

KAJIAN KUAT LEKAT TULANGAN PADA FLOWING CONCRETE DITINJAU DARI TINGGI JATUH PENGECORAN

Nuryadin Eko Raharjo
Staf Pengajar Fakultas Teknik UNY

Aspin
Alumni FT UNY

Abstract

Pumping method that widely used in the stage of concreting for high rise building construction, will lead the fresh concrete into the risks of bleeding and segregation that can caused inadequate concrete quality due to the presence of more pores volume in hardened concrete. Interfacial transition zone between plain concrete and reinforcing bar is a main factor that dominantly determine the mechanical strength of reinforced concrete members as a composite material. Fresh concrete characteristics, casting method, and free fall height will mainly affect the bond strength of a reinforced concrete structural member. This research aimed to investigate the effects of free fall height in the concrete casting on the bond strength of concrete reinforcement.

Concrete material that used in this research mixed using Ordinary Portland Cement with 0.45 of water-cement ratio, 1% of polycarboxylate based high range water reducer by weight of Portland cement, and a 16 mm of deformed steel reinforcing bar with 403.06 MPa of yield strength. The experiment was done on the free fall heights of 0 cm, 30 cm, 75 cm, 100 cm, 200 cm, and 300 cm. Investigation of concrete compressive strength was done using 18 15x15x15 cm³ standard cubes, and bond strength using 18 standard samples of reinforcing bar casted in 15x15x15 cm³ concrete cubes.

The experimental test indicates that free fall height significantly affects bond strength of steel reinforcement in a reinforced concrete structural member. The optimum bond strength was achieved on 30 cm of free fall height, and the failure of the samples meet with pull-out mechanism. This result can be explained due to the presence of gravitational force that lead the fresh concrete into an initial compacting process by its own weight, when bleeding and segregation do not exist in the casted fresh concrete.

Keywords: *strength of steel reinforcement, flowing concrete, superplasticizer*

PENDAHULUAN

Pemenuhan akan kebutuhan bahan konstruksi di Indonesia semakin

meningkat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini ditandai dengan banyaknya desain dan metode-

metode pelaksanaan konstruksi yang ada. Untuk mengimbangi hal tersebut diperlukan penyediaan bahan bangunan yang mempunyai keunggulan-keunggulan, baik dari segi kekuatan, keawetan, kemudahan dalam pekerjaan, dan tentunya tetap mempertimbangkan faktor efisiensi bahan bangunan tersebut.

Salah satu di antara bahan tersebut adalah beton. Beton adalah material buatan yang sejak lama digunakan dalam bidang rekayasa sipil baik sebagai material struktural maupun nonstruktural untuk memenuhi kebutuhan dan menunjang aktifitas manusia. Permasalahan yang sering dihadapi dalam pengembangan infrastruktur saat ini adalah keterbatasan lahan yang ada. Baik karena semakin mahalnya harga tanah maupun semakin padatnya bangunan-bangunan yang ada saat ini. Sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengembangan infrastruktur ke arah horisontal. Pengembangan infrastruktur ke arah vertikal dengan bahan konstruksi beton merupakan solusi yang tepat dalam mengatasi masalah tersebut dengan pembangunan gedung-gedung tingkat tinggi.

Sumber daya manusia dengan penguasaan teknologi konstruksi yang handal sangat dibutuhkan dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi di mana beton sebagai

material utamanya, sehingga mampu menghasilkan konstruksi yang berkualitas dan efisien. Metode pelaksanaan transport beton arah vertikal yang banyak digunakan saat ini adalah cara pemompaan (*pumping*). di mana pelaksanaan transportasi beton segar (*fresh concrete*) dari *mixer* menuju ketinggian yang diinginkan merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan. Kendala utama yang sering dihadapi dalam pelaksanaan pemompaan beton adalah: (1) diperlukan beton yang memiliki kemampuan mengalir dengan baik (*flowing concrete*), (2) konfigurasi tulangan pada bangunan tingkat tinggi biasanya sangat rapat sehingga bagian ujung pompa tidak dapat menyentuh bagian dasar pengecoran.

