

Kekuatan Lekatan Antara Baja Tulangan Ulir Dengan Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)

Bond Strength of Deformed Rebar in *Self Compacting Concrete* (SCC)

Trisnawathy^{1,a)}, Erning Ertami Anton²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

Koresponden : ^{a)} trisnawathy.nasir@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan beton dengan fluiditas tinggi yang tidak memerlukan proses penggetaran saat pengecoran dan dapat mengurangi jumlah penggunaan air sehingga rongga udara akibat penguapan mampu diminimalisir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lekatan antara baja tulangan ulir dengan beton SCC. Dalam penelitian ini dapat diketahui hubungan antara lekatan, panjang penyaluran, dan diameter tulangan baja. Pengujian lekatan pada penelitian ini adalah dengan *pull out test* pada 6 sampel beton kubus SCC berukuran 15x15x15 cm, 18x18x18 cm, dan 19,5x19,5x19,5 cm serta tulangan sengkang spiral. Hasil penelitian menunjukkan, pengujian *Pull-Out Test* pada sampel SCC10 tulangan putus pada tegangan 10.89 MPa, SCC12 tulangan putus pada tegangan 11.41 MPa, dan pada sampel SCC13 tulangan putus pada tegangan 12.61 MPa. Panjang penyaluran lebih besar dari panjang penyaluran dasar minimum pada seluruh sampel SCC. Pada sampel SCC10 panjang penyaluran dasar minimum lebih kecil dari 10 cm, pada sampel SCC12 panjang penyaluran dasar minimum lebih kecil dari 12 cm, dan pada sampel SCC13 panjang penyaluran dasar minimum lebih kecil dari 13 cm.

Kata Kunci : SCC, tulangan ulir, *pull-out*, panjang penyaluran

PENDAHULUAN

Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)

Berbeda dengan beton konvensional, beton *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan beton dengan tingkat fluiditas tinggi yang tidak memerlukan proses penggetaran saat pengecoran dan dapat mengurangi jumlah penggunaan air sehingga rongga udara akibat penguapan mampu diminimalisir. Beton SCC mudah mengalir tanpa perlu dipadatkan karena beton tersebut telah memiliki sifat untuk memadat sendiri. SCC memiliki sifat yang homogen, kohesif, tidak mengalami segregasi, dan *bleeding* walaupun memiliki sifat yang mengalir.

Pembuatan beton SCC memerlukan bahan tambah berupa *chemical admixture*

yaitu *superplasticizer*. Penambahan *chemical admixture* ini dapat membuat beton segar lebih tinggi fluiditasnya sehingga dapat mengalir sendiri. *Superplasticizer* dapat mengurangi jumlah pemakaian air sehingga jumlah rongga udara akibat penguapan pada saat beton mulai mengeras dapat diminimalisir. Dengan demikian beton dengan *superplasticizer* dapat memiliki kuat tekan

Tegangan lekat (*bond stress*)

Kuat lekat merupakan kombinasi kemampuan antara baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton. (Winter, 1993 dalam Panggoa, V., 2011)

Lekatan antara beton dan baja tulangan merupakan aspek penting terhadap kekuatan

beton bertulang. Pengujian lekatan tulangan dapat dilakukan dengan pengujian *Pull Out Test* dengan pemberian gaya aksial tarik pada tulangan beton

Menurut Nawy (1986), kekuatan lekatan antara baja tulangan dan beton dipengaruhi oleh faktor:

1. Adhesi antara elemen beton dan bahan penguatnya yaitu tulangan baja
2. Efek *gripping* (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton disekeliling tulangan.
3. Tahanan Geser (friksi) terhadap gelincir dan saling “mengunci” pada saat elemen tulangan mengalami tarik.
4. Efek kualitas beton termasuk kekuatan tarik dan tekannya..
5. Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan
6. Diameter, bentuk, dan jarak tulangan.

Nilai tegangan lekat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\tau = \frac{P}{\pi D l_d} \quad (1)$$

dengan : P = beban (N)

D = diameter baja tulangan (mm)

l_d = panjang penyaluran (mm)

τ = tegangan lekat (Mpa)

Panjang penyaluran (l_d)

Panjang penyaluran dasar l_d merupakan suatu fungsi dari ukuran (dimensi) dan tegangan leleh tulangan yang sangat menentukan ketahanan tulangan untuk terjadinya *slip*. Kuat lekat beton τ adalah suatu fungsi dari kuat tekan beton

Untuk menentukan panjang penyaluran dasar l_d digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{18 f_y \alpha \beta \lambda}{25 \sqrt{f'_c}} \quad (2)$$

Dimana : l_d = panjang penyaluran l_d (mm)

f_y = tegangan leleh tulangan (MPa)

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

Ab = luas tulangan (mm^2)

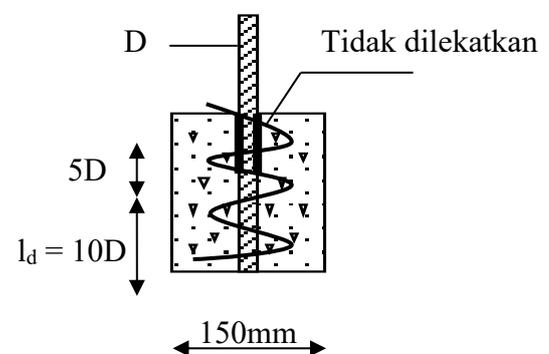
α, β, λ = koefisien

METODE PENELITIAN

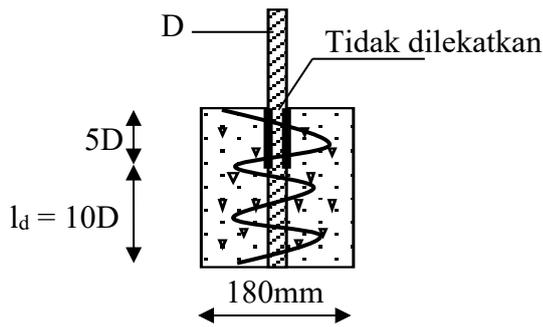
Bahan penyusun beton SCC adalah:

1. Semen yang digunakan adalah semen Tonasa jenis *Portland Composit Cement* (PCC).
2. Agregat halus menggunakan pasir yang berasal dari lokasi di daerah Bili-Bili dan agregat kasar adalah batu pecah yang berasal dari lokasi di daerah Bili-Bili.
3. Air yang digunakan adalah air PAM.
4. Bahan admixture yaitu *Superplasticizer* (*Sulfonate Naphthalene Formaldehyde*) tipe *Sikament LN*.
5. Baja ulir yang digunakan diameter 10mm, 12mm, dan 13mm masing-masing sebanyak 1 buah.

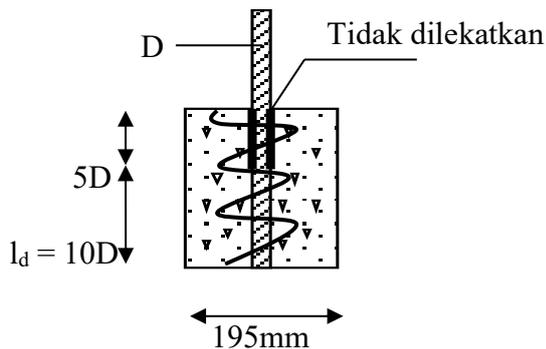
Dari gambar di tampak bahwa pada Gambar 1 digunakan dimensi kubus 15 x 15 x 15cm dengan tulangan 10mm dan panjang yang dilekatkan (l_d) adalah sebesar 10D dan yang tidak dilekatkan adalah sebesar 5D. Sedangkan pada Gambar 2 digunakan dimensi kubus 18 x 18x 18cm dengan tulangan 12mm dan panjang yang dilekatkan yaitu 10D dan yang tidak dilekatkan yaitu 5D. Pada Gambar 3 digunakan dimensi kubus 19.5 x 19.5 x 19.5cm dengan tulangan 13mm dan panjang yang dilekatkan yaitu 10D dan yang tidak dilekatkan yaitu 5D. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian lekatan dengan jalan penarikan baja tulangan yang dipasang lebih dulu pada beton, SCC.



Gambar 1. Dimensi Sampel 15 x 15 x 15cm



Gambar 2. Dimensi Sampel 18 x 18 x 18cm



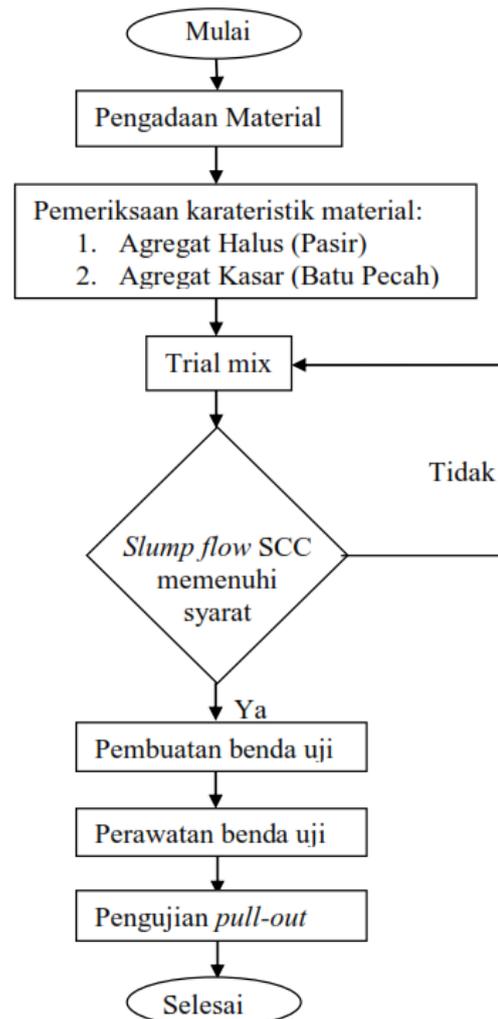
Gambar 3. Dimensi sampel 19.5 x 19.5 x 19.5cm

Hasil mix design beton SCC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Mis Design Beton SCC

Jenis Bahan	Berat Bahan (kg/m ³)
Air	222.45
Semen	510.49
Agregat halus(pasir)	824.77
Agregat kasar (batu pecah)	798.01
Superplastisizer	4.08

Skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Penelitian

ANALISIS PENELITIAN

Slump

Dari pengujian yang dilakukan di laboratorium diperoleh hasil pengujian slump sebesar 65 cm seperti yang ada pada Gambar 5.

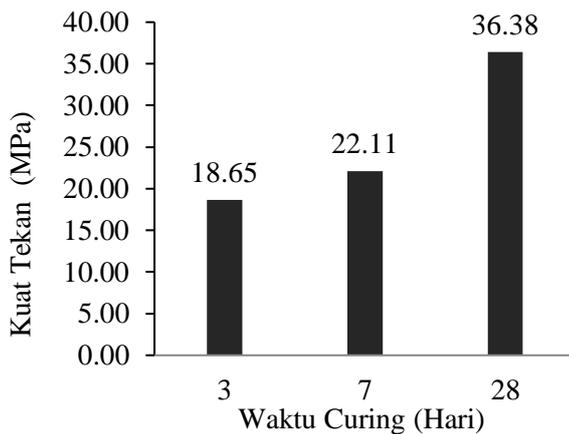


Gambar 5. Slump SCC

Pada Gambar 5 terlihat tidak terjadinya segregasi dan *bleeding* pada SCC

Kuat tekan beton

Hasil pengujian kuat tekan SCC dapat dilihat pada Gambar 6. Dari hasil pengujian dengan alat uji tekan diketahui bahwa beton SCC memberi kuat tekan awal yang cukup tinggi pada hari ke-3 yaitu sebesar 18,65 MPa dan mencapai kekuatan maksimum di hari ke-28 yaitu sebesar 36,38 MPa.



Gambar 6. Grafik Kuat Tekan Beton SCC

Pengujian lekatan

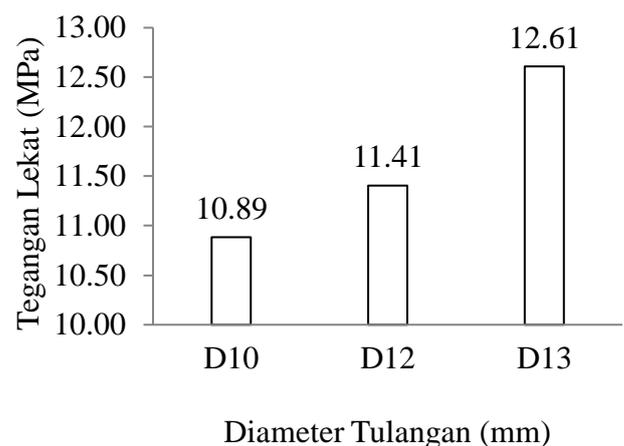
Pada saat *pull-out test* pada *specimen* SCC (D10) yang diperoleh adalah keruntuhan putus dapat dilihat pada Gambar 7. Hal ini dapat terjadi akibat adanya kuat lekat *adhesi* (kecenderungan partikel yang berbeda untuk saling melekat), *friksi* (gesekan), *interlocking* pada tulangan ulir disepanjang sisi panjang penyaluran, dan efek *gripping* (efek mengekang) akibat penggunaan sengkang spiral yang mampu meningkatkan kekuatan beton sehingga keretakan (*splitting failure*) pada beton dapat dicegah. Selain itu, kuat tekan beton SCC yang cukup tinggi mampu menahan tulangan yang tertanam di dalam matriks beton SCC sehingga keseluruhan aksi tersebut menghasilkan kekuatan yang lebih besar dari kekuatan tarik baja tulangan.

Karena keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan putus maka nilai lekatan maksimum untuk SCC dapat dikatakan masih lebih besar dari hasil perhitungan yang ada. Mekanisme yang sama terjadi pada SCC12 dan SCC13.



Gambar 7. Kegagalan Putus Benda Uji *Pull Out* Beton SCC

Dari pengujian *Pull-Out Test* pada beton SCC, terjadi kegagalan putus untuk keseluruhan sampel SCC10, SCC12, dan SCC13 sehingga besarnya tegangan lekat diasumsikan masih dapat lebih besar dari data hasil pengujian. Penyebab hal ini dapat terjadi karena tegangan dari baja itu sendiri yang tidak mampu menahan tegangan yang ada, sehingga mencapai tegangan leleh dan akhirnya putus. Untuk SCC10 tegangan lekat lebih besar dari 10.89 MPa, SCC12 tegangan lekat lebih besar dari 11.41 MPa, dan SCC13 tegangan lekat lebih besar dari 12.61 MPa.

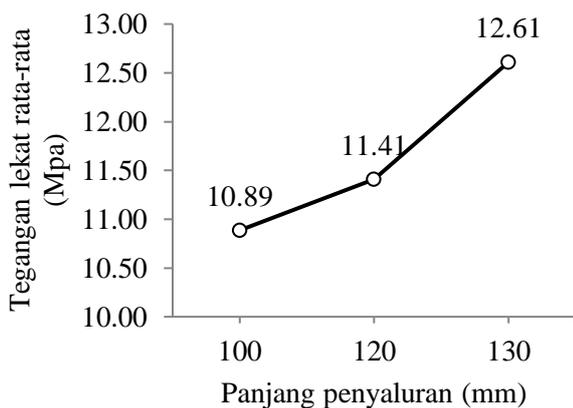


Gambar 8. Hubungan Tegangan Lekat rata-rata dengan ukuran sampel

Panjang penyaluran

Dari hasil penelitian dengan uji *Pull-Out Test* dan analisis perhitungan maka dapat diketahui bahwa hubungan antara tegangan lekat dan panjang penyaluran adalah berbanding lurus. Semakin tinggi nilai panjang penyaluran maka tegangan lekat yang terjadi akan semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin panjang penyaluran maka panjang tulangan yang tertanam akan semakin besar sehingga kuat lekat menjadi semakin besar. Namun hal tersebut mempunyai batas maksimal tertentu. Selain itu pengaruh akibat pengekanan sengkang spiral juga dapat meningkatkan nilai tegangan lekat.

Hubungan antara panjang penyaluran dan tegangan lekatan tulangan dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9. Hubungan Antara Panjang Penyaluran Dan Tegangan Lekat Pada SCC

Adapun hasil perhitungan panjang penyaluran dasar ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Panjang Penyaluran Dasar $l_{d\ min}$ Spesimen SCC

Nama Specimen	Ukuran matriks	D	Tegangan leleh baja (f_y)	Kuat tekan beton ($\sqrt{f'_c}$)	α	β	λ	Panjang penyaluran (l_d)
	mm							
SCC10	150	10	264.97	6.08	1	1	1	313.57
SCC12	180	12	269.82	6.08	1	1	1	383.17
SCC13	195	13	275.13	6.08	1	1	1	423.28

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap SCC maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pengujian *Pull-Out Test* menunjukkan tulangan putus pada tegangan 10.89 MPa pada sampel SCC10, tulangan putus pada tegangan 11.41 MPa pada sampel SCC12, dan tulangan putus pada tegangan 12.61 MPa pada sampel SCC13. Karena hasil pengujian lekatan tulangan pada seluruh sampel menunjukkan keruntuhan putus, dapat diketahui bahwa seluruh sampel SCC memiliki tegangan lekat yang lebih besar dari tegangan putus yang terukur pada *Pull-Out Test*. Keruntuhan putus diakibatkan kualitas baja tulangan lebih kecil dari tegangan lekat yang mampu dihasilkan.
2. Semakin besar diameter baja tulangan ulir, maka tegangan lekat akan semakin tinggi karena sisi permukaan tulangan baja ulir yang diselimuti beton semakin besar.
3. Panjang penyaluran lebih besar dari panjang penyaluran dasar minimum pada seluruh sampel SCC. Pada sampel SCC10 panjang penyaluran dasar minimum lebih kecil dari 10 cm, pada sampel SCC12 panjang penyaluran dasar minimum lebih kecil dari 12 cm, dan pada sampel SCC13 panjang penyaluran dasar minimum lebih kecil dari 13 cm. Keseluruhan baja tulangan sampel putus sehingga panjang penyaluran yang ada telah melebihi panjang penyaluran dasar minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiana, Sang M., Lusman. *Studi Kekuatan Tulangan Ulir dengan Menggunakan Material Self Compacting Concrete*. Skripsi tidak diterbitkan, Makassar : Universitas Hasanuddin.2011.
- Akkas, Abdul Madjid. *Rekayasa Bahan / Bahan Bangunan*. Makassar: Jurusan Sipil. 1996.
- American Standard for Testing and Material. *Annual Book of ASTM. Concrete and Aggregates*. Volume 04.02. US and Canada : 2003.
- Mulyono, Tri. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi. 2003.

Nawi, Edward. G. *Beton Bertulang*. Jilid 1. Bandung : Refika Aditama. 1998.

Nugraha, Paul, Antoni. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi. 2007.

Panggoa, Vinriani. *Studi Kekuatan Lekatan Antara Tulangan Polos terhadap Material SCC*. Skripsi tidak diterbitkan. Makassar : Universitas Hasanuddin. 2011.

Standar Nasional Indonesia. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SNI-03-2847-2002. Badan Standarnisasi Nasional. 2002.

Tjokrodimuljo Kardiono. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada. 2007