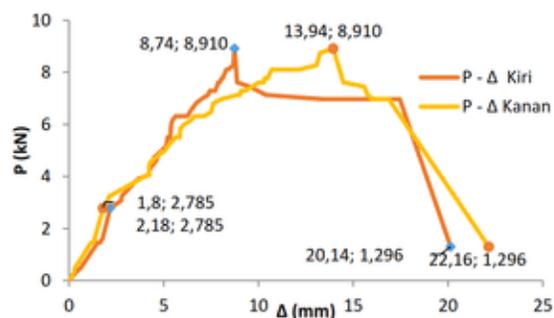
perlu dilakukan untuk membandingkan dan melengkapi data pengujian. *Set – up* pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Metodologi penelitian secara ringkas disajikan pada diagram alir (*flow chart*) pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN Pengujian *Ferrocement Curved Slab*



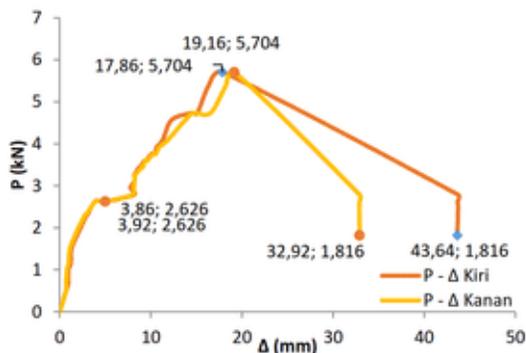
Gambar 1. Pengujian *ferrocement curved slab*

Perilaku *Ferrocement Curved Slab* Sebelum Retak



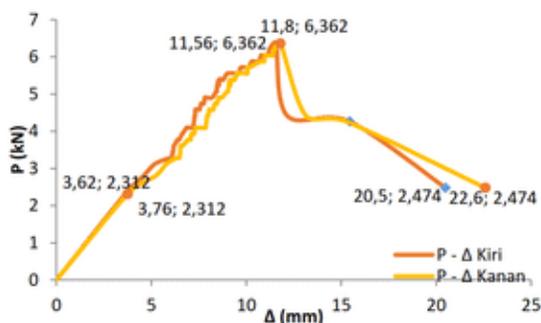
Gambar 2. Hubungan P - Δ kanan dan kiri pada kelengkungan 42°

Retak pertama diamati secara visual terjadi saat pembebanan menunjukkan angka 2,785 kN. Ketika menggunakan analisis FEM SAP2000 retak pertama terjadi saat pembebanan 2,35 kN. Lendutan yang terjadi saat retak pertama pada LVDT bagian kanan sebesar 1,8 mm dan kiri sebesar 2,18 mm.



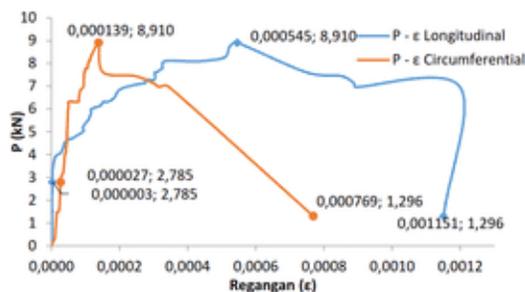
Gambar 3. Hubungan P - Δ kanan dan kiri pada kelengkungan 30°

Retak pertama terjadi saat pembebanan menunjukkan angka 2,626 kN yang dapat diamati melalui data logger. Tegangan yang dihasilkan dari analisis FEM SAP2000 menunjukkan bahwa retak pertama terjadi saat pembebanan 2,61 kN. Lendutan rata – rata yang terjadi saat retak pertama sebesar 3,89 mm.



Gambar 4. Hubungan P - Δ kanan dan kiri pada kelengkungan 19°

retak pertama saat pembebanan menunjukkan angka 2,312 kN Retak pertama menurut analisis FEM SAP2000 menunjukkan angka 2,37 kN. Lendutan saat retak pertama yang terbaca pada LVDT kanan sebesar 3,76 mm dan LVDT kiri sebesar 3,62 mm



Gambar 5. Hubungan beban – regangan pada kelengkungan 42°

Retak pertama terjadi saat mencapai beban 2,785 kN dengan regangan arah *circumferential* sebesar 0,0000269 dan arah *longitudinal* sebesar 0,0000285.