Flowing concrete pada umumnya diproduksi dengan bahan tambah superplasticizer, yaitu salah satu jenis *chemical admixtures* yang sering ditambahkan pada beton segar, yang berfungsi untuk mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Sebagai material struktural, material beton lemah terhadap tarik sehingga pada umumnya bagian-bagian struktur beton tersebut diperkuat dengan material baja tulangan membentuk satu kesatuan sebagai material

komposit. Perpaduan antara material baja tulangan dan beton ini akan memberikan nilai-nilai ekonomis dan efisiensi yang diperoleh dari hasil kerja sama antara baja tulangan dan beton. Untuk menjamin terciptanya kerjasama yang baik antara ke dua material tersebut sebagai material komposit terutama bertumpu pada kekuatan lekat antara material baja tulangan dan beton. Intervensi dari berbagai faktor eksternal terhadap material komposit ini akan mempengaruhi bahkan dapat merubah perilaku baik ditinjau sebagai material komposit maupun sebagai material beton ataupun material baja itu sendiri.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang kajian kuat lekat tulangan pada *flowing concrete* yang menggunakan portland cement ditinjau dari perbedaan tinggi jatuh pengecoran.

Adapun rumusan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut : (1) apakah ada perbedaan kuat lekat tulangan pada *flowing concrete* akibat perbedaan tinggi jatuh pengecoran? (2) Pada tinggi jatuh berapakah beton mencapai kekuatan lekat yang optimal?

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: (1) perbedaan kuat lekat tulangan yang signifikan pada *flowing concrete* akibat perbedaan tinggi jatuh pengecoran, (2) tinggi penuangan campuran beton dengan bahan tambah superplasticizer hingga mencapai kekuatan lekat yang optimal.

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini meliputi: (1) manfaat teoritis yaitu mengembangkan bidang ilmu teknologi beton, tepatnya dalam penentuan tinggi penuangan campuran *flowing concrete* dalam upaya menghasilkan struktur bangunan yang berkualitas dan efisien, (2) manfaat praktis yang diharapkan adalah memberikan masukan pada industri jasa konstruksi (perencana, pelaksana dan pengawas) terutama industri *ready-mix concrete* yang banyak berhubungan langsung dengan proses produksi *pumpable concrete*.

KAJIAN PUSTAKA

1. Superplasticizers

Tingkat kelecakan (*workability*) yang baik pada beton segar sangat berpengaruh pada kepadatan yang dihasilkan. Pekerjaan konstruksi beton pada bagian-bagian struktur yang sulit dijangkau dengan alat pemadat membutuhkan beton segar yang mampu mengalir, mengisi cetakan, dan memadat dengan baik. Penambahan air pada campuran adukan beton dapat meningkatkan kelecakan tetapi cara ini akan mengakibatkan berkurangnya kualitas beton dan meningkatkan resiko segregasi pada beton segar.

Penambahan superplasticizers atau *high range water reducing*

merupakan cara alternative yang dapat ditempuh untuk meningkatkan *workability* beton tanpa mengurangi kualitas beton yang dihasilkan atau mengurangi faktor air semen yang digunakan untuk mempengaruhi *workability* beton segar yang dihasilkan.

Menurut Neville dan Brooks (1987 : 158), untuk meningkatkan nilai *workability* dari 75 mm sampai dengan 200 mm dapat dihasilkan dari hasil penambahan superplasticizer ke dalam perbandingan air dan semen (*water/cement ratio*) pada beton dengan campuran normal. Penambahan superplasticizer mampu mengurangi 30 % kebutuhan air pada campuran beton normal dan penggunaan superplasticizer juga dapat menghasilkan beton segar yang mudah dikerjakan, mudah mengalir (*Flowing concrete*), mudah dipompa, memiliki kuat tekan yang tinggi, tidak mudah menyerap air dan hanya membutuhkan sedikit getaran untuk proses pematatannya (John S. Scott 2001 : 667).

2. *Flowing concrete*

Pekerjaan pengecoran beton pada lokasi yang sulit dijangkau ataupun pada element struktur yang memiliki formasi penulangan yang rapat memerlukan jenis beton segar yang mudah mengalir (*flowing concrete*). *Flowing concrete* merupakan jenis beton segar dengan

tingkat kelecakan (*workability*) yang sangat tinggi dengan nilai slump berkisar antara 10 cm sampai 17,5 cm (Gani, 1997:68). Menurut John S. Scott (2001 : 266) *flowing concrete* merupakan beton yang dapat mengalir seperti cairan yang bisa diperoleh dengan menambahkan superplasticizer ke suatu adukan beton dengan penurunan akhir (slump) 100-120 mm untuk memperbesar slump-nya menjadi 150-225 mm.

