

PENGARUH PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN BAJA POLOS PADA BALOK BETON BERTULANG TERHADAP UJI LENTUR

Slamet Prayitno¹⁾, Endang Rismunarsi²⁾, Azis Asidiq³⁾

^{1), 2)} Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email: asidiqazis@gmail.com

Abstract

Concrete is one important factor in the world construction, the use of concrete there are still many used in the world construction because low cost, easy found and use in the field. One of the problems that occurs on the concrete that is long iron reinforced bounded by the factory, to overcome these issues then done connect reinforced. Connect reinforced on the concrete to be reckoned carefully and also careful. In addition, by taking into account connection reinforced on the beam could also save the budget for the in a project. Hence, the purpose of this study is to find the influence of lap-slice here tulangan steel plain along 250 mm, 275 mm, and 300 mm on the beam reinforced concrete to test flexural strength. The method used is an experimental method that is carried out in the laboratory Material UNS. Testing the compressive strength of concrete using the tool Compression Testing Machine (CTM) and flexural strength testing using a tool Bending Machine Test. Test specimen in the form of a cylinder with a diameter of 15 cm and 30 cm high, amounting to 4 pieces for testing the compressive strength and from beams reinforced plain with dimensions 80 mm x 120 mm x 1100 mm for flexural strength testing. The test specimen using a 250 mm, 275 mm 300 mm and reinforcing a whole with the number 3 test specimens for each variation. Calculation used is based on the analysis of SNI and statistical analysis indicated by linear regression using Microsoft Excel program. Of the beams reinforced plain Of the cantilever beam testing getting stronger relationship between the nominal bending moment on the conditions of the first crack and long lap-slice based on the results of linear regression yields the equation $y = 0,1312x + 2,0309$. The relationship between the strong nominal bending moment on the condition of collapse and the length of the lap-slice based on the results produce a linear regression equation $y = 0,4078 + 0,7342$. The results of this study showed that the longer the lap-slice is used it will increase the value of a strong nominal bending moment.

Keywords: Beams Reinforced Plain, Reinforced Concrete, Lap-Slice, Flexural Strength, Solid Steel Reinforcement.

Abstrak

Beton merupakan salah satu faktor penting dalam dunia konstruksi, penggunaan beton masih banyak digunakan dalam dunia konstruksi karena biaya murah, gampang ditemukan dan penggunaan di lapangan. Salah satu masalah yang terjadi pada beton yaitu panjang besi tulangan yang dibatasi oleh pabrik, untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan penyambungan besi tulangan. Penyambungan besi tulangan pada beton harus diperhitungkan dengan teliti dan juga cermat. Selain itu, dengan memperhitungkan sambungan besi tulangan pada balok juga dapat menghemat anggaran biaya dalam suatu proyek. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh Panjang Sambungan Lewatan Tulangan Baja Polos Sepanjang 250 mm, 275 mm, dan 300 mm Pada Balok Beton Bertulang Terhadap Uji Lentur. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium Bahan UNS. Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat Compression Testing Machine (CTM) dan pengujian kuat lentur menggunakan alat Bending Machine Test. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm berjumlah 4 buah untuk pengujian kuat tekan dan berupa balok tulangan polos dengan dimensi 80 mm x 120 mm x 1100 mm untuk pengujian kuat lentur. Benda uji balok menggunakan variasi panjang sambungan lewatan 250 mm, 275 mm, 300 mm dan tulangan utuh dengan jumlah 3 benda uji untuk tiap variasi. Perhitungan yang digunakan adalah analisis berdasarkan SNI dan analisis statistik ditunjukkan dengan regresi linear menggunakan program Microsoft Excel. Dari pengujian balok tulangan polos mendapatkan hubungan antara momen nominal kuat lentur pada kondisi retak pertama dan panjang sambungan lewatan berdasarkan hasil regresi linier menghasilkan persamaan $y = 0,1312x + 2,0309$. Hubungan antara momen nominal kuat lentur pada kondisi runtuh dan panjang sambungan lewatan berdasarkan hasil regresi linier menghasilkan persamaan $y = y = 0,4078 + 0,7342$. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin panjang sambungan lewatan yang digunakan maka akan meningkatkan nilai momen nominal kuat lentur.