Pada lengkungan 30° retak pertama saat beban 2,626 kN. Sebelum retak pertama, terjadi perbedaan antara regangan *longitudinal* dan *circumferential*. Hal ini disebabkan regangan *longitudinal* (0,0000547) lebih dominan menerima beban daripada arah *circumferential* (0,0000476). *Wire mesh* arah *longitudinal* memiliki regangan lebih besar dibanding arah *circumferential* karena *wire mesh* arah *longitudinal* meregang ke arah luar atau ke arah tumpuan seperti pada gambar 7.



Gambar 6. Deformasi pada ferrocement curved slab

Hubungan beban dan regangan pada lengkungan 19° Saat retak pertama dengan kondisi saat awal pembebanan hingga retak pertama pembebanan mencapai 2,312 kN.

Tabel 1. Perbandingan lendutan retak pertama

Spesimen	Retak Pertama	
	Beban Pcr (kN)	Lendutan Δcr (mm)
D.1,5 – α42°	2,785	1,99
D.2,0 – α30°	2,626	3,89
D.3,0 – α19°	2,312	3,69

Kekakuan struktur dari masing – masing spesimen apat dilihat bahwa perbedaan signifikan terjadi pada masing – masing 233pecimen dengan nilai kekakuan (K) tertentu.

Tabel 2. Perbandingan lendutan retak pertama

Spesimen	Pcr (kN)	Δcr (mm)	$k = \frac{P_{cr}}{\Delta_{cr}}$
D.1,5 – α42°	2,785	1,99	1,399
D.2,0 – α30°	2,626	3,89	0,675
D.3,0 – α19°	2,312	3,69	0,626

Pengaruh Kelengkungan Pada Perilaku Ferrocement Curved Slab

Tegangan dianalisa menggunakan analisa FEM (SAP2000) dengan memasukkan beban sebesar 2 kN pada masing – masing kelengkungan. Sehingga, dihasilkan tegangan tarik (σi).

Tabel 3. Perbandingan tegangan tarik (σi) saat P = 2 kN

Spesimen	σi (MPa)
D.1,5 – α42°	1,437
D.2,0 – α30°	1,246
D.3,0 – α19°	1,182

dapat diketahui bahwa semakin besar sudut kelengkungan maka, semakin besar kekuatan beban saat retak pertama. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan beban retak pertama eksperimen (Pcr)

Spesimen	Pcr (kN)
D.1,5 – α42°	2,785
D.2,0 – α30°	2,626
D.3,0 – α19°	2,312

Tabel 5. Perbandingan tegangan tarik saat retak pertama (σcr)

Spesimen	σcr (MPa)
D.1,5 – α42°	2,785
D.2,0 – α30°	2,626
D.3,0 – α19°	2,312
Rata - rata	1,682

Pendekatan Analitis Pada Perilaku Ferrocement Curved Slab

Tabel 6. Faktor koreksi tegangan tarik (σi)

Spesimen	σi (analitis)	σi (FEM)	αi = 2/1
	1	2	
D.1,5 – α42°	1,536	1,448	0,941
D.2,0 – α30°	1,358	1,249	0,955
D.3,0 – α19°	1,249	1,188	0,951
Rata – Rata Faktor Koreksi (α)			0,95

Tabel 7. Perbandingan beban retak pertama (Pcr) eksperimen dan analisis

Spesimen	Pcr eksp. (kN)	Pcr analisis (kN)
D.1,5 – α42°	2,785	2,643
D.2,0 – α30°	2,626	2,495
D.3,0 – α19°	2,312	2,196

Perilaku Ferrocement Curved Slab Setelah Retak

Lendutan yang terjadi pada ferrocement curved slab diameter 1,5 m dengan kelengkungan 42° Retak pertama terjadi saat pembebanan menunjukkan angka 2,785 kN. Pembebanan mengalami kenaikan sampai kondisi ultimate saat beban mencapai 8,91 kN.

Lendutan yang terjadi pada *ferrocement curved slab* diameter 2,0 m dengan kelengkungan 30° Beban *ultimate* mencapai 5,704 kN dengan rata – rata lendutan sebesar 18,51 mm. Setelah mencapai beban maksimum maka *ferrocement curved slab* langsung hancur dengan penurunan beban mencapai 82%. Saat terjadi penurunan beban mencapai 1,816 kN.

Lendutan yang terjadi pada *ferrocement curved slab* diameter 3,0 m dengan kelengkungan 19° Lendutan rata – rata yang terjadi saat retak pertama adalah 3,69 mm. Pembebanan dinaikkan sampai kondisi *ultimate* yaitu saat beban mencapai 6,362 kN dengan lendutan rata – rata sebesar 11,68 mm.

Daktilitas Ferrocement Curved Slab

Daktilitas adalah perbandingan titik putus (Δu) dengan titik leleh (Δy). Untuk lengkungan 42° titik putus (Δu) sebesar 24,25 dengan titik leleh (Δy) 15,45.

Untuk lengkungan 30° titik putus (Δu) sebesar 25,51 dengan titik leleh (Δy) 18,5.

Untuk lengkungan 19° titik putus (Δu) sebesar 15,3 dengan titik leleh (Δy) 15,3.

Tabel 8. Perbandingan lendutan retak pertama

Spesimen	$\mu = \frac{\Delta u}{\Delta y}$
D.1,5 – $\alpha 42^\circ$	1,570
D.1,5 – $\alpha 30^\circ$	1,379
D.1,5 – $\alpha 19^\circ$	1,000

KESIMPULAN

1. Semakin besar sudut kelengkungan maka, semakin besar beban yang dibutuhkan untuk membuat retak pertama pada *ferrocement curved slab*.
2. Tegangan tarik yang dihasilkan dari analisis FEM (SAP2000) menunjukkan bahwa untuk beban P yang sama,

- semakin kecil sudut kelengkungan maka semakin kecil tegangan yang dihasilkan.
3. Tegangan tarik pada balok lengkung lebih besar dibandingkan tegangan tarik dari analisis FEM dengan perbandingan 0,95. Nilai perbandingan tersebut dihasilkan dari tegangan tarik analisis FEM dibagi dengan tegangan tarik pada balok lengkung.
 4. Hasil eksperimen menunjukkan beban *ferrocement cured slab* dengan kelengkungan 42° masih memberikan deformasi yang besar setelah mencapai beban maksimum. Perilaku ini berbeda dengan *ferrocement curved slab* kelengkungan 30° dan 19°. Sehingga, *ferrocement curved slab* dengan kelengkungan 42° memiliki “daktilitas” yang lebih besar dibanding *ferrocement curved slab* dengan kelengkungan 30° dan 19°.
 5. Kelengkungan 42° memiliki 2 kali lipat kekakuan struktur yang lebih baik dibanding kelengkungan 30° dan 19°.
 6. Kegagalan *ferrocement curved slab* yang menerima beban terpusat atau garis didominasi oleh retak lentur.
 7. Pada pengujian *ferrocement curved slab* saat mencapai beban *ultimate*, *wire mesh dalam* keadaan belum leleh karena regangan yang terjadi lebih kecil dari regangan saat *wire mesh* leleh.
 8. Tegangan – regangan yang dihasilkan dari eksperimen dan SAP2000 pada kelengkungan 42° memiliki nilai tegangan terbesar untuk beban P yang sama yang mengindikasikan bahwa kelengkungan 42° lebih stabil menerima beban yang bekerja

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rahman, A., Bachtiar, G., & Sr, D. (2013). Studi Kuat Lentur Pelat Ferrocement Dengan Lapisan

- Lembaran Aluminium Sebagai Bekisting Tetap Pada Material Pelat Lantai Bangunan Bertingkat. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v8i1.8103>.
- [2] Isma, F., & Ismatullah, A. (2018). PENGARUH VARIASI TEBAL SAYAP TERHADAP BALOK PROFIL KANAL (C) FERROFOAM CONCRETE DENGAN PENAMBAHAN. *Jurnal Ilmiah JURUTERA*, 5(2), 13–20.
- [3] ACI COMMITTEE 549.(1997). State-of-the-Art Report On Ferrocement. ACI 549R-97 Code American Concrete Institute.USA.
- [4] J.P. Hartog. *Understanding Ferrocement*. Volunteers in Technical Assistance (VITA). USA. (1985)
- [5] Kumar, A. *Ferrocement Box Section-Viable Option for Floors and Roof of Multi-Storeyed Buildings*. India. (2005)
- [6] Ash, R. H. (2022). PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI (ASP) TERHADAP. *JURNAL KARAJATA ENGINEERING*, 2(1), 38–44.
- [7] A, B. A., & Sisworo, S. J. (2014). Analisa Kekuatanlentur Bahan Ferrocement Berpenguat Kawat Anyam Sebagai Bahan Dasar Modular Floating Pontoon. *Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*, 2(4), 58–65.