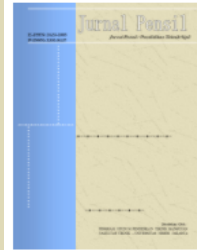


Available online at: <http://journal.unj.ac.id>

Jurnal
Pensil

Pendidikan Teknik Sipil

Journal homepage: <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpensil/index>



PENGARUH VARIASI JARAK TULANGAN SENGGKANG SPIRAL TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG

THE EFFECT OF VARIATIONS OF SPIRAL OF SPIRAL SHIELD REINFORCEMENT ON FLEXIBLE STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE BEAM

Ririn Vionica Aritonang¹, Nurmaidah²

^{1,2} Universitas Medan Area

¹ririnvionica@gmail.com, ²nurmaidahmidah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur balok beton bertulang persegi panjang dengan memvariasikan jarak spiral beton. Benda uji yang digunakan balok berdimensi 15×15×60 cm dengan jumlah sampel sebanyak 20 sampel, masing-masing variasi dibuat 5 sampel. Variasi jarak spiral tanpa tulangan adalah 2,5 cm, 5 cm, dan 10 cm. Rencana mutu beton menggunakan FC 30 MPa. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa pada beban lentur maksimum 47,54 kN dan momen lentur maksimum 3,579 kNm, beban lentur maksimum 37,8 kN dan momen lentur maksimum 2,849 kNm, serta momen lentur maksimum 33,26 kN dan A maksimum kecepatan fleksibel 2.508 kNm untuk setiap variasi jarak spiral. Berdasarkan uji hipotesis dengan menggunakan metode analisis regresi diperoleh persamaan $Y = 3,749 - 13,213X$. Variasi jarak spiral balok beton bertulang tidak berpengaruh nyata. Pola retak yang terjadi pada semua benda uji umumnya merupakan pola lentur dan mengalami retak vertikal pada 1/3 bagian tarikan balok menuju daerah tekan.

Kata kunci: Kuat Lentur, Tulangan Spiral, Balok Beton Bertulang, Regresi

Abstract

This study aimed to determine the flexural strength of rectangular reinforced concrete beams by varying the concrete's spiral spacing. Test objects used dimensional beam 15 × 15 × 60 cm with a total of 20 samples, each variation made from 5 samples. The variation in spiral spacing without reinforcement was 2,5 cm, 5 cm, and 10 cm. The concrete quality plan used FC 30 MPa. Based on the analysis results noted that at a maximum flex load of 47.54 kN and a maximum bending moment of 3.579 kNm, the maximum bending load of 37.8 kN and a maximum bending moment of 2.849 kNm, and a maximum bending moment of 33.26 kN and A maximum of flexible paces of 2.508 kNm for every variation in the distance of the spiral. Based on the hypothesis test using a regression analysis method, the equation obtained was $Y = 3,749 - 13, 213X$. The variation in the spiral spacing of

P-ISSN: [2301-8437](#)
E-ISSN: [2623-1085](#)

ARTICLE HISTORY

Accepted:
11 September 2020
Revision:
25 September 2020
Published:
26 September 2020

ARTICLE DOI:

[10.21009/jpensil.v9i3.17080](https://doi.org/10.21009/jpensil.v9i3.17080)



Jurnal Pensil :
Pendidikan Teknik
Sipil is licensed under a
[Creative Commons](#)
[Attribution-ShareAlike](#)
[4.0 International License](#)
(CC BY-SA 4.0).

reinforced concrete beams had no significant effect. The crack pattern that occurred on all test objects was generally a bending pattern and subjected to vertical cracks in the 1/3 portion of the beam's pull towards the press area.

Keywords: *Flexural Strength, Spiral Reinforcement, Reinforced Concrete Beams, Linear Regression.*

Pendahuluan

Beton banyak mengalami perkembangan, baik dalam pembuatan campuran maupun dalam pelaksanaan konstruksinya. Salah satu perkembangan beton yaitu pembuatan kombinasi antara material beton dan baja tulangan menjadi satu kesatuan konstruksi yang dikenal sebagai beton bertulang.

Beton bertulang sebagai elemen balok harus diberi penulangan yang berupa penulangan lentur dan penulangan geser/sengkang (Imran dkk, 2018). Ada beberapa macam tulangan geser pada balok, yaitu tulangan sengkang vertikal, sengkang spiral, sengkang miring. Tulangan lentur dipasang secara horizontal dari sumbu balok dan berfungsi menahan beban momen lentur, sedangkan tulangan geser atau begel dipasang secara tegak lurus terhadap sumbu balok beton dan berfungsi sebagai penahan beban gaya geser.

Tulangan sengkang konvensional yang telah dikenal selama ini dalam konsep perhitungannya dengan memperhitungkan bagian tulangan sengkang yang berfungsi menahan beban geser adalah bagian tulangan sengkang pada arah vertikal (tegak lurus terhadap sumbu batang balok). Hal ini dikarenakan perilaku beban geser balok akan menyebabkan terjadinya keretakan geser. (Sumajouw dkk, 2013: 65)

Pada daerah yang mengalami momen yang besar, retak yang dapat terjadi disebut retak lentur. Pada daerah yang gesernya besar, akibat tarik diagonal dapat terjadi retak miring sebagai kelanjutan dari retak lentur, dan disebut retak geser lentur. Pada

daerah yang mengalami keruntuhan lentur, retak terutama terjadi pada sepertiga tengah bentang, dan tegak lurus terhadap arah tegangan utama. (Sitanggang D, 2016: 1) Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh variasi jarak tulangan sengkang spiral pada balok beton bertulang yang memenuhi kriteria kuat lentur. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur balok beton bertulang akibat pengaruh variasi jarak tulangan sengkang spiral terhadap kuat lentur balok beton bertulang.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Lokasi yang dipilih untuk penelitian adalah Laboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area dan Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

Tahap I

Bahan Pengujian: Semen, Agregat halus, agregat kasar, air, tulangan baja diameter 8 dan 10 mm, papa multiplek dan kawat. Peralatan pengujian: satu set ayakan agregat halus dan agregat kasar, timbangan dengan kapasitas 500 gram dan kapasitas 45 Kg, mesin ayakan, corong konic, Loyang aluminium, gelas kaca ukuran 1000 cc dan 500 cc, oven, Mixer, Kerucut Abram dari baja dengan diameter atas 16 cm, Vibrator/alat rojok/tongkat baja, cetok, Tarnotest Prifsysteme, Alat uji tekan, manometer, Hidroulic jack kapasitas 25 ton dan mesin uji kuat lentur dengan alat pembagi beban menjadi dua beban yang sama besar.

Tahap II

Melakukan pengujian terhadap bahan-bahan, baik yang digunakan untuk beton maupun tulangnya.

Tahap III

Perencanaan campuran beton

Pembuatan Bekisting: Pada penelitian ini bekisting yang digunakan multiplek dengan ukuran dimensi $15 \times 15 \times 60$ cm.

Pemotongan dan Pembengkokan Tulangan: Pemotongan tulangan sepanjang 56 cm dengan $\varnothing 10$ mm untuk tulangan utama, tulangan $\varnothing 8$ mm dengan jarak 2.5 cm sepanjang 7.8 m, tulangan $\varnothing 8$ mm dengan jarak 5 cm sepanjang 3.9 m, tulangan $\varnothing 8$ mm dengan jarak 10 cm sepanjang 2 m. Pemotongan dilakukan dengan alat bar cutter.

Pemasangan Tulangan: Pemasangan tulangan harus dipasang sedemikian rupa sehingga sebelum dan selama pengecoran beton tidak berubah dari tempatnya dan memperhatikan tebal selimut beton dan penempatan/ elevasi tulangnya.

Pengecoran Balok Beton: Campuran beton dimasukkan sedikit demi sedikit yaitu masukkan $1/3$ campuran beton lalu dirojok sebanyak 25 kali, dilakukan sampai selesai, kemudian diratakan sambil memukul sisi-sisi cetakan dengan palu karet.