Kata kunci : Balok Tulangan Polos, Beton Bertulang, Sambungan Lewatan, Kuat Lentur, Tulangan Baja Polos

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu faktor penting dalam bidang konstruksi dan banyak dimanfaatkan pada pembangunan jalan, jembatan, lapangan terbang, bendungan, gedung-gedung tinggi dan lain sebagainya. Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya. Adapun faktor lain yang mempengaruhi adalah perbandingan berat air dan semen, tipe dan gradasi agregat, kualitas semen dan perawatan (*curing*).

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Penyambungan tulangan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu sambungan lewatan (lap splices), sambungan las (welded splices), dan sambungan mekanis (mechanical connections). (Lancelot 1985)

Menurut Dipohusodo (1994) sambungan lewatan merupakan sambungan yang paling ekonomis. Sambungan lewatan (splice) dapat dibuat dengan cara membuat overlap tulangan yang saling bersentuhan ataupun terpisah (Wang dan Salmon, 1993).

Bahan Penyusun Beton

Kualitas beton yang diinginkan dapat ditentukan dengan pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan dosis optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah.

Beton Normal

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambahan bila diperlukan. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200 –2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

Bahan Tambah Kimia

Pada penelitian ini bahan tambah kimia (admixture) yang digunakan adalah Bestmittel dan Superplasticizer. Bestmittel sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton beton cepat mengeras pada usia awal (7-10 hari) serta dapat meningkatkan mutu/kekuatan beton 5% - 10%. Superplasticizer adalah zat-zat polymer organic yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang komplek untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi.

Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan kemampuan dari beton untuk dapat menerima gaya tekan persatuan luas. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari beton yang diinginkan hasilnya sesuai dengan yang sudah direncanakan. 'Standart Test Method for Compressive Strenght of Cylindrical Concrete Specimens'.

$$f_c = \frac{P}{A}$$

keterangan :

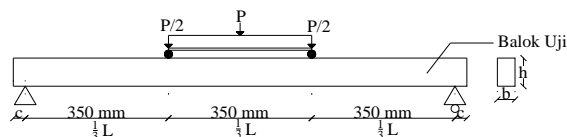
f_c : Kuat tekan beton benda uji silinder (MPa)

P : Beban desak maksimum (N)

A : Luas permukaan benda uji silinder (mm²)

Kuat Lentur

Kuat lentur balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 0-4431-1997). Pembebanan pada 1/3 bentang untuk mendapatkan lentur murni tanpa gaya geser. Tegangan lentur yang didapat ternyata lebih tinggi daripada tegangan lentur secara langsung.



Gambar 1. Perletakan dan Pembebanan Balok Uji Lentur

Keterangan :

L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan

b = Lebar tampak patah arah horizontal

h = Tinggi penampang

P = Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji.

c = jarak terluar balok dengan tumpuan (25 mm)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-variabel yang diselidiki. Pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Benda uji untuk pengujian kuat tekan digunakan silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm serta benda uji balok dengan tulangan polos ukuran 1100 mm x 80 mm x 120 mm. Dengan benda uji menggunakan panjang sambungan lewatan 250 mm, 275 mm dan 300 mm berjumlah 3 buah benda uji sambungan lewatan dengan diameter $\varnothing 8$ mm untuk tulangan memanjang dan $\varnothing 6$ mm untuk sengkang.

