

PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN ULIR TERHADAP KUAT LEKAT ANTARA BETON DAN BAJA TULANGAN

Sofianto

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

fianramadhan5@gmail.com

Suprpto, S.Pd., M.T

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

ABSTRAK

Salah satu persyaratan dalam struktur beton bertulang adalah dengan adanya lekatan antara baja tulangan dan beton. Hilangnya lekatan antara beton dan baja tulangan pada struktur mengakibatkan keruntuhan total pada beton. Untuk menghindari hal tersebut perlu ditinjau nilai tegangan lekat beton dan baja tulangan agar diperoleh keseimbangan gaya antara baja tulangan dan beton. Kuat lekat beton terhadap baja tulangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah mutu beton. Menurut logika semakin besar diameter baja tulangan maka semakin kuat pula daya cengkram lekatan terhadap tulangan, namun hal ini masih belum dapat ditentukan nilai yang pasti dari setiap besarnya diameter baja tulangan.

Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan kuat lekat beton dengan baja tulangan pada diameter baja tulangan yang berbeda beda. Penelitian ini merupakan eksperimen dengan cara membuat benda uji beton bentuk "T" dengan baja tulangan D10, D13, dan D16 dengan panjang 30 cm. Baja tulangan ini ditanam pada beton dengan kedalaman 16 cm pada bagian atas dilebihkan 14 cm untuk dijepit pada saat pengujian tarik (*pull out*) beton. Uji *pull out* dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan Universal Testing Mechine.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar baja tulangan maka beban lekat maksimal yang terjadi semakin kecil. Besar nilai beban lekat yang terjadi yang terkecil 31500 N dan yang paling besar 51333 N. Ditinjau dari kuat lekat yang terjadi, semakin besar diameter baja tulangan maka kuat lekat maksimal beton pada baja tulangan semakin besar. Besar nilai kuat lekat yang terjadi yang paling kecil 6,674 MPa dan yang terbesar 7,023 MPa. Ditinjau dari tegangan baja tulangan yang terjadi, semakin besar baja tulangan maka tegangan baja tulangan yang terjadi semakin kecil. Besar nilai tegangan baja tulangan yang terjadi paling kecil 228,57 N dan yang paling besar 413,53 N. Ditinjau dari kerusakan benda uji, semua kerusakan benda uji terjadi pada beton namun semakin besar diameter baja tulangan maka kerusakan yang terjadi pada beton semakin besar.

Kata kunci : kuat lekat, beton, baja tulangan.

ABSTRACT

One of the requirements in the reinforced concrete structure is by having a steel reinforcement between's coherency and concrete. Loss of's coherency between concrete and steel reinforcement on the structure resulting in a total collapse on the concrete. To avoid the need to review the value of the voltage latched onto concrete and steel reinforcement to retrieved the balance between styles of steel reinforcement and concrete. Strong steel reinforcement of concrete closely influenced by several factors, one of which is the quality of the concrete. According to the logic of the larger diameter of the steel reinforcement and the stronger power anyway cengkram's coherency to the reinforcement, however this is still not a definite value can be determined from any magnitude the diameter of the steel reinforcement.

The study was done by comparing the strength of concrete with steel reinforcement latched onto the steel reinforcement of different diameter. This study is an experiment with ways to make things concrete test forms "T" u201D with steel reinforcement D10, D13, D16 and with a length of 30 cm. of steel reinforcement was planted at the concrete to a depth of 4 cm on the top of the preferential treatment for 14 cm pinned at the time of testing tensile (pull out) concrete. Pull out test done at the time the test was 28 days of objects by using the Universal Testing Mechine.

Research results indicate that the greater the steel reinforcement the onus increasingly latched onto maximum occurring is big. Great value for a load of sticky going on the smallest 31500 N and most of 51333 N. Reviewed from strong latched onto that occurs, the greater the diameter of the steel reinforcement of the concrete maximum strength then latched onto the steel reinforcement is getting smaller. Great value strong latched onto that occurred the smallest 6,674 Mpa and the largest 7,023 MPa. Review of reinforcement steel voltage occurs, the greater the steel reinforcement and steel reinforcement in voltage that occurs is getting smaller. Great value voltage steel reinforcement that occurs most small 228,57 N and most big 413,53 N. Reviewed the test objects from damage, all the damage occurred on the concrete test bodies but the larger diameter of the steel reinforcement and the damage that occurs in concrete is getting bigger.

Keywords: bond strength, concrete, steel bar

PENDAHULUAN

Beton merupakan campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan sehingga membentuk massa yang padat (SKSNI, 1991). Kelima unsur tersebut merupakan bagian yang saling terikat. Sejak lama beton digunakan dalam bidang rekayasa sipil baik sebagai material struktural maupun non struktural untuk memenuhi kebutuhan dan menunjang aktifitas manusia.

Sebagai material struktural, material beton kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik. Sehingga pada umumnya bagian-bagian struktur beton tersebut diperkuat dengan material baja tulangan, karena baja tulangan merupakan material yang mempunyai sifat kuat terhadap tarik dan lemah terhadap tekan.

Perpaduan antara material baja tulangan dan beton ini akan memberikan nilai-nilai kekuatan dari struktur yang diperoleh dari hasil kerja sama antara baja tulangan dan beton. Sebagaimana telah dilakukan sejak awal dari pemanfaatan baja sebagai tulangan pada material beton dalam upaya mengimbangi kelemahan beton terhadap tarik. Untuk menjamin terciptanya kerjasama yang baik antara beton dan baja tulangan sebagai material komposit, maka harus dilihat kekuatan lekat kedua material tersebut.

Kegagalan lekatan tulangan utama pada struktur rangka beton bertulang dapat mengakibatkan tidak berfungsinya mekanisme panel rangka. Sehingga yang berfungsi hanya mekanisme strat diagonal beton saja, dimana pada keadaan ini beton sudah mengalami keretakan. Selain itu lepasnya lekatan tulangan mengakibatkan meningkatnya simpangan antar tingkat sehingga memacu kerusakan komponen non struktural yang pada gilirannya juga akan mengakibatkan kerusakan struktur utama.

Berdasarkan penelitian yang sebelumnya yaitu membahas tentang pengaruh bentuk uliran baja tulangan terhadap kuat lekat antara beton dan baja tulangan, dimana hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa baja tulangan ulir nilai kuat lekatnya lebih besar daripada baja tulangan polos. Hal ini disebabkan karena beton baja tulangan polos mengalami tahanan gesek (friksi) yang lebih kecil dari beton dengan baja tulangan ulir. Jadi dapat dimungkinkan apabila beton dengan diameter baja tulangan yang semakin besar maka tahanan gesek (friksi) yang akan ditimbulkan juga akan semakin besar dan hal tersebut dapat mempengaruhi kuat lekat antara beton dengan tulangan.

Kuat lekat adalah kemampuan baja tulangan dan beton yang menyelubungi dalam menahan gaya-gaya dari luar ataupun faktor lain yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton (Winter, 1993).

Berdasarkan SKSNI T15-1991-03 tegangan lekat dihitung dengan rumus :

$$P = l_d \cdot \pi \cdot d_b \cdot \sigma_{lk} \quad (1)$$

$$\sigma_{lk} = \frac{P}{l_d \cdot \pi \cdot d_b} \quad (2)$$

Keterangan, P = Beban (N)

l_d = Panjang penyaluran (mm)

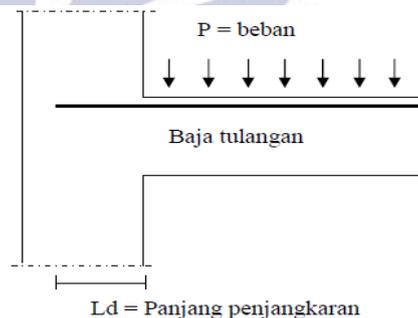
d_b = Diameter nominal (mm)

σ_{lk} = Tegangan lekat (Mpa)

Menurut Nawy (1986) kuat lekatan antara baja tulangan dan beton yang bergantung pada faktor-faktor utama sebagai berikut :

1. Adhesi antara elemen beton dan bahan penguatnya (tulangan baja).
2. Efek *gripping* (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton disekeliling tulangan dan saling geser antara tulangan dengan beton di sekelilingnya.
3. Tahanan gesek (friksi) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami tarik.
4. Efek kualitas beton dan kekuatan tarik juga tekannya.
5. Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan.
6. Diameter dan bentuk tulangan.

Kuat lekat antara beton dan baja tulangan akan berkurang apabila mendapat tegangan yang tinggi karena pada beton terjadi retak-retak. Hal ini apabila terus berlanjut akan dapat mengakibatkan retakan yang terjadi pada beton menjadi lebih lebar dan biasanya bersamaan dengan itu akan terjadi defleksi pada balok. Dalam hal ini fungsi dari beton bertulang menjadi hilang karena baja tulangan telah terlepas dari beton. Meskipun demikian, penggelinciran yang terjadi antara baja tulangan dan beton disekelilingnya kadang tidak mengakibatkan keruntuhan balok secara menyeluruh karena ujung-ujung baja tulangan masih berjangkar dengan kuat.



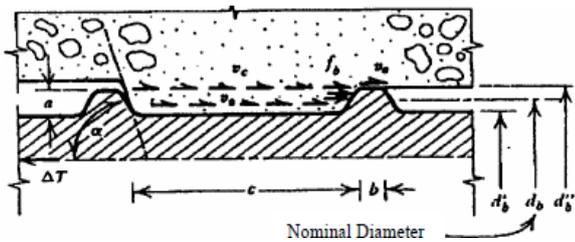
Gambar 1. Panjang penjangkaran baja tulangan pada struktur.

Menurut Kemp (1986), distribusi tegangan lekat sepanjang tulangan ulir lebih rumit dan kompleks. Tegangan lekat antara sepanjang tulangan dan beton akan terjadi pada dua tonjolan. Baja ulir dapat meningkatkan kapasitas lekatan karena penguncian dua ulir dan beton di sekelilingnya. Gaya tarik yang diatahan oleh tulangan dipindahkan ke beton melalui tonjolan. Tegangan lekat yang terjadi diantara dua ulir adalah gabungan dari beberapa tegangan di bawah ini :

1. Tegangan lekat dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan.
2. Tegangan lekat permukaan.
3. Tegangan lekat yang bekerja di permukaan beton silinder yang berbatasan dengan baja tulangan ulir.

Hubungan antara tegangan dan gaya dapat dilihat dari rumus :

$$\Delta T = \pi \cdot d'_b \cdot (b+c) \cdot v_a + \pi \frac{d''_{2b} - d'_{2b}}{4} \cdot f_b \approx \pi \cdot d^n_{b,c,c} \dots \quad (3)$$

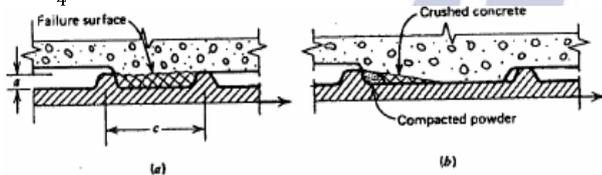


Gambar 2. Tegangan pada baja tulangan ulir

Tegangan lekat yang dihasilkan dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan sangat kecil dibandingkan dengan tegangan lekat permukaan yang mengelilingi ulir. Oleh karena itu, v_a dapat diabaikan untuk tujuan praktis. Hubungan antara dua komponen penting tegangan lekat, f_b dan v_c dapat disederhanakan sebagai berikut :

1. Karena $b \approx 0,1 c$
2. Karena $a \approx 0,05 d'_b$, luas permukaan dari salah satu ulir adalah :

$$\pi \frac{d_b^2 - d_b'^2}{4} \approx \pi \cdot d_b \cdot a \quad (4)$$



Gambar 3. Mekanisme kerusakan antara baja tulangan ulir dan beton

Keterangan gambar:

1. Untuk gambar 2.2 (a) $\rightarrow a/c > 0,15$
2. Untuk gambar 2.2 (b) $\rightarrow a/c < 0,10$

Didapatkan rumus:

$$\sigma_{lk \text{ BU}} = \frac{\left(\frac{P}{(\pi \times d_b \times a)} \times \frac{a}{b+c} \right)}{\left(\frac{1d}{b+c} \right)} \quad (5)$$

Keterangan :

- $\sigma_{lk \text{ BU}}$: Tegangan lekat baja ulir (MPa)
- P : Beban (N)
- d_b : Diameter nominal (mm)
- a : Jarak puncak ulir dan tulangan (mm)
- b : Lebar ulir (mm)
- c : Jarak antar ulir (mm)
- $1d$: Panjang penyaluran tulangan (mm)

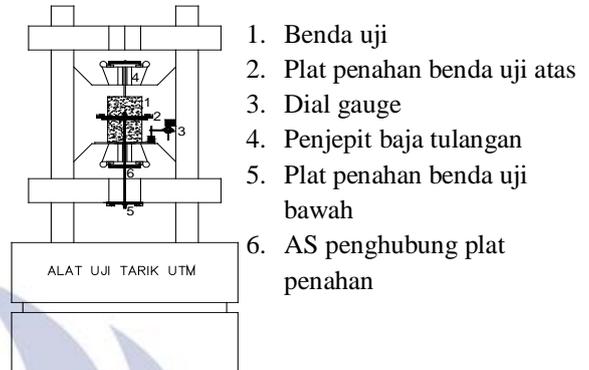
Kuat tarik belah (f_{ct}) adalah kuat tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tekan belah dari silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya (SK SNI-T-15-1991-03). Menurut Dipohusodo (1994: 10) nilai kuat tekan dan tarik belah beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya, karenanya kuat tarik belah beton yang tepat sulit untuk diukur. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa nilai kuat tarik belah beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan dengan cara membandingkan berbagai variasi diameter tulangan ulir dengan kedalaman 160 mm. Baja tulangan yang digunakan adalah baja tulangan ulir 10, 13,

dan 16 mm, ditambah 3 buah benda uji silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan.

Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan alat *Universal Testing Machine* dengan kapasitas pengujian maksimal sebesar 600 KN, yang ada di laboratorium bahan dan beton Teknik Sipil Unesa.



Gambar 4. Alat uji UTM

Metode penelitian merupakan cara yang ditempuh oleh peneliti dalam mengumpulkan, mengolah dan menganalisa data untuk menentukan suatu teori atau mengembangkannya dan menguji kebenaran dari teori tersebut secara ilmiah.

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu pengukuran hasil uji coba dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar meliputi:

1. Kuat tekan silinder beton.
2. Kuat tarik baja tulangan.
3. Kuat lekat baja tulangan dalam beton
4. Beban lekat teoritik dan tegangan lekat rata-rata
5. Beban lekat dan beban kait

HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

A. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat beton telah berumur 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian kuat tekan beton

No.	P maks (N)	A (mm ²)	$f'_c = P/A$ (Mpa)	σ rata-rata (Mpa)	$f_{ct} \approx 9\% s/d 15\% \times f'_c$ (Mpa)
1	373.94	17662,5	21,17	21,24	1,91 - 3,19
2	369.42	17662,5	20,92		
3	382.26	17662,5	21,64		

Dari tabel 1 terlihat adanya variasi kuat tekan beton yaitu sebesar 20,92 Mpa, 20,72 Mpa dan 20,52 MPa. Setelah seluruh nilai kuat tekan dirata-rata, didapatkan kuat tekan rata-rata beton sebesar 20,72 MPa. Nilai kuat tekan yang dihasilkan dalam pengujian ini lebih besar bila dibandingkan dengan kuat tekan yang direncanakan, yaitu sebesar 20 MPa.

B. Pengujian Kuat Tarik Baja

Hasil pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kuat tarik rata-rata baja tulangan D10

No	Benda uji Baja	Ø (mm)	A (mm ²)	Beban Leleh (KN)	Beban Maks (KN)	Teg Leleh (Mpa)	Teg Maks (Mpa)	E
1	BJTD 1	9,39	69,35	30	38	432,5	547,8	27033,2
2	BJTD 2	9,36	68,82	30	38,5	435,9	559,4	22943
3	BJTD 3	9,42	69,78	31	38	444,2	544,5	22764,5
Rata-rata baja tulangan ulir						437,5	550,6	25913,6

Tabel 3. Kuat tarik rata-rata baja tulangan D13

No	Benda uji Baja	Ø (mm)	A (mm ²)	Beban Leleh (KN)	Beban Maks (KN)	Teg Leleh (Mpa)	Teg Maks (Mpa)	E
1	BJTD 1	12,17	116,4	40	57	343,4	489,4	18076,3
2	BJTD 2	12,20	116,9	39	56	333,60	479,0	20850,0
3	BJTD 3	12,17	116,4	40	56,5	343,45	485,1	19080,5
Rata-rata baja tulangan ulir						408,7	484,5	19335,6

Tabel 4. Kuat tarik rata-rata baja tulangan D16

No	Benda uji Baja	Ø (mm)	A (mm ²)	Beban Leleh (KN)	Beban Maks (KN)	Teg Leleh (Mpa)	Teg Maks (Mpa)	E
1	BJTD 1	14,56	166,5	47	65	282,27	390,38	9409,1
2	BJTD 2	14,52	166,5	48	65	289,86	392,53	10532,4
3	BJTD 3	14,56	166,6	49	64	294,02	384,03	9493,1
Rata-rata baja tulangan ulir						288,79	388,98	9751,59

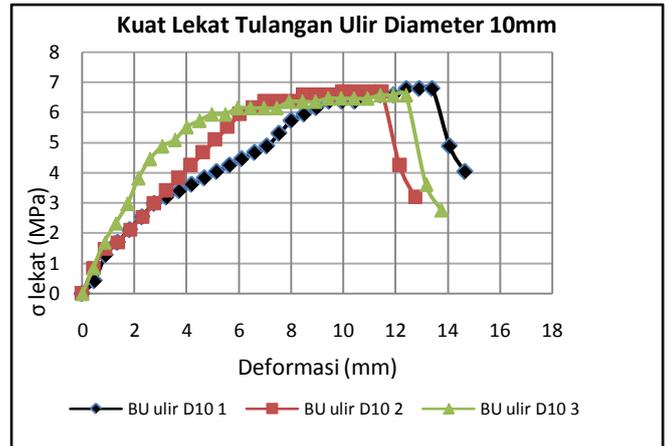
Dari tabel diatas didapat hasil tegangan leleh rata-rata untuk baja tulangan D10 sebesar 437,5 MPa, baja tulangan D13 sebesar 408,7, dan baja tulangan D16 sebesar 288,7.

C. Pengujian kuat lekat tulangan dalam beton

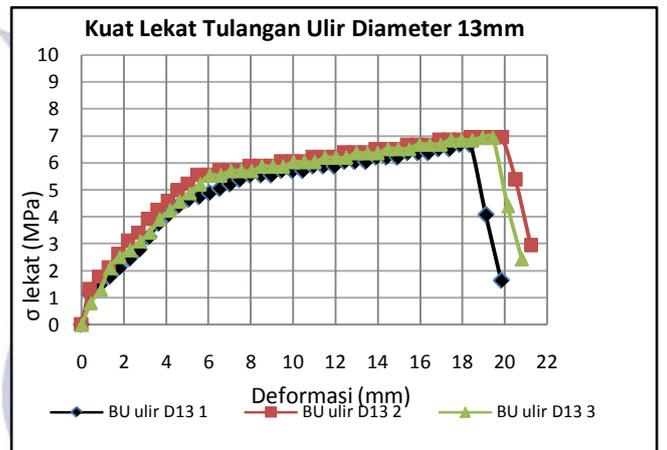
Pengujian kuat lekat baja tulangan ulir dengan beton menggunakan benda uji dengan berbagai variasi diameter baja tulangan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) pada saat benda uji telah berumur 28 hari.

1. Pengujian kuat lekat tulangan

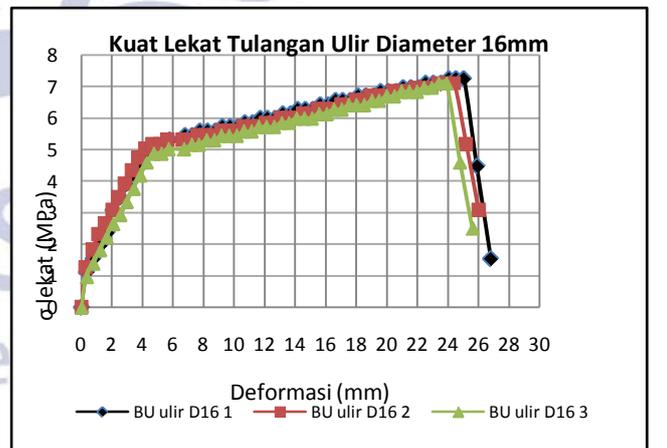
Data-data hasil pengujian kuat lekat rata-rata antara baja tulangan ulir dan beton dengan berbagai variasi diameter baja tulangan dapat dilihat pada tabel berikut ini:



Grafik 1 Pengujian kuat lekat ulir D10



Grafik 2. Pengujian kuat lekat ulir D13



Grafik 3. Pengujian kuat lekat ulir 16

Dari grafik perbandingan diatas terjadi perbedaan kuat lekat pada semua benda uji meskipun perbedaan hasilnya tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena luasan uliran semakin besar dimana dapat mempengaruhi lekatan antara beton dan baja tulangan.

2. Beban Lekat Teoritik

Hasil perhitungan beban lekat teoritik dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel perhitungan beban lekat teoritik

No	Perlakuan	Diameter nominal (mm)	Beban lekat teoritik	
			P_n min (N)	P_n maks (N)
			Ulir	$f_{ct\ Min} \cdot \pi \cdot d_b \cdot l_d$
1	BU D10	9,39	9010,49376	15048,93984
2	BU D13	12,18	11697,32896	19536,37664
3	BU D16	14,54	13961,9472	23318,6448

Dari tabel diatas didapatkan berdasarkan perhitungan secara analisis dari perkalian nilai kuat tarik belah beton dan panjang penyaluran baja tulangan, maka tegangan lekat teoritik yang digunakan adalah nilai kuat tarik belah beton minimum ($f_{ct\ Min}$) sebesar 1,91 MPa sebagai nilai tegangan lekat minimum dan nilai kuat tarik belah beton maksimum ($f_{ct\ Maks}$) sebesar 3,19 MPa sebagai nilai tegangan lekat maksimum.

3. Kuat lekat rata-rata

Dari perhitungan data-data yang diperoleh dari pengujian didapatkan perbandingan tegangan lekat rata-rata, seperti dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini :

Tabel 6. Tabel perbandingan tegangan lekat rata-rata

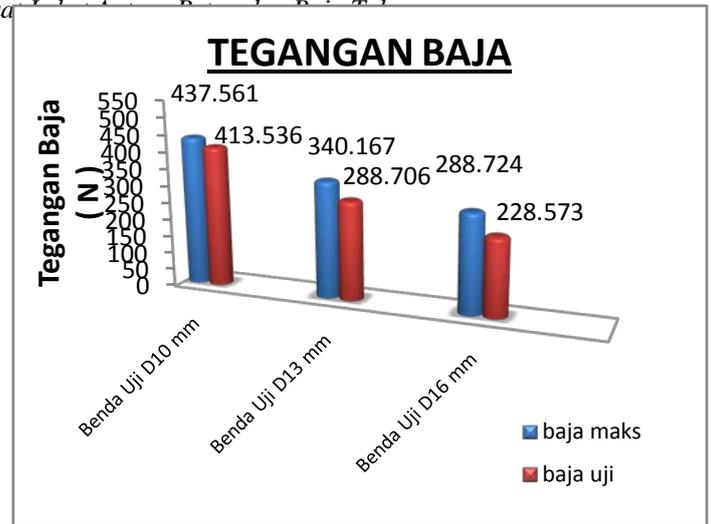
No	Jenis Tulangan	σ_k A (Mpa) rata-rata
1	Benda Uji D10	6,7798
2	Benda Uji D13	6,8608
3	Benda Uji D16	7,0229

Dari tabel dapat diketahui bahwa Tegangan lekat terbesar terdapat pada tulangan ulir D16 dengan nilai kuat lekatnya 7,0229 MPa. Sedangkan tegangan lekat terendah terdapat pada tulangan ulir D10 dengan nilai kuat lekatnya 6,7798 MPa. Hal ini disebabkan karena pada tulangan ulir D10 mm memiliki luasan uliran lebih kecil dari tulangan ulir D16 , dimana luasan uliran mempengaruhi suatu lekatan antara beton dengan baja tulangan.

4. Tegangan baja tulangan

Dari perhitungan data-data yang diperoleh dari pengujian didapatkan perbandingan antara tegangan baja tulangan maksimum dengan tegangan baja pada benda uji, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Grafik 4. Grafik perbandingan tegangan baja tulangan



Berdasarkan grafik diatas terlihat tegangan yang terjadi saat pengujian kuat lekat lebih kecil dari tegangan baja itu sendiri karena beban maksimum yang terjadi pada penelitian ini lebih kecil dari beban yang terjadi pada pengujian kuat leleh tulangan atau dengan kata lain tegangan lekat maksimal beton pada tulangan baja tidak mampu mengimbangi tegangan leleh baja tulangan itu sendiri.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data penelitian pengaruh kuat lekat beton terhadap berbagai diameter baja tulangan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Beban yang terjadi pada penelitian ini semakin besar diameter baja tulangan semakin besar beban yang terjadi. Namun tegangan yang terjadi pada penelitian ini justru semakin besar diameter baja tulangan semakin kecil tegangan yang terjadi.
2. Kuat lekat yang terjadi antara beton dengan berbagai diameter tulangan, bahwa ada kecenderungan semua besar kuat lekatnya hampir sama. Hal ini disebabkan karena luasan uliran semakin besar dimana dapat mempengaruhi lekatan antara beton dan baja tulangan. Kuat lekat rata-rata pengujian tulangan D10 mm sebesar 6,6738 MPa, tulangan D13 mm sebesar 6,8608 Mpa dan tulangan D16 mm sebesar 7,0229 Mpa.
3. Semua kerusakan yang terjadi pada beton namun, semakin besar diameter tulangan kerusakan semakin parah. Hal ini disebabkan karena besarnya diameter tulangan ulir yang tertanam.
4. Tegangan baja tulangan pengujian lebih kecil dari tegangan baja tulangan maksimum sehingga beton mengalami kerusakan terlebih dahulu dan baja tulangan tetap utuh.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang ada maka perlu adanya penelitian lanjutan untuk melengkapi dan mengembangkan tema penelitian ini. Saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan alat, bahan serta benda uji yang lebih baik, agar mendapatkan hasil yang lebih sempurna.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang berbagai diameter tulangan dengan berbagai variasi mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Kekuatan Lekat, di download dari
<http://www.kekuatanlekat.co.id>
- Anonim, 2006. Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi
UNESA Surabaya: UNESA Press.
- Antoni dan Paul Nugraha. 2007. Teknologi Beton.
Yogyakarta : Andi
- Arikunto, Suharsimi, (2002). **Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek**. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Astanto, Triyono Budi. 2001. Kontruksi Beton Bertulang.
Yogyakarta. Penerbit: Kanisius.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. Struktur Beton Bertulang.
Jakarta : PT Gramedia Utama.
- Emillianto, Riki. 2008. Tinjauan Tegangan Lekat Baja Tulangan Ulir dengan Berbagai Variasi Diameter dan Panjang Penyaluran dengan Bahan Perekat Sikadur 31 cf Normal Terhadap Beton. Yogyakarta. Universitas Negeri Islam.
- Lillyantina. 2008. Geser, Torsi, Kolom, Beam-column Joint. Jurnal Teknik Sipil, (online), (<http://lillyantina.multiply.com/journal/item/9>) diakses 2 januari 2012.
- Mandasari, Retna. 2005. Pengaruh Bentuk Uliran Baja Tulangan terhadap Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Nawy, E.G., 1990, "BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR", Eresco, Bandung.
- Park, R. And Paulay, T., 1975, "REINFORCED CONCRETE STRUCTURES", Jhon Wiley and Sons, Inc., New York.
- Sutikno. 2003. Panduan Praktek Beton. Departemen Pendidikan Nasional Proyek Peningkatan Manajemen Pendidikan Tinggi Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi: Universitas Negeri Surabaya.
- _____. 2000. SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta

