

**ABSTRAK DAN RINGKASAN EKSKUTIF  
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BETON PRECAST PADA JEMBATA  
LENGKUNG DALAM RANGKA PENINGKATAN KEMUDAHAN  
AKSES DI WILAYAH PERKEBUNAN KOPI**

**Ketua Tim**

**ERNO WIDAYANTO ST.,MT. NIDN 0019047001**

**Anggota Tim**

**Ir. HERNU SUYOSO, MT. NIDN 0012115505**  
**AHMAD HASANUDDIN ST.,MT NIDN 0027037103**

**UNIVERSITAS JEMBER  
Desember 2014**

# **PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BETON PRECAST PADA JEMBATAN LENGKUNG DALAM RANGKA PENINGKATAN KEMUDAHAN AKSES DI WILAYAH PERKEBUNAN KOPI**

Peneliti : Erno Widayanto<sup>1</sup>, Hernu Suyoso<sup>1</sup>, Ahmad Hasanuddin<sup>1</sup>  
Mahasiswa yang terlibat : Tri Wahyudi<sup>2</sup>, Ayu Pratiwi<sup>2</sup>, Mimin Savitri<sup>2</sup>  
Sumber dana : BOPTN 2014  
Kontak email : [widayanto@ymail.com](mailto:widayanto@ymail.com)  
Desiminasi : Belum ada

Keterangan:

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

## **ABSTRAK**

Menurut FAO, pada tahun 1997, diantara negara-negara penghasil kopi di dunia, luas panen kopi di Indonesia berada ditingkat keempat sesudah Brazil, Cote d' Ivoire dan Colombia. Walaupun demikian, produktivitas perkebunan kopi di Indonesia masih rendah dan berada di urutan ke -53 (yaitu 375 kg/ha) dari 80 negara penghasil kopi dunia. Produktivitas perkebunan kopi yang tertinggi adalah negara Martineque (2,5 ton/ha), kemudian disusun oleh China dan Vietnam, masing-masing 2, 0 dan 1,8 ton/ha.(Sumber :Departemen Pertanian 2003). Tidak berimbangannya antara luas perkebunan kopi di Indonesia dengan volume produksi yaitu pada urutan ke 53 dunia, hal ini disebabkan oleh perawatan perkebunan kopi menyangkut kemudahan akses dalam menyalurkan pupuk yang bisa menjangkau kesemua wilayah perkebunan. maka sebagai solusi atas permasalahan tersebut adalah terciptanya suatu jembatan yang murah yang bisa dikerjakan oleh masyarakat biasa, yaitu **Pengembangan Teknologi Beton Precast Pada Jembatan Lengkung Dalam Rangka Peningkatan Kemudahan Akses Di Wilayah Perkebunan Kopi.**

Tujuan utama penelitian ini adalah meningkatkan akses transportasi perkebunan yang mampu menjangkau seluruh kawasan perkebunan dengan menciptakan model infrastruktur jembatan yang murah, kuat dan bisa diproduksi masal oleh seluruh masyarakat dikawasan daerah perkebunan kopi. Dibuat sampel berjumlah 15 biji dengan tujuan 5 perlakuan mutu beton, 3 model sambungan, 1 model benda uji monolit tanpa tulangan, 1 model benda uji monolit bertulang dan 3 sampel untuk masing-masing perlakuan.

Model sambungan yang dibuat hanya terdiri atas 3 macam dan dicoba pula dengan balok lengkung utuh, serta balok lengkung bertulang. Balok lengkung bertulang ternyata mempunyai kekuatan 3x lipat dari balok tanpa bertulang dan balok lentur sambungan mempunyai kuat lentur 50% dari balok lengkung monolit tanpa tulangan. Mutu beton

penyambung digunakan beton mutu tinggi dengan kuat tekan sekitar K600 mampu menahan sambungan, tetapi justru patahnya sambungan ada pada tepat lekatan antara sambungan mutu rendah dan mutu tinggi.