Tabel 1. Jumlah dan kode benda uji kuat lentur

No	Variasi Panjang Lewatan (mm)	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	250	P.250	3
2	275	P.250	3
3	300	P.300	3
4	UTUH	P. U	3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organik	Kuning Muda	0 - 10%	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	2 %	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,31 gr/cm ³	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,40 gr/cm ³	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,55 gr/cm ³	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	4,17 %	-	-
7	Modulus Halus	2,50	2,3-3,1	Memenuhi syarat

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Modulus Halus Butir	7,80	5 - 8	Memenuhi syarat
2	Bulk Specific Gravity	2,51	-	-
3	Bulk Specific Gravity SSD	2,66	-	-
4	Apparent Specific Gravity	2,96	-	-
5	Absorbtion	6,03%	-	-
6	Abrasi	44,32 %	50 %	Memenuhi syarat

Hasil Perhitungan Rancang Campur Beton Normal

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode SNI. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,503 dengan rencana kuat tekan beton normal = 20 Mpa. Dari perhitungan didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

Pasir	=	707,463	kg/m ³
Semen	=	429,976	kg/m ³
Agregat Kasar	=	836,373	kg/m ³
Air + admixture	=	227,888	kg/m ³
Total	=	2201,700	kg/m ³

Kebutuhan bahan untuk tiap benda uji silinder yaitu :

a. Pasir	=	3,751	kg
b. Agregat Kasar	=	4,434	kg
c. Semen	=	2,279	kg
d. Superplastizicer	=	0,016	liter
e. Besmittel 0,4%	=	0,009	kg
f. Air	=	1,192	liter

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Kode Benda Uji	A (mm ²)	Pmaks (N)	f'c (MPa)
1	SL – 1	17671,459	380000*	21,504
2	SL – 2	17671,459	475000	26,880
3	SL – 3	17671,459	480000	27,162
4	SL – 4	17671,459	400000	22,635
	Rerata	17671,459	533750	24,545

Keterangan : (*) benda uji 1 tidak digunakan karena hasil pengujian terlalu kecil dibandingkan dengan benda uji lainnya

Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok

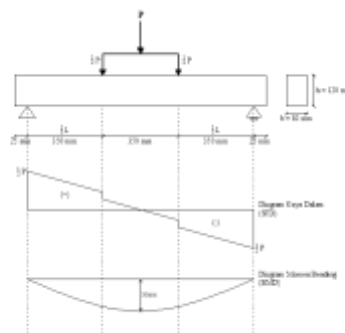
Tabel 5. Hasil Pengujian Balok

Kode Benda Uji	P leleh (kN)	Beban saat Retak Pertama (kN)	Lendutan saat Retak Pertama (mm)	P maks (kN)	Lendutan saat Beban Maksimum (mm)
P.U 1	20	20	18	27,5	29
P.U 2	22,5	17,5	10,5	27,5	23,5
P.U 3	17,5	17,5	16,7	25	23
P.250 1	15	7,5	3	17,5	39
P.250 2	7,5	5	1,7	22,5	36,5
P.250 3	12,5	5	1	17,5	37,5
P.275 1	10	5	2,5	20	39,5
P.275 2	17,5	10	6,2	22,5	36,5
P.275 3	12,5	7,5	6,8	17,5	38,5
P.300 1	15	15	13	20	34
P.300 2	15	12,5	9	22,5	32
P.300 3	12,5	12,5	11,5	20	35

ANALISIS DATA

Momen Nominal Pengujian

Perhitungan momen nominal hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana simple beam dibebani dengan beban merata q dan beban terpusat sebesar $1/2 P$ pada sepertiga bentangnya seperti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Gaya Pembebanan

Reaksi Tumpuan:

Panjang bentang, $L = 1050$ mm, maka nilai reaksi perletakan dan momen diperoleh dengan hitungan berikut :

$$\sum MB = 0$$

$$RAV \cdot 1050 - \frac{1}{2} P \cdot 700 - \frac{1}{2} P \cdot 350 - \frac{1}{2} q \cdot 1050 \cdot 2 = 0$$

$$1050 RAV - \frac{1}{2} P \cdot (700 + 350) - \frac{1}{2} q \cdot 1050 \cdot 2 = 0$$

$$RAV =$$

$$RBV = RAV =$$

Momen :

Hitungan momen maksimum yang terjadi di tengah bentang diperoleh dengan hitungan berikut.

$$M_{max} = RAV \cdot 525 - \frac{1}{2} P \cdot 175 - \frac{1}{2} q \cdot 5502$$

$$M_{max} = M_n \text{ (Momen Nominal)}$$

Hitungan momen nominal benda uji U300 1, hasil pengujian sebagai berikut :

$$\text{Lebar penampang beton, } b = 0,08\text{m}$$

$$\text{Tinggi penampang beton, } h = 0,12\text{m}$$

$$\text{Berat sendiri beton} = 2277,684 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Beban pada saat leleh, } P_{leleh} = 22,5\text{kN}$$

$$= 22500 \text{ N}$$

$$\text{Beban merata, } q = 0,08 \times 0,12 \times 2277,684$$

$$= 21,87 \text{ kg/m}$$

$$= 0,2187 \text{ N/mm}$$

$$\text{Reaksi tumpuan, } RAV = 11364,8 \text{ N}$$

$$= 11,3648 \text{ kN}$$

$$\text{Momen nominal, } M_n = RAV \cdot 525 - \frac{1}{2} P \cdot 175 - \frac{1}{2} q \cdot 5502$$

$$= 11364,8 \cdot 525 - \frac{1}{2} \cdot 22500 \cdot 175 - \frac{1}{2} \cdot 0,2187 \cdot 5502$$

$$= 3954370,438 \text{ Nmm}$$

$$= 3,954 \text{ kN-m}$$

Tabel 6. Tabel Momen Nominal (Mn) Hasil Pengujian Sambungan Lewatan 250 mm, 275 mm, 300 mm, dan Utuh

No	Kode	P leleh (kN)	Mn (kN)	Mn Rata-rata (kN)
1	P.U 1	20	3,533	
2	P.U 2	22,5	3,971	3,533
3	P.U 3	17,5	3,096	
4	P.250 1	15	2,658	
5	P.250 2	7,5	1,346*	2,075
6	P.250 3	12,5	2,221	
7	P.275 1	10	1,783*	
8	P.275 2	17,5	3,096	2,366
9	P.275 3	12,5	2,221	
10	P.300 1	15	2,658	
11	P.300 2	15	2,221	2,512
12	P.300 3	12,5	2,221	

Keterangan : (*) Tidak dimasukkan ke dalam Momen Nominal Rata – Rata karena Selisih yang terlalu kecil.

Dengan menggunakan Data sekunder dari saudara Kartika wirastuti (I1113051) didapatkan, beban dan defleksi yang terjadi, pada balok dengan panjang sambungan lewatan sebesar 325 mm dan 350 mm.

Tabel 7. Tabel Hasil Pengujian Kuat Lentur Sambungan Tulangan 325 mm dan 350 mm

Kode Benda Uji	P leleh (kN)	Beban saat Retak Pertama (kN)	Lendutan saat Retak Pertama (mm)	P maks (kN)	Lendutan saat Bebaan Maksimum (mm)
P.325 1	12,5	12,5	9	20	26,3
P.325 2	17,5	17,5	14	25	27
P.325 3	12,5	12,5	10	20	24
P.350 1	15	15	9	22,5	29
P.350 2	15	15	14	22,5	23
P.350 3	15	12,5	8	20	20

Dengan perhitungan yang sama didapatkan momen nominal pada sambungan lewatan 325 mm dan 300 mm, yang ditabelkan pada tabel 8.

Tabel 8. Tabel Momen Nominal (Mn) Hasil Pengujian Panjang sambungan 325 mm dan 350 mm

No	Kode	P leleh (kN)	Mn (kN)	Mn Rata-rata (kN)
1	P.325 1	12,5	2,221	
2	P.325 2	17,5	3,096	2,512
3	P.325 3	12,5	2,221	

4	P.350 1	15	2,658	
5	P.350 2	15	2,658	2,658
6	P.350 3	15	2,658	

Momen Nominal Hasil Analisis SNI 03-2847-2013

$b = 80 \text{ mm}$; $h = 120 \text{ mm}$; $p = 20 \text{ mm}$; \varnothing sengkang = 6 mm