Pembongkaran Bekisting: Pembongkaran bekisting dilakukan setelah beton mengeras selama ± 24 jam.

Tahap IV

Pada penelitian ini perawatan dilakukan dengan melepas cetakan beton setelah berumur dua hari dan merendam dalam bak air, sampai beton berumur 28 hari.

Tahap V

Pengujian Kuat Tarik Baja: Tujuan pengujian kuat tarik baja berdasarkan SNI 07-2529-1991 adalah untuk mendapatkan nilai kuat tarik baja dan parameter lainnya yang dapat digunakan untuk pengendalian

mutu baja. Tegangan leleh baja dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$f_y = P_y / A_s$$

Pengujian Kuat Lentur Balok

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tarik lentur (flexural strength) pada benda uji yang berupa balok dengan ukuran $15 \times 15 \times 600$ cm dengan bentang perletakan 45 cm. Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C-78, yaitu metode pengujian kuat lentur dengan bentang terbagi menjadi dua yang bekerja pada tiap jarak $1/3$ bentang.

Tahap VI

Analisa terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian slump, kuat tekan beton normal, dan momen lentur beton benda uji dengan penambahan spiral tulangan.

Tahap VII

Menarik kesimpulan berdasarkan analisis data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan berdasarkan beberapa peraturan SNI 03-2847-2013.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Semen

Pemeriksaan semen dilakukan secara visual yaitu semen dalam keadaan tertutup rapat dan setelah dibuka tidak ada gumpalan serta butirannya halus. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa semen baik untuk digunakan.

Air

Pemeriksaan air dilakukan secara visual. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa air di Laboratorium Teknik Sipil Univeritas Medan Area baik digunakan.

Agregat Halus

Hasil pemeriksaan pasir yang didapat dari sungai Sei Wampu Binjai, Sumatera Utara, gradasi pasir (MHB) = 2,83, berat jenis kering permukaan (SSD) = 2,57 menunjukkan bahwa pasir termasuk dalam

agregat normal (2,5-2,7), penyerapan air = 1,11% cukup baik karena <5% dan kandungan lumpur = 2,52% pasir langsung dapat digunakan karena tidak melebihi 5%.

Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan kerikil yang didapat dari sungai Sei Wampu Binjai, Sumatera Utara, gradasi pasir (MHB) = 7,15, berat jenis kering permukaan (SSD)= 2,56 menunjukkan bahwa pasir termasuk dalam agregat normal (2,5-2,7), penyerapan air = 1,91% cukup baik karena <5% dan kandungan lumpur = 2,04% pasir langsung dapat digunakan karena tidak melebihi 5%.

Nilai Slump

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Slump

Jenis benda uji	Nilai Slump (cm)
Balok	10
Balok	12

Analisa Perhitungan Tulangan

Diketahui sebuah balok bertulang sederhana dengan bentang 60 cm berukuran 150/150 dengan diameter tulangan utama 10 mm dan diameter tulangan spiral 8 mm menahan beban berat sendiri. Dengan mutu beton rencana $f'_{cr} = 30$ Mpa dan $f_y = 240$ Mpa.

Penulangan Geser

Diketahui:

Dimensi balok 150/150

$$d_s = 20 + 8 + 5 = 33 \text{ mm}$$

$$d = 150 - 33 = 117 \text{ mm}$$

$$q_u = q_{bs} = 0,15 \times 0,15 \times 2,4 \times 1,2 = 0,0648 \text{ t/m} = 0,648 \text{ kN/m}$$

$$V_u = q_u \cdot L = 0,648 \cdot 0,6 = 0,389 \text{ kN} = 389 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= \emptyset 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 0,75 \cdot 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 150 \cdot 117 \\ &= 12015,664 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\emptyset V_c/2 = 12015,664 / 2 = 6007,832 \text{ N}$$

Jika $V_u \leq \emptyset V_c/2$ $389 < 6007,832$ Maka dipakai tulangan minimum $\emptyset 6$ mm $S \leq d/2$.

Maka dipakai tulangan minimum $\emptyset 8$ mm $25 < 117/2 = 58,5$ mm.