***KEYWORDS : Teknologi Beton Precast , Jembatan Lengkung***

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, tanaman kopi dibudidayakan oleh rakyat dan perkebunan besar di beberapa tempat, antara lain . D.I. Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku, dan Irian Jaya. Dari keseluruhan sentra produksi tersebut, produksi kopinya mencapai 88,37% dari total produksi Indonesia. Menurut FAO, pada tahun 1997, diantara negara-negara penghasil kopi di dunia, luas panen kopi di Indonesia berada ditingkat keempat sesudah Brazil, Cote d' Ivoire dan Colombia. Walaupun demikian, produktivitas perkebunan kopi di Indonesia masih rendah dan berada di urutan ke -53 (yaitu 375 kg/ha) dari 80 negara penghasil kopi dunia. Produktivitas perkebunan kopi yang tertinggi adalah negara Martineque (2,5 ton/ha), kemudian disusun oleh China dan Vietnam, masing-masing 2, 0 dan 1,8 ton/ha. (Sumber : *Departemen Pertanian 2003*). Tidak berimbangnya antara luas perkebunan kopi di Indonesia dengan volume produksi yaitu pada urutan ke 53 dunia, hal ini disebabkan oleh perawatan perkebunan kopimenyangkut kemudahan akses dalam menyalurkan pupuk yang bisa menjangkau kesemuawilayah perkebunan. Mengingat medan perkebunan kopi yang tidak datar dan terhalangi olehbanyaknya sungai-sungai kecil yang tidak memungkinkan mobil pengangkut pupuk bisamelewati, maka sebagai solusi atas permasalahan tersebut adalah terciptanya suatu jembatan yang murah yang bisa dikerjakan oleh masyarakat biasa, yaitu PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BETON PRECAST PADA JEMBATAN LENGKUNG DALAM RANGKA PENINGKATAN KEMUDAHAN AKSES DI WILAYAH PERKEBUNAN KOPI. Teknologi beton pracetak pada jembatan lengkung sangatlah tepat apabila jikadigunakan sebagai alternative jembatan yang digunakan di perkebunan, mengingat medanyang selalu tersekat-sekat oleh sungai dan rata-rata pada dataran tinggi dengan alasan sebagai berikut:

- a. Kebutuhan volume beton tidak terlampau tinggi, karena penguatan jembatan bisa
- b. dilakukan dengan tanah uruk untuk mempertebal dimensi jembatan.
- c. Bisa diproduksi masal oleh masyarakat pekerja dan tukang.
- d. Panjang Jembatan dibatasi hanya untuk jembatan dengan bentang 1m hingga 5 m.
- e. Harganya bisa murah karena penggunaan besi ditekan seminimal mungkin

## TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini, karena tuntutan geometris dan metode konstruksi, kian banyak jembatan yang menggunakan beton bermutu dan berkinerja sangat tinggi, Jembatan Akihabara di Jepang menggunakan beton berkekuatan 120 Mpa. Bahkan, Jembatan Sakata Mirai juga di Jepang, menggunakan beton bermutu ultra tinggi dengan kekuatan mencapai 180 Mpa (sekitar K2000). Meskipun begitu, teknologi beton di Indonesia tidaklah tertinggal terlalu jauh. "Perkembangan teknologi beton di Indonesia dalam kurun waktu 20 tahun belakangan ini sangat menggembirakan," kata Dr Ir FX Supartono, pakar teknologi beton dari universitas Indonesia. Satu yang dapat menjadi parameter adalah proyek jembatan cable stay diperumahan Grand Wisata Bekasi. Pylon jembatan terbuat dari beton mutu 60 Mpa (K700) yang dapat memadat mandiri (self compacting concrete) dalam bentuk flowable concrete. Jembatan Megamall di Pluit adalah contoh lain yang menerapkan beton mutu tinggi balok gelagar (girder) pracetak prategangnya, yaitu berkekuatan 80MPa (K900).

