

KAJIAN PERAN TULANGAN PADA GESER INTERFACE ANTARA BETON LAMA DAN BARU

Fitrilia Ulfah Karina Devi, Riana Dwi Mulyawati
Sri Tudjono^{*)}, Hardi Wibowo^{**)}

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang 50239,
Telp.: (024) 7474770, Fax.: (024) 7460060

ABSTRAK

Pada pekerjaan perbaikan atau perkuatan struktur dengan melakukan pengecoran beton baru yang melekat pada bidang beton lama akan membentuk semacam lapisan interface beton. Penelitian mengenai bagian interface dilakukan oleh Momayez et al., 2004 dan Hak-Chul Shin et al., 2010. Namun penelitian tersebut belum memasukkan parameter peran tulangan pada interface dalam pengujiannya. Sedangkan penelitian ini mengkaji peran tulangan terhadap kekuatan geser pada interface dan pola retak yang terjadi. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus berdimensi 20 cm x 20 cm x 20 cm sebanyak 30 buah yang tersusun dari dua bagian, yaitu beton lama sebesar 2/3 bagian dan beton baru sebesar 1/3 bagian dari kubus benda uji. Variasi beda umur pengecoran terdiri dari 7, 14, dan 28 hari. Variasi bentuk dan diameter tulangan terdiri dari bentuk Tulangan I dan Tulangan U dengan diameter 8 mm dan 10 mm. Dari penelitian disimpulkan bahwa benda uji Tanpa Tulangan mempunyai kapasitas geser paling kecil, sedangkan benda uji dengan Tulangan U memiliki kapasitas geser yang lebih besar dibandingkan dengan Tulangan I. Hal ini dikarenakan penambahan tulangan memberikan pengaruh kekuatan geser yang lebih besar serta Tulangan U bersifat lebih kaku, interlocking dan lekatan antara beton dan tulangan lebih kuat dibandingkan dengan Tulangan I.

Kata kunci: interface, kapasitas geser, peran tulangan, pola retak

ABSTRACT

In the work of repair or strengthening the structures by casting new concrete inherent in the old concrete surface will form concrete interface. Study on the interface has already been done by Momayez et al., 2004, and Hak-Chul Shin et al., 2010. However, these studies did not include the interface parameters of the influence of steel reinforcement in the test yet. While this study examines the influence of steel reinforcement to the shear strength at the interface and the crack patterns that occur. Specimens used cuboid dimensions 20 cm x 20 cm x 20 cm 30 pieces are composed of two parts, the old concrete for 2/3 parts and new concrete for 1/3 part of the cube specimen. Variations apart in age casting consisting of 7, 14, and 28 days. Variations in the shape and diameter of the steel reinforcement consists of I Reinforcement and U Reinforcement with diameters of 8 mm and 10 mm. From the study concluded that the specimen without steel reinforcement has the smallest shear capacity, whereas specimens with U Reinforcement has a shear capacity greater than I Reinforcement. This is due to the addition of steel reinforcement influence greater shear strength and U Reinforcement is more stiff, interlocking and bonding between concrete and reinforcement stronger than I Reinforcement.

Keyword: interface, shear capacity, influence of steel reinforcement, crack pattern

^{*)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Email : tudjono@gmail.com

^{**)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Email : hardiwbw@yahoo.com

PENDAHULUAN

Dalam suatu pekerjaan struktur, sering dijumpai pekerjaan perbaikan atau perkuatan struktur dengan cara dilakukan pengecoran beton baru yang melekat pada bidang beton lama. Contoh pekerjaan perbaikan atau perkuatan struktur yaitu pada struktur jalan raya, dimana kemampuan struktur yang sudah ada telah memburuk dan tidak mampu lagi menahan beban lalu-lintas yang harus dipikulnya, perlu diperbaiki dengan menambahkan lapisan beton baru (*overlay*). Contoh lain adalah pekerjaan pelebaran *section* pada jembatan, dengan cara penanaman tulangan pada *interface*. Adanya penanaman tulangan pada *interface* ini, bertujuan agar beton lama dan baru dapat memikul beban bersama secara keseluruhan dengan sempurna.