Dalam proses produksi *flowing concrete*, perlu dipersyaratkan penggunaan campuran gemuk dengan partikel sangat halus (lolos saringan berukuran 200 μm) minimal 350 kg/m³ dengan bahan tambahan superplasticizer untuk mendispersikan (menyebarkan) partikel semen menjadi merata dan memisahkan menjadi partikel-partikel yang halus sehingga reaksi pembentukan C-S-H (tobermorite) akan lebih merata dan lebih aktif dan menghasilkan beton yang lebih padat dan kedap air. Hal ini juga dimaksudkan untuk menjamin homogenitas dan kohesivitas campuran serta menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi pada saat pengecoran.

Proses pengerjaan beton jenis *flowing concrete* untuk struktur bangunan gedung ataupun struktur

beton yang dilaksanakan, tetap saja memerlukan pemadatan seperti jenis beton pada umumnya. Proses pemadatan ini dimaksudkan untuk memperoleh sesedikit mungkin pori atau rongga yang terjadi di dalam betonnya.

3. Kuat Lekat Tulangan

Beton bertulang dapat berfungsi sebagai bahan komposit dengan baik jika batang baja tulangan saling bekerjasama sepenuhnya dengan beton, maka perlu diusahakan supaya terjadi penyaluran gaya yang baik dari satu bahan ke bahan yang lain. Untuk menjamin hal ini diperlukan adanya lekatan yang baik antara baja dengan tulangan dan penutup beton yang cukup tebal.

Agar batang tulangan dapat menyalurkan gaya sepenuhnya melalui lekatan, baja harus tertanam hingga suatu kedalaman tertentu yang dinyatakan dengan panjang penyaluran (l_d).

Total gaya angker (gaya yang ditahan oleh lekatan antara baja tulangan dan beton di sekelilingnya, tepat sebelum baja terlepas dari beton) harus sama dengan gaya maksimum (gaya yang dapat ditahan oleh tulangan sebagai fungsi dari kuat tarik dan luas penampang), yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$I_d \cdot (\pi \cdot \phi) \cdot f_b = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2\right) \cdot f_y$$

di mana:

l_d = panjang penyaluran (mm)

ϕ = diameter tulangan (mm)

f_y = tegangan leleh baja (Mpa)

f_b = kuat lekat beton yang diijinkan (Mpa)

Lekatan antara beton dengan baja tulangan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Hasil pengujian metode *pull-out test* menunjukkan lekatan antara beton dengan baja tulangan dipengaruhi oleh kuat tekan dan kuat tarik beton, susut dan gejala *bleeding* pada beton, faktor air semen, kelecakan dan *flowability* beton segar serta diameter dan bentuk permukaan tulangan. Faktor-faktor yang ikut mempengaruhi hasil uji lekatan antara lain ukuran benda uji, posisi baja tulangan, arah penuangan beton maupun kondisi perawatan benda uji (Almeida, 1996).

METODOLOGI PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY, khusus untuk uji kuat lekat tulangan dilaksanakan di Laboratorium SBB. Prodi. Teknik Sipil, FT-UAJY. Waktu penelitian selama 2 bulan dari masa persiapan sampai selesai.

2. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian

ini adalah variasi ketinggian penuangan campuran, yaitu 0 cm, 30 cm, 75 cm, 100 cm, 200 cm, dan 300 cm. Variabel terikatnya ini adalah kuat tekan dan kuat lekat tulangan. Adapun faktor-faktor yang berlaku sebagai variabel kontrol adalah: *mix design*, jenis semen, agregat, faktor air semen, cara pembuatan, pencetakan, perawatan dan umur beton, serta konsentrasi bahan tambah.

