

PEKERJAAN SAMBUNGAN ANTARA STRUKTUR PEDESTAL, KOLOM DAN BALOK ATAS

Ferdinandus Eddy Handoyo¹, Johan², Sentosa Limanto³, dan Johannes Indrojono Suwono⁴

ABSTRAK : Perkembangan teknologi pembuatan konstruksi bangunan beton makin berkembang dari material beton ringan sampai panel pracetak. Banyaknya konstruksi yang menggunakan metode beton pracetak yang membuat waktu lebih cepat dan lebih dapat dikontrol mutu betonnya. Penelitian elemen struktur bagian atas yaitu kolom dan balok atas pracetak dengan mutu K-150. Pekerjaan ini dimanfaatkan untuk pekerjaan rumah sederhana satu lantai, sehingga diharapkan dapat menghemat waktu pengerjaan dan pelaksanaan dalam pekerjaan struktur bagian atas, dan lebih memajukan perkembangan teknologi konstruksi bangunan yaitu sistem bongkar pasang untuk struktur antara pedestal dengan kolom dan kolom dengan balok atas. Hasil penelitian diperoleh struktur ini dapat stabil jika penurunan dari tanah 1/100 dari panjang sloof yang ada atau kurang dari 1/50 dari panjang sloof yang ada. Sehingga struktur masih berdiri dengan stabil.

KATA KUNCI: pekerjaan sambungan, konstruksi bongkar pasang, beton mutu K-150 , sambungan kolom dan balok atas pracetak, rumah sederhana

1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jaman semua aspek kehidupan mengalami kemajuan, salah satunya dalam hal pembangunan. Dalam dunia konstruksi saat ini menuntut untuk bergerak cepat, tepat, dan efisien dalam pembangunan suatu proyek. Penggunaan sistem *precast* atau yang dikenal dengan beton pracetak banyak digunakan dalam pembangunan saat ini karena dapat bekerja dengan cepat, tepat, dan efisien. Sistem ini sangatlah efisien apabila diterapkan dalam pembangunan bangunan rumah sederhana. Sistem beton pracetak ini ramah lingkungan karena tidak menimbulkan *waste* sisa konstruksi, dan mutu beton dapat dikontrol oleh pabrik. Penelitian ini bertitik berat pada bagaimana hubungan antara struktur pedestal dengan kolom, dan kolom dengan balok atas sehingga memungkinkan untuk tetap stabil dengan lama pengerjaan yang relatif singkat. Diharapkan dari hasil penelitian ini dalam pengerjaan kolom dan balok dari suatu bangunan rumah sederhana akan jauh lebih cepat dan ramah akan lingkungan. Lebih cepat karena pembuatan kolom dan balok menggunakan sistem *precast*, yang dapat menghemat waktu dan biaya dalam sebuah proyek konstruksi. Selain itu sistem sambungannya dapat diaplikasikan pada industri – industri perumahan yang berkembang di Indonesia khususnya di wilayah Surabaya dan sekitarnya.

¹ Mahasiswa Progam Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra I, m21408059@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Progam Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra II, m21408073@john.petra.ac.id

³ Dosen pembimbing Progam Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra I, Leonard@petra.ac.id

⁴ Dosen pembimbing Progam Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra II, Jsuwono@petra.ac.id

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sistem sambungan yang baik antara pedestal-kolom, dan kolom-balok atas. Penelitian ini diharapkan dapat memajukan perkembangan teknologi material konstruksi bangunan beton, sehingga dalam pembangunan rumah sederhana lebih cepat selesai dan upah pekerja yang dikeluarkan lebih memadai.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan

Beton adalah material konstruksi yang banyak dipakai di Indonesia, jika dibandingkan dengan material lain seperti kayu dan baja. Beton banyak dipakai karena bahan-bahan pembentuknya mudah didapat di Indonesia, cukup awet, dan harga relatif terjangkau. Beberapa aspek yang dapat menjadi perhatian dalam sistem beton konvensional, antara lain waktu pelaksanaannya yang lama, banyak sisa material yang dihasilkan, control kualitas yang sulit ditingkatkan serta bahan-bahan dasar cetakan dari kayu dan triplek yang semakin lama semakin mahal harganya. Sistem beton pracetak adalah metode konstruksi yang mampu menjawab kebutuhan di era sekarang ini yang mengharuskan pembangunan yang cepat dan efektif. Beton pracetak ini dibuat di tempat fabrikasi yang nantinya dapat dikontrol kualitas dan mutunya, beton yang sudah jadi langsung di bawa ke lokasi untuk di susun menjadi struktur kesatuan yang utuh. Sambungan beton pracetak memiliki berbagai desain dan fungsi masing-masing, dan tidak semua sambungan yang diperlukan untuk memenuhi kriteria kerja yang sama. Sambungan juga berfungsi untuk menyatukan elemen-elemen struktur bangunan untuk menjadi satu kesatuan yang monolit sehingga dapat mengupayakan stabilitas struktur bangunannya. Jenis sambungan yang biasa dipergunakan antara komponen pracetak adalah sebagai berikut :

- Sambungan kering (*dry connection*) sambungan kering ini menggunakan bantuan plat besi sebagai penghubung antar komponen beton pracetak dan plat besi ini sambungkan ke beton pracetak dengan cara dilas atau di baut. Penggunaan metode sambungan ini perlu diperhatikan dalam analisa dan permodelan komputer karena antar elemen struktur bangunan dapat berperilaku tidak monolit.
- Sambungan basah (*wet connection*) Sambungan basah terdiri dari keluarnya besi tulangan dari bagian ujung komponen beton pracetak yang mana antar tulangan tersebut dihubungkan dengan bantuan *mechanical joint*, *mechanical coupled*, *splice sleeve* atau panjang penyaluran. Kemudian pada bagian sambungan tersebut dilakukan pengecoran beton ditempat. Jenis sambungan ini dapat berfungsi baik untuk mengurangi penambahan tegangan yang terjadi akibat rangkai, susut dan perubahan temperatur. Sambungan basah ini sangat dianjurkan untuk bangunan di daerah rawan gempa karena dapat menjadikan masing-masing komponen beton pracetak menjadi monolit. Pada Skripsi ini akan digunakan sambungan basah (*wet connection*)

2.2 Desain Sambungan Pedestal dengan Kolom

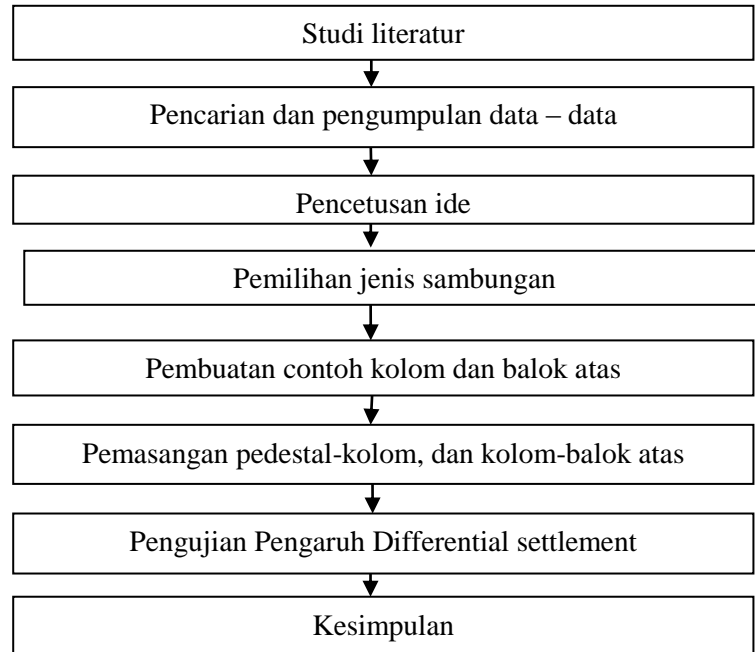
Sambungan antara pedestal kolom menggunakan desain pedestal dengan memberi coakan untuk dudukan untuk kolom (Wuisan dan Raharjo, 2012). Peneliti melanjutkan desain pedestal yang telah diberi coakan dimana dapat diidealisasikan sambungan antara pedestal dan kolom adalah sendi dimana dapat menerima gaya vertikal dan horizontal saja.

2.3 Desain Sambungan Kolom dengan Balok Atas

Design yang akan peneliti gunakan diambil dari buku *Connection For Precast Prestressed Concrete Buildings* (Martin dan Korkosz, 1982) yang diterbitkan oleh PCI. Peneliti mengambil design ini karena design ini simple, bisa dikerjakan langsung di lapangan, dan tidak membutuhkan tenaga ahli. Pada tipe ini diperlukan adanya konsol yang diberi coakan berbentuk kotak yang mana nantinya coakan berbentuk kotak tersebut akan digunakan untuk tempat masuknya coakan kotak yang menonjol dari sisi balok. Gaya yang diterima balok akan disalurkan ke konsol dimana konsol tersebut bisa menarik kolom, oleh karena itu konsol harus diperkuat dengan tulangan yang dimasukan kekolom agar kolom tersebut aman (Henderson, 1951). Untuk memperkuat sambungan ini, peneliti akan

memanfaatkan sistem sambungan basah berupa nat. Kelebihan sambungan ini mudah dan cepat dalam pemasangannya, sedikit masalah dalam pemasangannya, memberikan ketahanan geser dan beberapa pengendalian torsi setelah *grouting*. Kekurangannya tidak ada koneksi lateral sampai lubangnya diisi dengan nat, tidak ada momen kapasitas, lubang pada balok dapat terisi air apabila tidak dilakukan pencegahan.

3. METODE PENELITIAN

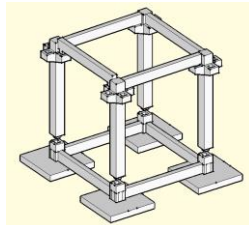


Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

4. PEMBAHASAN DAN ANALISIS PENELITIAN

4.1 Pemilihan Tipe Sambungan

Pemilihan desain ini dikarenakan simple, bisa dikerjakan langsung di lapangan, dan tidak membutuhkan tenaga ahli. Pada tipe ini diperlukan adanya konsol yang diberi coakan berbentuk kotak yang mana nantinya coakan berbentuk kotak tersebut akan digunakan untuk tempat masuknya coakan kotak yang menonjol dari sisi balok. Gaya yang diterima balok akan disalurkan ke kosol dimana konsol tersebut bisa menarik kolom, oleh karena itu konsol harus diperkuat dengan tulangan yang dimasukkan kekolom agar kolom tersebut aman (Henderson, 1951). **Gambar 2** menunjukkan gambar tiga dimensi dari penelitian yang peneliti lakukan.



Gambar 2. Sistem Sambungan yang Digunakan

Kekurangan dari sambungan ini tidak ada koneksi lateral sampai lubangnya diisi dengan nat, apabila coakan tidak diisi nat maka struktur ini tidak stabil. Lubang pada balok dapat terisi air apabila tidak dilakukan pencegahan. Pembuatan konsol membutuhkan waktu extra dimana kolom harus dicor terlebih dahulu setelah itu baru konsol di cor lagi. Gigi-gigi sambungan harus diperhitungkan baik-baik sehingga tidak terjadi kepatahan pada gigi sambungan. Penulangan pada konsol perlu

diperhatikan dengan teliti karena konsol adalah bagian penting pada sistem sambungan ini yang menopang keempat balok yang ada. Berikut ukuran dimensi tiap-tiap balok dan kolom : kolom memiliki dimensi 20 x 20 cm² dengan tinggi 200cm dan balok memiliki dimensi 10 x 20 cm² dengan panjang 200cm.

4.2 Tahap-Tahap Proses Pembuatan Sampel Kolom dan Balok Atas

Setelah pembuatan *flowchart* kerja pembuatan sampel kolom dan balok atas. Peneliti menguraikan setiap pekerjaan dari *flowchart*. Berikut adalah uraian dari setiap pekerjaan *flowchart*.

- Pembelian Material
- Pembuatan Bekisting
- Penulangan
- Pembuatan Campuran Adonan Beton 1PC : 2 Kerikil : 2 Pasir
- Pelepasan Bekisting

4.3. Pemasangan Sistem Sambungan

Setelah komponen-komponen penelitian (kolom dan balok atas) bekistingnya sudah dilepas, langkah berikutnya adalah pemasangan dari tiap-tiap komponen menjadi satu kesatuan struktur. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pemasangan komponen-komponen dalam penelitian ini adalah:

- Pembersihan lahan lapangan hijau (parkir Universitas Kristen Petra) bagian dekat tempat sampah dengan pemotongan rumput.
- Pembuatan alas pondasi dengan urukan pasir yang dicampur dengan kerikil sebanyak 4 titik sesuai tempat pondasi-pondasi diletakkan. Untuk meletakkan Pondasi, sloof, dan pedestal
- Langkah awal dalam pemasangan masing-masing komponen ini adalah dengan memasang katrol pada *tripod* setelah itu tripod didirikan dan di geser hingga pas pada titik pusat dari pedestal.
- Pengikatan kolom dengan rantai katrol pada bawah konsol kolom dengan kuat dan di bendrat agar aman.
- Penarikan keatas kolom dengan perlahan lahan, sambil bagian bawah kolom diberi tali guna tidak merusak sambungan bawah kolom ke pedestal.
- Setelah kolom berdiri tegal lurus tepat diatas kolom pedestal maka katrol di turun kan perlahan-lahan. Sebelumnya dilakukan perataan bagian atas pedestal dari penelitian sebelumnya dan perataan kolom dengan dibetel sehingga kolom tepat berdiri tegak lurus dipedestal. Melakukan penyikuan kolom dengan *waterpass* apabila masih belum siku dilakukan pembetulan lagi antara kolom pedestal atau kolom hingga tegak lurus.
- Setelah kolom tersambung pada pedestal langkah selanjutnya adalah pemberian perancah pada kanan kiri kolom agar kolom tidak doyong ke kanan kiri.
- Setelah kolom berdiri maka akan dilanjutkan proses mendirikan kolom lainnya dengan langkah-langkah yang sama.
- Pemasangan balok dilakukan setelah 2 kolom berdiri dengan cara mengikat tali katrol pada bagian tengah balok lalu penarikan tali pada kedua ujung kanan kiri dari balok guna tidak merusak sambungan yang ada.

4.4. Pengujian Pengaruh Differential Settlement

Untuk mengetahui apakah sistem sambungan pedestal-kolom dan kolom-balok atas sudah stabil maka dilakukan pengetesan terhadap *differential settlement* dimana pondasi dibuat seakan turun sesuai dengan keadaan yang dapat terjadi pada rumah-rumah sederhana yang ada dimana dengan adanya penurunan dapat mempengaruhi berbagai komponen-komponen yang ada pada sebuah bangunan. Dalam penelitian ini peneliti meneliti bagian-bagian sambungan apakah terjadi keretakan atau tidak apabila terjadi penurunan pada satu titik pondasi. Langkah-langkah pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

- Pengecekan kondisi bangunan, dan melakukan proses dokumentasi sebelum bangunan di test.
- Pemasangan tripod dan katrol didirikan tepat tegak lurus dengan poer.

- Memasukkan rantai katrol kedalam poer untuk mengangkat poer yang sudah diganjil oleh usuk 5/7.
- Melakukan pengukuran ketinggian dari tiap - tiap poer yang telah terpasang.
- Mengangkat Puer setinggi 1-2 cm.
- Mengamati apa yang terjadi pada semua sambungan-sambungan yang ada.
- Usuk 5/7 pada poer bagian kiri diputar bilamana asalnya poer diganjil usuk dengan ketinggian 7cm sekarang menjadi 5cm.
- Katrol diturunkan perlahan hingga poer bagian kiri turun kebawah, dilakukan pengamatan terhadap semua sambungan-sambungan yang ada.
- Rantai yang berada di bagian kiri dilepas dan dipindahkan ke kanan kolom yang digunakan untuk memutar balok bagian kanan.
- Puer diangkat setinggi 0.5-1 cm.
- Balok kayu bagian kanan diputar.
- Melakukan pengecekan dan melakukan dokumentasi pada kondisi fisik bangunan setelah bangunan di test.
- Melakukan pengukuran ketinggian dari poer setelah balok kayu diputar.
- Puer bagian kanan diangkat kembali guna melakukan pemutaran balok seperti posisi asal.
- Melepas rantai dan memindahkannya ke bagian kiri kolom untuk mengangkat poer bagian kiri dan memutar baloknya.
- Balok diputar ke posisi semula dan rantai dilepas.
- Meringkas tripod dan katrol yang telah digunakan.

4.5 Diskusi Hasil dan Analisis

1. Berat masing-masing komponen adalah kolom dengan berat 290,4 kg dan balok atas dengan berat 88,8 kg
2. Setelah bekisting dilepas semua komponen dirakit menjadi satu kesatuan struktur
3. Hasil kekuatan test silinder setelah:
 - 7 hari , menghasilkan kekuatan = 150 kN; dengan mutu K – 150 Kg/cm²
 - 14 hari, menghasilkan kekuatan = 190 kN; dengan mutu K – 150 Kg/cm²
 - 28 hari, menghasilkan kekuatan = 225 kN; dengan mutu K – 155 Kg/cm²
4. Dari pengujian pengaruh *differential settlement* didapatkan penurunan yang diperbolehkan agar struktur tetap stabil adalah 1/100 dari L sloof (panjang sloof) dan penurunan maximum yang terhadai hingga struktur tidak stabil adalah 1/50 dari L sloof (panjang sloof).
5. Waktu yang dibutuhkan dalam pemasangan semua komponen kurang lebih 6 jam
6. Tenaga kerja menggunakan tiga pembantu tukang dan alat berat katrol dalam pemasangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan yang didapat baik dari studi literatur dan analisis data, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dengan pembuatan sampel kolom dan balok atas yang dipasang sesuai yang direncanakan dapat disimpulkan struktur tersebut stabil dan apabila terjadi penurunan sebesar 2 cm atau $1/100 \times L$ sloof ($L_{sloof} = 200 \text{ cm}$)) maka struktur masih stabil dan sambungan-sambungan masih utuh. Apabila terjadi penurunan 4 cm atau $1/50 \times L$ sloof ($L_{sloof} = 200 \text{ cm}$) maka terjadi keretakan pada sloof dan pergoyangan pada sambungan kolom pedestal dengan kolom. Penurunan tidak boleh sampai $1/50 \times L$ sloof dimana pada kondisi ini struktur menjadi tidak stabil.
- Dari penelitian ini dalam proses pemasangan kolom dan balok atas pracetak dibutuhkan waktu pemasangan selama 340 menit dengan adanya kolom dan balok atas pracetak ini dapat menghemat waktu dibandingkan dengan cara *konvensional* waktu pemasangan ini dapat dipercepat dengan proses pembuatan kolom dan balok atas pracetak dipabrik dimana semua ukuran – ukuran sama presisi dengan sambungan-sambungan yang ada dan mutu beton dapat dikontrol.

5.2 Saran

- Kolom dan balok atas dengan memanfaatkan beton pracetak dapat diproduksi dan sebaiknya menggunakan beton ringan yang juga mempunyai mutu yang bagus dan terkontrol. Agar proses perakitan lebih cepat dan praktis.
- Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan apabila tinggi kolom lebih tinggi dari penelitian ini apakah berpengaruh pada struktur bangunan ini apakah perlu adanya penambahan pemodelan sambungan yang ada juga.
- Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan adanya pengetesan pembebanan pada kolom dan balok atas sesuai dengan beban yang diterima oleh *rafter* bangunan.

6. DAFTAR REFERENSI

Henderson, Albert. (1951). *Patent No. 2,569,669 1951*. Pittsburgh, pa.

Wuisan, Danny dan Raharjo, Christian. (2012). “ *Sambungan pada Pedestal Pondasi, Kolom, dan Sloof Beton Bertulang untuk Rumah Sederhana Satu Lantai*”. Surabaya.

Martin, L.D dan Korkosz, W.J, (1982). “*Connections for Precast Prestressed Concrete Buildings*”, PCI, Washington, D.C