

PENGARUH SAMBUNGAN BETON DAN TULANGAN LONGITUDINAL PADA JARAK SEPERTIGA BENTANG TERHADAP KEKUATAN BALOK.

Oleh : Mohammad Saleh

Program studi teknik sipil S - 1,

Insitut Teknologi Nasional Malang.

Dosen : Ir. Bambang Wedyantadji, MT dan Ir. A. Agus Santosa, MT

ABSTRAKSI

Struktur bangunan gedung sering kali mengalami penundaan kelanjutan pembangunan akibat faktor biaya, bahan, cuaca dan lain sebagainya. Hal ini menyebabkan terjadinya sambungan pada beton dan tulangan. Sehingga dilakukan berbagai penelitian tentang pengaruh sambungan beton dan tulangan terhadap kekuatan balok.

Dengan model penyambungan beton dan tulangan longitudinal pada jarak sepertiga bentang (B-1/3) diharapkan bisa memberikan informasi tentang pengaruh sambungan beton dan tulangan terhadap kekuatan balok. Tujuan penelitian ini adalah: Apakah letak sambungan beton dan tulangan longitudinal balok pada jarak sambungan 1/3 bentang berpengaruh terhadap lendutan, kuat lentur, kuat geser, pola retak dan keruntuhan balok bertulang. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil pengujian dengan $P_{maks} = 1090$ kg didapat nilai lendutan rata-rata pada balok tanpa sambungan (BTS) $\Delta = 9,19$ mm, kuat lentur = 6046095,438 Nmm, kuat geser = 6642,190876 N, dan untuk (B-1/3) didapat $P_{maks} = 940$ dengan nilai lendutan rata-rata $\Delta = 11.21$ mm, kuat lentur = 7020923,116 Nmm, kuat geser = 9341,846 N.

Dari hasil pengujian didapat selisih nilai lendutan sebesar -21,9804%, kuat lentur sebesar -22,5352% dan kuat geser sebesar -21,8944% (B-1/3) terhadap (BTS). Maka disimpulkan bahwa metode sambungan beton dan tulangan longitudinal pada jarak sepertiga bentang (B-1/3) tidak disarankan untuk diterapkan dalam pelaksanaan pembangunan struktur, karena besar pengaruhnya terhadap kekuatan balok.

Kata kunci: beban, kuat geser, kuat lentur, lendutan, pola retak, sambungan.

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Dewasa ini banyak pembangunan dan proyek-proyek besar yang dibangun serta direncanakan dengan desain yang indah serta kuat. Proyek-proyek tersebut biasanya membutuhkan suplai kebutuhan cor beton yang tidak sedikit dan terus-menerus agar pengecoran dapat diselesaikan tanpa hambatan, namun banyak juga pengecoran proyek dihentikan ditengah jalan entah karena kurangnya suplai beton cor, karena keterlambatan bahan ke lapangan, keterbatasan waktu, dana, atau alasan lain, sehingga menimbulkan sambungan antar beton lama (beton yang mulai mengeras) dengan beton baru (pengecoran lanjutan). Sambungan tersebut dapat berakibat fatal jika tidak diperhatikan pemberhentiannya dan biasanya sambungan beton lama (yang sudah mulai mengeras) dengan beton baru hanya diberi air semen sebagai pengikat atau bahkan permukaan beton lama dikasarkannya terjadinya pengikatan antara beton lama yang sudah mengeras dengan beton baru.

Perancangan struktur balok beton bertulang tahan gempa sesuai dengan SNI 03-2847-2002 mensyaratkan bahwa pemakaian tulangan pengekang dan tulangan longitudinal untuk mencapai daktilitas yang disyaratkan. Pendetailan khusus dalam bentuk pengekangan diberikan terutama di daerah yang mempunyai potensi terjadinya

sendi plastis (pada semua ujung balok dan semua ujung kolom), sesuai dengan konsep perancangan struktur tahan gempa saat ini, terutama pada bangunan yang didesain sebagai Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Yaitu sistem rangka ruang dalam, dimana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial, sistem ini pada dasarnya memiliki daktilitas penuh dan wajib digunakan di zona resiko gempa tinggi yaitu di zona 5 hingga zona 6. Struktur harus direncanakan menggunakan sistem penahan beban lateral yang memenuhi persyaratan *detailing* yang khusus dan mempunyai daktilitas penuh.

1.2. Perumusan Masalah

Masalah penelitian yang telah diteliti adalah sebagai berikut :

a. Apakah letak sambungan beton dan tulangan longitudinal pada jarak sambungan $1/3$ bentang berpengaruh terhadap lendutan, kuat lentur, kuat geser dan perilaku retak dan keruntuhan balok?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang telah diteliti adalah sebagai berikut :

a. Mengetahui pengaruh letak sambungan beton dan tulangan longitudinal pada jarak sambungan $1/3$ bentang terhadap lendutan, kuat lentur, kuat geser dan perilaku retak dan keruntuhan balok.

1.4. Ruang Lingkup Masalah

Adapun ruang lingkup masalah dari penelitian ini yang bertujuan untuk memfokuskan pada permasalahan pokok, yaitu sebagai berikut :

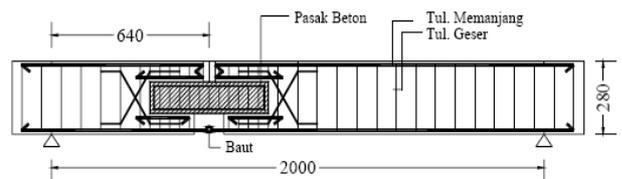
- a. Pengaruh sambungan beton dan tulangan longitudinal pada jarak $1/3$ bentang terhadap lendutan, kuat lentur, kuat geser dan perilaku retak dan keruntuhan balok.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Beberapa Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang meneliti tentang letak sambungan pada balok beton bertulang maupun beton pracetak yaitu Budi Setiawan (2006) dengan judul: Tinjauan Kekuatan Dan Analisis Teoritis Model Sambungan Untuk Momen Dan Geser Pada Balok Beton Bertulang, Universitas Muhammadiyah Surakarta yang menganalisa secara teoritis kekuatan dan model sambungan untuk momen dan geser balok beton bertulang. Salah satu upaya untuk mempertahankan kemampuan balok dalam mendukung beban pada bagian sambungan momen dan geser, yaitu dibuat sistem penyambungan dengan menggunakan pasak beton pada sisi tengah balok, serta menyambung bagian tulangan tariknya dengan baut, seperti terlihat pada Gambar 2.1.



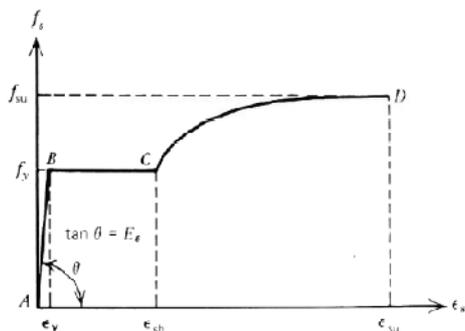
Gambar 2.1. Model Sambungan Balok

2.2. Pengekangan Pada Beton

Pengekangan pada beton perlu dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-2847-2002 pasal 23.3.3 agar elemen struktur balok tidak mengalami kegagalan akibat geser. Keruntuhan beton akibat beban tekan biasanya ditandai oleh adanya penambahan volume yang tidak terkontrol. Dengan adanya mekanisme pembatasan gerakan yang bekerja pada beton, proses keruntuhan yang terjadi dapat diperlambat/ dikontrol. Tulangan transversal sangat berperan dalam mengekang pengembangan lateral yang terjadi akibat beban tekan aksial, mengurangi bahaya pecah (*splitting*) beton, mencegah terjadinya keruntuhan geser pada balok, dan mencegah *premature buckling* tulangan longitudinal yang dapat mempengaruhi kekuatan dan daktilitas penampang balok beton bertulang. Semakin besar beban yang bekerja terhadap balok, semakin banyak pula kebutuhan tulangan transversal yang diperlukan agar struktur balok tersebut lebih kuat dan daktil.

2.3. Baja Tulangan

Didalam kaitan dengan struktur beton bertulang maka sifat fisik baja tulangan yang paling penting untuk dipergunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan Modulus Elastisitas (E_s). Suatu hubungan tegangan regangan baja tulangan dapat dilihat pada gambar 2.3. Tegangan Leleh dalam hal ini didefinisikan sebagai tegangan baja pada saat mana meningkatnya tegangan tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya. Di dalam perencanaan atau analisis beton bertulang umumnya nilai tegangan leleh baja tulangan diketahui atau ditentukan pada awal perhitungan.

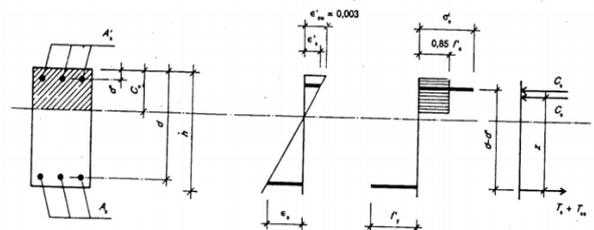


Gambar 2.2. Diagram tegangan regangan baja tulangan

2.4. Prinsip-Prinsip Perencanaan

Pada dasarnya didalam perencanaan komponen struktur yang dibebani lentur atau aksial atau kombinasi beban lentur dan aksial harus dipenuhi ketentuan yang tertera di dalam SNI 03-2847-2002 pasal 20.

Perencanaan penampang yang dibebani lentur atau aksial atau kombinasi beban lentur dan aksial harus didasarkan atas kompatibilitas tegangan dan regangan dengan menggunakan rumus SNI 03-2847-2002 pasal 20.7.4



Gambar 2.3. Diagram tegangan regangan balok

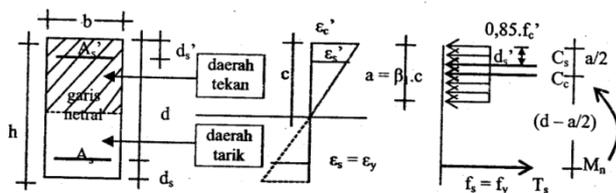
2.5. Kekuatan Geser Dan Tulangan Geser

Salah satu jenis keruntuhan yang kemungkinan terjadi pada elemen struktur adalah keruntuhan geser (*Shear Failure*) yang dalam hal ini keruntuhan geser didefinisikan sebagai keruntuhan tarik di arah retak miring. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan geser dan pembentukan dari retak miring adalah begitu banyak dan rumit sehingga suatu kesimpulan yang pasti mengenai mekanisme yang betul dari retak miring akibat geser yang tinggi, sangat sukar untuk ditetapkan. Bresler dan MagGregor memperkenalkan hubungan yang sistematis mengenai konsep geser vertikal dan horisontal dan kemungkinan terjadinya retak miring dan variable-variabel yang mempengaruhi geser

2.5. Lentur Tulangan Rangkap

Definisi : Lentur tulangan rangkap merupakan salah satu metoda atau cara perencanaan tulangan lentur yang mana kemampuan penampang untuk memikul lentur merupakan kombinasi dari tulangan tarik (A_s) dan tulangan tekan (A_s') dikalikan lengannya.

Adapun langkahnya bisa dilakukan dengan melakukan coba-coba garis netral (x) sampai dengan tulangan tarik sudah tidak mampu lagi untuk memikul momen akibat beban luar, sehingga diperlukan adanya tulangan tekan.



Gambar 2.9. Diagram tegangan regangan lentur tulangan rangkap

Di dalam perencanaan tulangan rangkap ini pada prinsipnya penampang beton yang tertekan dibuat sekecil mungkin dengan cara membuat posisi garis netral yang letaknya lebih mendekati pada tulangan tekan atau A_s' dengan tetap memperhatikan komposisi tulangan tarik (A_s) dan tulangan tekan (A_s')

Seperti terlihat pada gambar 2.9. (c) sebenarnya merupakan komponen tegangan tulangan tunggal dengan komponen beton tertekan C_c' dan komponen tulangan tarik T_1 dengan tetap memperhatikan prinsip

keseimbangan bahwa C_c' sama dengan T_1 atau dalam arti lain dapat dituliskan persamaan matematikanya sebagai berikut :

$$C_c' = T_1$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y$$

adapun kemampuan penampang untuk memikul momen tulangan tunggal

$$Mn_1 = C_c' \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Apabila ternyata kemampuan penampang tulangan tunggal tidak mampu memikul momen yang terjadi yang diakibatkan beban luar dan beban dirinya sendiri maka diperlukan bantuan tulangan tekan seperti terlihat pada gambar 2.9 (d). Dalam hal ini juga berlaku prinsip keseimbangan yang mana C_s' sama dengan T_2 atau dapat dituliskan

$$C_s' = T_2$$

apabila tulangan tekan leleh maka,

$$A_s' \cdot f_y = A_{ss} \cdot f_y$$

kemampuan pikul momen bila tulangan tekan leleh,

$$Mn_2 = A_{ss} \cdot f_y (d - d'')$$

apabila tulangan tekan tidak leleh maka,

$$A_s' \cdot f_s' = A_{ss} \cdot f_y$$

kemampuan pikul terhadap momen bila tulangan tekan tidak leleh,

$$Mn_2 = A_{ss} \cdot f_s' (d - d'')$$

Kemampuan total penampang yang direncanakan tulangan rangkap untuk memikul momen merupakan penjumlahan kemampuan momen akibat penampang beton tertekan Cc' dengan akibat tulangan tekan Cs' sehingga,

$$Mn = Mn_1 + Mn_2$$

Adapun tinggi blok beton tertekan bisa diperoleh dengan,

$$C = T$$

$$C = Cc' + Cs'$$

$$T = T_1 + T_2$$

$$a = \frac{(As - As')fy}{0,85.fc'b}$$

atau,

$$a = \frac{As.fy - As'.fs'}{0,85.fc'b}$$

Adapun langkah perencanaan tulangan rangkap sebagai berikut:

1. Ambil suatu harga $x \leq 0,75 Xb$

$$xb = \frac{600}{600 + fy} \cdot d$$

2. Ambil Asc berdasarkan x Rencana

$$Asc = \frac{0,85.\beta_1.fc'.b.x}{fy}$$

3. Hitung Mnc

$$Mnc = Asc.fy \left(d - \frac{\beta_1.x}{2} \right)$$

4. Hitung $Mn - Mnc$

Apabila :

$Mn - Mnc > 0$ Perlu tulangan tekan

$Mn - Mnc \leq 0$ Tidak perlu tulangan tekan

5. Bila perlu tulangan tekan maka

$$Cs' = T_2 = \frac{Mn - Mnc}{(d - d'')}$$

6. Kontrol tulangan tekan leleh

$$fs' = \left(1 - \frac{d''}{x} \right) 600 \geq fy \text{ leleh } fs' = fy$$

$$fs' = \left(1 - \frac{d''}{x} \right) 600 < fy \text{ tidak leleh } fs' = fs'$$