Permasalahan yang sering muncul pada pekerjaan perbaikan atau perkuatan struktur adalah lekatan antara beton lama dan baru, dimana *interface* merupakan bagian terlemah dari struktur. Hal ini dikarenakan proses pengerasan pada saat pengecoran beton baru di sambungan, beton baru tersebut mengalami penyusutan, sedangkan proses penyusutan pada beton lama relatif lebih kecil atau bahkan sudah selesai. Penyusutan ini menyebabkan munculnya pori (celah) antara beton lama dan beton baru. Pori (celah) inilah yang menyebabkan retak pertama cenderung terjadi di sambungan. Ketika pembebanan dilakukan terhadap beton, maka kekuatan lekatan pada bagian *interface* inilah yang menjadi titik lemah terhadap geser maupun tarik.

Penelitian mengenai bagian *interface* sebagai titik lemah terhadap geser maupun tarik sudah pernah dilakukan oleh A. Momayez, A.A. Ramezaniapour, H. Rajaie, dan M.R. Ehsani pada tahun 2004 serta Hak-Chul Shin dan Zhifu Wan pada tahun 2010. Namun penelitian-penelitian tersebut belum memasukkan parameter peran tulangan pada *interface* dalam pengujiannya.

Penelitian yang dilakukan oleh A. Momayez, A.A. Ramezaniapour, H. Rajaie, dan M.R. Ehsani pada tahun 2004 bertujuan untuk mengembangkan pengujian untuk mengukur kekuatan geser lekatan antara beton lama dan beton baru. Benda uji yang digunakan adalah kubus 150 mm dan 200 mm, dengan material beton baru sebesar 1/3 dari ukuran benda uji. Parameter yang digunakan antara lain ukuran benda uji, ukuran maksimum agregat untuk material beton baru, tipe material beton baru, kekasaran permukaan bidang *interface*, dan umur pada saat pembebanan. Hasil dari penelitian ini adalah ukuran kubus benda uji 200 mm menunjukkan tegangan geser yang lebih kecil dari kubus 150 mm, serta peningkatan kekasaran, peningkatan umur dan penambahan silika fume menunjukkan peningkatan kekuatan ikatan pada bidang *interface*.

Sedangkan Hak-Chul Shin dan Zhifu Wan pada tahun 2010 melakukan penelitian yang bertujuan untuk lebih memahami mekanisme lekatan pada *interface* antara permukaan beton lama dan baru. Benda uji yang digunakan terdiri dari enam set beton lama dan beton baru, masing-masing berbentuk kubus ukuran 150 mm. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kondisi kelembaban permukaan beton lama, *w/c ratio* dan penambahan silika fume pada beton baru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi permukaan SSD menghasilkan kekuatan lekatan yang lebih tinggi (hampir dua kali lipat) pada *interface* dibandingkan dengan kondisi udara kering, *w/c ratio* yang lebih rendah menghasilkan kekuatan geser yang lebih rendah untuk kondisi SSD maupun kering udara,

serta penambahan silika fume meningkatkan kuat tekan dan kekuatan geser lekatan pada bidang *interface* benda uji.

Kelemahan yang terjadi pada *interface* tersebut, akan ditinjau lebih jauh pada penelitian ini. Lebih ditekankan pada peran tulangan di bagian *interface* terhadap kekuatan geser di daerah *interface* tersebut.

Penelitian ini mengkaji permasalahan *interface* dengan meneliti sampel benda uji untuk mengetahui pola retak dan kekuatan lekatan pada *interface*, bukan mengkaji kekuatan lekatan secara umum pada suatu struktur perbaikan atau perkuatan struktur.

METODE PENELITIAN

Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan dimensi (b x h x t) 20 cm x 20 cm x 20 cm. Alasan digunakan dimensi tersebut karena metode penyambungan menggunakan tulangan, maka untuk memasukkan tulangan diperlukan *space* yang cukup dan dibutuhkan jarak yang efektif antar tulangan. Tulangan yang digunakan yaitu tulangan ulir dengan diameter 8 mm dan 10 mm. Tulangan yang ditanamkan berfungsi sebagai penyambung antara beton lama dan beton baru. Benda uji tersebut tersusun dari dua bagian, yaitu beton lama sebesar 2/3 bagian dari kubus benda uji (13,3 cm x 20 cm x 20 cm) dan beton baru sebesar 1/3 bagian dari kubus benda uji (6,7 cm x 20 cm x 20 cm). Jumlah benda uji dalam penelitian ini sebanyak 30 buah yang terdiri dari variabel beda umur pengecoran beton lama dan baru, serta bentuk dan diameter tulangan yang dipakai. Variasi beda umur pengecoran terdiri dari 7, 14, dan 28 hari. Variasi bentuk dan diameter tulangan terdiri dari bentuk Tulangan I dan Tulangan U dengan diameter 8 mm dan 10 mm. Setiap diameter tulangan ini dilakukan uji tarik yang berfungsi untuk mengetahui gaya dan perpanjangan pada saat tulangan mengalami leleh dan maksimum.

Cetakan kubus benda uji yang digunakan adalah cetakan yang terbuat dari multiplek dengan tebal 12 mm. Pemilihan penggunaan multiplek dalam pembuatan cetakan kubus benda uji dikarenakan sesuai dengan pelaksanaan di lapangan. Selain itu, cetakan lebih ringan, mudah dipindahkan, proses pembuatan cetakan lebih mudah, serta cetakan kubus benda uji ini mudah untuk dibongkar.

Hal-hal yang dilakukan sebelum proses pengecoran adalah pemberian batas pengecoran antara beton lama dan baru, pembuatan beton tahu dengan tujuan untuk menjaga jarak antara tulangan dengan tepi beton yang akan dicor, pengolesan oli pada cetakan dengan tujuan agar cetakan kubus benda uji tidak menyerap air semen pada saat beton masih dalam kondisi basah, dan beton tidak menempel pada permukaan cetakan ini sehingga mempermudah pada saat pembongkaran cetakan kubus benda uji.

Langkah selanjutnya adalah proses pengecoran kubus beton lama sebanyak 30 buah dengan ukuran 13,3 cm x 20 cm x 20 cm dan silinder sebanyak 3 (tiga) buah. Pengecoran beton baru dilakukan setelah beton lama mencapai umur yang telah ditentukan yaitu 7, 14, dan 28 hari. Persiapan yang dilakukan sebelum proses pengecoran dimulai adalah membersihkan permukaan beton lama menggunakan lap basah sehingga permukaan beton lama menjadi SSD (*Saturated Surface Dry*). Untuk masing-masing beda umur pengecoran antara beton lama dan baru terdiri dari 10 buah kubus benda uji dan 3 (tiga) buah silinder. Pengecoran silinder berfungsi untuk kontrol mutu beton pada saat pengecoran.

Perawatan beton atau *curing* dilakukan setelah proses pengecoran selesai. Perawatan benda uji untuk beton lama maupun beton baru dilakukan dengan cara menutup permukaan benda uji dengan karung goni basah dan menyiramnya dengan air secara rutin serta tidak dibiarkan sampai kering, sedangkan untuk perawatan silinder dilakukan dengan merendamnya di dalam bak air.

Pengujian dilakukan setelah beton baru sudah mencapai umur 28 hari. *Set-up* pengujian yang dilakukan adalah dengan meletakkan kubus benda uji pada *loading frame*, kemudian dipasang dudukan baja yang berfungsi sebagai penyalur beban dari alat uji tekan HT-8391PC *Computer-Control Servo Hydraulic Concrete Compression Testing Machine* ke benda uji kubus beton. dudukan baja dengan ukuran 6,7 cm x 20 cm x 3 cm sebanyak 2 (dua) buah, ukuran 6,6 cm x 20 cm x 3 cm sebanyak 1 (satu) buah, dan ukuran 22 cm x 22 cm x 3 cm sebanyak 1 (satu) buah. Dengan adanya dudukan baja, beban merata yang dihasilkan oleh alat uji tekan HT-8391PC *Computer-Control Servo Hydraulic Concrete Compression Testing Machine* akan berfungsi sebagai beban terpusat pada kubus beton.

