

PERILAKU KEKAKUAN LENTUR PELAT KOMPOSIT LANTAI GABUNGAN BETON PRECAST DAN CAST IN SITU DENGAN PENGKASARAN INTERFACE PADA BEBAN STATIK BERULANG

AGUSTIN GUNAWAN

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp (0736)344087, Ext. 337

E-mail : goenawan782004@yahoo.com

ABSTRACT

The experiment was focused at the midspan part of the slab and conducted to investigate the influence of surface roughing at semi precast slab of the characteristic of elastic of slab made monolithically. In the research, it was conducted testing of two groups of slab which has 1:1 scales. Each group consists of three. The first group was the monolith slab as control specimen. The second group was the composite slab with surface roughing. Each group was loaded by the repeated center static loading until 10 % of the ultimate load, then the load was taken off. The treatment was carried out 10 time (cycle). The testing result showed that the flexural stiffness of monolith slab and composite width of 400 mm and 600 mm as long as loading 10 was consistent, and the flexural stiffness of slab width of 600 mm was higher than that of slab width of 400 mm. The flexural stiffness increased was not proportion to increased of slab width measurement. At the repeated loading cycle (10 cycle), the flexural stiffness of composite slab before $P_{first\ crack}$ reached about 45,21 % (width of 200 mm), 31,70 % (width of 400 mm), and 20,52 % (width of 600 mm) less than that of monolith slab.

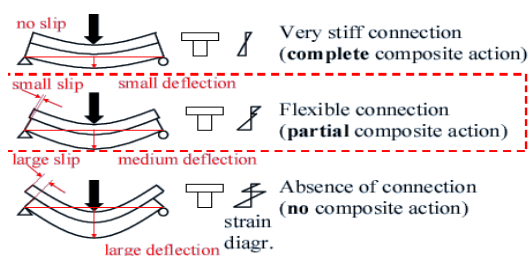
Keywords : composite slab, precast, cast in situ, monolith, flexural stiffness.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan sistem konvensional dalam pembangunan struktur pelat rumah bertingkat dirasa makin tidak efektif dan efisien, diantaranya karena membutuhkan banyak papan kayu dan bambu untuk perancah dan bekisting, waktu pembuatan perancah dan bekisting cukup lama, biaya konstruksi mahal, perancah yang dibongkar dan dibuang akan menimbulkan permasalahan lingkungan yang baru. Penggunaan sistem *semi precast* (berupa panel-panel pelat) yang digabungkan dengan sistem *cast in situ* merupakan salah satu alternatif yang baik untuk memecahkan masalah tersebut.

Menurut Fragiaco (2008), aksi komposit yang terjadi pada lantai komposit terbagi menjadi tiga jenis (Gambar 1.). Dikatakan sebagai pelat lantai komposit jika pelat beton *precast* (pracetak) dan beton *cast in situ* menjadi satu kesatuan. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa setelah pelat komposit ini menerima beban berulang, terjadi pemisahan diantara keduanya yang menyebabkan kerusakan. Metode perkuatan dengan pengkasaran pada bidang *interface* diharapkan memberikan kontribusi dalam mengurangi terjadinya pemisahan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengkasaran permukaan pada pelat *semi precast* terhadap karakteristik elastis, mengetahui perbandingan kekakuan dan kekuatan lentur pelat yang dicor secara monolit maupun komposit.



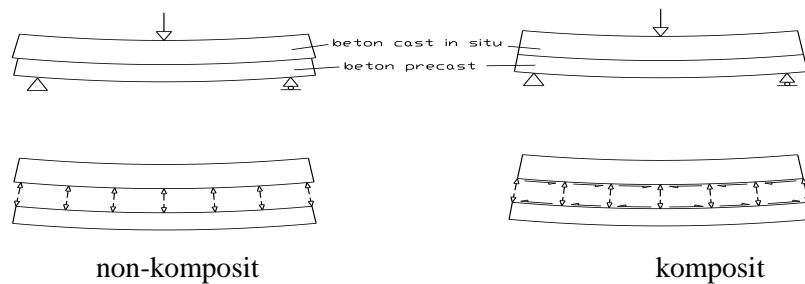
Gambar 1. Aksi Komposit (Fragiacomo, 2008)

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jika suatu pelat komposit yang terdiri dari pelat beton *precast* dan *cast in situ* sebelum terjadi retak mengalami lentur dan

gaya geser, maka pada bidang batas antara kedua bagian ini terjadi tegangan geser

horizontal (Triwiyono, 1999).