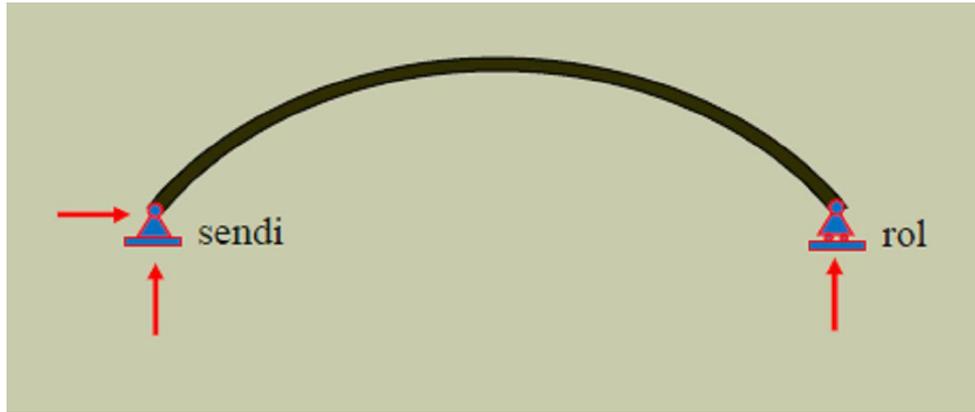
Perbandingan berat bahan susun beton optimum tanpa *silicafume* dengan kadar *superlastisizer* 2% adalah 1 *superlastisizer* : 5,67 air : 22,22 semen : 22,65 pasir : 20,91 koral. Perbandingan berat bahan susun beton optimum dengan kadar *silicafume* 10% dan *superlastisizer* 2% adalah 1 *superlastisizer* : 5,67 air : 2,22 *silicafume* : 20 semen.

Ada beberapa pertimbangan dalam mendesain dan merakit beton pracetak pada jembatan, yaitu:

- a. Perencanaan komponen struktur beton pracetak dan sambungannya harus mempertimbangkan semua kondisi pembebanan dan kekangan deformasi mulai dari saat pabrikan awal, hingga selesainya pelaksanaan struktur, termasuk pembongkaran cetakan, penyimpanan, pengangkutan dan pemasangan.
- b. Apabila komponen struktur pracetak dimasukkan ke dalam sistem struktural, maka gaya-gaya dan deformasi yang terjadi di dan dekat sambungan harus diperhitungkan di dalam perencanaan.
- c. Toleransi untuk komponen struktur pracetak dan elemen penghubungnya harus dicantumkan dalam spesifikasi. Perencanaan komponen pracetak dan sambungan harus memperhitungkan pengaruh toleransi tersebut. (*SK SNI 03 - xxx - 2002 Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002*)

Untuk penyambungan beton pracetak dibedakan antara sambungan kering dengan sambungan basah (*wet joint*), untuk sambungan kering (*dry joint*) mempunyai kekuatan antara 20% sampai dengan 40% lebih kecil dibandingkan dengan sambungan basah. Pada sambungan kering terjadi retak sebelum mencapai P maksimum, sementara pada sambungan basah yang menggunakan epoxy lebih getas (*Xiangming Zhou, Neil Mickleborough, and Zongjin Li, 2005*).

Gambar struktur jembatan pelengkung sederhana adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pelengkung sederhana

Raksitumpuan:

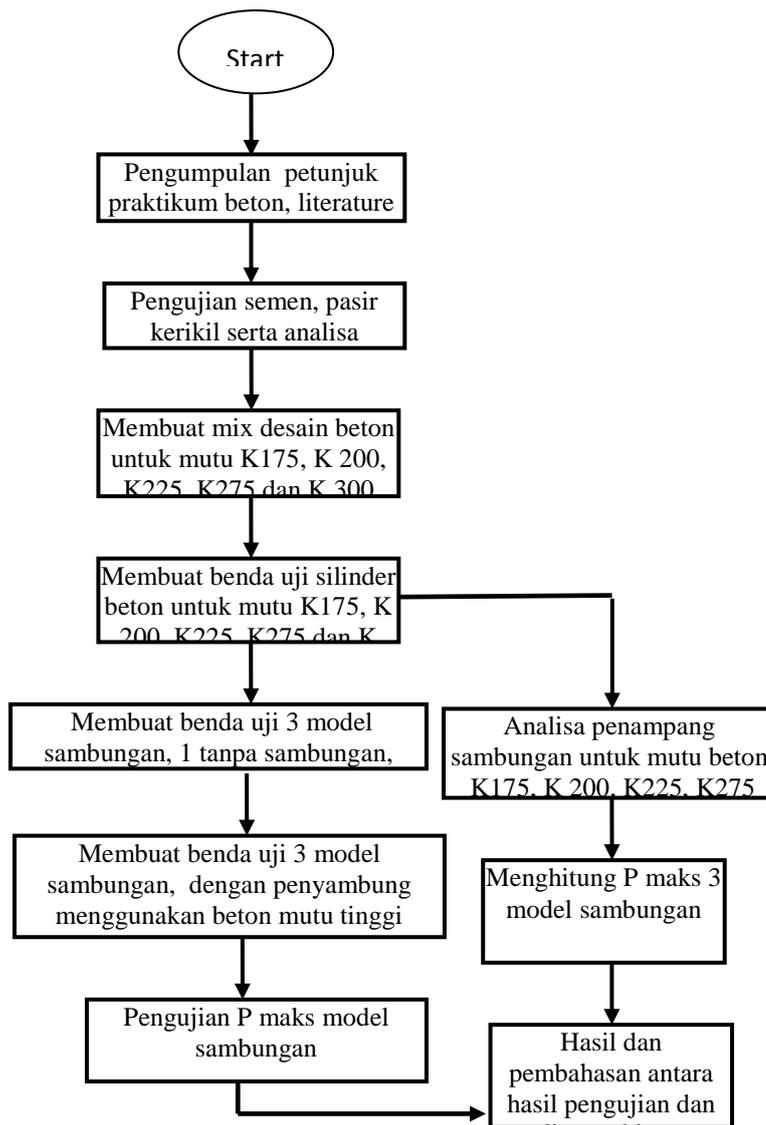
2 Reaksi pada sendi 1 Reaksi pada rol Dapat dicari dengan 3 persamaan keseimbangan ( $\Sigma H=0$ ;  $\Sigma V=0$ ;  $\Sigma M=0$ ) Deformasi atau pergeseran pada rol akibat berat sendiri atau beban luar yang bekerja pada umumnya cukup besar. Untuk mencegah hal tersebut, maka pada umumnya dipasang batang tarik, sehingga struktur menjadi sistem **statis tak tentu**.

#### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan utama penelitian ini adalah meningkatkan akses transportasi perkebunan yang mampu menjangkau seluruh kawasan perkebunan dengan menciptakan model infrastruktur jembatan yang murah, kuat dan bisa diproduksi massal oleh seluruh masyarakat di kawasan daerah perkebunan kopi. Untuk itu ditargetkan, luaran Tahun 1. Desain segmen dan sambungan antar segmen jembatan, Jurnal nasional/internasional terakreditasi dan meluluskan 3 mahasiswa s1 teknik sipil. Tahun 2. Mampu membuat model jembatan yang murah, kuat dan dapat diproduksi massal, Jurnal nasional/internasional terakreditasi dan Mampu meluluskan mahasiswa S1 dalam setiap tahunnya. Dengan demikian akan memberi manfaat sebagai berikut:

- a. Memudahkan petani kopi dalam menyalurkan pupuk untuk menjangkau daerah-daerah yang belum terjangkau.
- b. Bisa menjaga kesuburan tanaman kopi yang menjadikan volume produksi yang meningkat.
- c. Bisa memberi kemudahan pengangkutan hasil-hasil panen kopi.
- d. Peningkatan akses ke kebun kopi akan mendorong perkebunan kopi menjadi rute sepeda gunung baik untuk wisatawan maupun olahragawan.

## METODE PENELITIAN



Gambar Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dibuat mix desain, langkah berikutnya adalah pembuatan benda uji yang terdiri atas 5 perilaku mutu beton yang diantaranya adalah K175, K225, K250, K300 dan K 350 dengan penyambung menggunakan mutu beton K 500, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan tren pengaruh mutu beton terhadap P maks dari balok lengkung beton dan melihat perilaku kerusakan pada sambungan beton yang menggunakan beton mutu tinggi.



