

PENGARUH JARAK SENGKANG PADA PEMASANGAN KAWAT GALVANIS MENYILANG TERHADAP KUAT LENTU BALOK BETON BERTULANG

Basuki¹, Yenny Nurchasanah²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp. 0271-717417

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp. 0271-717417
Email: bsudirman74@gmail.com

Abstrak

Pemasangan kawat galvanis dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kuat lentur balok beton bertulang sehingga dengan bahan yang relative murah tersebut diharapkan dapat menjadi alternative untuk melakukan penghematan tulangan baja. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya memberikan hasil bahwa kawat galvanis yang dipasang pada penulangan balok baik yang dipasang secara sejajar, diagonal maupun menyilang dapat meningkatkan kuat lentur balok dengan besar peningkatan bervariasi. Penelitian lanjutan ini dilaksanakan dengan membuat benda uji berupa silinder beton (untuk mengetahui kuat tekan beton), benda uji tulangan baja dan kawat galvanis (untuk mengetahui kuat tarik baja tulangan dan kawat galvanis), benda uji balok beton dengan tulangan baja tanpa kawat galvanis menyilang dan dengan kawat galvanis menyilang (untuk pengujian kuat lentur balok beton bertulang tanpa dan dengan kawat galvanis menyilang), serta pemeriksaan kualitas bahan penyusun beton seperti pasir, kerikil, semen dan air untuk menjamin bahwa bahan yang digunakan adalah bahan yang berkualitas baik dan memenuhi standar yang berlaku. Benda uji balok beton bertulang dibuat sebanyak 12 buah, yaitu : (1) Balok beton bertulang tanpa kawat galvanis menyilang dengan jarak sengkang 75mm, 100mm dan 125mm, (2) Balok beton bertulang dengan kawat galvanis menyilang diameter 1,25mm dan jarak sengkang 75mm, 100mm dan 125mm, (3) Balok beton bertulang dengan kawat galvanis menyilang diameter 1,9mm dan jarak sengkang 75mm, 100mm dan 125mm, dan (4) Balok beton bertulang dengan kawat galvanis menyilang diameter 2,25mm dan jarak sengkang 75mm, 100mm dan 125mm. Ukuran balok adalah dengan lebar penampang 15cm tinggi 20cm serta panjang balok 100cm. Pengujian lentur balok dilakukan dengan menggunakan UTM. Beban lentur diberikan pada balok secara vertikal dari atas ke bawah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemasangan kawat galvanis menyilang di sisi kiri-kanan tulangan sengkang dengan jarak sengkang pendek (75mm) kuat lenturnya lebih kecil dibandingkan dengan kuat lentur balok dengan pemasangan kawat galvanis menyilang di sisi kiri-kanan tulangan sengkang dengan jarak yang lebih besar (100mm). Pemasangan kawat galvanis menyilang dengan jarak sengkang 125mm memberikan hasil yang tidak seragam yaitu ada yang kuat lenturnya lebih besar dan ada yang kuat lenturnya lebih kecil dibandingkan dengan pemasangan kawat galvanis menyilang spasi 75mm. Secara general ada pengaruh peningkatan kuat lentur balok beton bertulang dengan pemasangan kawat galvanis menyilang dan peningkatan kuat lentur menjadi lebih besar lagi berkisar sebesar 1,53% (untuk kawat galvanis diameter 1,9mm), 10,48% (untuk kawat galvanis diameter 2,25mm) dan 11,28% (untuk kawat galvanis dengan diameter 1,25mm).

Kata Kunci: kawat; galvanis; menyilang; kuat lentur; balok; beton; bertulang.

Pendahuluan

Pemanfaatan bahan konstruksi yang murah untuk alternative atau modifikasi suatu struktur dilakukan dengan tujuan mendapatkan penghematan bahan tetapi tanpa meninggalkan unsur efekteifitas kekuatan yang harus dipenuhi. Konstruksi balok beton bertulang yang sudah lazim dilaksanakan pada penulangannya adalah menggunakan tulangan lentur yang dipasang memanjang dengan tulangan baja ulir ataupun polos, serta tulangan geser yang sering disebut

dengan istilah sengkang atau begel dengan menggunakan tulangan polos. Tulangan lentur dipasang pada posisi sejajar bentang balok di sisi atas dan bawah, sedangkan tulangan geser dipasang tegak lurus sumbu atau bentang balok. Kedua jenis tulangan ini mempunyai tugas masing-masing yang berbeda, yaitu tulangan lentur untuk menahan momen lentur pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan gaya geser yang terjadi pada balok beton. Sebuah ide penelitian terdahulu tentang modifikasi penulangan balok beton adalah memanfaatkan kawat galvanis yang memiliki diameter kecil dan harganya relative murah dibandingkan harga tulangan baja, untuk dipasang sebagai perkuatan pada penulangan balok beton sehingga diharapkan memberikan tambahan kekuatan pada balok beton bertulang. Kekuatan balok beton bertulang terbagi 2 macam, yakni kekuatan lentur dan kekuatan geser. Pemanfaatan kawat galvanis ini dilakukan dengan cara memasang secara menyilang dan dipasang pada bagian sampin kiri-kanan tulangan geser balok beton, dan selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui apakah ada peningkatan kekuatan pada balok beton bertulang. Pada penelitian terdahulu ini, tinjauan kekuatan baru dilakukan pada kekuatan lentur balok, sedangkan kekuatan geser balok beton bertulang belum dilaksanakan. Hasil penelitian terdahulu dengan menggunakan 3 macam diameter kawat galvanis yaitu diameter 1,02mm, 1,29mm, dan 1,63mm serta jarak spasi tulangan begel sebesar 75 mm, diperoleh hasil bahwa ada peningkatan kekuatan lentur pada balok beton bertulang yang dipasang kawat galvanis menyilang pada sampin kiri-kanan tulangan begel balok beton bertulang, jika dibandingkan dengan kuat lentur balok beton bertulang tanpa pemasangan kawat galvanis menyilang pada tulangan begel balok beton bertulang. Besarnya peningkatan kuat lentur mencapai 70% dan terjadi pada pemasangan kawat galvanis diameter 1,63mm. Selain itu, hasil yang diperoleh dari penelitian sebelumnya adalah peningkatan kuat lentur balok beton bertulang sebanding dengan peningkatan besarnya diameter kawat galvanis yang dipasang menyilang tersebut.

Berdasarkan uraian pada paragraph di atas, maka dengan adanya penelitian terdahulu tersebut sangat membuka lebar penelitian-penelitian lebih lanjut terkait dengan pemanfaatan dan pemakaian kawat galvanis pada modifikasi tulangan balok beton agar didapatkan hasil penulangan balok beton yang jauh lebih efektif dan efisien.

Penelitian yang akan dilaksanakan selanjutnya pada usulan penelitian ini adalah meneliti tentang pengaruh jarak begel (spasi begel) pada tulangan balok beton bertulang yang dipasang perkuatan kawat galvanis menyilang pada tulangan begelnya. Jarak begel yang akan diteliti dibuat 3 variasi yaitu ; 1). Spasi (jarak) 75 mm, 2). Spasi (jarak) 100 mm dan 3). Spasi (jarak) 125 mm. Kawat galvanis yang dipasang masih seperti pada penelitian terdahulu yaitu ; diameter 1,02mm, 1,29mm dan 1,63mm. Data lainnya yang dibuat pada usulan penelitian ini juga sama dengan data pada penelitian terdahulu, sehingga yang membedakan adalah pada usulan penelitian ini menggunakan variable jarak (spasi) begel untuk mengetahui perilaku peningkatan kuat lentur yang terjadi pada balok beton bertulang apakah sama dengan penelitian terdahulu atautkah ada perbedaannya akibat variasi spasi (jarak) begel yang berbeda-beda. Hasil yang diperoleh dari usulan penelitian ini adalah mengetahui perilaku peningkatan kuat lentur balok beton bertulang dengan adanya variasi spasi (jarak) begel serta mendapatkan besarnya prosentase peningkatan kuat lenturnya dari masing-masing variasi tersebut. Hasil-hasil ini akan dapat menambah atau memperkuat hasil penelitian terdahulu serta menjadi referensi tambahan dalam pemanfaatan dan pemakaian kawat galvanis untuk perkuatan pada tulangan balok beton bertulang dari segi tinjauan kuat lentur baloknya, sedangkan segi tinjauan kuat geser balok menjadi agenda penelitian lanjut berikutnya.

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan dan peralatan penelitian yang digunakan dijelaskan sebagai berikut :

- 1). Bahan – bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain :
 - a). Semen *Portland* jenis *I merk* Gresik
 - b). Pasir, berasal dari Klaten Jawa Tengah
 - c). Kerikil, berasal dari Klaten Jawa Tengah
 - d). Air, berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil UMS
 - e). Tulangan baja, berasal dari toko bahan bangunan di Surakarta
 - f). *Bekesting* untuk cetakan pelat beton bertulang digunakan kayu sengon
 - g). Kawat galvanis yang digunakan untuk penambahan kuat lentur menggunakan diameter 1.63mm, 1.29mm dan 1.02mm.
- 2). Pengujian di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil UMS, dengan macam pengujiannya adalah :
 - a). Pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 3 buah
 - b). Pengujian kuat tarik baja tulangan berdiameter 8 dan 6 mm
 - c). Pengujian kuat lentur balok beton bertulang biasa berukuran 15 x 20 x 100 cm (spasi begel 75 mm, 100 mm dan 125 mm) sebanyak 6 buah

- d). Pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang pada tulangan gesernya dengan ukuran kawat 1.63 mm berukuran 15 x 20 x 100 cm (spasi begel 75 mm, 100 mm dan 125 mm) sebanyak 6 buah
 - e). Pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat pada tulangan gesernya yang dipasang menyilang dengan ukuran kawat 1.29 mm berukuran 15 x 20 x 100 cm (spasi begel 75 mm, 100 mm dan 125 mm) sebanyak 6 buah
 - f). Pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang pada tulangan gesernya dengan ukuran kawat 1.02 mm berukuran 15 x 20 x 100 cm (spasi begel 75 mm, 100 mm dan 125 mm) sebanyak 6 buah
- 3). Baja tulangan direncanakan dengan mutu sebesar $f_y = 240$ MPa.
 - 4). Beton direncanakan dengan mutu (kuat tekan) sebesar $f'_c = 20$ MPa.
 - 5). Perencanaan campuran adukan beton dengan menggunakan metode perbandingan berat , yakni semen : pasir : kerikil = 1 : 2 : 3
 - 6). Faktor air semen sebesar 0,5.
 - 7). Bentuk penampang balok beton bertulang adalah persegi empat.
 - 8). Beban yang bekerja pada benda uji adalah beban arah vertikal saja.
 - 9). Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

Kuat Lentur Balok

Suatu balok beton bertulang sederhana (*simple beam*), menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, maka akan terjadi deformasi lentur didalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, tegangan tekan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik terjadi di bagian bawah dari penampang, besarnya kuat lentur beton dari benda uji dihitung dengan rumus:

$$M_{\text{pengujian}} = 1/4(P.L) + 1/8(q.L^2) \quad (1)$$

dengan :

- P = Beban retak pertama, (kN).
 L = Jarak antar tumpuan, (mm).
 q = Berat sendiri beton, (kN/mm).



Gambar 1. Pengujian kuat lentur balok



Gambar 2. Bentuk penulangan balok dengan perkuatan kawat galvanis menyilang

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian kuat lentur balok beton yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian lentur balok beton dan momen lentur uji

Nama Balok	Beban Lentur Maksimal (kN)	Berat sendiri balok (q) T/m	L=90 cm	Pmaks (Ton)	Momen Lentur Uji (Ton.m)	Keterangan
BN-75mm	45.5	0.072	0.9	4.55	1.03104	Balok beton tanpa kawat galvanis
BN-100 mm	45	0.072	0.9	4.5	1.01979	
BN-125 mm	42.5	0.072	0.9	4.25	0.96354	
BS-75mm-K1.25mm	44	0.072	0.9	4.4	0.99729	Balok beton dg kawat galvanis
BS-75mm-K1.9mm	48.75	0.072	0.9	4.875	1.104165	
BS-75mm-K2.25mm	49.75	0.072	0.9	4.975	1.126665	
BS-100mm-K1.25mm	49	0.072	0.9	4.9	1.10979	Balok beton dg kawat galvanis
BS-100mm-K1.9mm	49.5	0.072	0.9	4.95	1.12104	
BS-100mm-K2.25mm	55	0.072	0.9	5.5	1.24479	
BS-125mm-K1.25mm	47.5	0.072	0.9	4.75	1.07604	Balok beton dg kawat galvanis
BS-125mm-K1.9mm	36	0.072	0.9	3.6	0.81729	
BS-125mm-K2.25mm	36	0.072	0.9	3.6	0.81729	

Beban q = (0.15m x 0.20m) x 2.4 Ton/m³ = 0.072 Ton/m
 1 kN = 0.1 Ton

Tabel 2. Peningkatan kuat lentur balok dengan perubahan spasi sengkang 75mm menjadi 100 mm

Momen lentur uji Balok spasi 75mm (Ton.m)	Momen lentur uji Balok spasi 100mm (Ton.m)	Selisih momen lentur uji (Ton.m)	Prosentase selisih momen lentur uji (%)	Keterangan	Diameter kawat galvanis
0.99729	1.10979	0.1125	11.28	Naik	1.25 mm
1.104165	1.12104	0.016875	1.53	Naik	1.9 mm
1.126665	1.24479	0.118125	10.48	Naik	2.25 mm

Tabel 3. Peningkatan kuat lentur balok dengan perubahan spasi sengkang 75mm menjadi 125 mm

Momen lentur uji Balok spasi 75mm (Ton.m)	Momen lentur uji Balok spasi 125mm (Ton.m)	Selisih momen lentur uji (Ton.m)	Prosentase selisih momen lentur uji (%)	Keterangan	Diameter kawat galvanis
0.99729	1.07604	0.07875	7.896	Naik	1.25 mm
1.104165	0.81729	-0.28688	-25.981	Turun	1.9 mm
1.126665	0.81729	-0.30938	-27.459	Turun	2.25 mm

Pembahasan

Pengujian terhadap balok beton tanpa kawat galvanis menyilang dibandingkan dengan balok beton dengan kawat galvanis menyilang memberikan hasil secara general momen lentur uji meningkat (menjadi lebih besar) pada balok beton dengan kawat galvanis menyilang. Diameter kawat galvanis menyilang sebanding dengan peningkatan momen lentur uji yang dihasilkan. Perilaku ini disebabkan dengan adanya kawat galvanis menyilang pada sisi kiri-kanan balok akan menambah kekuatan lentur pada tulangan memanjang balok yang terpasang. Luas penampang kawat galvanis menyilang yang semakin besar sebanding dengan peningkatan perkuatan lentur yang disumbangkan oleh kawat galvanis menyilang tersebut.

Perubahan spasi (jarak sengkang) begel balok dari 75mm menjadi 100mm dan 125mm, berpengaruh terhadap kinerja kawat galvanis menyilang yang terpasang terhadap kuat lentur balok. Perubahan sengkang dari 75mm menjadi 100mm berdampak pada perubahan momen lentur uji balok yang dihasilkan, yaitu momen lentur menjadi lebih besar baik pada kawat galvanis diameter 1.25mm, 1.9mm dan 2.25mm. Peningkatan momen lentur uji berkisar dari 1.53% - 11.28%. Peningkatan momen lentur uji terbesar terjadi pada kawat dengan diameter 1.25mm.

Perubahan spasi (jarak sengkang) begel balok dari 75mm menjadi 125mm berdampak pada perubahan momen lentur uji sebagai berikut : terjadi peningkatan momen lentur uji sebesar 7.896% pada kawat galvanis diameter 1.25mm, sedangkan pada kawat diameter 1.9mm dan 2.25mm justru terjadi penurunan momen lentur. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan spasi sengkang balok menjadi semakin besar tidak sebanding dengan peningkatan momen lentur balok yang dihasilkan. Ada pengecualian pada kawat galvanis diameter 1.25mm terjadi peningkatan semuanya baik pada spasi 100mm maupun 125mm, sedangkan pada kawat galvanis diameter 1.9mm dan 2.25mm terjadi peningkatan hanya pada spasi 100mm dan terjadi penurunan saat spasi sengkang menjadi 125mm. Hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa masih perlu dilakukan penelitian dan pengkajian lebih lanjut tentang topic pemakaian kawat galvanis menyilang ini dalam berbagai aspek kinerja balok beton bertulang agar diperoleh hasil yang dapat mewakili secara menyeluruh dan valid.

Kesimpulan

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa pemasangan kawat galvanis menyilang di sisi kiri-kanan tulangan sengkang dengan jarak sengkang pendek (75mm) kuat lenturnya lebih kecil dibandingkan dengan kuat lentur balok dengan pemasangan kawat galvanis menyilang di sisi kiri-kanan tulangan sengkang dengan jarak yang lebih besar (100mm). Pemasangan kawat galvanis menyilang dengan jarak sengkang 125mm memberikan hasil yang tidak seragam yaitu ada yang kuat lenturnya lebih besar dan ada yang kuat lenturnya lebih kecil dibandingkan dengan pemasangan kawat galvanis menyilang spasi 75mm. Secara general ada pengaruh peningkatan kuat lentur balok beton bertulang dengan pemasangan kawat galvanis menyilang dan peningkatan kuat lentur menjadi lebih besar lagi berkisar sebesar 1,53% (untuk kawat galvanis diameter 1,9mm), 10,48% (untuk kawat galvanis diameter 2,25mm) dan 11,28% (untuk kawat galvanis dengan diameter 1,25mm).

Adanya perilaku yang tidak seragam dalam hal peningkatan kuat lentur ini menjadi hal dan catatan penting dalam penelitian ini, sehingga dapat menjadi referensi yang cukup baik untuk penelitian-penelitian lanjutan mengenai topic serupa.

Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03. Badan Pengembangan Pekerjaan Umum.
- Murdock, L.J. Brook K.M. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Subakti, A. 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, PT Naviri, Yogyakarta.
- Asroni, A. 2010. *Balok dan Plat Beton Bertulang*, PT Graha Ilmu, Yogyakarta.