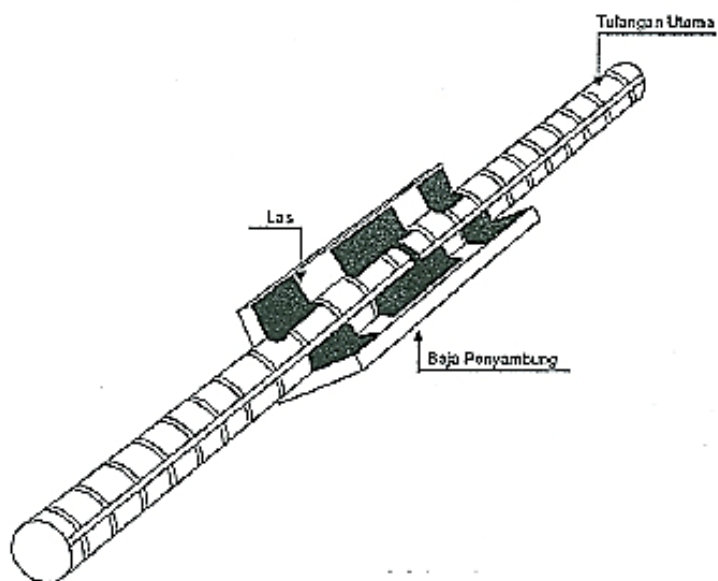


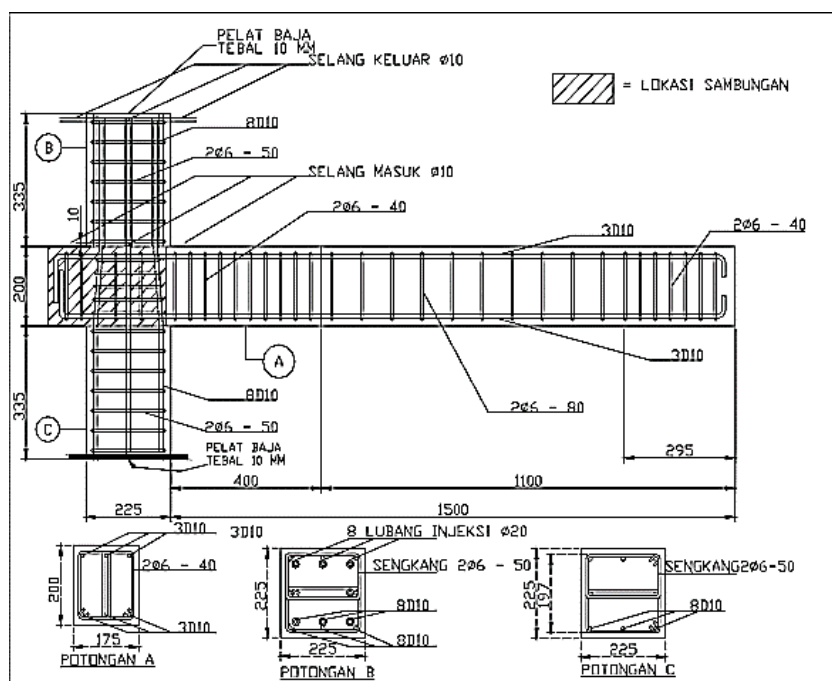
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Eksperimental Hubungan Balok Kolom Sistem Pracetak