Pembebanan diberikan oleh *hydraulic jack* dengan pembebanan bertahap, dengan sistem pembebanan yang digunakan adalah *load control*. Pembebanan diberikan dengan nilai *loading rate* sebesar 15 N/mm²/menit secara bertahap hingga beban mencapai beban maksimum yang mampu ditahan oleh kubus beton, yang ditunjukkan dengan adanya retakan yang terjadi pada daerah *interface* antara beton lama dan baru.



Gambar 1 : Pengujian Geser *Interface*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Pengujian Geser *Interface*

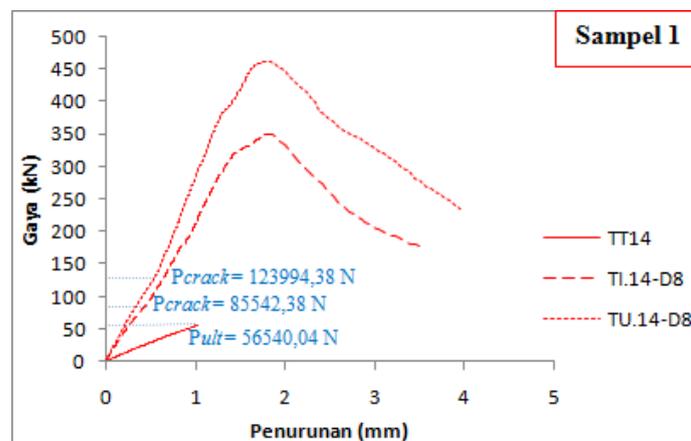
Berdasarkan hasil pengujian geser *interface*, didapat beban pada saat terjadinya *first crack* maupun beban maksimum yang terjadi untuk meruntuhkan beton baru dan beton lama. Gaya *first crack* yang diamati merupakan gaya yang terjadi ketika bidang *interface* mengalami kegagalan yang ditunjukkan dengan adanya retak pada bidang *interface* dan terjadi saat adanya belokan/perubahan gaya secara tiba-tiba setelah awal pembebanan yang dapat dilihat dari grafik hubungan gaya dan penurunan.

Benda uji Tanpa Tulangan memiliki gaya *first crack* paling kecil dibandingkan dengan benda uji dengan adanya tulangan. Jika ditinjau berdasarkan diameter tulangan yang

dipakai, tulangan berdiameter 10 mm memiliki gaya *first crack* yang lebih besar daripada tulangan berdiameter 8 mm, baik pada bentuk Tulangan I maupun Tulangan U. Sedangkan jika ditinjau dari bentuk tulangannya, dengan diameter tulangan yang sama, Tulangan U memiliki gaya *first crack* yang lebih besar daripada Tulangan I. Akan tetapi Tulangan U diameter 8 mm memiliki gaya *first crack* yang lebih kecil daripada Tulangan I diameter 10 mm.

Benda uji Tanpa Tulangan bersifat getas sehingga gaya *first crack* yang didapatkan kecil. Sedangkan benda uji dengan adanya tulangan didapatkan gaya *first crack* yang lebih tinggi karena adanya tulangan yang dapat mengurangi sifat getas dan menambah kekakuan beton. Jika pada benda uji Tanpa Tulangan bebannya hanya dipikul oleh beton, sehingga keruntuhannya bersifat tegas. Sedangkan pada benda uji dengan tulangan, beban tidak hanya dipikul oleh beton tapi juga oleh tulangan, sehingga keruntuhan yang terjadi tidak tegas, dan bersifat lebih daktail. Tulangan U bersifat lebih kaku terhadap benda uji dibandingkan Tulangan I. Kemampuan tulangan diameter 10 mm dalam kontribusinya menahan beban lebih tinggi daripada tulangan diameter 8 mm. Dari kombinasi sifat bentuk dan diameter tulangan yang digunakan maka Tulangan I diameter 8 mm yang memiliki gaya *first crack* paling rendah dan Tulangan U diameter 10 mm yang memiliki gaya *first crack* paling tinggi di antara benda uji yang menggunakan tulangan.

Berikut grafik hubungan gaya terhadap penurunan pada beda umur pengecoran 14 hari untuk benda uji Tanpa Tulangan dibandingkan dengan benda uji Tulangan I dan Tulangan U.



Gambar 2 : Hubungan Gaya Terhadap Penurunan

Berdasarkan Gambar 2 didapatkan bahwa adanya tulangan pada benda uji dapat meningkatkan kekuatan beton. Pada benda uji dengan Tulangan U mempunyai pengaruh yang lebih besar untuk meningkatkan kekuatan geser daripada benda uji dengan Tulangan I.

Berdasarkan beban *first crack* didapatkan Kapasitas Geser (τ) untuk setiap benda uji dengan variabel yang berbeda. Karena kapasitas geser berbanding lurus dengan gaya *first crack* yang didapat saat pengujian, dan pembagiannya sama untuk semua benda uji maka semakin besar gaya *first crack* maka semakin besar pula kapasitas geser yang terjadi. Kapasitas geser paling kecil terjadi pada benda uji Tanpa Tulangan, sedangkan kapasitas geser paling besar terjadi pada benda uji dengan Tulangan U berdiameter 10 mm.

Setelah didapat kapasitas geser untuk masing-masing variabel benda uji, kemudian dihitung selisih kapasitas geser benda uji dengan tulangan terhadap kapasitas geser benda uji Tanpa Tulangan. Berdasarkan selisih tersebut, dapat diketahui besarnya pengaruh tulangan terhadap kapasitas geser pada benda uji.

Beda Umur	TI-D8	TU-D8	TI-D10	TU-D10
	(%)			
7 Hari	134	165	70	710
14 Hari	90	326	62	426
28 hari	37	824	38	489

Tabel 1 : Persentase Selisih Kapasitas Geser Benda Uji Terhadap Benda Uji Tanpa Tulangan

Dari Tabel 1 dapat diambil kesimpulan bahwa persentase pengaruh bentuk Tulangan U terhadap kapasitas geser lebih tinggi dibandingkan pengaruh bentuk Tulangan I, baik untuk diameter tulangan 8 mm maupun 10 mm pada beda umur 7, 14 dan 28 hari.

KESIMPULAN

Benda uji Tanpa Tulangan mempunyai gaya *ultimate* dan nilai kapasitas geser paling kecil dibandingkan benda uji dengan tulangan.

Penggunaan tulangan dapat mengakibatkan keruntuhan geser menjadi daktail (tidak getas) dan dengan penambahan tulangan memberikan pengaruh kekuatan geser yang lebih besar.

Benda uji dengan Tulangan U memiliki kapasitas geser yang lebih besar daripada benda uji dengan Tulangan I. Hal ini dikarenakan Tulangan U bersifat lebih kaku, *interlocking* dan lekatan antara beton dan tulangan lebih kuat dibandingkan dengan Tulangan I.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 2010, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Gere, J.M., Timoshenko, S.P., 2000, *Mekanika Bahan*.
- Momayez, A. et al., 2004, *Bi-Surface Test for Evaluating Bond Between Existing and New Concrete*, ACI Materials Journal, Vol. 101, No. 2, 99-106.
- Nuroji, Besari, M.S., Imran, I., 2010, *Pemodelan Retak pada Struktur Beton Bertulang*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 17, No. 2.
- Park, R. and Paulay. T., 1975, *Reinforced Concrete Structure*, John Wiley & Sons, Newyork – London – Sdyney – Toronto.
- Shin, H., and Wan, Z., 2010, *Interfacial Properties between New and Old Concretes*, Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies.
- Taylor, G.D., 2002, *Materials in Construction Principles, Practice and Performance*.
- Vis, W.C., Kusuma, G., 1993, *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.