Penulangan Longitudinal

Diketahui:

$$q_{bs} = 0,15 \times 0,15 \times 2,4 \times 1,2 = 0,0648 \text{ t/m} = 0,648 \text{ kN/m}$$

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Digunakan:

\emptyset tulangan utama 10mm

\emptyset spiral 8 mm

Dimensi balok 150/150

$$d_s = 20 + 8 + 10/2 = 33 \text{ mm}$$

$$d = 150 - 33 = 117 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan perbaris

$$\begin{aligned} m &= \frac{b-2d_s}{D+S_n} + 1 = \frac{150-2 \cdot 33}{10+40} + 1 = \frac{84}{50} + 1 \\ &= 1,68 \approx \text{maksimal } 2 \text{ batang perbaris} \end{aligned}$$

Penulangan momen positif

$$M_u^+ = 1/8 \cdot q_u \cdot l^2 = 1/8 \cdot 0,648 \cdot 0,6^2 = 0,02916 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \frac{f_c' - 28}{7} \\ &= 0,85 - 0,05 \frac{30 - 28}{7} \\ &= 0,835714285 \approx 0,84 \end{aligned}$$

$$K_{maks} = \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2} = \frac{382,5 \cdot 0,84 \cdot 30 \cdot (600 + 240 - 225 \cdot 0,85)}{(600 + 240)^2}$$

$$= 8,817 \text{ MPa}$$

$$K = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{0,02916 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 150 \cdot 117^2} = 0,0178 \text{ Mpa} < K_{maks} \text{ (OK)}$$

(dihitung tulangan tunggal)

$$\begin{aligned} a &= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 f_c}} \right] d \\ &= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0,01775)}{0,85 \cdot 30}} \right] 117 \\ &= 0,081476 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,01476 \cdot 150}{240} = 1,566 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} \cdot b \cdot d = \frac{\sqrt{30}}{4 \cdot 240} \cdot 150 \cdot 117$$

$$= 100,13053 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = \frac{1,4}{240} \cdot 150 \cdot 97$$

$$= 102,375 \text{ mm}^2$$

Diambil yang terbesar, Tulangan tarik $A_{s,u}$
 $= 102,375 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan } n = \frac{A_{s,u}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{102,375}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2}$$

$$= 1,303 \approx 2$$

2 Batang (dipakai 2Ø10 cukup 1 baris)

Jadi dipasang:

Tulangan tarik $A_s = 2\text{Ø}10$
 $= 157,08 \text{ mm}^2 > A_{s,u}$

Tulangan tekan $A_s' = 2\text{Ø}10$
 $= 157,0796 \text{ mm}^2$
 (ditambahkan)

Penulangan momen negatif

$$M_u^- = 1/3 \cdot M_u^+ = 1/3 \cdot 0,02916$$

$$= 0,00972 \text{ kNm}$$

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{0,00972 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 150 \cdot 117^2}$$

$$= 0,00592 \text{ Mpa} < K_{\text{maks}} \text{ (OK)}$$

(dihitung tulangan tunggal)

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 f_c}} \right] d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0,00592)}{0,85 \cdot 30}} \right] 117$$

$$= 0,02715 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,02715 \cdot 150}{240}$$

$$= 0,4327425 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} \cdot b \cdot d = \frac{\sqrt{30}}{4 \cdot 240} \cdot 150 \cdot 117$$

$$= 100,13053 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = \frac{1,4}{240} \cdot 150 \cdot 97$$

$$= 102,375 \text{ mm}^2$$

Diambil yang terbesar, Tulangan tarik $A_{s,u}$
 $= 102,375 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan } n = \frac{A_{s,u}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{102,375}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2}$$

$$= 1,303 \approx 2$$

2 Batang (dipakai 2Ø10 cukup 1 baris)

Jadi dipasang:

Tulangan tarik $A_s = 2\text{Ø}10$
 $= 157,0796 \text{ mm}^2 >$
 $A_{s,u}$

Tulangan tekan $A_s' = 2\text{Ø}10$
 $= 157,0796 \text{ mm}^2$
 (ditambahkan)

Maka digunakan:

Tulangan utama 4Ø10 mm

Tulangan spiral Ø8 mm

Momen Rencana

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$L = 450 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut beton} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Spiral} = 8 \text{ mm}$$

$$d_s = 20 + 8 + (1/2 \times 5) = 33 \text{ mm}$$

$$d = 150 - 33 = 117 \text{ mm}$$

$$A_s = 2 \times (1/4 \times \pi \times 8^2)$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 2 \times (1/4 \times \pi \times 8^2)$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$

$$q = 0,15 \times 0,15 \times 2,4 = 0,054 \text{ t/m}$$

$$= 0,54 \text{ kN/m}$$

$$q = A_s / (b \times d)$$

$$= 100,531 / (150 \times 117) = 0,005728$$

$$q_{\text{min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 240} = 0,005705$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f_c' - 28}{7}$$

$$= 0,85 - 0,05 \frac{30 - 28}{7}$$

$$= 0,835714285 \approx 0,84$$

$$q_{\text{maks}} = \frac{382,5 \times \beta_1 \times f_c'}{(600 + f_y) f_y} = \frac{382,5 \times 0,84 \times 30}{(600 + 240) 240}$$

$$= 0,04756$$

$$q_{\text{min}} \leq q \leq q_{\text{maks}}$$

$$0,005705 \leq 0,005728 \leq 0,04756$$

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

$$= \frac{(100,531 \times 240) - (100,531 \times 240)}{0,85 \times 30 \times 150}$$

$$= 6,3078 \text{ mm}$$

$$M_n = (A_s \times f_y \times (d - a/2)) + (A_s' \times f_y \times (d - d_s))$$

$$= (100,531 \times 240 \times (117 - 6,3078/2)) + (100,531 \times 240 \times (117 - 33))$$

$$= 2746813,684 \text{ Nmm} = 0,275 \text{ tonm}$$

$$M_r = \emptyset \times M_n = 0,8 \times 2746813,684 = 2197450,947 \text{ Nmm} = 0,220 \text{ tonm}$$

$$M_n = 1/8 qL^2 + 1/6 PL$$

$$0,275 = (1/8 \times 0,054 \text{ t/m} \times 0,45^2) + (1/6 \times P \times 0,45)$$

$$0,075 P = 0,2733$$

$$P = 3,64419 \text{ ton}$$

$$P_{\text{momen}} = 36441,93 \text{ N}$$

Pengujian kuat Tarik Baja

Pengujian dilakukan menggunakan mesin Tarnotest UPH 100 kN di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

Kode Bahan	Ø Benda Uji (mm)	σ_y (N/mm ²)	ϵ (%)
Polos-8-1	8	330,41	22,44
Polos-8-2	8	392,12	22,61
Polos-8-3	8	382,17	23,63
Rata-rata		268,23	22,89
Polos-10-1	10	377,07	26,15
Polos-10-2	10	369,43	24,98
Polos-10-3	10	366,88	25,42
Rata-rata		371,13	25,52

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan 2019)

Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada 5 benda uji silinder beton dengan dimensi Ø15 x 30 cm.

Tabel 3. Data Hasil Uji Kuat Tekan Silinder

Kode Benda Uji	Beban (Kn)	f_c (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
1	380	21,504	
2	382	21,617	
3	380	21,504	21,537
4	381	21,560	
5	380	21,504	
	$\Sigma =$		107,688

(Sumber: Hasil Pengujian 2019)

Pengujian Balok

Hasil Pengujian Beban Lentur Balok Tanpa Tulangan

Setelah dilakukan pengujian kuat lentur balok terhadap 5 sampel balok beton tanpa tulangan dengan ukuran 150 x 150 x 600 mm, dimana balok direncanakan dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ dan $f_y = 240 \text{ MPa}$.

Tabel 4. Hasil Pengujian Beban Lentur Balok Tanpa Tulangan

Kode Sampel	Bentang Perletakan (cm)	Beban Tekan (kN)
A1	45	25,1
A2	45	24,7
A3	45	26,3
A4	45	31,2
A5	45	26,3

(Sumber: Hasil Pengujian 2019)

Hasil Pengujian Beban Lentur Balok Beton Bertulang

Setelah dilakukan pengujian kuat lentur balok terhadap 15 sampel balok beton bertulang dengan ukuran 150 x 150 x 600 mm, dimana balok direncanakan dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ dan $f_y = 240 \text{ MPa}$.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok

Jarak Tulangan Spiral (cm)	Bentang Perletakan (cm)	Beban Tekan (kN)
2,5	45	35,0
2,5	45	39,8
2,5	45	44,8
2,5	45	79,3
2,5	45	38,8
5	45	35,0
5	45	37,9
5	45	39,8
5	45	39,6
5	45	36,7
10	45	33,1
10	45	27,3

Jarak Tulangan Spiral (cm)	Bentang Perletakan (cm)	Beban Tekan (kN)
10	45	35,0
10	45	36,9
10	45	34,0

(Sumber: Hasil Pengujian 2019)

Analisa Perhitungan Kuat Lentur Balok Tanpa Tulangan

Sebelumnya telah kita dapat hasil pengujian kuat tarik tulangan baja diperoleh kuat leleh (fy) Ø8 sebesar 368,23 dan (fy) Ø10 371,13 MPa dan hasil pengujian kuat tekan silinder beton (f'c) sebesar 21.537 Mpa.

Tabel 6. Hasil Analisa Perhitungan Kuat Lentur Balok Tanpa Tulangan

Kode	Beban Tekan (kN)	Kuat Lentur σ (kg/cm ²)	Kuat Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)
A1	25.1	34,13	
A2	24.7	33,60	
A3	26.3	35,73	36,91
A4	31.2	42,37	
A5	26.3	35,73	

(Sumber: Hasil Pengujian 2019)

Hasil Perhitungan Momen Lentur Balok Beton Bertulang

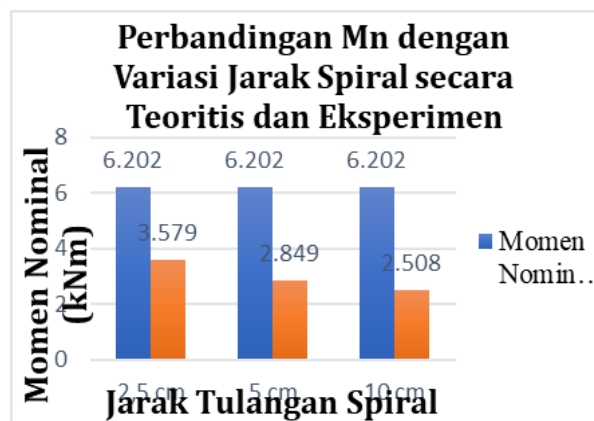
Sebelumnya telah kita dapat hasil pengujian kuat tarik tulangan baja diperoleh kuat leleh (fy) Ø8 sebesar 368,23 dan (fy) Ø10 371,13 MPa dan hasil pengujian kuat tekan silinder beton (f'c) sebesar 21.537 Mpa.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Kode	Beban Tekan Rata-rata (kN)	Momen Teoritis (kNm)	Momen Eksperimen (kNm)
B1			
B2	47,54	6,202	3,579
B3			
B4			

Kode	Beban Tekan Rata-rata (kN)	Momen Teoritis (kNm)	Momen Eksperimen (kNm)
B5			
C1			
C2			
C3	37,8	6,202	2,849
C4			
C5			
D1			
D2			
D3	33,26	6,202	2,508
D4			
D5			

(Sumber: Hasil Pengujian 2019)



Gambar 1. Perbandingan Momen Nominal dengan Jarak Spiral

Persamaan Regresi Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Senggang Spiral Terhadap Momen Lentur

Tabel 8. Data Momen Lentur Balok Beton Bertulang

X	Y	XY	X ²	Y ²
0,025	3,58	0,089	0,0006	12,81
0,05	2,85	0,142	0,0025	8,115
0,1	2,51	0,251	0,01	6,291
Σ0,2	Σ8,9	Σ0,5	Σ0,013	Σ27,2

$$b = \frac{3(0,4827) - (0,175)(8,9360)}{3(0,013125) - (0,175)^2}$$

$$= -13,2128$$

$$a = \frac{(\Sigma Y) - b(\Sigma X)}{n}$$

$$= \frac{(8,93601) - (-13,21285)(0,175)}{3}$$

$$= 3,7494$$

$$Y = a + bx = 3,74942 - 13,213 x$$

Hasil penghitungan koefisien regresi sederhana di atas memperlihatkan nilai koefisien konstanta adalah sebesar 3,749 koefisien variabel bebas (X) adalah sebesar -13,213. Sehingga diperoleh persamaan regresi yaitu:

$$Y = 3,749 - 13,213X.$$

Koefisien Determinasi Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Sengkang Spiral Terhadap Momen Lentur

Tabel 9. Data Momen Lentur Balok beton Bertulang

X ²	Ŷ	(Y-Ŷ) ²	(Y-Ȳ) ²
0,0006	3,419	0,026	0,3606
0,0025	3,089	0,058	0,0169
0,01	2,428	0,006	0,2213
∑0,013	∑8,936	∑0,089	∑0,598

Perhitungan:

$$\bar{Y} = \frac{3,579 - 2,849 - 2,508}{3} = 2,97866875$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} = 1 - \frac{0,0896}{0,5988}$$

$$= 0,8502$$

$$R = 0,922$$

$$F = \frac{R^2/(K-1)}{1-R^2/(n-K)} = \frac{0,8502^2/(2-1)}{1-0,8502^2/(3-2)}$$

$$= 5,6778$$

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-K}} = \sqrt{\frac{\sum 0,0898}{3-2}} = 0,2995$$

$$Sb = \frac{Se}{\sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}} = \frac{0,29946}{\sqrt{0,0131 - \frac{(0,175)^2}{3}}}$$

$$= 5,5450$$

$$T_{hitung} = \frac{b}{sb} = \frac{-13,21285}{5,5450} = -2,383$$

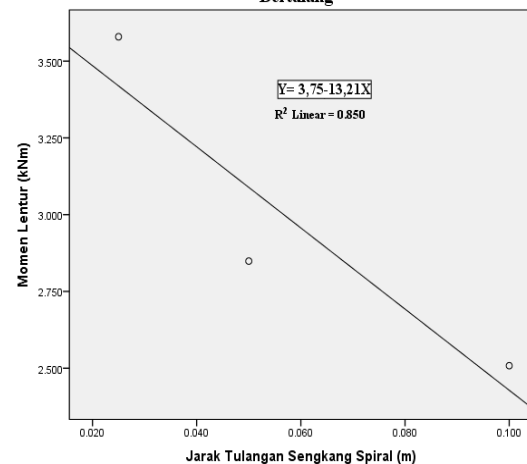
Nilai R yang merupakan simbol dari koefisien. Pada tabel diatas nilai kolerasi adalah 0,922. Nilai ini dapat diinterpretasikan bahwa hubungan kedua variabel penelitian berada pada kategori kolerasi sangat kuat. Melalui tabel diatas juga diperoleh nilai R2= 0,85. Nilai ini

berarti bahwa, 85% variabel bebas/ predictor X dapat menerangkan/ menjelaskan variabel terikat/ response Y dan 15% dijelaskan oleh variabel lainnya.

Dari hasil perhitungan F, maka diperoleh Fhitung ≤ Ftabel atau 5,6778 ≤ 161,447 maka Ha ditolak dan H0 diterima. Dengan demikian dapat dikatakan tidak terdapat pengaruh variasi jarak tulangan sengkang spiral terhadap momen lentur balok beton bertulang.