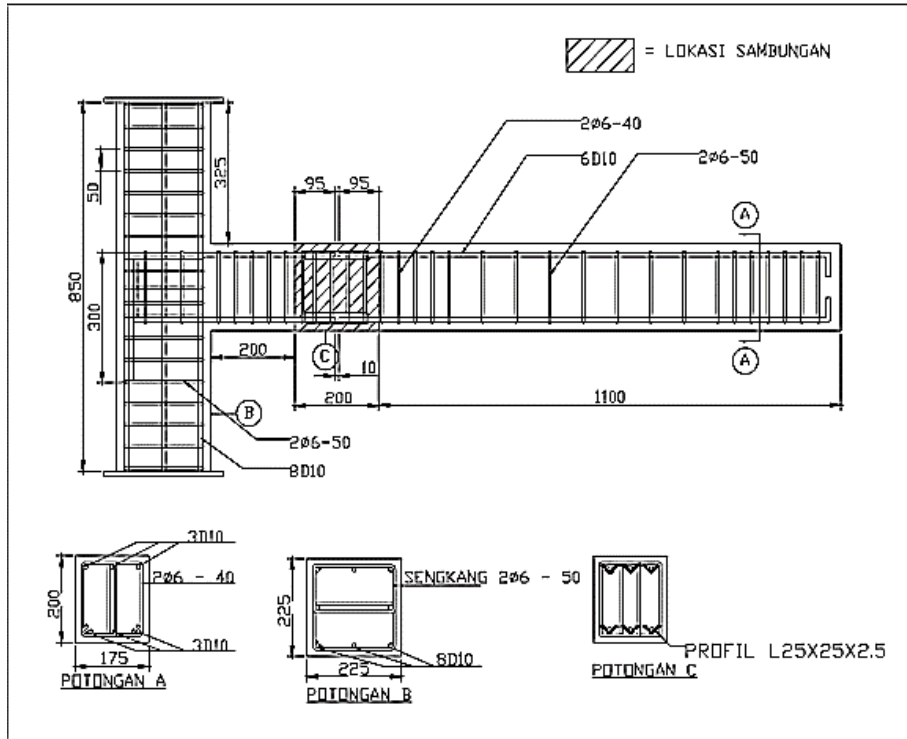
Tjahyono dan Purnomo (2004), melakukan penelitian pada sambungan eksterior pracetak. Penelitian yang dilakukan adalah mengenai pengaruh penempatan sambungan balok kolom pada *joint* pracetak. Ada 4 tipe sambungan yang semuanya merupakan sambungan eksterior balok kolom dari portal bangunan bertingkat lima. Dalam studi dilakukan pengujian atas 4 model sambungan dengan penyambungan yang berbeda tetapi keempat model sambungan pracetak mempunyai geometri dan penulangan yang sama dengan menggunakan besi siku yang dilas dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai penyambungan antar tulangan. Hasil pengujian serta daktail benda uji dapat dilihat pada Gambar 2.6. Dari hasil pengujian, ke empat benda uji diperoleh kondisi beban-lendutan seperti terlihat pada Tabel 2.1 dari tabel tersebut terlihat bahwa sambungan tipe I dapat mencapai beban maksimum yang lebih tinggi dibandingkan ketiga tipe sambungan yang lain, hal ini disebabkan daerah sambungan basah yang lebih panjang dibandingkan dengan tipe lainnya. Secara umum dari kurva beban lendutan yang dapat dilihat pada Gambar 2.6 terlihat bahwa keempat tipe sambungan memiliki kekuatan yang hampir berimpit sampai dengan beban 5 kN. Setelah retak pertama terjadi, mulai terlihat adanya degradasi kekakuan dari keempat sambungan terutama pada tipe Y yaitu sebesar 52 %, sedangkan tipe A,B,I mengalami degradasi kekakuan sebesar 29,3 % sampai lendutan mencapai 1,5 kali lendutan *yield* teoritis (13,5mm). setelah lendutan melampaui 1,5 kali lendutan *yield* teoritisnya, sambungan tipe I mengalami degradasi kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan tipe A dan B yaitu sebesar 30,9 %, sedangkan sambungan tipe A dan B mengalami degradasi kekakuan sebesar 30,8 % setelah melampaui lendutan 18,34 mm (2 kali lendutan *yield* teoritis). Dapat disimpulkan bahwa pada umumnya perilaku struktur dari keempat benda uji tidak jauh berbeda. Jika dilihat dari nilai kekakuan maka sambungan tipe A dan B memiliki degradasi kekakuan yang paling kecil yaitu 30,8 % dibandingkan tipe I dan Y masing-masing sebesar 39,9 % dan 52 %.



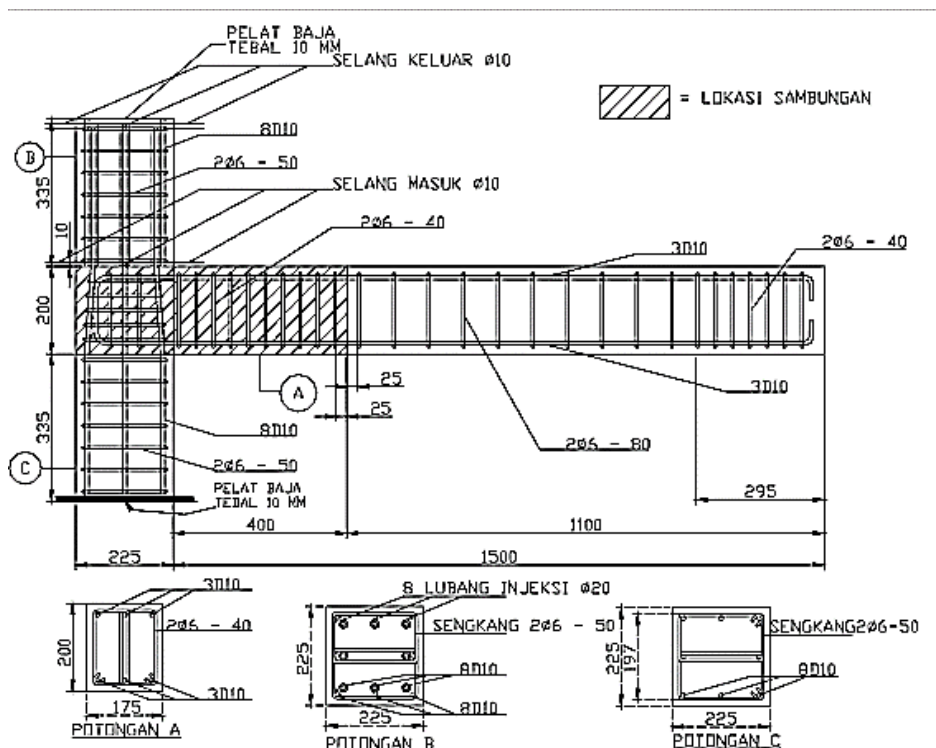
Gambar 2.1 sambungan tulangan (Tjahyono dan Purnomo, 2004)



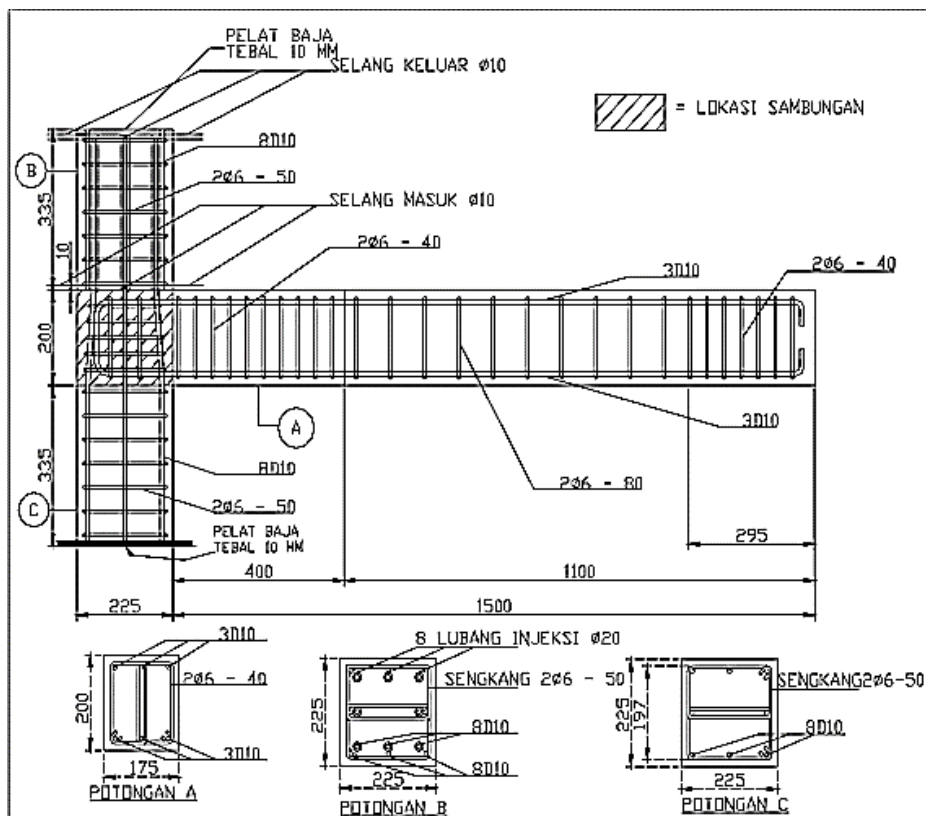
Gambar 2.2 Sambungan A benda uji (Tjahyono dan Purnomo, 2004)



Gambar 2.3 Detail sambungan B benda uji (Tjahyono dan Purnomo, 2004)



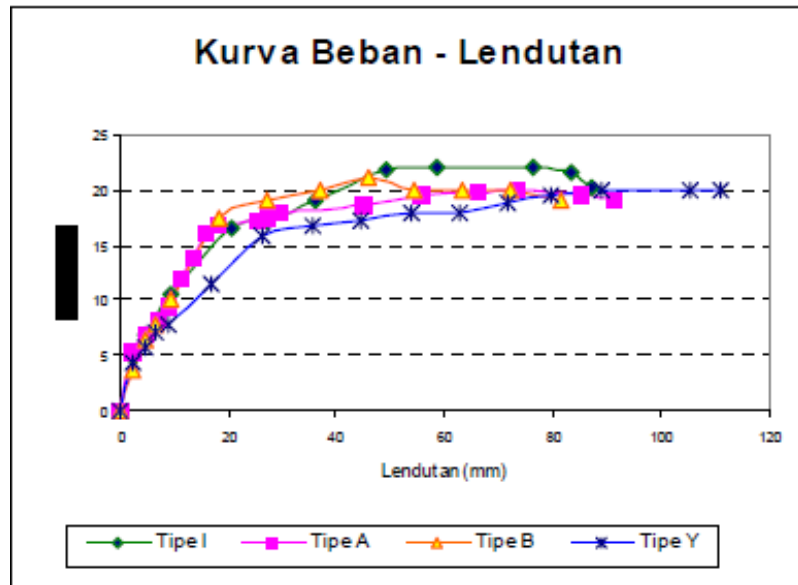
Gambar 2.4 Detail sambungan I benda uji (Tjahyono dan Purnomo, 2004)



Gambar 2.5 Detail sambungan Y benda Uji (Tjahyono dan Purnomo, 2004)

Tabel 2.1 Beban lendutan hasil pengujian (Tjahyono dan Purnomo, 2004)

| Benda Uji | Kondisi leleh teoritis | Kondisi Maksimum | Kondisi akhir percobaan |
|-----------|---|--|---|
| A | $P_y = 9,5 \text{ kN}$ $\Delta y = 9,08 \text{ mm}$ | $P_y = 20 \text{ kN}$ $\Delta y = 73,37 \text{ mm}$ | $P_y = 19 \text{ kN}$ $\Delta y = 91,39 \text{ mm}$ |
| B | $P_y = 10 \text{ kN}$ $\Delta y = 9,19 \text{ mm}$ | $P_y = 21 \text{ kN}$ $\Delta y = 45,72 \text{ mm}$ | $P_y = 16,4 \text{ kN}$ $\Delta y = 89,77 \text{ mm}$ |
| I | $P_y = 10,6 \text{ kN}$ $\Delta y = 9,29 \text{ mm}$ | $P_y = 22 \text{ kN}$ $\Delta y = 58,61 \text{ mm}$ | $P_y = 20,25 \text{ kN}$ $\Delta y = 87,36 \text{ mm}$ |
| Y | $P_y = 7,9 \text{ kN}$ $\Delta y = 9,04 \text{ mm}$ | $P_y = 20 \text{ kN}$ $\Delta y = 88,88 \text{ mm}$ | $P_y = 20 \text{ kN}$ $\Delta y = 111,06 \text{ mm}$ |



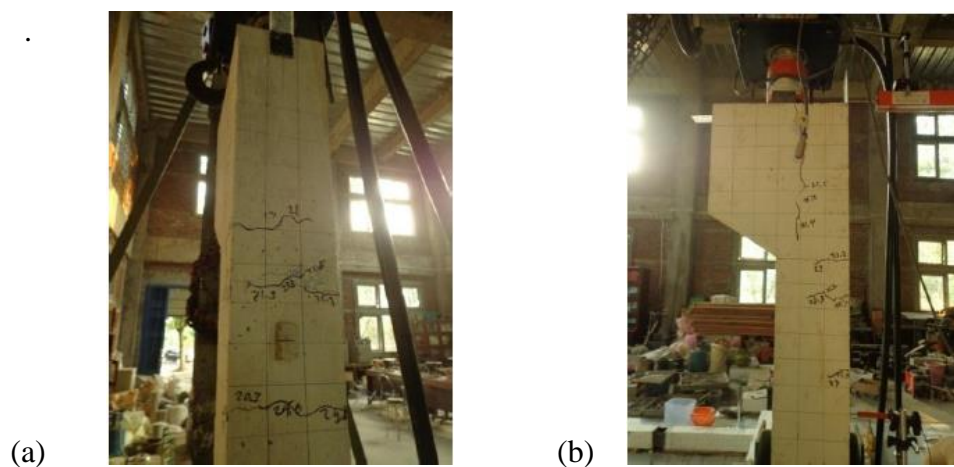
Gambar 2.6 Kurva beban lendutan (Tjahyono dan Purnomo, 2004)

Hermawan dan Eka (2013), melakukan penelitian Analisis Sambungan Balok *Precast* Sederhana Dengan Sistem *Double Lapslices Middle Wet Joint* Di Momen Maksimum. Tujuan menentukan kekuatan pada balok *precast* tersebut dengan sambungan sistem *double lapslices middle wet joint* dengan *grouting* percampuran antara bahan *nonshrinkage* dan *coarse aggregate* dan juga untuk menentukan defleksi balok *precast* tersebut dengan sambungan sistem *double lapslices middle wet joint* dengan *grouting* percampuran antara bahan *nonshrinkage* dan *coarse aggregate*. Dari penelitian ini yang dicapai oleh seluruh benda uji dihasilkan bahwa kekuatan atau performa balok *precast* dengan sambungan sistem *double splices middle wet joint* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan balok konvensional dan lendutan yang dihasilkan oleh balok konvensional menunjukkan lebih besar dibandingkan dengan lendutan yang dihasilkan oleh balok *precast* dengan sambungan sistem *double splices middle wet joint*.

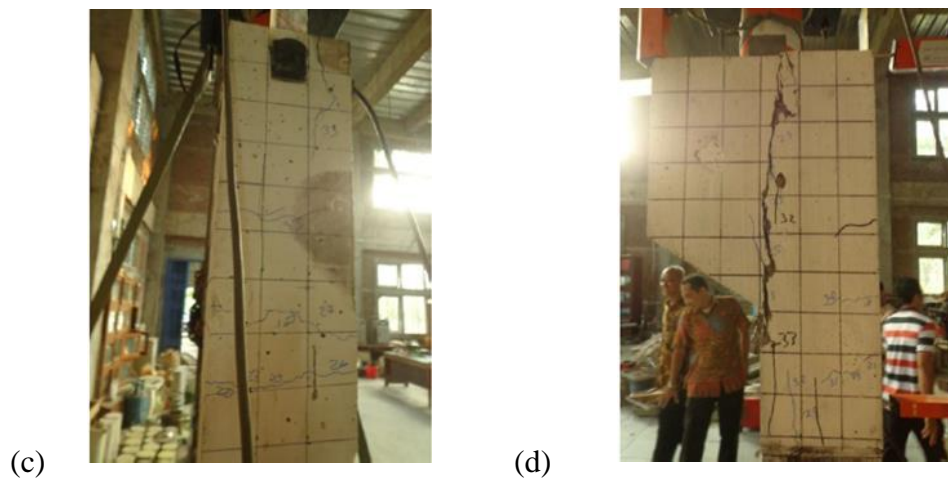
Tabel 2.2 Hasil tes uji silinder (Hermawan, 2013)

| No | Benda Uji | Fc' | Rata2 fc' | Ec |
|----|-----------|-------|-----------|-----------|
| | | Mpa | Mpa | Mpa |
| 1 | Kon.1A | 45,29 | 46,71 | 32.121,72 |
| 2 | Kon.2B | 48,12 | | |
| 3 | Kon.2A | 50,96 | 48,41 | 32.700,53 |
| 4 | Kon.2B | 45,86 | | |
| 5 | Pre.3A | 50,39 | 47,84 | 32.508,74 |
| 6 | Pre.3B | 45,29 | | |
| 7 | Pre.4A | 47,56 | 49,68 | 33.128,01 |
| 8 | Pre.4B | 51,80 | | |
| 9 | Grouting | 52,65 | 52,65 | 34.104,62 |

Adi, dkk (2014), melakukan penelitian tentang Perilaku dan Kekuatan Sambungan Kolom pada Sistem Beton Pracetak dengan bertujuan untuk menyelidiki kekakuan beton pracetak antara monolit dengan kolom menggunakan sambungan kering dan untuk mempelajari perilaku beton pracetak antara kolom monolit dengan kolom menggunakan sambungan kering. Dari penelitian ini dicapai hubungan beban bahwa kekuatan benda uji kolom dengan sambungan lebih besar dibandingkan benda uji monolit tanpa sambungan. Hal ini didapat dari rasio beban dengan lendutan kolom pada daerah sambungan yang lebih besar, hubungan tegangan dengan regangan beton dapat disimpulkan bahwa modulus elastisitas benda uji kolom monolit tanpa sambungan lebih besar dibandingkan pada uji kolom dengan sambungan dan pola retak menunjukkan retak pertama yang terjadi pada kolom tanpa sambungan lebih cepat terjadi dibandingkan dengan kolom dengan sambungan retak pertama pada benda uji kolom tanpa sambungan terjadi pada beban 130 kN, sedangkan pada kolom dengan sambungan terjadi pada beban 180 kN. Retak yang terjadi dari kedua benda uji adalah retak lentur pada posisi atas sambungan terlebih dahulu, kemudian baru retak pada bidang geser.



Gambar 2.7 (a) pola retak benda uji kolom monolit tanpa sambungan tampak belakang ; (b) pola retak benda uji kolom monolit tanpa sambungan tampak samping (Nurhuda, 2014)



Gambar 2.8 (c) Pola retak benda uji kolom dengan sambungan tampak belakang ; (d) Pola retak benda uji kolom dengan sambungan tampak samping (Nurhuda, 2014)

B. Studi Numerik Sambungan Balok Kolom

Haliweh (2004), melakukan penelitian *numerical* mengenai sambungan balok kolom pracetak *hybrid*. Tinjauan dari penelitian ini memperoleh model yang tepat untuk hubungan balok kolom yang menerima beban siklik. Benda uji merupakan rangka *hybrid* yaitu, gabungan elemen pracetak balok kolom yang dihubungkan dengan *unbonded posttensioning steel* dan *bonded reinforcement bar* dimana semuanya memberikan kontribusi yang berbeda dalam menahan momen. Hal yang menarik pada sambungan fungsi dari baja tulangan yang diharapkan dapat menahan disipasi energi dan fungsi dari *post tensioning* untuk menahan ikatan balok kolom. Permodelan dengan menggunakan *software* ANSYS V.8, dengan elemen sebanyak 60.810 sehingga diperoleh hasil yang lebih teliti. Pada penelitian dilakukan analisis *time history* untuk melakukan simulasi beban siklik pada saat gempa, sehingga dapat diperoleh *hysteresis loop* dari sambungan balok kolom. Dari penelitian tersebut diperoleh grafik *Hysteresis Loop* yang menunjukkan korelasi yang baik antara hasil eksperimental dan permodelan elemen hingga, dimana selisih koreksi 5 %. Pada analisis permodelan elemen hingga setiap elemen memberikan data dan hal ini tentunya memberikan keuntungan dibandingkan model eksperimen yang terbatas pada posisi pembebanan, *strain gauge* dan LVDT yang memberikan data hasil lebih sedikit.

C. Jenis Sambungan Balok Kolom

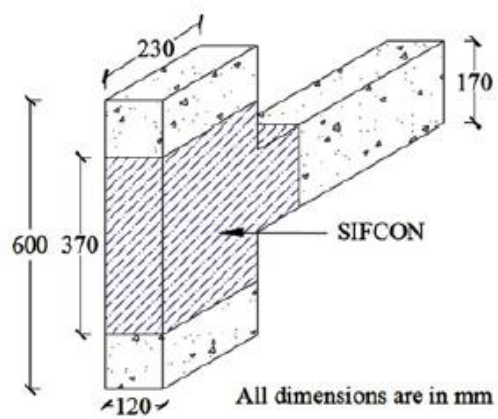
Balaji, dkk (2016), meneliti tentang sambungan Sisi luar RC (*Reinforce Concrete*) balok kolom dengan SIFCON (*Slurry Infiltrated Fibrous Concrete*) dengan pembebanan siklik. Dengan 10 bahan percobaan tetapi hanya 5 saja yang dilakukan percobaan karena ada kemiripan diantara yang lain. Jumlah 10 bahan percobaan hanya 2 dengan menggunakan sistem SIFCON seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Detail benda percobaan (Balaji, 2016)

| No | Deskripsi | Penyebutan |
|----|---|------------|
| 1 | RC sambungan balok kolom | RC |
| 2 | FRC sambungan balok kolom | FRC |
| 3 | SIFCON sambungan balok kolom | SIFCON |
| 4 | RC sambungan balok kolom dengan SIFCON di bagian tengah | SF-RC |
| 5 | RC sambungan balok kolom dengan FRC di bagian tengah | FRC-RC |

Untuk detail dimensi dari balok dan kolom yang akan diuji dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan untuk detail perkuatan sambungan balok kolom dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Melakukan analisa *numerical* dengan menggunakan *software* ANSYS 12. Dengan reaksi sesuai pembebanan perubahan bentuk dan sesuai mode yang gagal adalah prediksi untuk RC sambungan balok kolom konvensional dan RC sambungan balok kolom dengan menggunakan SIFCON di bagian tengah. Hasil dari penelitian di lab dan penggunaan *software* ANSYS 12, hasilnya tidak jauh berbeda.



Gambar 2.9 RC Sambungan balok kolom dengan SIFCON (Balaji, 2016)