Gambar Sampel benda uji 1 dan 2



Gambar Tipe sambungan A,B dan C

Pengujian tekan silinder masing-masing hasil mix desain, diuji pada usia 40 hari, dan terjadi peningkatan kekuatan yang rata-rata naik 80% dari mix design semula. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

**Pengujian Kuat Tekan Maksimum**

Type	Tgl prod	Tgl. Uji	Kode	Berat (kg)	P maks (kN)	P maks rata2 (kN)	fc' (N/mm <sup>2</sup> )	Elastisitas (kg/cm <sup>2</sup> )
K300	11.7.2014	15.9.2014	BU.1	12.81	660	783.33	44.35	31300.0531
			BU.2	12.80	930			
			BU.3	12.67	760			
K250	14.7.2014	15.9.2014	BU.1	12.56	620	716.67	40.58	29938.52315
			BU.2	12.57	660			
			BU.3	12.62	870			
K225	12.7.2014	15.9.2014	BU.1	12.68	665	665	37.65	28839.15911
			BU.2	12.66	668			
			BU.3	12.59	662			
K175	13.7.2014	15.9.2014	BU.1	12.55	505	496.67	28.12	24923.22725
			BU.2	12.57	490			
			BU.3	12.55	495			

Tabel 5.1

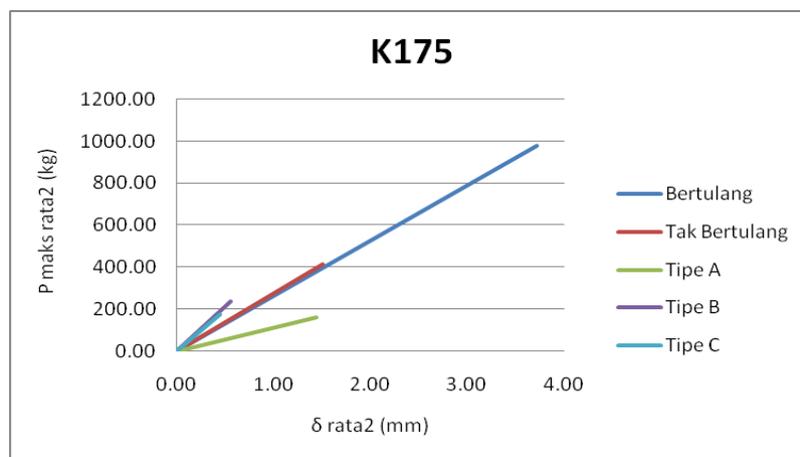
Pengujian lentur dilakukan bersamaan dengan pengujian tekan silinder dari masing-masing mutu beton. Instalasi pengujian dilakukan sebagai berikut :



Gambar Pengujian lentur balok lengkung

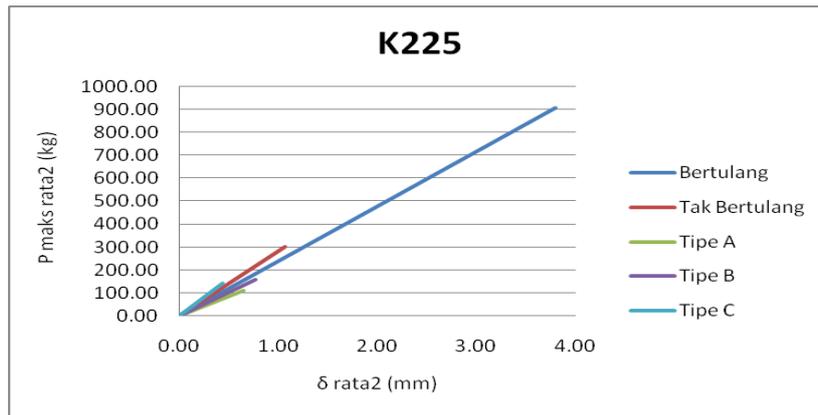
Dari gambar terlihat ada 2 dial, yang atas adalah dial proving ring yang berfungsi untuk mengukur P maks yang terjadi, sedangkan dial yang bawah untuk mengukur besar lendutan yang terjadi.

