

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK *PRECAST* SEGMENTAL
DENGAN BENTUK BIDANG KONTAK U TANPA GROUTING
DENGAN BEGEL**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh :

**ROYAN ARIPRIYANTO
D 100 140 025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK *PRECAST* SEGMENTAL DENGAN
BENTUK BIDANG KONTAK U TANPA GROUTING DENGAN BEGEL**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ROYAN ARIPRIYANTO

D 100 140 025

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Abdul Rochman, M.T.
Nik : 610

HALAMAN PENGESAHAN

TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK *PRECAST* SEGMENTAL DENGAN BENTUK BIDANG KONTAK U TANPA GROUTING DENGAN BEGEL

OLEH

ROYAN ARIPRIYANTO

D100140025

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 13 Februari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Abdul Rochman, M.T.

(Pembimbing Utama)

(.....)

2. Ir. Ali Asroni, M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Budi Setiawan, ST. M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan:



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Februari..... 2020

Penulis



Royan Aripriyanto
D 100 140 025

TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK *PRECAST* SEGMENTAL DENGAN BENTUK BIDANG KONTAK U TANPA GROUTING DENGAN BEGEL

Abstrak

Perkembangan teknologi beton sekarang banyak dilakukan. Salah satu jenis beton yaitu beton *precast* segmental. Pemilihan beton *precast* segmental karena lebih menguntungkan secara ekonomi, lebih cepat waktu penyelesaiannya, dan terjamin mutu serta kualitasnya. Bentuk bidang kontak U menggunakan begel dan penggunaan tulangan konvensional sebagai tendonnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan lentur balok *precast* dengan sistem tulangan konvensional, untuk mengetahui besar kekakuan balok *precast* dengan tulangan konvensional dan untuk mengetahui kapasitas kemampuan balok *precast* jika dibandingkan dengan balok non- *precast*. Komposisi bahan adukan yang digunakan meliputi pasir, kerikil, air, semen, *fly ash*, dan juga *superplastiezer* untuk membuat sifat beton menjadi beton mutu tinggi. Komposisi bahan sesuai mix desain dengan metode SNI 03-6468-2000, dengan komposisi bahan tambahan penggunaan *superplastiezer* 1,5% dari kebutuhan semen, dan *fly ash*, dengan nilai *fas* 0,3. Benda uji berupa balok dengan dimensi 135 cm x 20 cm x 10 cm. Sampel yang dibuat terdiri dari 3 buah beton silinder, 3 buah balok *precast* segmental dan 1 balok beton bertulang normal, seluruhnya diuji pada umur 28 hari. Setelah dilakukan penelitian didapatkan untuk beton *precast* segmental penempatan setengah bentang di tengah dengan hasil nilai kekakuan 9271,10 N/mm, momen retak sebesar 4,9351 kNm, dan momen kapasitas 8,3658 kNm. Untuk beton bertulang normal penempatan setengah bentang di tengah nilai kekakuan 20833,33 N/mm, momen retak 7,5851 kNm, dan momen kapasitas sebesar 10,3751 kNm.

Kata Kunci: balok *precast* , balok *precast* segmental, kuat tekan, kuat lentur, *precast*.

Abstract

The development of concrete technology is now widely practiced. One type of concrete is segmental precast concrete. The selection of precast segmental concrete because it is more economically profitable, faster completion time, and guaranteed quality and quality. The shape of the U-contact area uses stirrups and the use of conventional reinforcement as its tendons. This study aims to determine how much the flexural beam's flexural ability with a conventional reinforcement system, to determine the rigidity of the *precast* beam with conventional reinforcement and to determine the capacity of the precast beam's ability when compared to non-*precast* beams. The composition of the mortar used includes sand, gravel, water, cement, fly ash, and also a *superplastiezer* to make the properties of concrete into high quality concrete. The composition of the material is in accordance with the design mix with the SNI 03-6468-2000 method, with the composition of additional materials using 1.5% *superplastiezer* from cement requirements, and fly ash, with a *fas* value of 0.3. The test object is a beam with

dimensions of 135 cm x 20 cm x 10 cm The sample made consisted of 3 cylindrical concrete pieces, 3 segmental precast beams and 1 normal reinforced concrete beam, all tested at 28 days. After conducting the research, it was found that the precast segmental concrete is placed in the middle half span with the results of the stiffness value of 9271.10 N / mm, the crack moment of 4.9351 kNm, and the moment of capacity of 8,3658 kNm. For normal reinforced concrete half-span placement in the middle of the stiffness value of 20833.33 N / mm, the moment of cracking 7.5851 kNm, and the moment of capacity of 10.3751 kNm.

Keywords: precast beam, segmental precast beam, compressive strength, flexural strength, precast.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beton sekarang banyak dilakukan. Salah satu jenis beton adalah beton pracetak (*precast*). Beton pracetak sangat populer di Indonesia karena lebih menguntungkan secara ekonomi, seperti kualitas produk yang lebih baik dan terjamin, lebih awet serta ramah lingkungan. Kendala dalam pemakaian beton pracetak ketika diaplikasikan di lapangan adalah kesulitan memindahkan dari tempat pengecoran ke lokasi struktur. Salah satu metode untuk mengatasi ini digunakanlah pracetak segmental. Pemakaian tendon yang melengkung pada beton pracetak bertindak sebagai kekuatan yang membantu untuk memikul yang lebih konsisten dari pada beton konvensional. Namun, disamping kelebihan yang sangat banyak, penggunaan kabel tendon juga mempunyai kekurangan yaitu membutuhkan proses pengerjaan yang lebih rumit untuk membuat beton prategang. Harga satuan material untuk membuat beton prategang dengan menggunakan kabel tendon juga lebih mahal. Untuk itu pada penelitian ini dicoba dikembangkan balok beton *precast* dengan tulangan baja konvensional dengan cara diberi mur baut diujung-ujung balok dengan bidang kontak berbentuk U dan pada penelitian ini sementara tanpa *grouting*.

2. METODE

Pengunci besi tulangan menggunakan plat besi dengan ukuran 50 mm × 50 mm dengan tebal 5 mm dan mur segi enam dengan ukuran diameter 10 mm dan 19 mm. Timbangan, digunakan untuk menimbang agregat dan benda uji.

Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume air yang di butuhkan. Kerucut *Abram's*, digunakan untuk melakukan uji *slump* saat pengecoran pada benda uji.

Concrete mixer, untuk mengaduk campuran beton agar adukan yang dihasilkan menjadi lebih homogen. Cetakan silinder, sebagai cetakan pembuatan silinder beton. *Bekisting* plat, sebagai cetakan pembuatan plat beton. Alat uji kuat tekan, untuk mengetahui besar kuat tekan silinder beton. Alat uji kuat tarik, untuk mengetahui kuat tarik baja tulangan. Alat uji kuat lentur, untuk mengetahui kuat lentur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

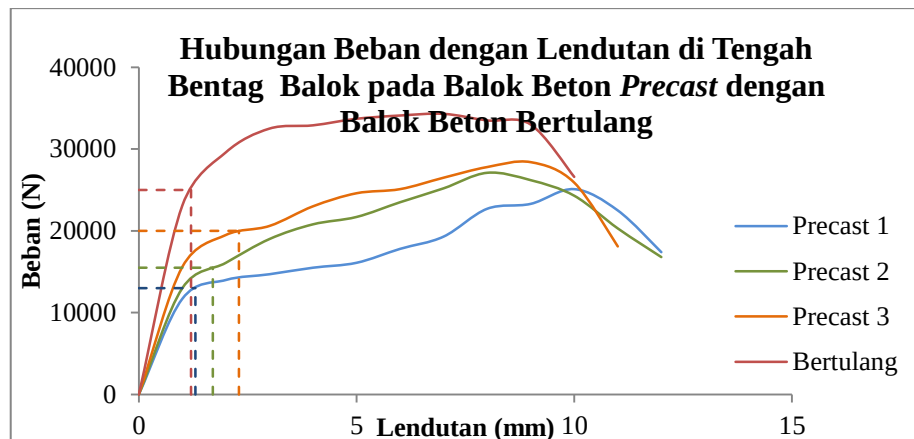
3.1 Hasil Pengujian Pendukung

Tabel 1. Hasil pengujian pendukung.

No	Jenis Pengujian		Hasil	
1	Kuat Tarik Baja Tulangan ulir ukuran 10 mm	f_y	324,84	N/mm ²
		f_{kap}	477,71	N/mm ²
2	Kuat Tarik Baja Tulangan polos ukuran 6 mm	f_y	272,47	N/mm ²
		f_{kap}	378,63	N/mm ²
3	Kuat Tarik Baja Tulangan polos ukuran 10 mm	f_y	417,24	N/mm ²
		f_{kap}	588,24	N/mm ²

No	Jenis Pengujian		Hasil	
4	Kuat Tarik Baja Tulangan polos ukuran 19 mm	f_y	485,64	N/mm ²
		f_{kap}	697,67	N/mm ²
5	Uji <i>Slump</i>	Beton <i>precast</i>	6,25	cm
		Beton bertulang	5,50	cm
6	Berat Jenis Beton	Beton Mutu Tinggi	2363	kg/mm ³
	Kuat Tekan	Beton Mutu Tinggi	61,30	N/mm ²

3.2 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton *Precast*



Gambar 1. Hubungan Beban dengan Lendutan pada Balok Beton *Precast* dengan Balok Beton Bertulang di Tengah Bentang Balok

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan perbandingan hubungan beban dengan lendutan pada beton precast segmental lebih kecil dari pada beton bertulang normal.

Tabel 2. Nilai kekakuan balok beton *precast*.

Benda Uji	P retak (N)	Lendutan (mm)	Kekakuan (N/mm)	Kekakuan rata rata (N/mm)
1	13000	1,30	10000	9271,10
2	15500	1,70	9118	
3	20000	2,30	8696	

Tabel 3. Nilai kekakuan balok beton tulangan normal

Benda Uji	P retak (N)	Lendutan (mm)	Kekakuan (N/mm)	Kekakuan rata rata (N/mm)
1	25000	1,20	20833,33	20833,33

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kekakuan rata rata untuk balok beton *precast* sebesar 9271,10 N/mm dan untuk balok beton bertulang normal sebesar 20833,33 N/mm.

Tabel 4. Hasil momen retak balok beton *precast*.

Benda Uji	L (m)	b (m)	h (m)	Beban pada kondisi retak (kN)	q (kN/mm)	Momen Lentur ($1/4PL+1/8qL^2$)
1	1,2	0,1	0,2	13,00	0,4726	3,9851
2	1,2	0,1	0,2	15,50	0,4726	4,7351
3	1,2	0,1	0,2	20,00	0,4726	6,0851
Momen Lentur rata rata (kNm)						4,9351

Tabel 5. Hasil momen retak balok beton bertulang normal.

Benda Uji	L (m)	b (m)	h (m)	Beban pada kondisi retak (kN)	q (kN/mm)	Momen Lentur ($1/4PL+1/8qL^2$)
1	1,2	0,1	0,2	25,00	0,4726	7,5851
Momen Lentur rata rata (kNm)						7,5851

Dari tabel yang telah ditampilkan diatas didapatkan hasil perhitungan momen retak rata rata pengujian balok beton *precast* sebesar 4,9351 kNm

sedangkan balok beton bertulang normal sebesar 7,5851 kNm. Balok beton *precast* mendapatkan hasil di bawah karena sambungan antar segmen hanya menggunakan material semen biasa.

Tabel 6. Hasil momen kapasitas beton *precast*

Benda Uji	L (m)	b (m)	h (m)	Beban pada kondisi maksimal (kN)	q (kN/m)	Momen Kapasitas ($1/4PL+1/8qL^2$)
1	1,2	0,1	0,2	25,5025	0,4726	7,7358
2	1,2	0,1	0,2	28,8025	0,4726	8,7258
3	1,2	0,1	0,2	28,5025	0,4726	8,6358
Momen kapasitas rata - rata						8,3658

Tabel 7. Hasil momen kapasitas balok beton bertulang normal.

Benda Uji	L (m)	b (m)	h (m)	Beban pada kondisi maksimal (kN)	q (kN/mm)	Momen Kapasitas ($1/4PL+1/8qL^2$)
1	1,2	0,1	0,2	34,30	0,4726	10,3751
Momen kapasitas rata - rata						10,3751

Dari tabel yang telah ditampilkan diatas didapatkan hasil perhitungan momen kapasitas rata rata pengujian balok beton *precast* sebesar 8,3658 kNm sedangkan balok beton dengan penambahan serat sebesar 10,3751 kNm.

Berdasarkan hasil uji laboratorium didapatkan nilai momen lentur balok *precast* segmental sebesar 8,365 kNm. Sedangkan hasil analisis design didapatkan nilai momen lentur perlu balok dari sistem lantai design sebesar 14,688 kNm. Selisih yang begitu besar antara nilai momen lentur balok *precast* hasil uji laboratorium dan analisis design mengakibatkan balok *precast* segmental dinilai tidak layak untuk mendukung sistem lantai dengan bentang sepanjang 3 meter.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Hasil pengujian berat jenis beton dengan faktor air semen 0,3 dan dengan penambahan *superplasticizer* didapatkan nilai berat jenis beton mutu tinggi sebesar 2363 kg/m^3 , $f'_c = 55,17 \text{ MPa}$. Analisa kekakuan didapatkan balok *precast* segmental memiliki nilai rata – rata sebesar 9271,10 N/mm dan 20833,33 N/mm untuk balok bertulang normal. Pengujian keretakan, diperoleh momen retak eksperimen rata – rata sebesar 4,9351 kNm untuk balok *precast* segmental, dan 7,5851 kNm untuk balok bertulang normal. Pengujian momen kapasitas, diperoleh

selisih yang tidak terlalu jauh yaitu rata – rata sebesar 8,3658 kNm untuk balok *precast* segmental dan 10,3751 kNm untuk balok bertulang normal. Ditinjau dari hasil uji laboratorium dan perhitungan desain benda uji, diperoleh bahwa balok *precast* segmental tidak layak digunakan untuk mendukung sistem lantai dengan bentang sepanjang 3m.

4.2 Saran

Perlu adanya *setting* alat uji kuat lentur yang lebih praktis, sehingga dalam melakukan pengujian benda uji dapat dilakukan lebih cepat dan menghemat tenaga. Untuk Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, supaya menyediakan tempat yang cukup luas untuk meletakkan benda uji dengan ukuran yang besar untuk mempermudah melakukan penelitian. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid sebaiknya alat uji kuat tekan, kuat tarik baja dan kuat lentur dikalibrasi minimal satu kali dalam satu tahun. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan cara digunakan lem beton sebagai perekat sambungan serta menggunakan *grouting*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI -1971)*, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik : Bandung.
- Anonim. 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam) SNI S-04-1989-F*. Yayasan LPMB : Bandung.
- Anonim, 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar SNI 03-1969-1990*. Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia.
- Anonim, 1991. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal SNI T-15-1990-03*. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan : Bandung.
- Anonim, 1992. *Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir Untuk Campuran Mortar atau Beton SNI 03-2816-1992*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Anonim. 1996. *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung SNI 03-4154-1996*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.

- Anonim, 2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu Terbanng SNI 03-6468:2000*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Anonim, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002*. Badan Standarisasi Nasional : Bandung.
- Anonim, 2008. *Cara Uji Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Halus SNI 1970:2008*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Anonim, 2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles SNI 2417:2008*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Anonim, 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder SNI 1974:2011*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Anonim, 2017. *Baja Tulangan Beton SNI 2052:2017*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Asroni, A. 2015. *Struktur Beton Lanjut Berdasarkan SNI 2847-2013*. Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.
- Asroni, A. 2017. *Teori dan Desain Balok dan Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Muhammadiyah University Press : Surakarta
- Batubara, Iqbal. 2012. *Teknologi Bahan (Beton Precast)*. Departemen Teknik Sipil : Medan.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Hermawan, Rudi. 2011. *Balok Precast Segmental dengan Sistim Sambungan Boned Non Prestressed*. Politeknik Negeri Jakarta : Jakarta.
- Marinda, P, 2008. *Kumpulan Artikel Abu Terbang Batubara*. <http://www.pu.go.id>.
- Maryoto, Agus. 2017. *Pengaruh Panjang Sambungan Pada Beton Prategang Segmental Bertulangan Limbah Ban*. Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Nugraha, Paul. dan Antoni. (2007). *Teknologi Beton dan Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi* : Yogyakarta
- Nurjannah, Siti Aisyah. 2011. *Perkembangan Sistem Struktur Beton Pracetak Sebagai Alternatif Pada Teknologi Konstruksi Indonesia yang Mendukung Efisiensi Energi Serta Ramah Lingkungan*. Fakultas teknik Universitas Sriwijaya : Palembang.
- Rochman, A. 2008. *Desain Jembatan*, Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.

Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.

Wahyudi, Hendrawan dan Hery Dwi Hanggoro. 2010. *Perencanaan Struktur Gedung BPS Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Beton Pracetak*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro : Semarang.