3. Material

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini, meliputi :

- a. Semen portland tipe I dengan merk dagang Semen Gresik.
- b. Agregat yang digunakan berupa agregat alami dengan diameter maksimum 19 mm yang berasal dari wilayah Kabupaten Sleman.
- c. Air diperoleh dari Laboratorium Bahan Bangunan FT UNY.
- d. Bahan tambah yang digunakan berupa superplasticizer merk Sikament.

4. Peralatan

Peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini terdiri dari : (a) ayakan/saringan dan penggetar siever, (b) cetakan Beton (bekisting), (c) Universal Testing Machine, (d)

Extensometer, (e) *concrete mixer*, (f) slump test, (g) gelas ukur dan piknometer, (h) kerucut Abrams dan tongkat penusuk, (i) penggaris, (j) timbangan.

Cetakan benda uji kuat tekan telah tersedia di laboratorium, sedangkan untuk cetakan kuat lekat tulangan didesain khusus karena cetakan beton di Laboratorium FT UNY khususnya untuk uji kuat lekat tulangan tidak tersedia. Cetakan ini berbentuk kubus dan terbuat dari papan kayu dengan baut pada sisi-sisi luarnya, sehingga memudahkan pelepasan beton. Bagian tengah alas cetakan dibuat lubang untuk tulangan keluar sepanjang 1 cm yang dilengkapi dengan tutup cetakan untuk memastikan tulangan beton yang dihasilkan tetap berada di tengah. Ukuran cetakan yang dipakai adalah 150 mm x 150 mm.

5. Rancangan Penelitian

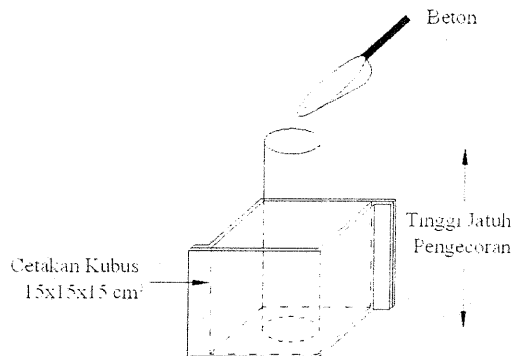
Tinggi jatuh pengecoran disesuaikan dengan kenyataan lapangan dengan variasi 0 cm, 30 cm, 7 cm, 100 cm, 200 cm, dan 300 cm. Setiap varian dalam penelitian ini akan diuji kuat tekan dan kuat lekat tulangannya pada umur 28 hari dengan 3 benda uji beton untuk 1 data pengujian.

Komposisi campuran adukan

beton direncanakan berdasarkan rancangan campuran beton menurut SK. SNI T-15-1990-03, dengan perbandingan sesuai hasil mix design dalam penelitian. Variasi takaran superplastizicer (Sikament NN) didasarkan pada data teknis PT. Sika Nusa Pratama yang menyarankan takaran 0,6% sampai 1,5%. Superplasticizer (Sikament NN) agar tidak terjadi bleeding diberikan dengan takaran 1% dihitung dari berat binder.

dalam penelitian ini diuji dengan metode modified slump test untuk mengukur nilai slump yang terjadi. Untuk flowing concrete maka beton segar harus memiliki tingkat kelecakan (*workability*) yang sangat tinggi yaitu dengan nilai slump minimal 18 cm. Setelah didapat nilai slump yang dikehendaki, beton segar dituang dalam cetakan dengan variasi tinggi jatuh yang telah ditentukan.

Pemeriksaan sifat beton segar



Gambar 1. Sketsa Penuangan Beton Segar Kedalam Cetakan dengan Pemodelan Sistem Tremie

Prosedur pengujian kuat tekan dilaksanakan berdasarkan SNI 03-1974-1990, benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris, dan mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 0,2 sampai 0,4 MPa perdetik, sebagaimana terlihat pada Gambar 15. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama

pemeriksaan benda uji dicatat. Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menggunakan rumus sebagai berikut.

$$f_c' = \frac{P}{A} \text{ MPa}$$

di mana :