Pengujian lentur balok lengkung merekam data P maksimum dan lendutan yang diplotkan pada gambar, dengan hasil sebagai berikut:



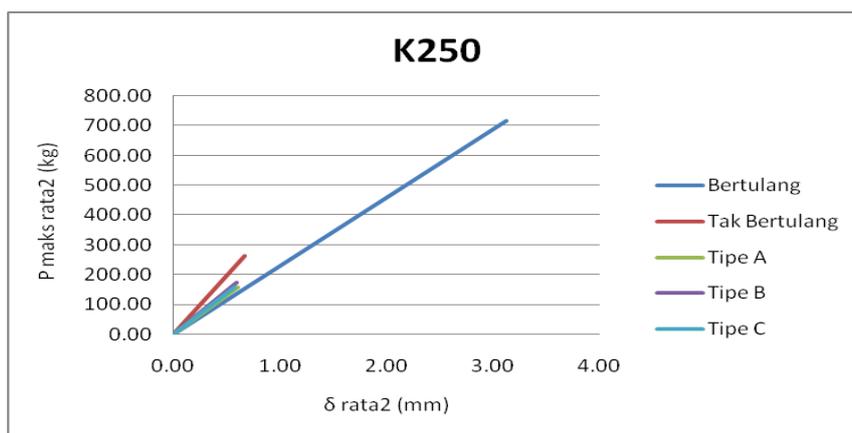
Gambar grafik pengujian balok lengkung pada Mix Design K175

Pada pengujian balok K175, Balok monolit bertulang mempunyai kekuatan maksimum dibandingkan dengan tak bertulang dan 3 model sambungan. Sambungan tipe A sangat mudah patah dan sangat tidak berdaya dalam menahan beban. Diantara sambungan yang terbagus adalah sambungan C sekalipun kekuatannya hanya 50% dibandingkan dengan kondisi monolit.



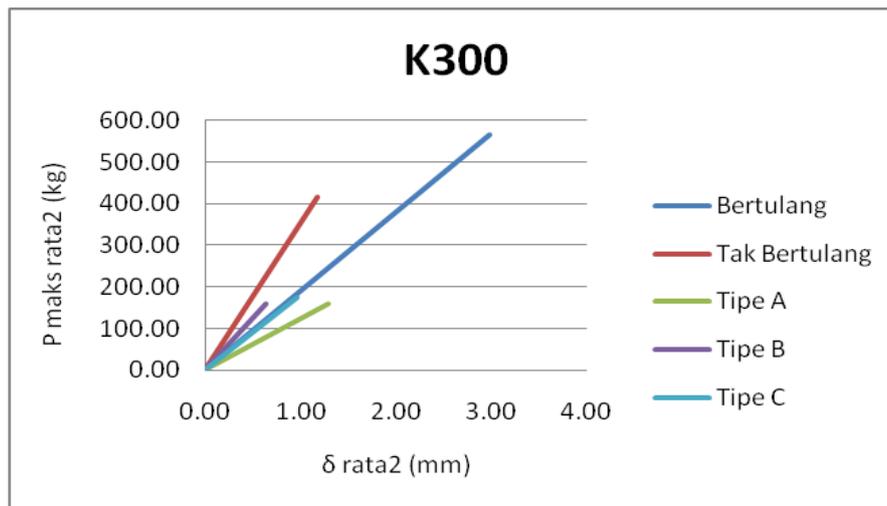
Gambar Grafik pengujian balok lengkung pada Mix Design 225

Pada pengujian balok K225, Balok monolit bertulang mempunyai kekuatan maksimum dibandingkan dengan tak bertulang dan 3 model sambungan. Kekuatan yang balok monolit hanya memiliki 30% dibandingkan balok bertulang. dari balok Sambungan tipe A sangat mudah patah dan sangat tidak berdaya dalam menahan beban. Diantara sambungan yang terbagus adalah sambungan C sekalipun kekuatannya hanya 50% dibandingkan dengan kondisi monolit.



Gambar grafik pengujian balok lengkung pada Mix Design 250

Pada pengujian balok K250, Balok monolit bertulang mempunyai kekuatan maksimum dibandingkan dengan tak bertulang dan 3 model sambungan. Kekuatan yang balok monolit hanya memiliki 30% dibandingkan balok bertulang. Dari ketiga model sambungan tidak ada perbedaan yang menyolok, dan rata-rata hanya mempunyai kekuatan 50% dari balok monolit.



Gambar grafik pengujian balok lengkung pada Mix Design 300

Pada pengujian balok K300, Balok monolit bertulang mempunyai kekuatan maksimum dibandingkan dengan tak bertulang dan 3 model sambungan. Kekuatan yang balok monolit memiliki kekuatan 70% dibandingkan balok bertulang.. Diantara sambungan yang terbagus adalah sambungan C sekalipun kekuatannya hanya 50% dibandingkan dengan kondisi monolit. Dan sambungan yang mempunyai lendutan maksimum ada pada sambungan tipe A.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari laporan kemajuan ini adalah sebagai berikut:

1. Mutu beton benda uji dibuat bervariasi dari mutu beton K175, K225, K250 dan K300 dimaksudkan, munculnya tren antara mutu beton dan P maks yang didapat. Sehingga P maks pada beton mutu tinggi bisa diketahui dari tren tersebut tanpa kita harus membuat benda uji masing-masing mutu beton. Dari hasil pengujian didapatkan tren bahwa semakin tinggi mutu beton balok lengkung semakin getas dalam menahan beban lentur
2. Model sambungan yang dibuat hanya terdiri atas 3 macam dan dicoba pula dengan balok lengkung utuh, serta balok lengkung bertulang. Balok lengkung bertulang ternyata mempunyai kekuatan 3x lipat dari balok tanpa bertulang dan balok lentur sambungan mempunyai kuat lentur 50% dari balok lengkung monolit tanpa tulangan.
3. Mutu beton penyambung digunakan beton mutu tinggi dengan kuat tekan sekitar K600 mampu menahan sambungan, tetapi justru patahnya sambungan ada pada tepat lekatan antara sambungan mutu rendah dan mutu tinggi.

Disarankan:

1. Model sambungan akan lebih bagus jika disamping menggunakan beton mutu tinggi, juga menggunakan besi d6 sebagai alat penyambungannya.
2. Mutu beton balok lengkung masih terbatas pada mutu beton yang tersebut diatas, masih bisa dikembangkan dengan mutu beton yang lebih tinggi seperti mutu 30 Mpa, 40 Mpa dan seterusnya yang saat ini sedang dikembangkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. *Sistem Tricon*. Jakarta : PT. Tribina Primalestari

Anonim. *Bangunan Pracetak Penuh Sistem Modified JHS Column Beam Slab*. PT. JHS Precast Concrete Industri

**AS'AT PUJIANTO**, *Beton Mutu Tinggi dengan Admixture Superplastisizer dan Aditif Silicafume*, JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA Vol. 14, No. 2, 177-185, November 2011

Hernando, Fandhi. 2009. *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Fly Ash*.

Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia

**Kadek Suambo Putra**, Analisis Produksi, Konsumsi, Dan Ekspor Komoditi Kopi Indonesia, **Department of Agribisnis, 2003**

Nasution, Thamrin. 2012. *Modul Kuliah STATIKA : Pelengkung Tiga Sendi*. Departemen Teknik Sipil FTSP ITM.

Prijasambada Ir, MM. *Production – Handling – Erection dalam Pelatihan dan Sertifikasi Pengawas Pekerjaan Bangunan Rumah Susun Yang Menggunakan Komponen dan Sistem Pracetak*. Jakarta : IAPPI

Xiangming Zhou, Neil Mickleborough, and Zongjin Li, *Shear Strength of Joints in Precast Concrete Segmental Bridges* , ACI Structural Journal / January- February 2005, Title no. 102-S01

SK SNI 03 - xxxx – 2002 **TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG**, 16 Desember 2002