Jika thitung ≥ ttabel maka Ha diterima dan H0 ditolak. Dari hasil perhitungan thitung sebesar -2,383 di atas dibandingkan dengan ttabel (db =1) dengan taraf signifikan 5% yaitu 12,706, jadi thitung ≤ t tabel maka H0 diterima dan Ha di tolak. Dengan kata lain diterima hipotesis nol (H0) dan menolak hipotesis alternatif (Ha) untuk pengujian kedua variabel. Dari hasil pengujian tersebut tidak ada pengaruh nyata (signifikan) variable predictor X terhadap variable response Y dengan taraf signifikan 5%.

Variasi Jarak Tulangan Sengkang Spiral-Momen Lentur Balok Beton Bertulang



Gambar 2. Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Sengkang Spiral Terhadap Momen Lentur Balok Beton Bertulang

Hasil penelitian lain, Purnomo (2019) menyatakan bahwa hasil kuat tekan yang semakin besar bila jarak sengkang semakin rapat. Tandilino (2018) menyimpulkan variasi spasi tulangan sistem rangka mempengaruhi peningkatan kapasitas lentur. Jika ditinjau dari variasi sengkang

(konvensional dan U), Nasution (2019) menyatakan bahwa pada sengkang “U” dapat meminimalisir nilai ekonomis, namun tidak terlampaui jauh dibanding dengan sengkang konvensional dan selisih kuat geser yang terjadi juga sedikit lebih besar.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang variasi jarak tulangan spiral terhadap kuat lentur beton, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: pertama, hasil pengujian lentur benda uji balok tulangan spiral dengan jarak spasi 2,5 cm memiliki nilai beban dan momen lentur terbesar dibanding benda uji lainnya yaitu dengan nilai beban sebesar 47,54 kN dan momen lentur sebesar 3,579 kNm. Sementara itu, untuk benda uji lainnya seperti tulangan spiral dengan jarak spasi 5 cm memiliki nilai beban lentur sebesar 37,8 kN dan momen lentur sebesar 2,849 kNm, dan tulangan spiral dengan jarak spasi 10 cm memiliki nilai beban lentur sebesar 33,26 kN dan momen lentur sebesar 2,508 kNm.

Kedua, variasi jarak tulangan sengkang spiral dari 2,5 mm, 5 mm sampai 10 mm tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur balok beton bertulang. Ketiga, pengaruh variasi jarak tulangan sengkang spiral terhadap kuat lentur beton bertulang pada penelitian ini tidak terlalu signifikan pengaruhnya karena balok dengan semua variasi jarak tulangan sengkang spiral beton mengalami gagal geser. Keempat, pola retak yang terjadi pada seluruh benda uji umumnya pola retak lentur. Hal ini ditunjukkan dengan retak vertikal pada 1/3 bagian bentang dari arah tarik balok menuju ke daerah tekan.

Penelitian yang telah dilakukan ini terbatas dengan alat pengujian lentur balok dengan dimensi maksimal penampang balok beton sebesar 15 cm, bentang 60 cm dan kapasitas alat menahan beban sebesar maksimal 10 ton. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya alat yang digunakan alat pengujian lentur yang mempunyai kapasitas menahan beban maksimal yang lebih besar lagi dengan penelitian yang sama, variasi jarak spiral yang berbeda, bentang balok yang lebih besar dan bila perlu dengan kuat tekan yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang maksimum. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya, yaitu dengan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak dengan variasi jarak spiral yang lain.

Daftar Pustaka

- Ginting, Arusmalem. 2007. Kajian Balok Beton Styrofoam Ringan dengan Tulangan Menyebarkan. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol III. No.2
- Imran, Iswandi dan Zulkifli, Ediansjah. 2018. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. ITB Press: Bandung
- Purnomo, Mego. 2019. Pengaruh Sengkang terhadap Kuat Tekan Beton yang Sudah Rusak dan Dicor Kembali. *Jurnal Kompetensi Teknik*. Vol.XI. No.2
- Sumajouw, M.D.J., Dapas, S. O., 2013, *Elemen Struktur Beton Bertulang*. Geopolymer, Penerbit ANDI
- Tandilino, Asni. 2018. Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Sistem Rangka dengan Variasi Jarak Spasi. *Jurnal Tugas Akhir*: 1-24