$fc' = 24,545 \text{ N/mm}^2$; \varnothing tulangan = 8 mm

fy Leleh Baja = $238,732 \text{ N/mm}^2$ (Hasil Pengujian di Laboratorium)

$E_{baja} = 200000 \text{ N/mm}^2$

$d = h - (p + \varnothing$ sengkang + $\frac{1}{2} \varnothing$ tulangan)

$d = 120 - (20 + 6 + \frac{1}{2} \times 8)$

$d = 90 \text{ mm}$

$A_s = 2 \times (\frac{1}{4} \times 132) = 100,531 \text{ mm}^2$

C_b _____

A_{sb} _____

Syarat: $A_s \leq 0,75 A_{sb}$

$A_s \leq 0,75 A_{sb}$

$101,531 \text{ mm}^2 \leq 0,75 \times 382,607 \text{ mm}^2$

$101,531 \text{ mm}^2 \leq 382,607 \text{ mm}^2$ (OK)

Momen nominal :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

$$a = \frac{100,531 \times 238,732}{0,85 \times 24,545 \times 80}$$

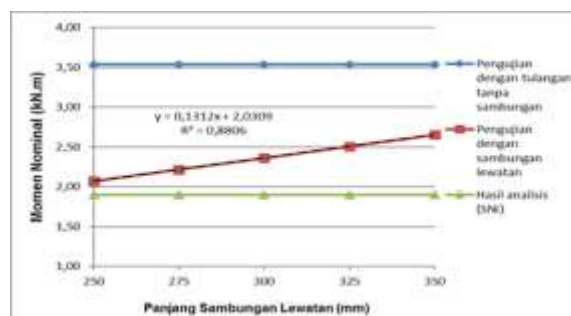
$$a = 14,340 \text{ mm}$$

$$M_n = (A_s \times f_y) \left(d - \left(\frac{a}{2} \right) \right)$$

$$M_n = (100,531 \times 238,732) \left(90 - \left(\frac{14,340}{2} \right) \right)$$

$$M_n = 1.987.449 \text{ Nmm} = 1,9875 \text{ kNm}$$

Berdasarkan hasil pengujian maka menghasilkan hubungan hasil yang didapatkan dengan panjang sambungan lewatan seperti pada Gambar berikut ini. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis berdasarkan SNI, maka dapat dibuat perbandingan kapasitas lentur balok pada saat Pleleh hasil pengujian balok dengan sambungan lewatan, balok tanpa sambungan dan momen nominal hasil analisis SNI pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram Perbandingan Momen Nominal Hasil Analisa dengan Hasil Pengujian pada Keadaan Pleleh

Dari grafik diatas didapat nilai fungsi $y(x)$ sebagai berikut :

$$y = 0,1312x + 2,0309$$

Dengan persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk kenaikan 1 mm panjang sambungan lewatan dapat meningkatkan momen nominal pada keadaan Pleleh sebesar 0,1312.

Momen Saat Retak Pertama

Dari hasil penelitian dapat diketahui keadaan balok mengalami retak pertama dan selanjutnya dapat dibandingkan momen retak pertama pada pengujian dengan momen analisis berikut ini.

Modulus retak (f_r)

$$= 0,7 \times \sqrt{f_c}$$

$$= 0,7 \times \dots$$

$$= 3,468 \text{ MPa}$$

Momen retak (M_{cr})

$$= (f_r \times I) / y$$

$$= \dots$$

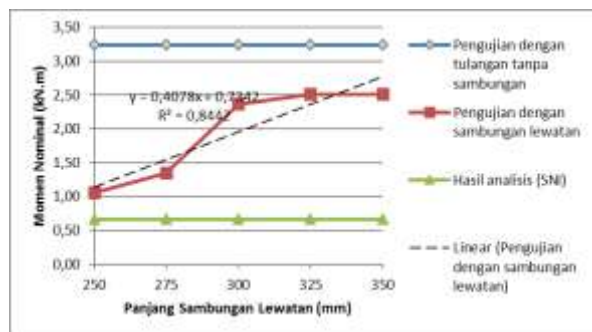
$$= 665856 \text{ Nmm}$$

$$= 0,6659 \text{ kNm}$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Momen Retak Pengujian