7. Hitung tulangan tekan perlu dan tulangan tarik tambahan

$$As' = \frac{Cs'}{(fs' - 0,85.fc')}$$

8. Tulangan perlu

$$As = Asc + Ass$$

$$As' = As'$$

9. Kontrol kekuatan

$$\phi.Mn \geq Mu$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Parameter Penelitian

Parameter perancangan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Balok persegi dengan penampang $b = 100$ mm dan $h = 150$ mm
- b. Panjang balok $L = 2000$ mm
- c. Selimut beton balok = 10 mm.
- d. Kuat tekan beton $f'_c = 18,38$ MPa.
- e. Tulangan geser balok $\varnothing 4,5$ mm
- f. Tulangan longitudinal balok $\varnothing 8$ mm

- g. Pengujian kuat lentur, kuat geser, dan lendutan yang dilakukan pada beton umur 28 hari.
- h. Jarak sengkang disesuaikan dengan SNI 03-2847-2002 Pasal 23.3.3 :
Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Jarak maksimum antara sengkang tertutup tidak boleh melebihi (a) **d.4**, (b) delapan kali diameter terkecil tulangan memanjang, (c) 24 kali diameter bentang tulangan sengkang tertutup, dan (d) 300 mm.

3.2. Model Analisa

Model analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Analisa perilaku balok beton bertulang yang tidak disambung.
- b. Analisa perilaku pola retak dan jenis keruntuhan balok beton bertulang yang disambung pada jarak "1/3 bentang " balok dari tumpuan kiri.
- c. Analisa kuat lentur balok beton bertulang yang tidak disambung.
- d. Analisa kuat lentur balok beton bertulang yang disambung pada jarak "1/3 bentang" balok dari tumpuan kiri.
- e. Analisa kuat geser balok beton bertulang yang tidak disambung.
- f. Analisa kuat geser balok beton bertulang yang disambung pada jarak "1/3 bentang" balok dari tumpuan kiri.

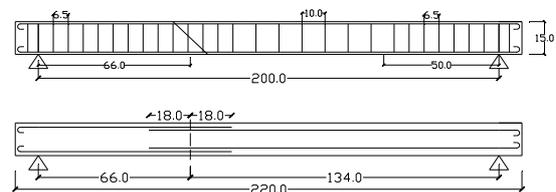
3.3. Pengujian di Laboratorium

3.3.1. Spesifikasi Material

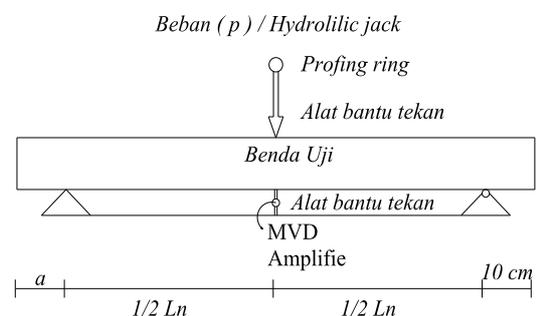
Kuat tekan beton diperoleh dengan melakukan pengujian silinder beton berukuran 150 x 300 mm sebanyak 25 buah yang telah berumur 28 hari.

3.3.2. Benda Uji

Pengujian yang sudah dilakukan adalah pengujian benda uji silinder beton berukuran 150 x 300 mm, berumur 28 hari dan jumlah benda uji silinder beton sebanyak 25 buah. Selanjutnya dilakukan pengujian kuat lentur balok dan kuat geser balok berukuran 100 x 150 x 2000 mm sebanyak 15 buah.



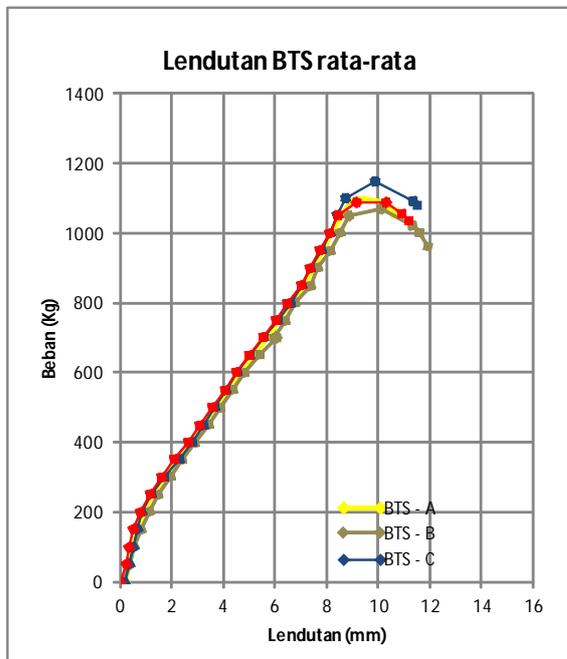
Gambar 2.4. sambungan beton dan tulangan pada jarak 1/3 bentang.



Gambar 2.5. sketsa pengujian balok

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN
PEMBAHASAN

4.1. Balok tanpa sambungan



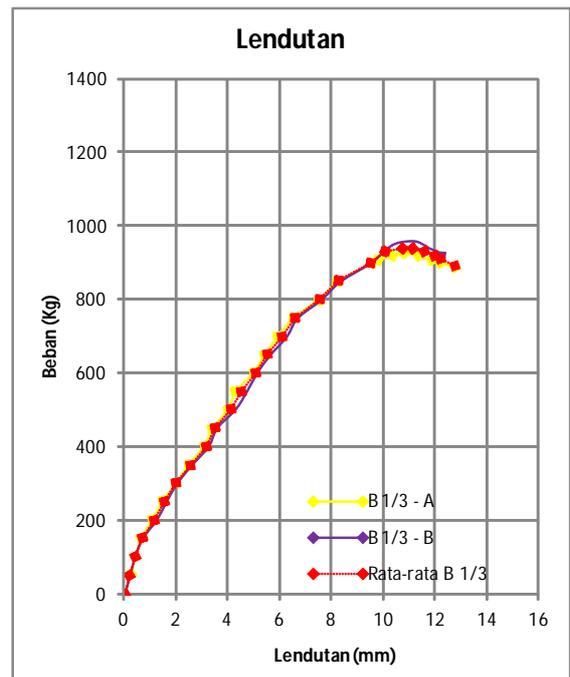
Grafik 4.1. Hubungan beban-lendutan balok tanpa sambungan A, B, C dan rata-rata balok tanpa sambungan.

Grafik 4.1 hasil analisa hubungan beban-lendutan eksperimen balok tanpa sambungan A mempunyai nilai Beban (P) maksimum sebesar 1100 Kg dan mengalami penurunan beban hingga 1060 Kg, dengan nilai defleksi maksimum sebesar 10.46 mm.

Grafik 4.1 hasil analisa eksperimen hubungan beban-lendutan balok tanpa sambungan B mempunyai nilai Beban (P) maksimum sebesar 1070 Kg dan mengalami penurunan beban hingga 960 Kg, dengan nilai defleksi maksimum sebesar 11.78 mm.

Grafik 4.1 hasil analisa eksperimen hubungan beban-lendutan balok tanpa sambungan C mempunyai nilai Beban (P) maksimum sebesar 1150 Kg dan mengalami penurunan beban hingga 1080 Kg, dengan nilai defleksi maksimum sebesar 11.38 mm.

4.2. Balok sambungan 1/3 bentang



Grafik 4.2. Gabungan hubungan beban – lendutan eksperimen balok dengan jarak sambungan tulangan (1/3) A, (1/3) B dan rata-rata sambungan 1/3.

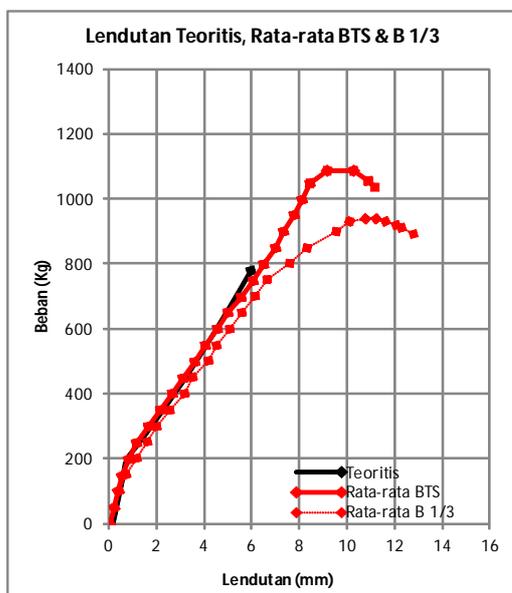
Berdasarkan bentuk grafik gabungan dalam Grafik 4.2 di atas, terlihat ada perbedaan nilai P (beban) dan Δ (Lendutan) pada kurva balok eksperimen Balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan 1/3 bentang sehingga rincian perbedaan nilai P

(beban) dan Δ (Lendutan) dapat diuraikan sebagai berikut :

Grafik hasil analisa eksperimen Balok sambungan 1/3 A mempunyai nilai Beban (P) maksimum sebesar 930 Kg dan mengalami penurunan beban hingga 890 Kg, dengan nilai defleksi maksimum sebesar 12.74 mm.

Grafik hasil analisa eksperimen Balok sambungan 1/3 B mempunyai nilai Beban (P) maksimum sebesar 960 Kg dan mengalami penurunan beban hingga 920 Kg, dengan nilai defleksi maksimum sebesar 12.26 mm.

4.3. Hubungan Beban - Lendutan Teoritis, rata-rata balok tanpa sambungan dan rata-rata balok sambungan 1/3.



Grafik 4.3. Hubungan Beban-Lendutan Teoritis, rata-rata balok tanpa sambungan dan rata-rata balok sambungan 1/3.

Hubungan beban-lendutan rata-rata balok tanpa sambungan, rata-rata balok sambungan 1/3 dan teoritis pada grafik 4.3 di atas terjadi perbedaan, dimana balok tanpa sambungan rata-rata mengalami retak awal pada beban (P) 150 Kg dengan besar defleksi (Δ) 0.55 mm. Beban puncak terjadi pada P = 1090 Kg dengan besar defleksi Δ = 9,19 mm, dan beban akan terus diberikan hingga P minimum 1036,67 Kg dengan besar defleksi Δ 11,13 mm.

Grafik balok dengan jarak sambungan 1/3 bentang rata-rata mengalami retak awal pada beban (P) 150 Kg dengan besar defleksi (Δ) 0.69 mm. Beban puncak terjadi pada P = 940 Kg dengan besar defleksi Δ = 11.21 mm, dan beban akan terus diberikan hingga P minimum 980 Kg dengan besar defleksi Δ 12.74 mm.

Grafik balok beton teoritis mengalami retak awal pada beban (P) 200 Kg dengan besar defleksi (Δ) 0.71 mm. Beban puncak terjadi pada P = 778.97 Kg dengan besar defleksi Δ = 5.88 mm.

4.5. Perbedaan lendutan balok tanpa sambungan dan balok sambungan 1/3 bentang.

Berdasarkan hasil eksperimen pada saat pengujian, didapat perbedaan nilai lendutan pada balok tanpa sambungan dan balok sambungan 1/3 bentang. Untuk persentase nilai perbandingan lendutan eksperimen antara balok tanpa sambungan dan balok

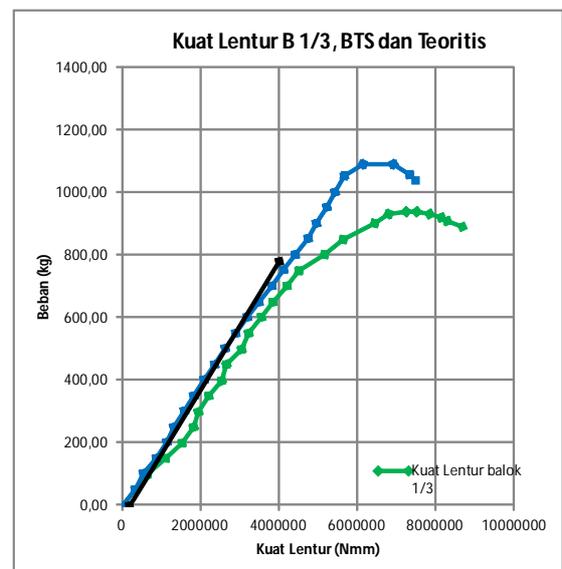
sambungan 1/3 bentang, kami tampilkan dalam bentuk tabel 4.1.

No	Parameter	BTS	B - 1/3	Perbedaan %
1	Pmaks	1090	940	13,76146789
2	Lendutan (Δ) rata-rata BTS	9,19	11,21	-21,9804135

Tabel 4.1. Persentase nilai lendutan

Berdasarkan tabel 4.1. hasil perbandingan lendutan balok tanpa sambungan dan balok sambungan 1/3 bentang diperoleh variasi nilai lendutan pada balok. Untuk lendutan pada saat beban Pmax terjadi perbedaan terhadap balok tanpa sambungan sebesar -21.980 %. Ini menunjukkan nilai lendutan pada balok sambungan 1/3 bentang semakin kecil karena akibat adanya sambungan 1/3 bentang pada balok.

4.6. Hubungan Beban – Kuat Lentur balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang (1/3) rata-rata, BTS rata-rata dan teoritis.



Grafik 4.4. Hubungan Beban – Kuat Lentur balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang (1/3) rata-rata, BTS rata-rata dan teoritis.

Hubungan beban – kuat lentur balok tanpa sambungan rata-rata, balok sepertiga (1/3) bentang rata-rata dan teoritis pada grafik 4.4. di atas terjadi perbedaan, beban puncak terjadi pada Pmaks = 1190 Kg dengan nilai kuat lentur 6150119,297 Nmm, dan beban terus diberikan hingga beban minimum 1036.67 Kg dengan kuat lentur 7471116,696 Nmm. Untuk balok dengan jarak sambungan sepertiga bentang (B-1/3) beban puncak terjadi pada P = 940 Kg dengan nilai kuat lentur 7536061,987 Nmm, dan beban terus diberikan hingga P minimum 890 Kg dengan nilai kuat lentur 8660095,458Nmm, sedangkan untuk nilai kuat lentur teoritis pada beban Pmaks = 778,97 Kg kuat lentur 4000847,85Nmm.

4.7. Perbandingan kuat lentur BTS dan (B-1/3)

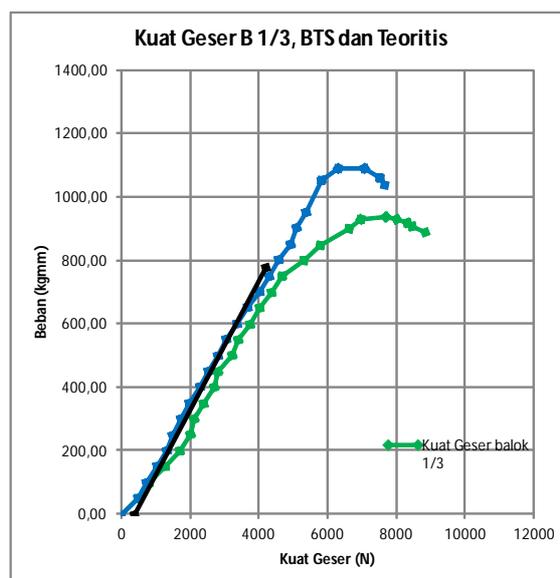
Berdasarkan hasil eksperimen, didapat perbedaan nilai P_{maks} rata-rata dan kuat lentur rata-rata pada balok tanpa sambungan (BTS) dan balok dengan sambungan sepertiga bentang (B-1/3).

No	Parameter	BTS	B - 1/3	Perbedaan %
1	Pmaks	1090	940	13,76146789
2	Kuat lentur BTS (Nmm)	6150119,297	7536061,987	-22,5352164

Tabel 4.2. Perbandingan kuat lentur BTS dan (B-1/3)

Dari tabel 4.2. terjadi perbedaan P_{maks} sebesar 13,76147 % dan nilai kuat lentur sebesar -22,5352%.

4.8. Hubungan beban – geser balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang (1/3) rata-rata, BTS rata-rata dan teoritis.



Grafik 4.5. Hubungan beban – kuat geser balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang (1/3) rata-rata, BTS rata-rata dan teoritis.

Hubungan beban – geser balok tanpa sambungan rata-rata, balok sepertiga (1/3) bentang rata-rata dan teoritis pada grafik 4.5 di atas terjadi perbedaan, beban puncak terjadi pada $P_{maks} = 1190$ Kg dengan nilai geser sebesar 6330,119 N, dan beban terus diberikan hingga beban P minimum 1036.67 Kg dengan geser sebesar 7651,117 N. Untuk balok dengan jarak sambungan sepertiga bentang (B-1/3) beban puncak terjadi pada $P = 940$ Kg dengan nilai geser sebesar 7716,062 N, dan beban terus diberikan hingga P minimum 890 Kg dengan nilai geser sebesar 8840,0955 N, sedangkan untuk nilai geser teoritis pada beban $P_{maks} = 778,97$ Kg geser 4180,84785 N.

4.8. Perbandingan geser BTS dan (B-1/3)

Berdasarkan hasil eksperimen, didapat perbedaan nilai P_{maks} rata-rata dan kuat geser rata-rata pada balok tanpa sambungan (BTS) dan balok dengan sambungan sepertiga bentang (B-1/3).

No	Parameter	BTS	B - 1/3	Perbedaan %
1	P_{maks}	1090	940	13,76146789
2	Kuat geser BTS (N)	8862,167	10802,487	-21,8944193

Tabel 4.3. Perbandingan kuat geser BTS dan (B-1/3)

Dari tabel 4.3. terjadi perbedaan P_{maks} sebesar 13,76147 % dan nilai kuat lentur sebesar -21,8944%.

4.9. Mekanisme Pola Retak

1. Balok Tanpa Sambungan A

Proses pengujian lendutan, kuat lentur, geser terhadap keseluruhan benda uji balok, diberikan perlakuan yang sama yaitu balok diberikan 2 buah tumpuan sendi dengan jarak 2 m. Kemudian balok diberikan beban terpusat (P) secara kontinu dengan kenaikan 50 Kg tiap pembebanan. Pembebanan dilakukan secara kontinu hingga balok mengalami lenturan maksimal akibat beban puncak.

Mekanisme pola retak balok BTS-A, diawali dengan retak membelah arah ke atas balok dengan panjang ± 5.2 cm pada tengah balok di posisi 22 kotak dari tumpuan kiri saat beban mencapai $P = 200$ Kg. Kemudian lendutan bertambah seiring dengan penambahan beban hingga mencapai beban puncak sebesar 1100 Kg.

Retak yang terjadi berupa retak lentur dengan lebar retak akhir yang dihasilkan sebesar $\pm 3,5$ mm yang terdapat pada kotak 22 dari tumpuan kiri, seperti terlihat pada gambar 4.6 di bawah ini.

Gambar Pola retak balok tanpa sambungan A



2. Balok Tanpa Sambungan B

Mekanisme pola retak balok BTS-B, diawali dengan retak membelah arah ke atas balok dengan panjang ± 6.7 cm pada tengah balok di posisi 23 kotak dari tumpuan kiri saat beban mencapai $P = 100$ Kg. Kemudian lendutan bertambah seiring dengan penambahan beban hingga mencapai beban puncak sebesar 1070 Kg.

Retak yang terjadi berupa retak lentur dengan lebar retak akhir yang dihasilkan ± 2.2 mm yang terdapat pada kotak 23 dari

tumpuan kiri, seperti terlihat pada gambar 4.7 di bawah ini.

Gambar Pola retak balok tanpa sambungan B



3. Balok Tanpa Sambungan C

Mekanisme pola retak balok BTS-C, diawali dengan retak membelah arah ke atas balok dengan panjang ± 4.8 cm pada tengah balok di posisi 24 kotak dari tumpuan kiri saat beban mencapai $P = 150$ Kg. Kemudian lendutan bertambah seiring dengan penambahan beban hingga mencapai beban puncak sebesar 1150 Kg.

Retak yang terjadi berupa retak lentur dengan lebar retak akhir yang dihasilkan ± 2 mm yang terdapat pada kotak 24 dari tumpuan kiri, seperti terlihat pada gambar 4.8 di bawah ini.

Gambar Pola retak balok tanpa sambungan C



4. Balok dengan jarak sambungan sepertiga bentang (1/3) A

Mekanisme pola retak balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang A, diawali dengan retak membelah arah ke atas balok dengan panjang $\pm 5,4$ cm pada sambungan balok di posisi 28 kotak dari tumpuan kiri saat beban mencapai $P = 150$ Kg. Kemudian lendutan bertambah seiring dengan penambahan beban hingga mencapai beban puncak sebesar 930 Kg. Retak yang terjadi berupa retak lentur dengan lebar retak akhir yang dihasilkan sebesar 3,64 mm yang terdapat pada kotak 28 dari tumpuan kiri, seperti terlihat pada gambar 4.9 di bawah ini.

Gambar Pola retak balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang A (1/3)



5. Balok dengan jarak sambungan sepertiga bentang (1/3) B

Mekanisme pola retak balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang B, diawali dengan retak membelah arah ke atas balok dengan panjang $\pm 5,8$ cm pada sambungan balok di posisi 24 kotak dari tumpuan kiri saat beban mencapai $P = 150$ Kg. Kemudian lendutan bertambah seiring dengan penambahan

beban hingga mencapai beban puncak sebesar 960 Kg. Retak yang terjadi berupa retak lentur dengan lebar retak akhir yang dihasilkan sebesar 2,75 mm yang terdapat pada kotak 24 dari tumpuan kiri, seperti terlihat pada gambar 4.10 di bawah ini.

Gambar 4.10 Pola retak balok dengan jarak sambungan beton dan tulangan sepertiga bentang B (1/3)



BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis balok tanpa sambungan (BTS) dan balok sambungan sepertiga bentang (B 1/3) dengan dimensi 100mm x 150mm, tulangan longitudinal \varnothing 8mm dan tulangan sengkang \varnothing 4,5mm, dengan bentang 2000mm, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terjadinya perbedaan nilai lendutan sebesar -21,9804% (B 1/3) terhadap (BTS) menunjukkan bahwa letak sambungan beton dan tulangan longitudinal balok dengan jarak sepertiga bentang (B 1/3) berpengaruh terhadap lendutan.

2. Terjadinya perbedaan nilai kuat lentur sebesar -22,5352% (B 1/3) terhadap (BTS) menunjukkan bahwa letak sambungan beton dan tulangan longitudinal balok dengan jarak sepertiga bentang (B 1/3) berpengaruh terhadap kuat lentur.
3. Terjadinya perbedaan nilai kuat geser sebesar -21,8944% (B 1/3) terhadap (BTS) menunjukkan bahwa letak sambungan beton dan tulangan longitudinal balok dengan jarak sepertiga bentang (B 1/3) berpengaruh terhadap kuat geser.
4. Posisi retak awal yang terjadi terhadap BTS, terjadi ditengah bentang atau retak awal diposisi pemberian beban terpusat, sedangkan B 1/3 retak awal lebih mendekati terhadap posisi sambungan. Jadi letak sambungan beton dan tulangan longitudinal balok dengan jarak sepertiga bentang (B 1/3) berpengaruh terhadap perilaku retak.
5. Dalam pelaksanaan dilapangan, metode sambungan beton dan tulangan longitudinal dengan jarak sepertiga bentang (B 1/3) tidak disarankan untuk diterapkan, karna lendutan, kuat lentur dan kuat geser terlalu besar pengaruhnya terhadap kekuatan balok.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif nurcahyo,0321011,2003,**Studi Penelitian Pengaruh Bahan Tambahan (Bond Crete) Terhadap Elemen Lentur (Balok) Antara Beton Lama Dan Baru Dengan Sambungan Miring Pada Jarak Sepertiga Panjang Balok**,ITN Malang
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gedung SNI 03-2848-2002**, Bandung.
- Edward G. Ngawi,**Beton Bertulang,Suatu Pendekatan Dasar**,PT. Refika Aditama,Bandung 1998
- Imran, I., Kamaludin dan Hanafiah, **“Perilaku Sambungan Antara Elemen Beton**
- Priskasari E, dkk, **Kekuatan Lekatan (Bond) dan Panjang Penyaluran Tulangan Cold Rolled & Twisted Bar Pada Beton Mutu Tinggi**, Penelitian Hibah Bersaing, 2010
- Setiawan B., 2006, **Tinjauan Kekuatan Dan Analisis TeoritisModel Sambungan Untuk Momen Dan GeserPada Balok Beton Bertulang**, Ums Surakarta