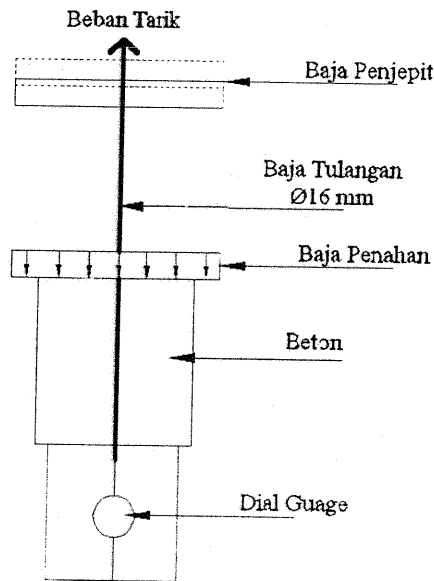
f_c' = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Pengujian kekuatan lekat antara baja tulangan dengan beton dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia dengan code SNI: 03-4809-

1998 tentang metode pengujian untuk membandingkan berbagai beton berdasarkan kuat lekat yang timbul terhadap tulangan.



Gambar 2. Sketsa Pelaksanaan Uji Kuat Lekat Tulangan

Analisis perhitungan kuat lekat antara baja tulangan dengan beton dihitung dengan persamaan berikut.

$$U_{av} = \frac{P_{Lolos}}{\pi \cdot d \cdot l}$$

Di mana,

U_{av} = Kuat Lekat Tulangan (MPa)

P_{Lolos} = Beban Lolos (kN)

d = Diameter tulangan (mm)

l = Panjang tulangan yg tertanam (mm)

Teknik analisa data yang digunakan yaitu analisis deskriptif kuantitatif untuk menganalisis kuat tekan beton dan lekat tulangan rata-rata.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHAS-AN

1. Hasil Penelitian

Baja tulangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja

tulangan BJTP-24 dengan diameter 16 mm. Dari hasil uji kuat tarik tulangan yang dilakukan di Lab. SBB. Prodi. Teknik Sipil, FT-UAJY diperoleh rata-rata kuat leleh tulangan 403,06 Mpa.

Berdasarkan data pengujian dengan penambahan superplasticizer (Sikament NN) pada adukan beton ternyata dapat meningkatkan kelecakan, daya alir dan kemampuan memadat pada beton segar dengan baik, hal ini terlihat bahwa campuran adukan beton yang dihasilkan dengan penambahan superplasticizer (Sikament NN) dengan takaran 1% memiliki nilai slump sebesar 20 cm. Campuran adukan beton dengan nilai slump lebih dari 18 cm berarti beton tersebut memiliki tingkat kelecakan yang tinggi dan dapat disebut sebagai *flowing concrete*.

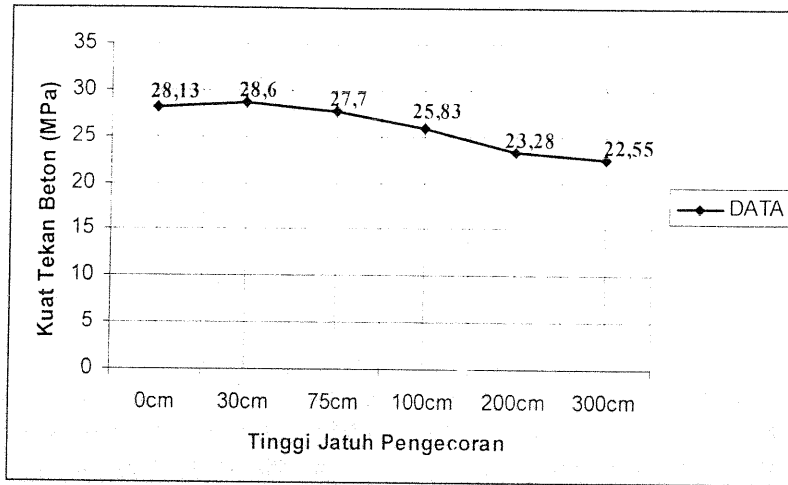
Besaran nilai kuat tekan rata-rata

beton jenis *flowing concrete* pada umur 28 hari dengan penambahan superplasticizer (Sikament NN) sebanyak 1% dan dilakukan penuangan campurannya dengan ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada tabel 1 yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.