Kode Benda Uji	Beban saat Retak Pertama (kN)	Momen Nominal (kN.m)	Mn rerata (kN.m)
P.U 1	20	3,533	3,241
P.U 2	17,5	3,096	
P.U 3	17,5	3,096	1,054
P.250 1	7,5	1,346	
P.250 2	5	0,908	1,346
P.250 3	5	0,908	
P.275 1	5	0,908*	2,366
P.275 2	10	1,783	
P.275 3	7,5	1,346	2,512
P.300 1	15	2,658	
P.300 2	12,5	2,221	2,512
P.300 3	12,5	2,221	

Hasil analisis M_{cr} dan hasil pengujian maka dapat ditampilkan perbandingannya sesuai pada **Gambar 4**



Gambar 4. Diagram Perbandingan Hasil Analisa M_{cr} dengan Hasil Pengujian pada Keadaan Pretak

Dari grafik diatas didapat nilai fungsi $y(x)$ sebagai berikut :

$$y = 0,4078x + 0,7342$$

Dengan persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk kenaikan 1 mm panjang sambungan lewatan dapat meningkatkan momen nominal pada keadaan Pretak sebesar 0,4078.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan momen nominal analisa tulangan tanpa sambungan dan tulangan sambungan saat keadaan leleh menghasilkan regresi linier dengan persamaan $y = 0,1312x + 2,0309$.

2. Hubungan momen nominal analisa tulangan tanpa sambungan dan tulangan sambungan saat keadaan retak menghasilkan regresi linier dengan persamaan $y = 0,4078 + 0,7342x$.
3. Pola retak yang terjadi pada benda uji berada pada tengah bentang balok, dimana terdapat sambungan lewatan. Retak terjadi dimulai dari bawah balok pada daerah tarik balok dan yang terjadi berupa retak lentur karena arah retak tegak lurus sumbu. Retak ini terjadi karena beban yang bekerja di atas balok bertambah besar sehingga tegangan tarik pada beton melampaui kekuatan tarik beton.

SARAN

Beberapa koreksi yang harus diperhatikan agar penelitian ini menjadi lebih sempurna dan dapat dijadikan sebagai acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan adanya penggunaan variasi panjang sambungan lewatan yang lebih beragam dan lebih memperhatikan adanya panjang penyaluran pada balok.
2. Penelitian menggunakan dimensi yang lebih besar perlu dilakukan untuk mengetahui lebih mendalam adanya pengaruh panjang sambungan lewatan yang digunakan.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan jumlah benda uji minimal 5 untuk masing-masing variasi agar mendapatkan data dan pembandingan yang lebih valid.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Slamet Prayitno, M.T. dan Ir. Endang Rismunarsi, M.T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim, 1991, SK SNI T-15-1990-03., "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- Anonim, 1918, ASTM C 33-74a. American Society For Testing and Materials. Concrete and Material Agregates (including Manual of Agregates and Consrete Testing). Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Balaguru, P.N., Shah, S.P. (1992). Fiber Reinforced Cement Composites, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Cement & Concrete Institute. (2001). Fibre Reinforced Concrete, Cement & Concrete Institute, Midrand.
- Chu-Kia Wang & C.G. Salmon, 1990, Desain Beton Bertulang, Jakarta, Erlangga, Jilid I & II, Edisi Keempat.
- Dipohusodo, I. 1994. Struktur Beton Bertulang. Gramedia. Jakarta.
- Lancelot, H.B, 1985, Mechanical Slices of Reinforcing Bars, Richmond Screw Anchor Company Inc, Fort Wort, Texas.
- Rooseno, 1965, Beton Bertulang, PT. Pembangunan Djakarta, Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. Teknologi Beton, Nafitri. Yogyakarta.
- Vis, W.C. & Kusuma Gideon, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta.