Analisa Pengaruh Sambungan COR Beton Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Menggunakan SikaCim Bonding Adhesive dan non SikaCim Bonding Adhesive

Influence Connection Cast Concrete Analisa the Fluxural Strenght Beam Concrete Using SikaCim Bonding adhesive and non SikaCim Bonding aAdhesive

Mohammad Reza Pahlevi, As'at Pujianto
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Beton bertulang adalah material utama yang banyak digunakan pada konstruksi. Tetapi proses pengecoran beton pada proyek, banyak juga yang dihentikan ditengah jalan. Sehingga menimbulkan sambungan antara beton lama dengan beton baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kuat lentur sambungan beton dengan penembahan lem beton (zat adhitive) dibandingkan dengan sambungan beton yang tidak menggunakan lem perkat beton (zat adhitive) dan kedua variasi tersebut dibandingakan dengan beton normal tanpa adanya sambungan. Penelitian ini menggunakan belok dengan dimensi 600 mm x 150 mm x 150 mm dengan tulangan 4D8 dan 4D6. Metode yang digunakan dalam pengujian kuat lentur menggunakan metode 1 tumpuan atau tumpuan terpusat, dengan 1 titik tumpuan yang berada dibagian tengah. Benda uji ini akan diuji kuat lentur pada umur setelah 28 hari. Hasil dari penelitian ini mendapat nilai kuat lentur beton sambungan non sikacim sebesar 5,47 MPa, 5,25 MPa, 5,60 MPa, dengan rata-rata5,44 MPa. Kuat lentur beton sambungan dengan sikacim bonding adhesive sebesar 6,70 MPa, 6,39 MPa, 7,29 MPa dengan rata-rata 6,79 MPa, dan beton normal tanpa sambungan sebesar 7,74 MPa, 7,30 MPa, 7,66 MPa, dengan rata-rata 7,57 MPa.

Kata Kunci : Kuat lentur, Sambungan, Balok Beton Bertulang, SikaCim Bonding Adhesive

Abstract. *The reinforced concrete is the first material to use on many construction. But the casting process of concrete on project that also was stopped in the street. Giving rise to a connection between the old concrete with new concrete. The purpose of this research was for analysis flexural strenght on the connection of concrete with concrete glue (adhitive substance) compared with the connection beam not using concrete glue (adhesive substance) and than two variations to compared with normal beam concrete no joint. This research using beam with demantion 600 mm x 150 mm x 150 mm with reinforce 4D8 and 4D6. The result of method flexural strength using with a load that is placed one point or amid centered. The sample will be test after 28 days. Result of this research get value concrete flexural strength of connection no SikaCim Bonding Adhesive of 5,47 MPa, 5,25 MPa, 5,60 MPa with average of 5,44 MPa. The flexural strength of connection with SikaCim Bonding Adhesive of 6,70 MPa, 6,39 MPa, 7,29 MPa with everage of 6,79 MPa, and than for normaly beam of 7,74 MPa, 7,30 MPa, 7,66 MPa, with average of 7,57 Mpa*.

Keywords : Flexural Strengh, Connection, Reinforce Concrete Beam, SikaCim Bonding Adhesive

1. Pendahuluan

Beton merupakan elemen struktur bangunan yang banyak dikenal, digunakan dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam konstruksi. Beton banyak mengalami perubahan dari material yang digunakan, dari campuran beton sendiri maupun dalam pelaksanaan-pelaksanaan konstruksinya. Salah satu per-kembangan beton yaitu pembuatan kombinasi antara material beton dan baja Bentuk tulangan menjadi satu kesatuan kontruksi yang disebut dengan beton bertulang. Beton bertulang kini menjadi bahan pokok dalam pembuatan konstruksi.

Pada umumnya proses pengecoran pada proyek, banyak juga yang dihentikan ditengah jalan atau berhenti karena permasalahan waktu, bahan, jarak dan kebutuhan pada suatu proyek. Sehingga menimbulkan sambungan antara beton lama (yang mulai mengeras) dengan beton baru (pengecoran lanjutan). Pada saat proses pengecoran suatu panel atau balok, maka harus dilakukan terus menerus hingga

selesai pengecoran satu panel atau balok utuh yang monolit agar proses pengerasan beton dapat berlangsung dalam waktu yang bersamaan dan beton tersebut cukup kaku untuk menahan tekan.

Menurut Pratama, (2014) apabila pengecoran tidak selesai dan harus ditunda maka harus dilakukan penyambungan. Namun pada umur penyambungan semakin tua semakin mudah terjadi patah pada sambungan.

Pengecoran beton harus dilakukan dengan kecepatan sedemikian hingga beton selama pengecoran tersebut, tetap dalam keadaan plastis dan dengan mudah dapat mengisi ruang di antara tulangan. Setelah dimulainya pengecoran, maka pengecoran tersebut harus dilakukan secara menerus hingga mengisi secara penuh panel atau penampang sampai batasnya, atau sambungan yang ditetapkan sebagaimana yang diizinkan atau dilarang.

Penelitian tentang sambungan cor beton terhadap uji kuat lentur balok bertulang dengan penambahan zat aditif (bonding concrete) ditinjau dari umur sambungan yang diteliti oleh Pratama, (2014). Penelitian ini menunjukan bahwa umur sambungan cor beton sangat berpengaruh walaupun hasilnya tidak terlalu signifikan, semakin lama umur samungan beton maka akan semakin baik.

Dalam penelitian ini akan meneliti tentang analisis perbedaan kuat lentur balok dengan dimensi 60 cm x 15 cm x 15 cm, dengan tulangan 4D8 sebagai tulangan utama dan 4D6 sebagai sengkang. Benda uji dalam penelitian ini berhjumlah 9 benda uji, dengan 3 variasi. Variasi dalam penelitian ini berbeda bukanlah campuran atau bahan pada pembuatan benda uji, namun bentuk atau fisik yang berbeda yaitu 3 balok bertulangan baja dengan adanya sambungan, dan pada area sambungan akan ditambahkan dengan LEM perekat beton dengan merk SIKA dengan nama produk SIKACIM BONDING ADHESIVE, 3 buah balok bertulangan baja dengan sambungan, namun pada area sambungan tidak ditambahkan lem perekat beton melainkan langsung menyambungakan dengan sekmen 1 yang telah mengeras, 3 buah balok bertulangan baja tanpa sambungan yang berfungsi sebagai kontrol atau pembanding antara balok beton normal dan balok beton sambungan.

Penelitian tentang kajian eksperimenal kuat lentur balok pada sambungan balok kolom bertulang oleh Abrar dkk. (2015) kemudian Kajian Hubungan Kuat Lentur dengan Kuat Tekan Beton Suhendra, (2017). Penelitian ini meneliti tentang kuat lentur balok sambungan dengan menggunakan tulangan, tulangan yang digunakan berupa baja.

Penelitian tentang pengaruh serat limbah karpet terhadap kuat lentur balok beton ringan dari ALWA (*Artificial Lightweight Aggregate atau biasa disebut ALWA)* oleh Haryanto, (2016), kemudian penelitian tentang Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas oleh (Rompas dkk., 2013), kemudian penelitian tentang Pengaruh jenis semen dan jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton oleh Salain, (2009), kemudian penelitian tentang Cyclic Temperature Loading : Residual Flexural Strenght Of Refractory Slab Holcapek dkk. (2017), kemudian penelitian tentang Kapasitas lentur plat beton bertulang bambu petung polos Hantara dkk. (2014), kemudian penelitian tentang Efek Penambahan Serat Polypropoylene Terhadap Daya Lekat dam Kuat Lentur Pada Rehabilitasi Struktur Beton dengan SELF-COMPACTING REPAIR MORTAR (SCRM) Santoso dkk. (2010). Penelitian ini meneliti tentang bahan-bahan penyusun beton dan perbedaan variasi dari penyusun beton terhadap uji kuat lentur balok.

Pengujian lentur balok beton bertulang dengan menggunakan modifikasi alat uji tekan oleh Aryanti dkk. (2008). Penelitian ini telah membahas modifikasi alat uji tekan beton yang didapa kesimplan bahwa beton bertulang mengalami leleh dahulu kemudian baru mengalami keruntuhan.

Tujuan penelitian ini untuk menganalisa hasil kuat lentur balok bertulang dengan adanya sambungan dan non sambungan kemudian dibandingkan. Dalam perilaku sambungan pada balok beton dibedakan menjadi 2 variasi, yang *pertama* dengan menambahkan lem perekat beton dengan merk SikaCim Bonding Adhesive dan yang *kedua*

tanpa menggunakan lem perekat beton. Penelitian ini menggunakan benda uji berupa balok beton dengan dimensi 600 mm x 150 mm x 150 mm.

2. Bahan Peyusun Beton

a. SikaCim Bonding Adhesive

Sikacim bonding adhesive adalah bahan additive yang digunakan sebagai bahan tambah perketat beton lama dan beton baru. Tidak hanya sebagai bahan perekat sambungan antara beton lama dan beton baru dengan perbandingan 1:1:3 1 SikaCim Bonding Adhesive : 1 Air : 3 Semen, sikacim bonding adhesive juga bisa dicampurkan sebagai campuran mortar, dengan perbandingan 1:2 1 sikacim bonding adhesive : 2 air dan gunakan sebagai air pencampur untuk aduikan 1:3 semen : pasir (mortar). Konsumsi dalam petunjuk pemakaian yang dianjurkan dalam sika, pengunaan sikacim bonding adhesive konsumsi 1 kemasan (900 ml) digunakan untuk ± 8 m^2. Sikacim bonding adhesive sendiri berwarna putih.

Gambar 1 SikaCim Bonding Adhesive

b. Semen Portland Pozzoland

Semen *Portland Pozolan* (PPC 1) menurut (Tjokroadimulyo, 2010) adalah semen *hidraulik* yang dibuat dengan menggiling kliner yang menjadikan bahan pengikat hidrolis. Semen *pozolan* mengandung unsur silikat (SiO_2) dan aluminat (Al_2O_3). Sifat pozolan bukan sebagai perekat melainkan apabila dicampurkan kapur dan air maka akan mengeras. Reaksi tersebut disebabkan unsure dari bahan pozolan yaitu Al_2O_3 dan SiO_2 yang bersimpang dengan hidrasi semen $Ca(OH)_2$ sehingga menjadikan senyawa $C_3S_2H_3$. Biasa digunakan dalam konstruksi bangunan yang berada di air payau, keadaan yang memerlukan kekedapan air yang sangat tinggi, pekerjaan plasteran dan juga beton massa.

c. Agregat Halus dan Kasar

Penelitian ini menggunakan agregat halus (pasir) yang berasal dari sungai Progo dan agregat kasar berupa batu pecah/Split yang berasal dai Clereng Kulon Progo. Dimensi agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berukuran (1:1) cm.

3. Metode Penelitian

Penelitia ini menggunakan metode eksperimental yang mengacu pada (BSN, 2013) tentang *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung* dengan macam variable. Metode eksperimental ini bisa dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di lapangan, penelitian ini dilakukan di laboratorium.

Penggunaan material dalam penelitian ini, digunakan agregat halus yang berasal dari sungai progo (pasir sungai progo), agregat kasar menggunaan batu pecah/ split yang berasal dari Clereng Kulon Progo dengan ukuran 1 cm : 1 cm, semen (PPC type 1), dan sikacim bonding adhesive yang digunakan pada area sambungan.

Benda uji dalam penelitian ini berupa balok beton dengan ukuran 600 mm x 150 mm x150 mm dengan jumlah 9 buah balok dengan 3 variasi yaitu 3 balok sambungan dengan sika(BSDS), 3 balok sambungan tanpa sika (BSTS), 3 balok normal tanpa sambungan (BNTS) dengan menggunsksn tulangan 4D8 sebagai tulangan utama dan 4D6 sebagai tulangan sengkang. Pembuatan *Mix Desaign* berpedoman dengan (BSN, 2000).

Tabel 1 *Mix Desaign* kebutuhan per-m^3

Kebutuhan Material (Kg/m^3)	Kerikil (Kg/M^3)	Semen (Kg/M^3)	Air ($liter/m^3$)	Pasir (Kg/M^3)
	1132,80	539,50	205,00	462,70

Tabel 2 *Mix Desaign* kebutuhan 3,5

Kebutuhan Material (Kg)	Kerikil (Kg/M^3)	Semen (Kg/M^3)	Air ($liter/m^3$)	Pasir (Kg/M^3)
	25,49	9,69	21,86	53,52

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian material penyusun beton dilakukan untuk mendukung keberhasilan dan kesempurnaan pada benda uji. Penelitian ini meneliti material pengisi yaitu pengujian agregat kasar yang terdiri dari pengujian kadar air, kadar agregat, berat satuan. Dapat dilihat pada tabel 3. Kemudian pengujian agregat halus terdiri dari pengujian gradasi butiran, kadar air, kadar lumpur, berat satuan, berat jenis dan penyerapan. Dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3 Hasil pengujian agregat kasar

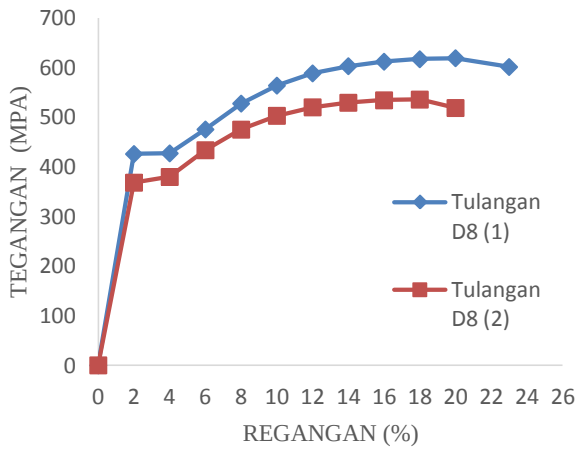
Pengujian	Satuan	penilaian
Kadar Lumpur	%	3,2
Kadar Air	%	1,33
Keausan Agregat	%	18,35
Berat Jenis	-	2,57
Penyerapan air	%	1,561
Berat Satuan	gr/cm^3	1,452

Berdasarkan hasil dari pengujian tabel 3, bahwa agregat kasar tergolong pada agregat normal dengan nilai berat jenis 2,57. Dalam pengujian berat jenis agregat kasar didaptkan 2,57 yang termasuk dalam agregat normal. Agregat ringan <20, normal 2,5-2,7, berat >2,8. Berdasarkan hasil pengujian agregat halus pada tabel 4, hasil pemeriksaan kadar lumpur menunjukan bahwa kadar lumpur bernilai 1%, menunukan bahwa lebih kecil dari syarat yang ditentukan oleh (BSN, 1989) dimana tertulis batas ditetapkan sebesar 5%.

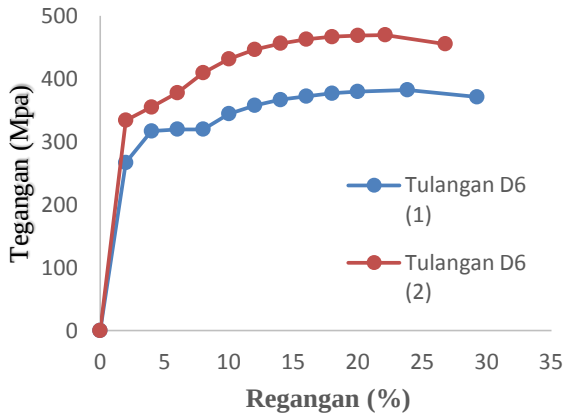
Tabel 4 Hasil pengujian agregat halus

Pengujian	Satuan	Penilaian
Gradasi	-	M.S.ASTM
Kadar Lumpur	%	1
Kadar air	%	1,3
Berat Jenis	-	2,63
Penyerapan Air	%	5,26
Berat Satuan	gr/cm^3	1,604

Penelitian ini menggunakan tulangan baja dengan dimensi 4D8 dan 4D6 dimana tulangan dengan diameter 8 adalah sebagai tulangan utama dan tulangan dengan diameter 6 adalah sebagai tulangan sengkang. Menurut hasil pengujian di laboratorium, pengujian Tulangan baja dengan dimensi D8 diuji secara berturut-turut dan mencapail titil leleh sebesar 43,42 kg/m^2 dan 37,53 kg/m^2, sedangkan tulangan D6 memperoleh titik leleh sebesar 27,21 kg/m^2 dan 34,09 kg/m^2. Dari hasil yang telah didapat, maka tulangan D8 pertama masuk dalam klasifikasi kelas bajaBJTP 30, sedangkan D8 kedua masuk dalam klasifikasi kelas baja BJTP 24. Kemudian untuk tulangan D6 pertama masuk kedalam klasifikasi kelas baja BJTP 24 dan tulangan D6 kedua masuk kedalam klasifikasi kelas baja BJTP 24, tulangan baja dengan dimendi D6 mempunyai klasifikasi kelas yang sama. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5 dan untuk grafik hubungan tegangan dan regangan dapat dilihat dalam gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Grafik hubungan tegangan dan regangan



Gambar 3 Grafik hubungan antara Tegangan dan Regangan tulangan D8

Hasil pengujian *Slump* dengan FAS 0,35 didapatkan hasil 8±2. Dapat dilihat pada tabel 6. Perebedaan yang terjadi dalam pengujian *Slump* beton segar dipengaruhi karena berbeda lama waktu pengadukan dan evakuasi terhadap beton segar. Sehingga mempengaruhi kekentalan dalam adonan beton segar. Dalam

(BSN, 2013) perlakuan beton segar haruslah cepat.

Tabel 6 Hasil pengujian *Slump*

Nama Benda Uji	Hasil *Slump* (cm)
BNTS	*7*
BSDS	*9*
BSTS	*7,5*

Pengujian kuat lentur balok bertulang ini dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian kuat lentur balok beton tanpa sambungan atau balok normal sebagai kontrol didapatkan nilai kuat lentur sebesar 7,74 MPa, 7,30 MPa dan 7,66 dengan rata-rata sebesar 7,57 MPa. Pengujian kuat lentur balok beton dengan sambungan yang ditambahkan lem perekat beton pada area sambungan atau sambungan dengan SikaCim Bonding Adhesive didapatkan nilai kuat lentur sebesar 6,70 MPa, 6,39 Mpa dan 7,29 MPa dengan rata-rata sebesar 6,79 MPa. Pengujian kuat lentur balok beton yang terakhir yaitu balok beton sambngan tanpa ditambahkan lem perekat beton pada area sambungan didapatkan nilai kuat lentur sebesar 5,47 MPa, 5,25 MPa dan 5,60 MPa dengan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 5,44 MPa. Hasil benda uji dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 5 Sifat Mekanisme Baja (BSN,2002)

Kelas baja tulanngan	No. Batang uji	Uji Tarik			Uji Lengkung	
		Batas ulur Kgf/mm^2 (N/mm^2)	Kuat tarik Kgf/mm^2 (N/mm^2)	Regangan (%)	Sudut lengkung	Diameter perlengkung
BJTP24	no. 2 no. 3	Minimum 24 (235)	Minimum 39 (380)	20 24	180°	$3 \times d$
BJTP30	no. 2 no. 3	Minumam 30 (295)	Minimum 45 (440)	18 20	180°	d > 16 = 3 × d d > 16 = 4 × d
BJTP30	no. 2 no. 3	Minumam 30 (295)	Minimum 45 (440)	10 18	180°	d > 16 = 3 × d d > 16 = 4 × d
BJTP35	no. 2 no. 3	Minimum 35 (345)	Minimum 50 (490)	18 20	180°	d ≥16 = 3 × d 16<d≤40 = 4×d d ≥40 = 5 × d
BJTP40	no. 2 no. 3	Minimum 40 (390)	Minimum 57 (500)	16 18	180°	$5 \times d$
BJTP50	no. 2 no. 3	Minimum 50 (490)	Minimum 57 (620)	12 24	180°	d ≤ 25 = 5 × d d > 25 = 6 × d

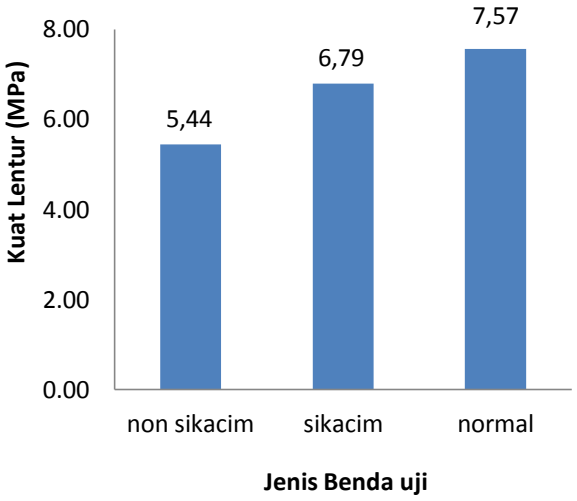
(Sumber : SNI-07-2052-2002)

Tabel 6 Hasil Kuat lentur 9 benda uji

Jenis Beton	Kode	Peak Point (kg)	Dimensi			Peak Point (N)	Tegangan Lentur (MPa)	Rata-Rata Lentur (MPa)
			b	h	l			
	A1	3429	155	155	605	33638.49	5.47	
BSTS	A2	3295.5	155	155	605	32328.86	5.25	5,44
	A3	3515.10	155	155	605	34483.13	5.60	
	B1	4031.70	152	152	595	39550.98	6.39	
BSDS	B2	4108.95	155	155	590	40308.80	6.70	6,79
	B3	4245.30	151	151	603	41646.39	7.29	
	C1	4437.6	150	150	600	43532.86	7.74	
BNTS	C2	4183.80	150	150	600	41043.08	7.30	7,57
	C3	4393.80	150	150	600	43103.18	7.66	

Berdasakan gambar 4 menunjukan hasil kuat tekan rata-rata pada 3 jenis balok, dimana pengujian balok beton pertama yaitu balok beton sambungan tanpa menggunakan lem perekat beton SikaCim Bonding Adhesive menunjukan rata-rata tegangan lentur 5,44 MPa dikarenakan proses sambungan yang tidak menggunakan lem perekat beton SikaCim Bonding Adhesive sehingga kuat tekan yang didapatkan bernilai kecil. Pada hasil pengujian benda uji kedua yaitu balok beton sambungan menggunakan lem perekat beton SikaCim Bonding Adhesive menunjukan tegangan lentur rata-rata sebesar 6,79 MPa dikarenakan proses penyambungan yang sempurna dengan menggunakan lem perekat SikaCim Bonding Adhesive menjadikan hasil yang mendekati sempurna dengan balok beton normal tanpa sambungan. Hasil penelitian yang ketiga yaitu balok beton normal tanpa sambungan sebagai kontrol menunjukan hasil 7,57 MPa. Hasil grafik dapat dilihat pada gambar 5 tentang grafik polynomial peningkatan kuat lentur terhadap jenis balok beton.

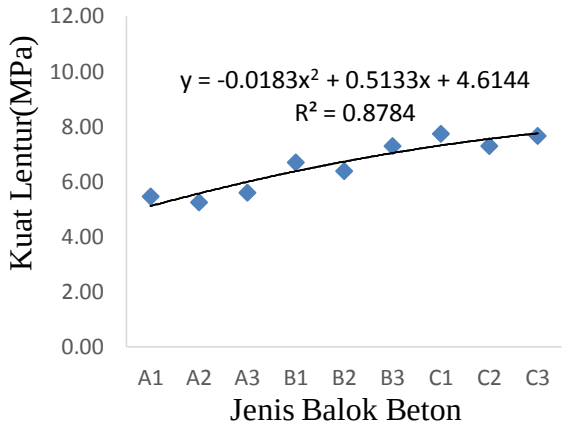
Pada hasil kuat lentur beton sambungan dan beton normal didapatkan perbandingan antara hubungan beban dan *displacement* atau disebut dengan waktu terjadinya lendutan balok, hasil grafik dapat dilihat pada gambar 6, gambar 7 dan gambar 8. Gambar 6 menunjukan hasil dari balok BNTS, gambar 7 menunjukan hasil dari balok BSDS, dan terakhir 8 dari balok BSTS. Waktu lendutan terlama didapat dari nilai jenis beton BSNS (Beton Sambungan tanpa SikaCim) dan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 4 Perbandingan kuat lentur rata-rata terhadap jenis balok beton

Dari beban yang diberikan kepada balok normal sambungan tanpa sika (BSTS) didapatkan beban tertinggi dari benda uji ke 3 yaitu balok A3 dengan beban maksimal sebesar 34,4831 kN dengan *displacement* sebesar 5,9 mm. Benda uji A1 dan A2 didapat nilai beban maksimal 33,6384 kN dan 32,3285 kN dengan nilai *displacement* sebesar 6,47 mm dan 5,97 mm. Pada penelitian ini didapat beban dan *displacement* yang sangat berbeda, disebabkan oleh karakter pada beton itu sendiri dengan perbedaan pada kondisi pada setiap beton, dikarenakan perbedaan rongga pada setiap benda uji. Sehingga semakin banyak rongga yang mengisi pada benda uji akan

berakibat kecilnya nilai yang dihasilkan,dan apabila rongga banyak maka akan menghasilkan nilai semakin besar. Nilai hubungan beban dan displacement dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 6.



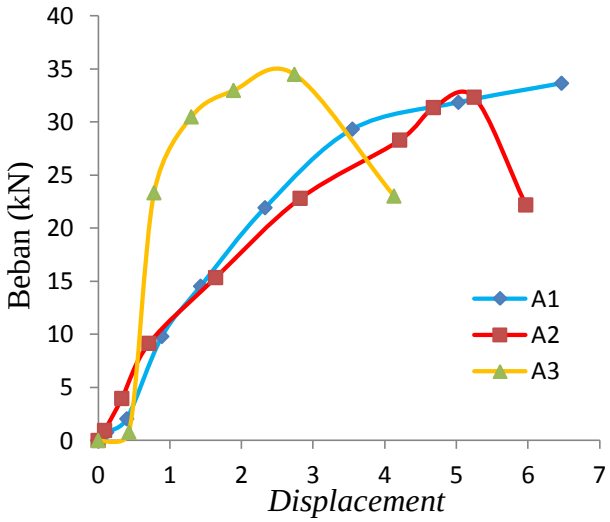
Gambar 5 Grafik Regresi Polinomial peningkatan kuat lentur terhadap jenis balok

Tabel 7 Hubungan antara beban dengan Displacment balok BSTS

Nama Benda Uji	Beban Maks (kN)	*Displacement* (mm)
A1	33,634	6,47
A2	32,325	5,97
A3	34,481	5,9

Beban yang diberikan kepada balok beton sambungan dengan sika (BSDS) didapatkan beban tertinggi dari benda uji ke 3yaitu balok B3 dengan beban maksimal sebesar 41,6473 kN dengan *displacement* sebesar 4,65 mm. Benda uji B1 dan B2 didapat nilai beban maksimal 39,5509 kN dan 40,3087 kN dengan nilai displacement sebesar 2,37 mm dan 4,24 mm. Nilai hubungan beban dan displacement dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar 7.

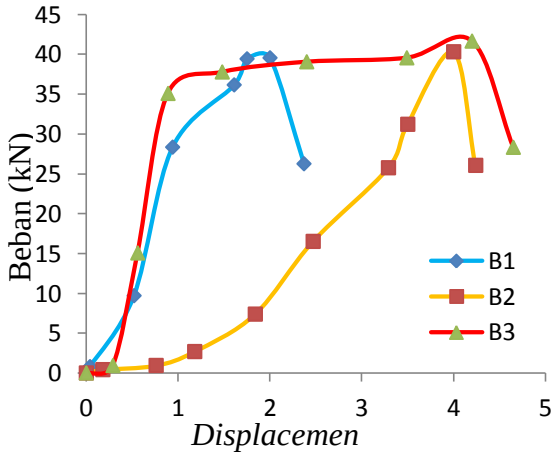
Beban yang diberikan kepada balok beton sambungan dengan sika (BNTS) didapatkan beban tertinggi dari benda uji ke 1 yaitu balok C1 dengan beban maksimal sebesar 43,5329 kN dengan *displacement* sebesar 2,42 mm. Benda uji C2 dan C3 didapat nilai beban maksimal 41,0430 kN dan 43,1031 kN dengan nilai displacement sebesar 1,23 mm dan 5,42 mm. Hasil *displacement* C3 mendapatkan nilai yang tinggi, diakarenakan permukaan yang tidak rata pada bagian benda uji dan rongga yang mengisi juga mempengaruhi nilai *displacement* yang tinggi. Disamping itu juga saat pengujian pembacaan *dial gauge* tidak terbaca benar atau berputar tidak searah jarum jam, sehingga hasil pembacan *dial gauge* tidak tepat, dan pengujian harus diulang kembali untuk mendapatkan hasil yang tepat.



Gambar 6 Hubungan antara beban dengan Displacment balok BSTS

Tabel 8 Hubungan antara beban dengan Displacment balok BSDS

Nama Benda Uji	Beban Maks (kN)	*Displacement* (mm)
B1	39,5509	2,37
B2	40,3087	4,24
B3	41,6473	4,65

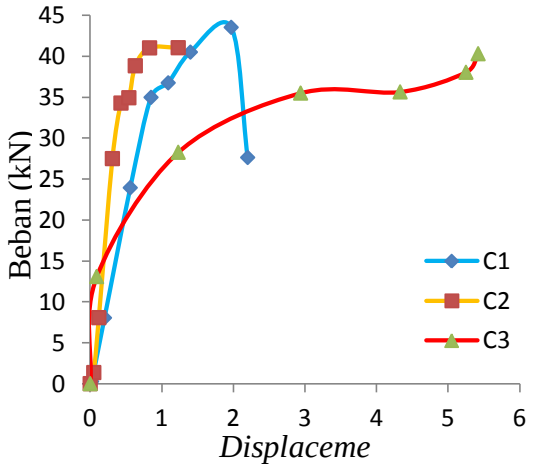


Gambar 7 Hubungan antara beban dengan Displacment balok BSDS

Nilai hubungan beban dan displacement dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar 8.

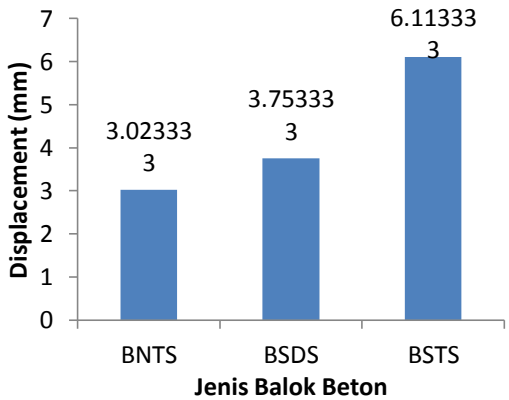
Tabel 9 Hubungan antara beban dengan Displacment balok BNTS

Nama Benda Uji	Beban Maks (kN)	*Displacement* (mm)
C1	43,5329	2,24
C2	41,0431	1,23
C3	43,1032	5,42



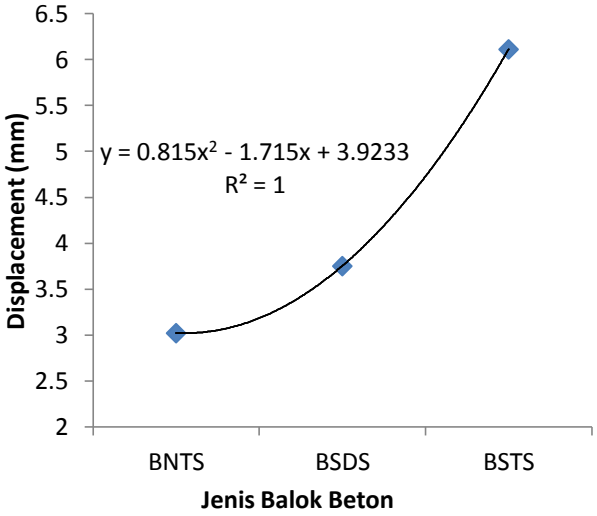
Gambar 8 Hubungan antara beban dengan Displacment balok BNTS

Hubungan *displacement* dengan jenis balok beton menunjukan bahwa beton sambungan tanpa sika (BNTS) mengalami *displacement* teritinggi dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar10.



Gambar 9 Hubungan antara *Displacement* dan jenis balok beton

Grafik regresi polynomial hubungan antara *Displacement* dengan Jebis Balok Beton dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Grafik Hubungan Regresi Polynomial dengan Displacement terhadap Jenis balok Beton

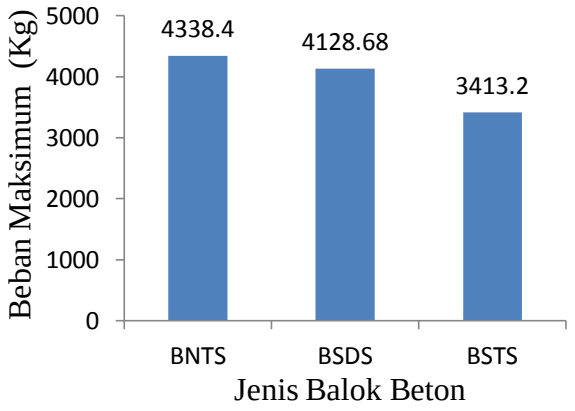
Waktu lendutan terlama didapat dari nilai jenis beton BSTS (Beton Sambungan tanpa SikaCim) dan dapat dilihat pada gambar 9. Dikarenakan proses sambungan beton lama dan beton baru yang tidak sempurna dan terjadi 2 lapisan yang berbeda. Sehingga menjadikan lendutan yang sangat tinggi dan rentan terjadi patah. Proses terjadinya displacemen sangatlah berakibat fatal, seperti keruntuhan yang akan terjadi pada struktur bangunan. Beton sambungan non sika atau beton sambungan tanpa lem perekat beton ini tidak direkomendasikan untuk gedung bertingkat ataupun digunakan, karena nilai Displacement yang tinggi sehingga mudah terjadinya keruntuhan.

Pada saat melakukan pengecoran haruslah dilakukan dengan baik dan tidak terlalu lama sehingga terjadinya pengerasan sebagian pada adonan beton segar.

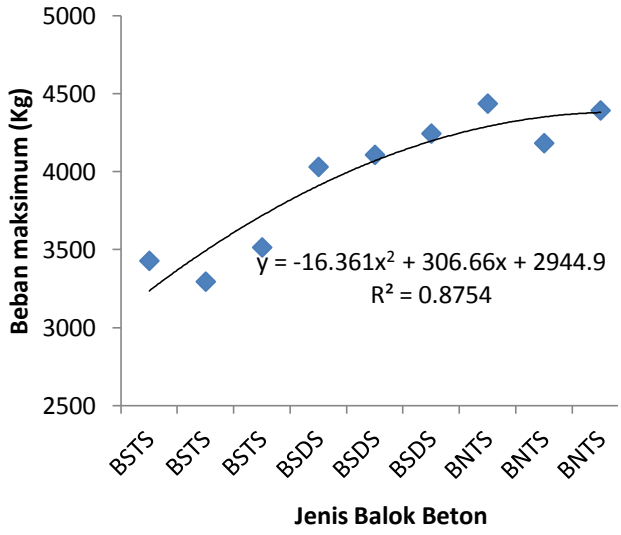
Menurut (BSN, 2013) Beton yang telah mengeras sebagian atau telah terkontaminasi oleh bahan lain tidak boleh dicor pada struktur. Beton yang ditambah air lagi atau beton yang telah dicampur ulang setelah pengikatan awal tidak boleh digunakan kecuali bila disetujui oleh insinyur professional. Pengecoran beton harus dilakukan dengan kecepatan sedemikian hingga beton selama pengecoran tersebut, tetap dalam keadaan plastis dan dengan mudah

dapat mengisi ruang diantara rongga-rongga tulangan.

Hasil pengujian hubungan beban maksimum dan jenis balok beton didapatkan beban tertinggi pada balok normal tanpa sambungan. Hubungan beban maksimum dan jenis balok beton bertujuan untuk mengetahui berapa beban makmsimum pada benda uji dan didapat rata-rata setiap variasi benda uji. Hasil pengujian ini diperoleh nilai tertinggi BNTS dengan nilai 4338,4 kg kemudian yang BSDS dengan nilai 4128,68 kg dan yang terkecil adalah BSTS dengan nilai 3413,2 kg. dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12.



Gambar 11 Hubungan antara beban maksimum dengan jenis balok beton



Gambar 12 Grafik regresi polynomial hubungan beban maksimum dengan jenis beton

Berdasarkan hasil dari tabel 9 dan analisa kuat lentur dan *displacement* maka disimpulkan bahwa kuat lentur balok Tanpa lem perekat tidak disarankan untuk digunakan, terlebih pada bangunan gedung bertingkat. Untuk sambungan beton yang diperuntukan sebagai gedung bertingkat, posisi sambung harus L/4 dari panjang bentang balok.

Persentase penurunan pada 3 jenis benda uji (BNTS, BSDS dan BNTS) dapat dilihat pada tabel 10.

Dari hasil yang didapat dalam persentase kenaikan beban maksimum yang dapat diterima pada jenis balok diatas, ditarik kesimpulan bahwa

1. Balok Sambungan Dengan Sika (BSDS) mengalami kenaikan sebesar 29,87% dari Balok Sambungan Tanpa Sika (BSTS).
2. Balok Normal Tanpa Sambungan (BNTS) mengalami kenaikan sebesar 8,75% dari Balok Sambungan dengan Sika (BSDS).
3. Balok Normal Tanpa Sambungan (BNTS) mengalami kenaikan sebesar 38,62% dari Balok Sambungan Tanpa Sika(BSTS).

Sehingga perubahan yang terjadi pada beton BSTS-BSDS-BNTS adalah semakin mening-katnya beban maksimal. BSDS lebih besar dari BSTS, BNTS lebih besar dari BSDS dan BNTS lebih besar dari BSTS dan BSDS.

Perhitungan Teoritis :

- Mmaks = 6,5298 KNm.
- Momen Rencama (ØMn) sebesar 0,9327 KNm.
- Nilai Mn didapat 1,0360 KNm.

Sehingga Momen maksimal yang didapatkan lebih kecil dari momen rencana.

Exp. Dari hasil reaksi perletakan dengan beban maksimal sebesar 43,532 KN didapatkan momen maksimal sebesar 6,5298 KNm sebagai beban terbesar dan beban maksimal sebesar 32,328 KN didapatkan momen maksimal sebesar 4,8896 KNm.

Tabel 10 Persentase penurunan pada 3 jenis benda uji (BNTS, BSDS dan BNTS)

Nama	Jenis Benda Uji	Beban Maksimum	Rata-rata (KN)	Selisih penutunan (KN)	Persentase Penurunan
	A1	33,6385			
BSTS	A2	32,3289	33,4835		
	A3	34,4831			
	B1	39,5510		7,0189	29,87%
BSDS	B2	40,3088	40,5024		
	B3	41,6474			
	C1	43,5329		2,0573	8,75%
BNTS	C2	41,0431	42,5597		
	C3	43,1032			

Perhitungan lendutan maksimum

Rumus $\Delta = (\frac{P.L3}{48.\mathrm{EI}})$

$$= (\frac{P.L3}{48.(4700.\sqrt{\mathrm{fc'}}).(\frac{1}{12}.b.h\text{^}3)})$$

Didapatkan nilai lendutan maksimum didapatkan 0,17 mm dengan beban 41043 Nmm. Hasil lendutan maksimum (P) yang digunakan adalah hasil pengujian yang tertinggi kedua, pada kenyataan di laboratorium didapat nilai lendutan terkecil sebesar 1,23 mm. Sehingga melebihi batas lendutan maksimumnya. Sedangkan untuk beban 33638 Nmm adalah P terkecil yang menghasilkan lendutan maksimum sebesar 0,12 mm. Pada kenyataan di laboratorium didapat nilai lendutan sebesar 6,47 mm. Sehingga melebihi batas lendutan maksimumnya. Sangat melebihi dari lendutan maksimumnya. Factor yang mempengaruhi adanya sambungan beton yang tidak baik, dan kemungkinan beton berongga sangat resiko dalam keruntuhan balok. Dari semua hasil pengujian semua benda uji pada laboratorium didapat lendutan diatas nilai lendutan maksimumnya.

5. Kesimpulan

Beradasarkan hasil analisis data sambungan balok beton bertulangan baja yang dihasilkan dalam penelitian ini dalam umur 28 hari dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai kuat lentur yang didapatkan dalam pengujian sambungan beton tanpa tambahan lem perekat beton didapatkan hasil pada benda uji 1 sebesar 5.47 MPa, benda uji 2 sebesar 5,25 MPa dan pada benda uji 3 sebesar 5,60 MPa. Dengan rata-rata kuat lentur mendapatkan nilai sebesar 5,44 MPa.
2. Nilai kuat lentur yang didapatkan dalam pengujian sambungan beton dengan tambahan lem perekat beton dengan merk Sika didapatkan hasil pada benda uji 1 sebesar 6,70 MPa, benda uji 2 sebesar 6,39 MPa dan pada benda uji 3 sebesar 7,29 MPa. Dengan rata-rata kuat lentur mendapatkan nilai sebesar 6,79 MPa.
3. Nilai kuat lentur yang didapatkan dalam pengujian beton tanpa sambungan didapatkan hasil pada benda uji 1 sebesar 7,74 MPa, benda uji 2 sebesar 7,30 MPa dan pada benda uji 3 sebesar 7,66 MPa. Dengan rata-rata kuat lentur mendapatkan nilai sebesar 7,57 MPa.
4. Pada pengujian kuat tarik tulangan baja yang dilakukan, maka didapat kesimpulan bahwa dari keempat tulangan yang diuji tarik menunjukan tulangan D8 secara berturut-turtu masuk dalam klasifikasi BJTP 24 dan BJTP 30, sedangkan tulangan D6 masuk kedalam klasifikasi BJTP24.
5. Persentase kenaikan BSDS terhadap BSTS sebesar 29,87%, BNTS terhadap BSDS sebesar 8,75% dan kenaikan pada balok BNTS terhadap BSTS sebesar 38,62%.

6. Dari hasil perhitungan didapatkan momen nomial pada beban maksimum lebih besar dari perhitungan momen rencana sebesar 1,0363 KNm.
7. Dari hasil perhitungan lendutan benda uji mendapatkan kesimpulan bahwa semua balok beton yang diuji di laboratorium mendapat nilai lendutan diatas nilai lendutan maksimum. Pada benda uji yang seharusnya tidak lebih dari lendutan maksimumnya.
8. Menurut analisa kuat lentur dan *displacement* maka disimpulkan bahwa kuat lentur balok Tanpa lem perekat tidak disarankan untuk digunakan, terlebih pada bangunan gedung bertingkat.

6. Daftar Pustaka

Abrar, A., Thamrin., dan Tanjung, J. 2015. Kajian Eksperimental Kuat Lentur Balok Pada Sambungan Balok Kolom Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil, 11 (2),* 46-55.

Aryanti, R., Mirani, Z. 2008. Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang dengan Menggunakan Modifikasi Alat Uji Tekan. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa, 3 (2),* 74- 80.

BSN, 1989. *SNI 03-1989 Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.

BSN, 2000. *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.

BSN, 2002. *SNI-07-2052-2002 Baja Tulangan Beton.* Badan Standarisasi Nasional, Bandung.

BSN, 2013. *SNI-2847-2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.

Hantara, H., Budi, A. S., dan Basuki, A. 2014. Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu Petung Polos. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 2 (1),* 16-23.

Haryanto, H. 2016. Pengaruh Serat Limbah Karpet Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Ringan Dari ALWA. *Techno, 17 (2),* 73-78.

Holcapek, O., Reiterman, P., dan Konvalinka, P. 2017. Cyclic Temperature Loading : Residual Flexural Strenght of Refractory Slabs. *Acta Polytechnical, 57 (2),* 97-104.

Pratama, R. A. 2014. Pengaruh Sambungan COR Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Zat Aditif (Bond Crete) Ditinjau dari Umur Sambungan. *Rekayasa Teknik Sipil 3 (3),* 173-179.

Suhendra, 2017. Kajian Hubungan Kuat Lentur Dengan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Civronlit Universitas Batanghari 2 (1),* 38-44.

Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., dan Mangare, J. B. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik 1(2),*82-89.

Salain, I. M. 2009. Pengaruh Jenis Semen dan Jenis Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton. *Teknologi dan Kejuruan 32 (1),* 63-70.

Santoso, A. dan Widodo, S. 2010. Efek Penambahan Serat Polypropoylene Terhadap Daya Lekat dan Kuat Lentur Pada Rehabilitasi Struktur Beton dengan Self-Compacting Repair Mortar. *Jurnal Teknik Sipil Inersia, 6 (2),* 121-133.

Tjokrodimuljo, K. 2010., *Teknologi Beton.* Edisi ke 2. Biro Penerbit KMTS FT, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.