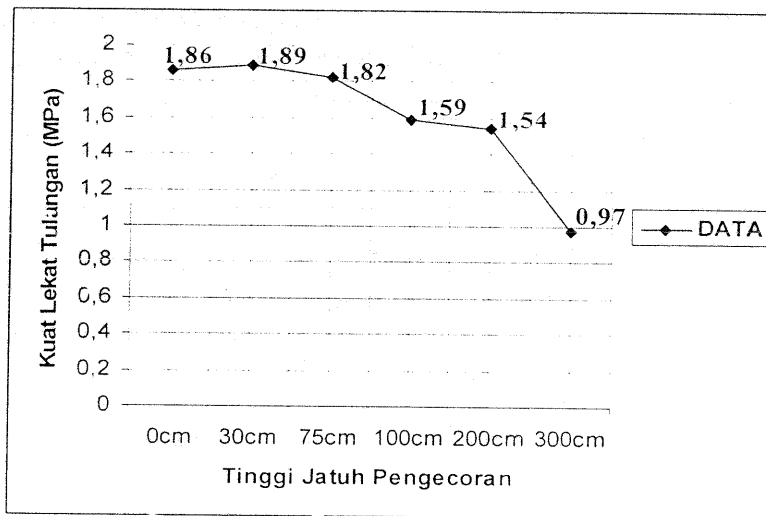
Kekuatan lekat rata-rata antara baja tulangan dan material beton jenis *flowing concrete* yang diperoleh dari hasil uji tarik langsung pada umur 28 hari dengan penambahan superplasticizer (Sikament NN) sebanyak 1% dan dilakukan penuangan campurannya dengan ketinggian yang berbeda dapat dilihat pada tabel 1 yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

| Tinggi Jatuh | 0 cm | 30 cm | 75 cm | 100 cm | 200 cm | 300 cm |
|---------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Kuat Tekan Beton (Mpa) | 28,13 | 28,60 | 27,70 | 25,83 | 23,28 | 22,55 |
| Kuat Lekat Tulangan (Mpa) | 1,86 | 1,89 | 1,82 | 1,59 | 1,54 | 0,97 |

Tabel 1. Hasil pengujian kuat tekan beton dan Kuat Lekat Tulangan



Gambar 3. Grafik Pengaruh Tinggi Jatuh Pengecoran terhadap Kuat Tekan pada *Flowing concrete*



Gambar 4. Grafik Pengaruh Tinggi Jatuh Pengecoran terhadap Kuat Lekat Tulangan pada *Flowing concrete*

2. Pembahasan

Pada Tabel 1 dan Gambar 3 terlihat bahwa tinggi jatuh pengecoran pada ketinggian kurang dari 30 cm tidak mempengaruhi kuat tekan beton. Hasil ini dapat dikatakan sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ipan Krisna (2006) yakni, untuk ketinggian kurang dari 35 cm tidak mempengaruhi terhadap kuat tekan beton. Sedangkan tinggi jatuh pengecoran pada ketinggian lebih dari 35 cm akan menghasilkan kuat tekan beton semakin menurun. Kenyataan dilapangan, sering kali pengecoran beton khususnya pada kolom dilakukan sampai dengan ketinggian 3 meter. Padahal dengan ketinggian pengecoran setinggi 3 meter ini, dapat mengakibatkan penurunan kuat tekan betonnya. Penurunan kuat tekan ini disebabkan karena campuran adukan beton yang dituang pada ketinggian yang cukup besar akan mengalami segregasi yaitu pemisahan bahan-bahan pencampurnya.

Pada Tabel 1 dan Gambar 4 terlihat bahwa tinggi jatuh pengecoran pada ketinggian kurang dari 30 cm tidak mempengaruhi kuat lekat antara baja tulangan dan beton. Sedangkan tinggi jatuh pengecoran pada ketinggian lebih dari 30 cm akan menghasilkan kuat lekat antara baja tulangan dan beton semakin menurun. Penurunan kuat lekat ini antara lain disebabkan karena melemahnya kekuatan ikat antar interface tulangan dengan material beton yang disebabkan oleh terjadinya segregasi atau pemisahan bahan-bahan pencampurnya.