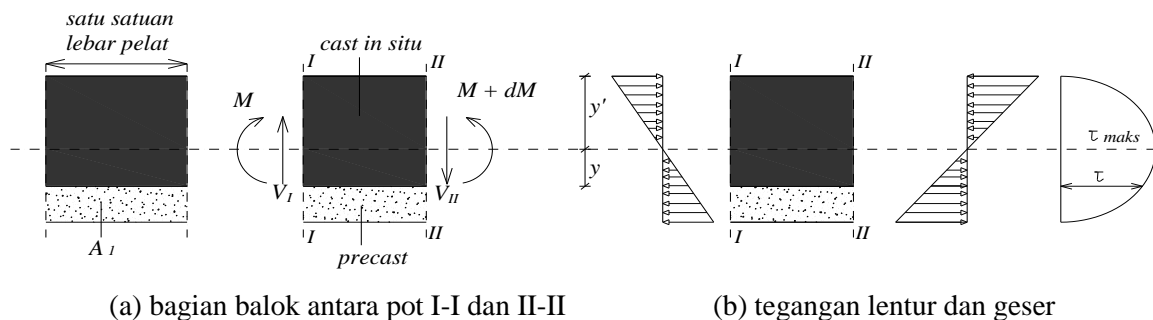


Gambar 2. Aksi pelat lantai non-komposit dan komposit menerima beban terpusat

Diambil suatu potongan kecil pelat komposit berjarak dx yang menerima beban sebelum terjadi retak (Gambar 3). Persamaan-persamaan yang berlaku pada pelat akibat beban terpusat, yaitu persamaan tegangan

lentur, tegangan geser horisontal antar bidang atas. Tegangan lentur yang terjadi pada sembarang titik atau potongan adalah :

$$\sigma = \frac{M y}{I} \dots\dots\dots (1)$$



(a) bagian balok antara pot I-I dan II-II (b) tegangan lentur dan geser

Gambar 3. Tegangan normal akibat lentur dan geser sebelum terjadi retak

Pada bidang batas terjadi tegangan geser τ sebesar (Gambar 3):

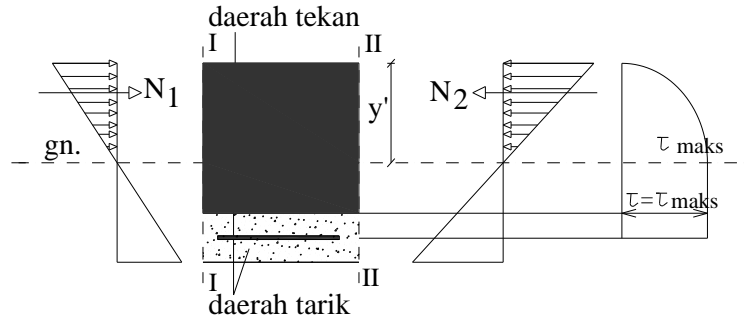
$$\tau = \frac{V \cdot Q}{b \cdot I} \dots\dots\dots (2)$$

- dengan :
- Q = modulus penampang A_1 terhadap garis netral penampang total.
 - I = momen inersia penampang.
 - b = lebar pelat yang ditinjau.

Pada suatu penampang pelat sebelum retak, tegangan geser maksimum τ_{maks} akan terjadi pada garis netral, karena pada garis netral ini nilai Q terbesar, sedangkan tegangan geser pada bidang pertemuan (*interface*) antara

pelat *precast* dan *cast in-situ* lebih kecil daripada tegangan geser maksimum.

Pada kondisi retak, dengan beban yang relatif belum besar akan terjadi retak pada beton tarik akibat lentur. Untuk pelat yang mengalami momen positif, retak akan terjadi pada sisi bawah, setelah terjadi retak, akan terjadi perubahan distribusi tegangan lentur dan geser (Gambar 4). Akibat retak, beton tarik yang sudah retak tidak menyumbangkan lagi tegangan tarik dan biasanya daerah ini diabaikan. Tegangan geser maksimum τ_{maks} tetap akan terjadi pada garis netral.



Gambar 4. Tegangan lentur dan geser pasca retak

Untuk kondisi beton tarik sudah retak, tegangan geser pada bidang batas pelat beton *precast* dan *cast in situ* sama dengan tegangan maksimum τ_{maks} pada garis netral, yang nilainya cukup besar. Tegangan geser ini dapat menyebabkan retak dan pemisahan antara kedua pelat, terutama jika pada bidang *interface* keduanya tidak terjadi lekatan yang baik.

Kekakuan menurut Timoshenko (1987), didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu lendutan sebesar satu satuan.

$$k = \frac{P_{cr}}{\delta_{cr}} \dots\dots\dots(3)$$

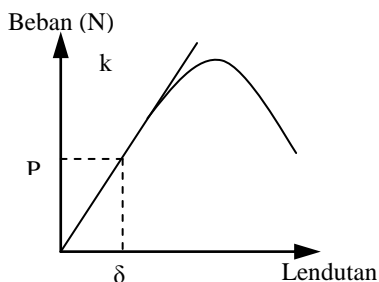
dimana :

k = kekakuan lentur (N/mm).

P_{cr} = beban pada saat retak pertama (N).

δ_{cr} = Lendutan saat retak pertama (mm).

Nilai kekakuan merupakan kemiringan garis hubungan antara beban dan lendutan (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik pendekatan kekakuan

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Benda Uji

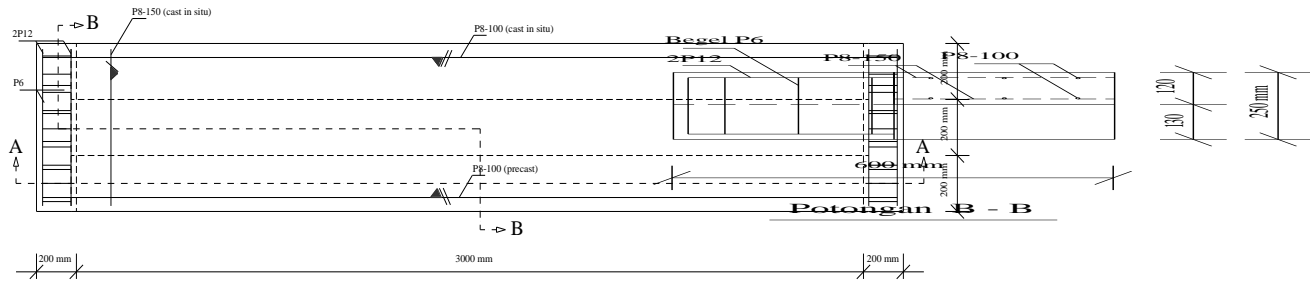
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri baja tulangan, agregat

halus, agregat kasar, semen tipe I, air, triplek, kayu kaso, reng, kawat bendrat, dan terpal plastik.

Peralatan yang digunakan untuk membuat benda uji, yaitu alat pemotong tulangan, kerucut abrasi, cetakan silinder beton, mesin gerinda, gergaji, palu. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk pengujian benda uji meliputi *Compression Testing Machine, Universal Testing Machine, loading frame, hydraulic jack, load cell, data logger, LVDT, crane, mikrocrack meter*, dan mikroskop.

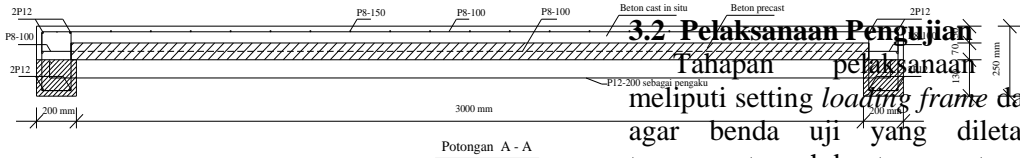
Benda uji pelat dibuat dengan skala 1:1. Benda uji di bagi dalam dua kelompok yaitu pelat monolit (pelat kontrol) sebanyak 3 benda uji dan pelat komposit (gabungan beton *precast* dan beton *cast in situ*) sebanyak 3 benda uji. Benda uji pelat masing-masing mempunyai bentang bersih 3000 mm, dengan tebal total 120 mm. Untuk benda uji pelat komposit, tebal total dibagi dalam dua bagian, yaitu beton *precast* 70 mm dan di atasnya dicor beton *cast in situ* dengan tebal 50 mm.

Sebelum dicor dengan beton *cast in situ*, bagian atas beton *precast* diberi pengkasaran berupa garis-garis dengan kedalaman 1 cm dan jarak antar garis sebesar 3 cm. Yang membedakan tiap-tiap benda uji dalam satu kelompok adalah lebar dari benda uji yang digunakan yaitu lebar 200 mm, 400 mm, dan 600 mm. Kuat tekan rata-rata masing-masing benda uji sebesar 15 MPa. Masing-masing benda uji dibebani dengan beban statik di tengah bentang. Pembebanan dilakukan dengan memberikan pembebanan statik terpusat berulang. Untuk benda uji monolit dan komposit dapat dilihat pada Gambar 6 s/d 7.

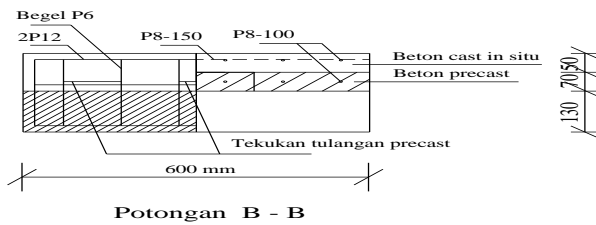


Tampak atas benda uji komposit

Gambar 7. Benda uji pelat monolit (PM) lebar 600 mm



Potongan A - A

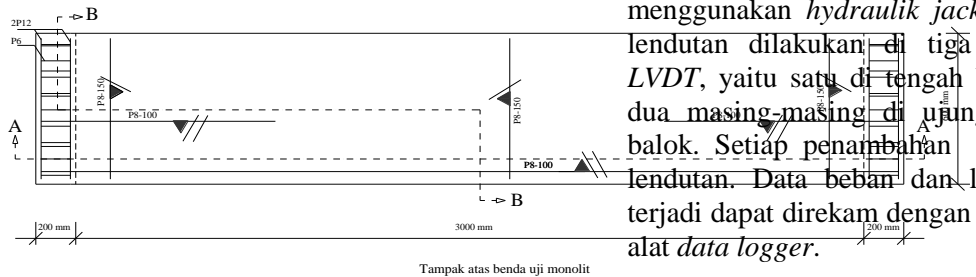


Gambar 6. Benda uji pelat komposit (PK) lebar 600 mm

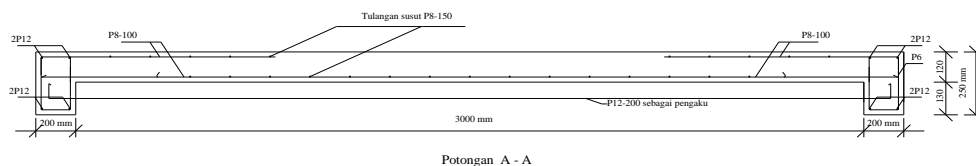
3.2 Pelaksanaan Pengujian

Tahapan pelaksanaan pengujian meliputi setting *loading frame* dan tumpuan agar benda uji yang diletakan pada tumpuan, tengah bentangnya tepat di bawah *loading frame*. Kedua ujung pelat di dukung secara *fixed* (jepit) oleh dua balok bertulang. Untuk mencegah balok tersebut berputar, dipasang baja tulangan D12-200 pada bagian bawah balok dengan arah *longitudinal*.

Setting pengujian dilakukan dengan memberikan pembebanan statik terpusat berulang dengan pembebanan diambil sekitar 10 % dari beban ultimit. Pembebanan dinaikkan secara bertahap sampai mencapai 10 % beban ultimit kemudian beban dilepaskan, kemudian dinaikkan lagi sampai mencapai 10% beban ultimit kemudian dilepaskan lagi. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 10 kali. Pemberian beban dilakukan menggunakan *hydraulic jack*. Pengukuran lendutan dilakukan di tiga titik dengan *LVDT*, yaitu satu di tengah bentang, dan dua masing-masing di ujung pelat dekat balok. Setiap penambahan beban dicatat lendutan. Data beban dan lendutan yang terjadi dapat direkam dengan menggunakan alat *data logger*.



Tampak atas benda uji monolit



Potongan A - A

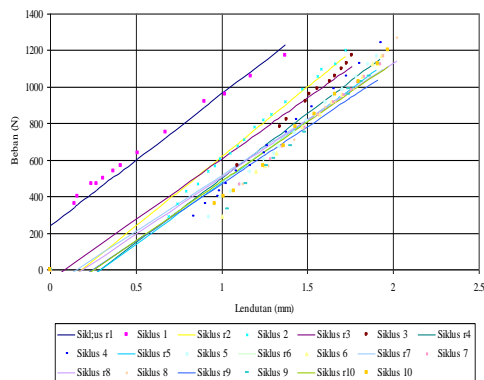


Gambar 8. Pengujian pelat

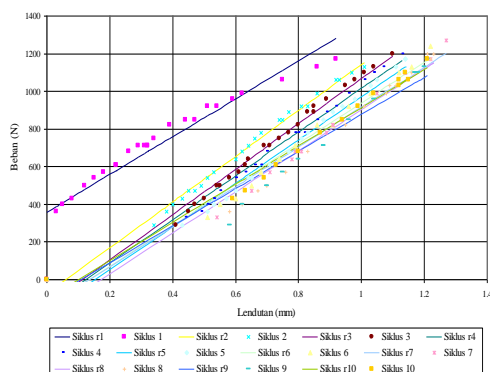
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekakuan Lentur Pelat pada Pengujian Berulang (10 siklus)

Dari data beban dan lendutan dapat dibuat kurva $P - \delta$ (seperti pada Gambar 9 dan Gambar 10) untuk memperoleh kekakuan

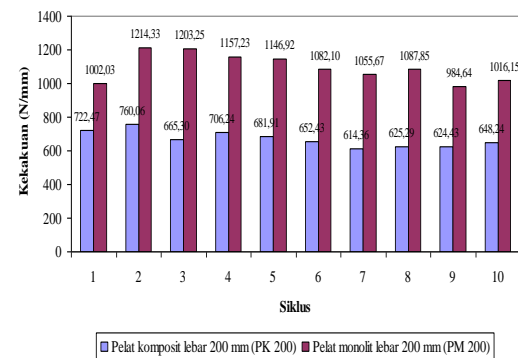


Gambar 9. Kurva beban – lendutan 10 siklus pelat komposit lebar 200 mm

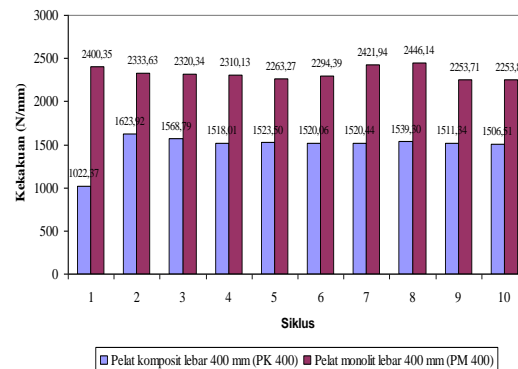


Gambar 10. Kurva beban – lendutan 10 siklus pelat monolit lebar 200 mm

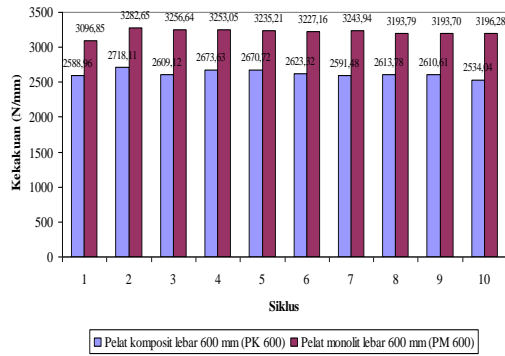
lentur masing-masing pelat selama pembebanan berulang (10 siklus). Dari semua benda uji baik pelat komposit maupun pelat monolit kekakuannya cenderung tidak teratur selama pembebanan berulang (10 siklus).



Gambar 11. Kurva kekakuan – siklus PK dan PM lebar 200 mm



Gambar 12. Kurva kekakuan – siklus PK dan PM lebar 400 mm



Gambar 13. Kurva kekakuan – siklus PK dan PM lebar 600 mm

Pada Gambar 11, 12, dan 13 dapat dilihat bahwa nilai kekakuan lentur pelat komposit lebih kecil dibandingkan dengan pelat monolit. Nilai kekakuan lentur pelat (monolit maupun komposit) cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya lebar pelat, tetapi peningkatannya tidak berbanding lurus dengan bertambahnya lebar pelat.

Tabel 1. Nilai kekakuan lentur, penyebaran kekakuan benda uji pelat selama pembebanan 10 siklus

Lebar (mm)	Kekakuan lentur (N/mm)		Penyebaran kekakuan (%)		Perbandingan Kekakuan PK/PM (%)
	Pelat monolit (PM)	Pelat komposit (PK)	Pelat monolit (PM)	Pelat komposit (PK)	
	200	1214,33	665,30	18,9	
400	2253,71	1539,30	7,9	1,14	68,30
600	3282,66	2609,12	5,7	6,8	79,48

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai kekakuan lentur pelat untuk pelat komposit lebih kecil 45,21 % (lebar pelat 200 mm), 31,70 % (lebar pelat 400 mm) dan 20,52 % (lebar pelat 600 mm) dibandingkan dengan pelat monolit. Dari tabel ini dapat dilihat bahwa dengan semakin bertambahnya lebar pelat rasio kekakuan pelat komposit terhadap pelat monolit semakin bertambah yang berarti bahwa kekakuan pelat komposit cenderung mendekati kekakuan pelat monolit. Hal ini kemungkinan disebabkan karena dengan bertambahnya panel *precast* akan menimbulkan kekangan arah *lateral* pada pertemuan antar panel *precast* yang akan menambah kekakuan pelat komposit.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian pelat dengan 10 siklus pembebanan menghasilkan nilai kekakuan lentur pelat untuk pelat komposit lebih kecil 45,21 % (lebar 200 mm), 31,70 % (lebar 400 mm) dan 20,52 % (lebar 600 mm) dibandingkan dengan pelat monolit. Menurunnya perbedaan nilai kekakuan pelat komposit terhadap pelat monolit dengan bertambahnya jumlah panel pada pelat komposit, kemungkinan disebabkan karena terjadi pengeangan arah *lateral* pada pertemuan antar panel *precast* yang menambah kekakuan pelat komposit.
2. Dari pengujian pelat dihasilkan $P_{first\ crack}$ untuk pelat komposit 14,2 % (lebar 200 mm), 10,61 % (lebar 400 mm) dan 22,64

% (lebar 600 mm) lebih kecil dibandingkan dengan pelat monolit..

3. Dari pengujian pelat dihasilkan $P_{failure}$ untuk pelat komposit 32,2 % (lebar 200 mm), 9,8 % (lebar 400 mm) dan 15,9 % (lebar 600 mm) lebih kecil dibandingkan dengan pelat monolit.
4. Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa kekakuan pelat komposit lebih rendah dibandingkan dengan pelat monolit. Kemungkinan pengurangan kekakuan pada pelat komposit ini disebabkan karena adanya *interface* antara beton lama (beton *precast*) dengan beton baru (beton *cast in situ*) sehingga pada bagian ini pelat tidak bekerja secara maksimal sebagai satu kesatuan dibandingkan dengan pelat yang dicor secara monolit. Kemungkinan lain bisa disebabkan karena panel *precast* telah mengalami retak rambut lebih awal pada saat proses pengangkatan.

5.2 Saran

1. Disarankan untuk menggunakan sistem penghubung geser yang lain.
2. Perlu dipasang tulangan pengikat antar tulangan panel agar posisi tulangan panel *precast* pada saat pengecoran tetap dalam posisi yang lurus dengan jarak tulangan yang semestinya.
3. Perlu diperhitungkan umur panel pelat *precast* yang boleh diangkat agar di peroleh kekuatan pelat yang baik.
4. Untuk bentang pelat yang panjang dicoba tulangan pengeang untuk balok menggunakan tulangan drag dengan baut pada ujung-ujungnya sehingga diharapkan dapat menghasilkan kondisi

jepit sempurna karena bisa disetel dengan cara manual.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional, 2007, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*, ITS Press, Surabaya.
2. Bass, R.A., Carrasquillo, R.L and Jirsa, J.O., 1989, *Shear Transfer Across New and Existing Concrete Interfaces*, ACI Structural Journal, July-August, pp 383-393.
3. Fragiacom, M., "*Timber floor Solutions*", Timber Design Seminar, New Zealand., 2008.
4. MacCormac, J. C., 2001, "*Desain Beton Bertulang, Edisi Kelima*", Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
5. Timoshenko, P., dan Gere, 1987, "*Mekanika Bahan*", Erlangga, Jakarta.
6. Triwiyono, A., 1999, "*Bahan Ajar Mekanika Bahan*", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.