Apabila kuat tekan beton dan kuat lekat tulangan pada tinggi jatuh 30 sampai 300 cm dikomparasikan dengan tinggi jatuh 0 cm (langsung dituang tanpa terdapat jarak dengan cetakan) maka prosentase perubahannya adalah seperti tabel berikut.

| Tinggi Jatuh | 0 cm | 30 cm | 75 cm | 100 cm | 200 cm | 300 cm |
|---------------------------|------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kuat Tekan Beton (Mpa) | 100% | Naik 1,67% | Turun 1,53% | Turun 8,18% | Turun 17,24% | Turun 19,84% |
| Kuat Lekat Tulangan (Mpa) | 100% | Naik 1,61% | Turun 2,15% | Turun 14,52% | Turun 17,20% | Turun 47,85% |

Tabel 2. Prosentase perubahan kuat tekan beton dan Kuat Lekat Tulangan Akibat Tinggi Jatuh Pengecoran

Dari tabel 2 terlihat penurunan kuat lekat tulangan yang sangat drastis. Bahkan pada tinggi jatuh 300 cm kuat tekan tulangan mengalami penurunan hampir setengah dari kekuatan lekat tulangan yang pelaksanaannya langsung dituang.

Secara teoritis agar baja tulangan tidak tercabut dari dalam beton bila

tertarik, maka kuat lekat antara baja tulangan dengan beton minimal harus sama dengan kuat leleh baja. Kuat lekat tulangan dengan berbagai variasi tinggi jatuh di atas bila dibandingkan dengan kuat leleh bajanya dalah seperti tabel 3 di bawah ini.

| Tinggi Jatuh | 0 cm | 30 cm | 75 cm | 100 cm | 200 cm | 300 cm |
|--|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Kuat Tekan Beton (Mpa) | 28,13 | 28,60 | 27,70 | 25,83 | 23,28 | 22,55 |
| Kuat Lekat Tulangan yang dicapai (Mpa) | 1,86 | 1,89 | 1,82 | 1,59 | 1,54 | 0,97 |
| Kuat Lekat Tulangan yang disyaratkan (Mpa) | 1,84 | 1,86 | 1,83 | 1,77 | 1,68 | 1,65 |
| Keterangan | Memenuhi syarat | Memenuhi syarat | Tidak memenuhi syarat | Tidak memenuhi syarat | Tidak memenuhi syarat | Tidak memenuhi syarat |

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Lekat Tulangan dibandingkan dengan Kuat Lelah Baja

Berdasarkan tabel di atas maka penuangan beton segar yang dilakukan setinggi 75 cm atau lebih akan menyebabkan kuat lekat tulangan lebih kecil dari kuat leleh baja yang mengakibatkan tulangan akan tercabut dari beton sebelum mencapai titik lelehnya.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa perbedaan tinggi jatuh sangat mempengaruhi kuat lekat tulangan terhadap beton. Penuangan flowing concrete yang dilakukan setinggi 30 cm atau lebih rendah akan menghasilkan kuat lekat tulangan yang lebih besar dari kuat leleh baja sehingga tulangan tidak akan

tercabut dari beton apabila tertarik.

Tinggi jatuh yang optimal adalah setinggi 30 cm dari cetakan. Dengan tinggi jatuh yang ideal tersebut menimbulkan efek pemadatan akibat gaya gravitasi tetapi belum terjadi segregasi sehingga memberikan keuntungan baik terhadap kuat tekan beton maupun kuat lekat tulangannya.

Widodo, Slamet. 2005. *Pengaruh Sika Visconcrete-5 Terhadap Kuat Tekan, Serapan Air dan Kuat Lekat Tulangan Self-Compacting Concrete Dibawah Air*. Tesis

_____. 2006. *Keuntungan Pemakaian Bahan Tambah Superplasticizer*.
www.superplasticizer.com

DAFTAR PUSTAKA

- Gambhir, M.L. 1986. *Concrete Technology*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Gani, M.S.J. 1997. *Cement and Concrete*. Melbourne: Chapman & Hall.
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Jakarta: Andi
- Neville, A.M. and Brooks. 1987. *Concrete Technology*. Essex: Longman Scientific & Technical.
- Sagel, R.dkk. 1993. *Pedoman Pengerjaan Beton (Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03)*. Jakarta: Erlangga
- Samekto, Wuryati. dan Rahmadiyanto, Candra. 2003. *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Kanisius
- S.Scott, John. 2001. *Kamus Lengkap Teknik Sipil*, Jakarta: Erlangga.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri

