

KAJIAN KUAT CABUT TULANGAN PADA BETON YANG DIPERKUAT SIKA GROUT-215

Suwarto¹⁾, Wasino²⁾

^{1),2)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof Sudarto SH, Tembalang Semarang 50275 Telp.024-76480569
email : sipil.polines@yahoo.co.id

Abstract

Sika-215 Grout is ready grouting material that has multiple features have expanded properties and very easy in use, that is just simply add water with a specific ratio. Many application are already using this material for purposing of anchorage bolts, precast concrete connections, but more broadly-215 sika grout can be used for machine foundations, column base plates, foundation support a bridge, and so on. The purpose of this study to determine how many influence the shape and length of anchorage against strong pull between the anchor-reinforced concrete grout Sika 215. Specimens in this study a concrete cube 15x15x15 cm² for the strong pull and testing of concrete cylinders with a diameter of 15cm, a height of 30 cm for the characteristic compressive strength testing, the concrete mix design based on the K-225 at 28 days, while the iron anchor used is concrete screw diameter of 16 mm. The results showed that the long form of anchor and anchoring to the real effect of the strong pull Out force is generated. With a surface area of 225 cm² test piece, grout Sika grouting material 215 provides a powerful pull an average of 6834 ton maximum length that occurs in the form of anchoring 14cm straight (type-a, and 6 cm diameter hole grouting.

Kata kunci : Sika Grout-215, Anchor length, Anchor shape.Pull Out, Bound Stress.

PENDAHULUAN

Sampai saat ini beton bertulang masih merupakan bahan baku konstruksi yang menjadi andalan para ahli konstruksi untuk mewujudkan gagasannya, mengingat beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan. Salah satu keuntungannya ialah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan perencana. Struktur biasanya terdiri dari balok tarik dan kolom yang dicor ditempat (*Casting in Site*) sehingga akan berperilaku sebagai kerangka tegar atau portal. Hampir semua konstruksi

beton bertulang direncanakan dengan anggapan bahwa beton sama sekali tidak memikul beban tarik, tulanganlah yang menahan beban tarik tersebut yang dipindahkan oleh lekatan diantara bidang singgung kedua bahan tersebut. Apabila lekatan itu tidak mencukupi maka batang baja akan tergelincir didalam beton dan disitu tidak akan terjadi aksi komposit. Oleh sebab itu penting diketahui besarnya tegangan lekatan (*Bound Stress*) pada suatu tulangan sebagai penguat beton agar dapat memperhitungkan kebutuhan penjangkaran. Dalam pelaksanaan

konstruksi tidak selalu berjalan sesuai rencana, kasus kelainan misalnya bisa saja terjadi, untuk mengatasi hal-hal tersebut diatas PT. Sika Nusa Pratama telah mengeluarkan bahan *Grouting Sika Grout-215*, salah satu kegunaannya adalah untuk memperkuat pengankuran baik pada pondasi maupun pada struktur lain. Keunggulan dari bahan ini adalah mengembang hingga 1,4% (*sika-grout-215* 1992) setelah *digrouting* sehingga memungkinkan ankur tertanam dengan kuat. Sejauh ini pihak PT.Sika Nusa Pratama tidak pernah menyebar luaskan hasil penelitian yang berkaitan dengan *sika grout-215*, untuk mengetahui apakah bahan *grouting* tersebut dapat berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Perumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

- a. Bagaimana pengaruh bentuk dan panjang penjangkaran tulangan terhadap kuat cabut beton yang diperkuat dengan *Sika Grout-215*.
- b. Seberapa besar nilai kuat cabut yang dihasilkan dari masing-masing bentuk ankur dan panjang penjangkaran.
- c. Bagaimana tipe keruntuhan yang terjadi.

Pengertian Lekatan

Perkuatan pada beton dapat meningkatkan kekuatan tarik penampang tersebut, tetapi hal ini tergantung pada keserasian (*compatibility*) antara kedua bahan

untuk dapat bekerja sama memikul beban luar, dalam keadaan terbebani elemen penguat seperti tulangan baja harus mengalami regangan atau deformasi yang sama dengan beton di sekelilingnya untuk mencegah diskontinuitas atau terpisahnya kedua jenis material. *Modulus elastisitas*, *daktilitas*, dan kekuatan leleh tulangan harus jauh lebih besar dari pada yang dimiliki oleh beton agar terjadi peningkatan kapasitas penampang beton bertulang yang lebih besar dari pada penampang beton sederhana/tanpa tulangan. Kekuatan lekat yang merupakan hasil dari berbagai parameter seperti adhesi antara beton dengan tulangan baja dan tekanan beton kering terhadap tulangan adalah akibat susut pengeringan pada beton, selain itu saling bergeseknya permukaan baja dan beton di sekitarnya yang disebabkan oleh perpindahan mikro tulangan tarik menyebabkan peningkatan tekanan terhadap gelincir, efek total ini disebut sebagai lekatan (*bond*). Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan lekatan antara lain, *Adhesi* antara elemen beton dengan tulangan baja, Tahanan gesekan (*friksi*) terhadap gelincir, Efek kualitas beton dan kekuatan tarik maupun tekannya, Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan, diameter, bentang dan jarak tulangan semua akan mempengaruhi pertumbuhan retak.

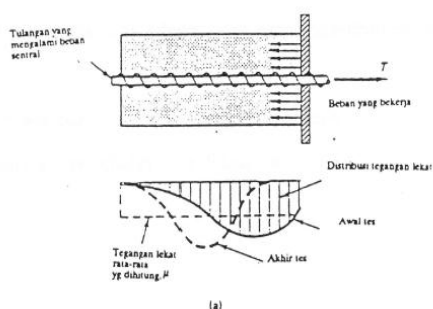
Penyaluran Tegangan Lekatan

Tegangan lekatan adalah tegangan geser memanjang setempat per-satuan permukaan batang yang dipindahkan

dari beton ke batang untuk mengubah tegangan batang dari satu titik ke titik yang lain sepanjang batang. Panjang penyaluran batang adalah keperluan penanaman dalam kondisi-kondisi tertentu untuk menjamin bahwa suatu batang dapat diberi tegangan sampai titik lelehnya, dengan suatu cadangan untuk menjamin kekerasan bagian konstruksi (R.A. Cook G.T. Doerr, et all, 1993:515).

Pengujian pencabutan

Salah satu cara untuk menentukan kualitas lekatan adalah dengan cara pengujian pencabutan (*Pull Out*), Gambar 1, memperlihatkan jenis percobaan tersebut, prinsip pengujian pencabutan adalah suatu batang ditanamkan dalam sebuah silinder atau kubus empat persegi panjang masing-masing 15cm dari beton, dan gaya yang dibutuhkan untuk mencabut batang itu keluar atau membuatnya bergeser secara berlebihan.



Gambar 1 Percobaan pencabutan (Nawy, 1990 : 399.)

hasil uji diukur, geseran batang relatif terhadap beton di bawah ujung yang dibebani dan di atas ujung bebas, bahkan suatu beban yang sangat kecil pun dapat menyebabkan pergeseran

dan menimbulkan tegangan lekatan yang tinggi di dekat ujung yang dibebani, tetapi membiarkan bagian atas batang sama sekali tidak menerima tegangan.

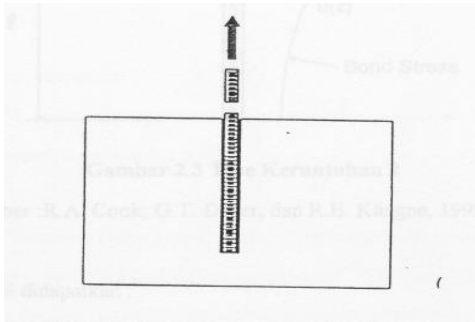
Sika Grout 215

Sika grout 215 adalah bahan *grouting* siap pakai yang mempunyai sifat mengembang (*Expansion Characteristic*) untuk mengimbangi penyusutan normal akibat pengeringan pada bagian yang di *grouting*. Sika grout-215 juga sangat ekonomis dan sangat mudah digunakan, dengan tambahan air tertentu. *Sika grout-215* digunakan sebagai bahan *grouting* untuk lubang atau celah pada, angkur, baut, pondasi mesin/alas plat kolom, landasan tumpuan jembatan, bagian beton pracetak, rongga-rongga cetakan dan untuk perbaikan.

Tipe Keruntuhan.

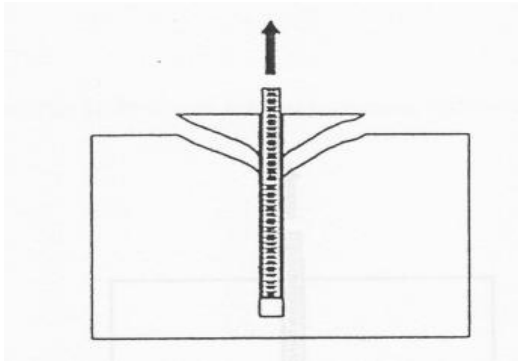
Dari “*ACI structural journal title No. 90 - S53*” memberikan 3 tipe keruntuhan dalam pengujian pencabutan yang selengkapnya akan diperlihatkan pada gambar 2; 3; 4;

- a. Kegagalan pada besi angkur saat mendapatkan beban tarik, keadaan ini tegangan lekatan tidak didapatkan (R.A.Cook-G.T.Doerr, et all, 1993 :515)

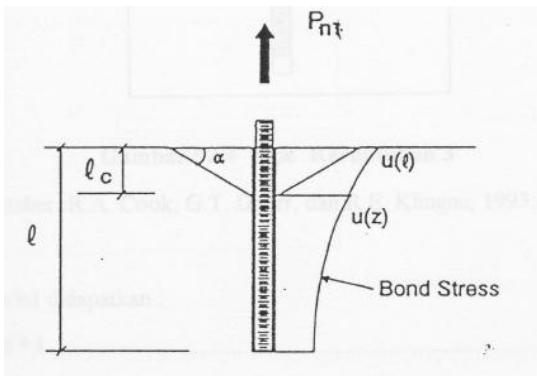


Gambar 2 Tipe Keruntuhan-1

b. Keruntuhan pada beton bagian atas dan diikuti pencabutan dari besi angkurnya / bertipe kerucut (cone) (R.A. Cook G.T. Doerr, dan R.E. Klingne, 1993:515)



Gambar 3 Tipe Keruntuhan-2



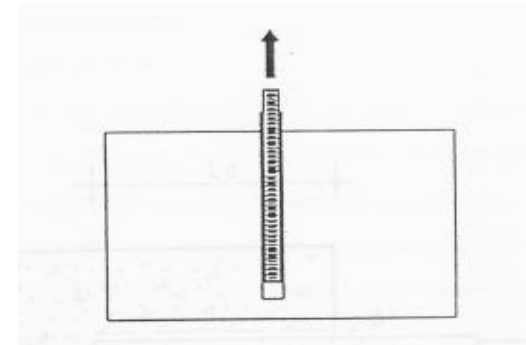
Gambar 4 Tipe Keruntuhan-3

Pada keadaan ini didapatkan :
 $P_n = P_{cone} + P_{bound} \dots\dots\dots(2.1)$

$$P_{cone} = \pi \cdot f_t \frac{Lc}{\tan \alpha}$$

$$P_{bond} = \int_0^{l-lc} U(z) \pi \cdot d \, dz$$

c. Tercabutnya keluar besi angkur dan tidak diikuti keruntuhan baik pada beton maupun besi angkurnya (R.A.Cook-G.T.Doerr, et all, 1993 :515)



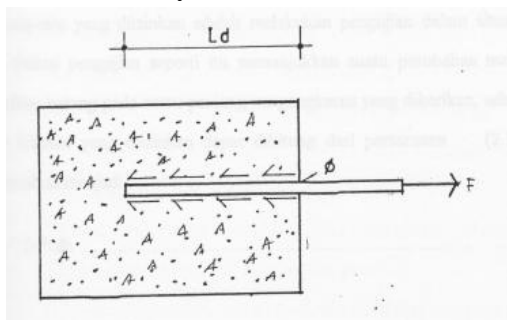
Gambar 5 Type Keruntuhan-4.

Pada keadaan ini didapatkan :
 $P_n = u \cdot \pi \cdot d \cdot l \dots\dots\dots(2.2)$
 dengan
 P_n = besarnya gaya cabut angkur
 d = Diameter Lubang Grouting.
 L = Panjang Penyaluran.

Hubungan antara panjang penyaluran dan Tegangan lekatan.

Penyaluran suatu batang dalam suatu struktur di mana tegangan berubah dari no.1 diujung batang menjadi maksimum, biasanya dinyatakan dengan f_y , pada penampang kritis. Kebutuhan panjang penyaluran dan penjangkaran akan menyangkut bahan-bahan dan kondisi dimana konsep dasar panjang penjangkaran adalah memperhitungkan suatu batang yang ditanam dalam massa beton seperti gambar 2.5. Tegangan lekatan sebenarnya akan disebarkan seperti pada pengujian pencabutan. Makin besar beban yang dikerjakan, geseran

diujung yang dibebani bertambah besar. (Mosley, et all, 1989 :95)



Gambar 6. Lekatan Penjangkaran l batang

Dasar logika, pada keadaan ultimit sebagai berikut :

$$A_b \cdot f_y = u \cdot l_d \cdot \sum 0 \dots\dots \text{(untuk satu batang)}$$

$$A_b \cdot f_y = u \cdot l_d \cdot \pi \cdot d_b \dots \text{(batang berdiameter } d_b \text{),}$$

maka :

$$A_b = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2$$

$$l_d = \frac{1}{4u} \cdot f_s \cdot d_b \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

A_b = Luas melintang penampang baja

d_b = diameter batang

l_d = panjang penyaluran minimum.

f_y = Tegangan leleh baja tulangan.

u = Tegangan lekatan rata-rata

Salah satu cara yang dapat diandalkan untuk menetapkan suatu tegangan lekatan rata-rata yang diizinkan adalah melakukan pengujian dalam situasi yang serupa, setiap pengujian seperti ini menunjukkan suatu perubahan maksimum dalam tarikan batang pada suatu panjang penjangkaran yang diberikan, selanjutnya tegangan lekatan yang diizinkan dapat dihitung dari persamaan (2-3) yang disusun kembali menjadi

$$u = \frac{1}{4l_d} \cdot f_s \cdot d_b$$

dengan :

u = Tegangan lekatan rata-rata yang diizinkan

l_d = panjang penyaluran.

f_s = tegangan yang terjadi pada batang tulangan

d_b = diameter tulangan.

Pada pembuatan beton air diperlukan untuk memungkinkan reaksi kimiawi dengan semen. disamping itu air diperlukan untuk membasahi agregat, dengan kata lain pelumas campuran agar mudah dikerjakan. Peranan air sebagai bahan pencampur beton sangat mempengaruhi kualitas beton, oleh karena itu air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lain tidak boleh dipergunakan, selain dapat menurunkan kekuatan beton dapat juga mengubah sifat-sifat semen sendiri. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam besarnya lebih kurang 60 % sampai 80 % volume agregat. Agregat ini harus bergradasi baik bersih, kuat dan tajam, berbentuk baik persegi maupun bundar. Mengingat agregat merupakan bahan yang terbanyak didalam beton maka semakin banyak presentase agregat dalam campuran beton akan semakin murah, dengan syarat masih memenuhi persyaratan.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui pengaruh bentuk dan panjang penjangkaran

- terhadap kuat cabut antara tulangan dalam beton yang diperkuat dengan dengan bahan sika grout-215;
- b. Untuk mendapatkan nilai kuat Cabut dari masing-masing bentuk ankur tulangan dan variasi panjang penjangkaran;
 - c. Untuk mengetahui perilaku keruntuhan dari masing-masing perlakuan.

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberi pengertian dasar atau tolok ukur dalam penelitian lebih lanjut untuk bahan penguat sika grout-215 maupun bahan dari jenis lain, juga diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan pertimbangan para praktisi dalam perencanaan dan pelaksanaan yang ada kaitannya dengan sika grout dilapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

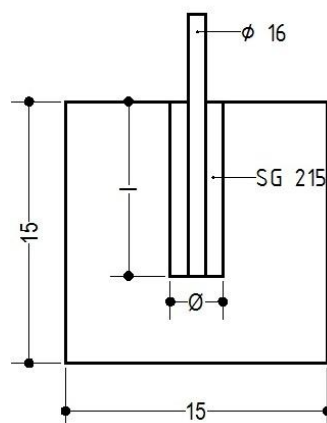
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang untuk analisis agregat, pembuatan benda uji, pengujian silinder beton, dan pengujian kuat cabut. Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi pengadaan bahan, pengujian bahan, *Mix-design*, pengujian kekuatan hancur dari silinder beton, pengujian kuat cabut dan analisis statitik terhadap hasil pengujian. Penelitian ini metodenya adalah menguji kekuatan hancur silinder beton dengan mutu beton K-225, dan menguji Kuat cabut bahan grouting Sika grout-215

Langkah-Langkah Penelitian

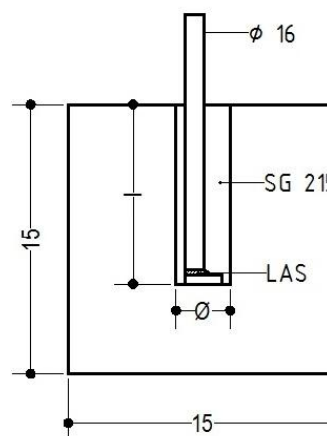
Langkah-langkah penelitian ditampilkan dalam bagan alir gambar 7 di bawah.

Tabel 1. Rancangan Percobaan untuk Diameter Lubang Grouting 6cm

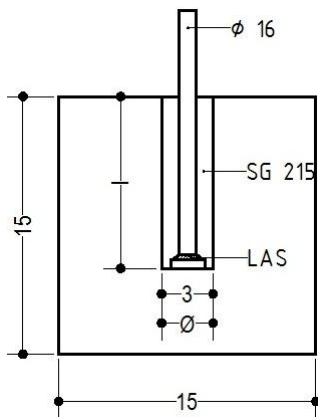
Type	Bentuk Angkur	Perbandingan 1Sika Grout :7pasta beton			
		Panjang penjangkaran			
		8cm	10cm	12 cm	14 cm
a	I	3x	3x	3x	3x
b	L	3x	3x	3x	3x
c	⊥	3x	3x	3x	3x
d	✱	3x	3x	3x	3x



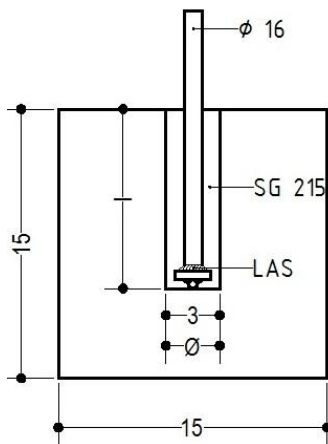
sampel type a.



sampel type b.



sampel type c.



sampel type d.

Gambar 7. Bentuk Angkur dan Benda Uji

Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut :

- Variabel bebas (independent variable) adalah variabel yang berubahannya bebas ditentukan peneliti. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bentuk angkur, panjang penjangkaran dan diameter lubang grouting.

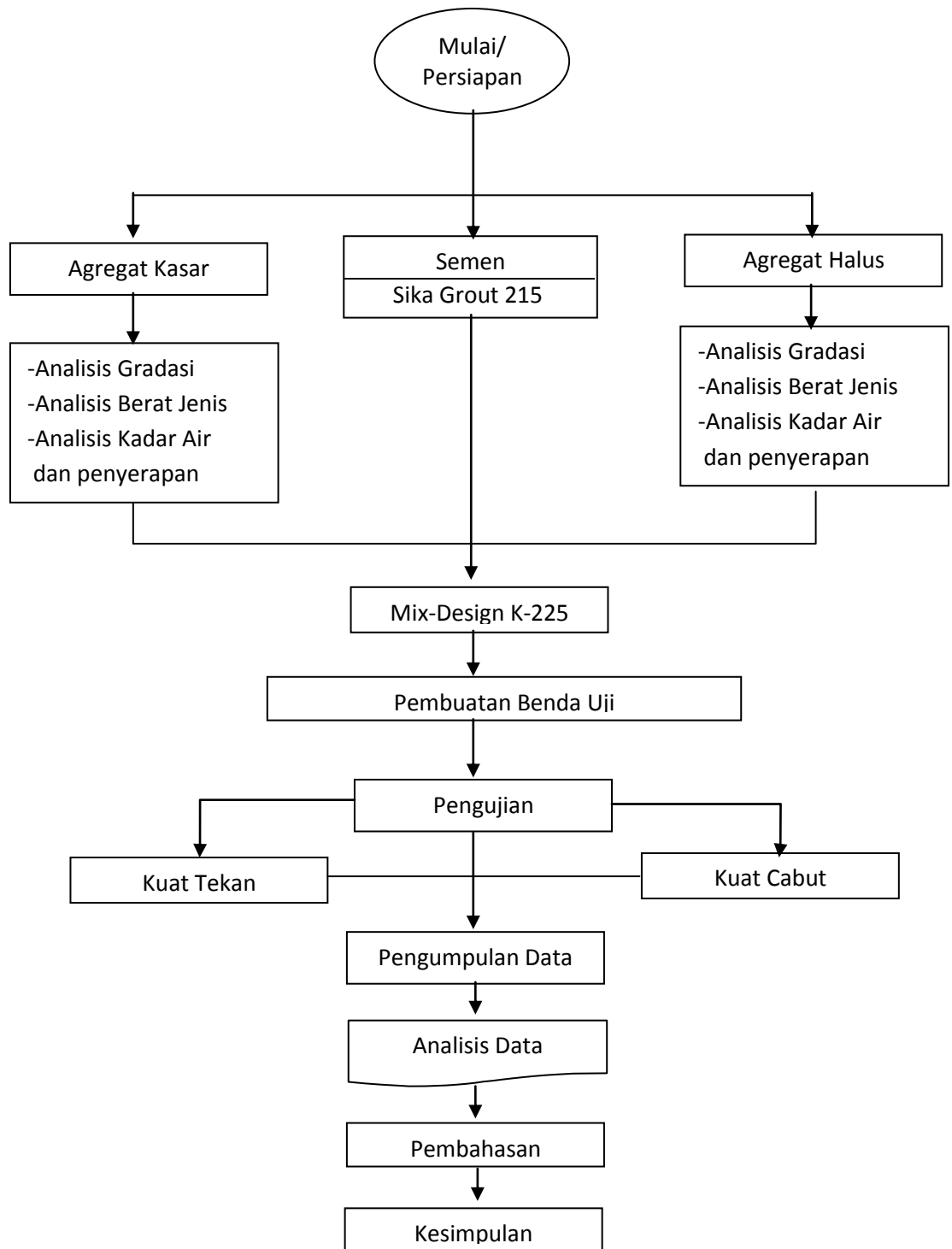
- Variabel tak bebas (dependent variable)

adalah variabel yang berubahannya tergantung dari variabel bebas. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah nilai kuat cabut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan dan analisis data.

Pengumpulan data dilakukan dengan membuat benda uji sebanyak 144 buah beton ukuran 15 x 15 x 15 cm³ yang dibuat sedemikian rupa sehingga pada bagian tengah terdapat lubang dengan diameter 4 cm sepertiga bagian diameter 5cm 1/3 bagian dan diameter 6 cm sepertiga bagian. Lubang tersebut untuk angkur dengan bahan grouting sika grout 215. Selanjutnya setelah mencapai umur 28 hari dilakukan uji pencabutan atau uji tarik langsung (*pull out*). Tegangan lekatan dihitung sesuai dengan tipe keruntuhan yang terjadi. Data kuat tekan dilakukan dengan membuat silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang kemudian dilakukan uji tekan pada umur 28 hari untuk nilai kuat tekannya. Pengujian kuat tekan benda uji Silinder yang dilakukan menghasilkan kekuatan seperti pada tabel 2.



Gambar 8. Bagan Alir Penelitian

Tabel 2. Hasil Pengujian Benda Uji Silinder umur 3 hari

No.	L (cm)	D (cm)	W (kg)	Luas (cm ²)	Gaya tekan (KN)	Kokoh beton (Kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	30,18	14,99	12,04	176,57	260	147,25	305,56	- kuat tekan mak
2	29,93	15,01	12,27	176,99	254	143,51	297,78	322,22 kg/cm ²
3	30,24	14,99	12,02	176,50	241	136,54	283,33	- kuat tekan min
4	30,24	15,00	12,26	176,75	265	149,93	311,11	283,33 kg/cm ²
5	30,35	14,96	12,17	176,81	273	155,28	322,22	- kuat tekan rata2
6	30,25	15,04	12,07	176,57	271	152,61	326,67	302,22 kg/cm ²
7	30,21	15,04	12,36	176,64	273	153,68	318,89	- stdt dev
8	30,24	15,02	12,16	176,24	242	126,54	283,33	14,29 kg/cm ²
9	30,18	15,02	12,07	176,08	256	144,57	300,00	-kuat tekn karktk
10	30,29	14,99	12,02	176,50	241	136,54	283,33	=278,62 kg/cm ²

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh bentuk dan panjang penjangkaran terhadap kuat cabut pada tiap-tiap perlakuan digunakan analisis regresi dengan :

- Tegangan Lekat dan nilai Kuat cabut tulangan dari masing-masing tipe bentuk diambil rata-ratanya dan dibuat grafik sehingga didapat tegangan lekat dan kuat cabut rata-rata dengan tipe a, b, c, dan d.
- Tegangan Lekat dan nilai Kuat cabut tulangan dari beberapa tipe diambil rata-ratanya dan dibuat grafik sehingga didapat tegangan lekat dan kuat cabut, menggunakan metoda regresi sebagai pendekatan lengkung grafik yang ideal, sehingga dari grafik tersebut dapat ditentukan besaran korelasinya.
- Data dari pengujian tegangan lekat dan kuat lekat besi dibuat grafiknya sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui persamaan regresinya dan setiap besaran

variabel bebas berubah, maka akan mempengaruhi nilai variabel tak bebasnya, Dari analisis data dapat disimpulkan apabila nilai $r = 0$ maka hasil tersebut tidak ada korelasinya dan jika $r = 1$ /mendekati 1, maka hasilnya ada korelasinya. Dengan hasil tersebut dapat ketahui pengaruh panjang penjangkaran, dan bentuk angkur dalam pengecoran beton.

Hasil Pengujian Kuat Cabut (*Pull Out*) dengan berbagai tipe penjangkaran serta panjang penjangkaran ditampilkan pada tabel 3 di bawah.

Pembahasan

Hubungan antara panjang penjangkaran dengan gaya Kuat Cabut (*Pull-Out*), dapat dilihat langsung pada hasil pengujian tabel 3, terlihat bahwa untuk diameter lubang grouting 6 cm semakin dalam panjang penjangkaran semakin besar nilai kuat cabut yang

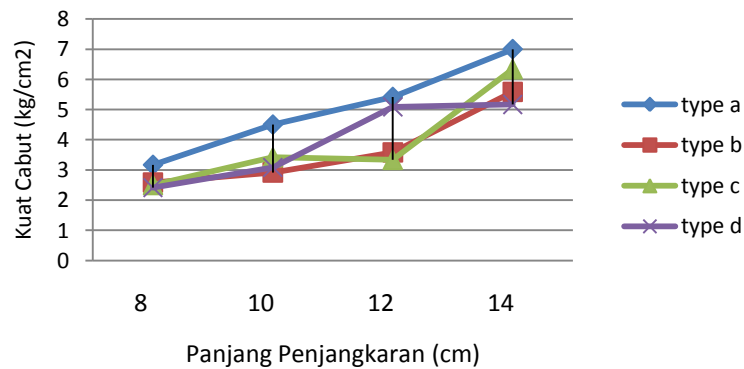
dihasilkan. Kenaikan nilai kuat cabut tersebut dapat lebih jelas dilihat pada gambar 9. Dari grafik yang diregresi diperoleh bahwa panjang penjangkaran berpengaruh nyata terhadap nilai kuat cabut yang dihasilkan, semakin panjang penjangkaran semakin besar nilai Kuat Cabut yang dihasilkan. Dari hasil pengujian kuat cabut terbesar terjadi pada panjang penjangkaran 14 cm bentuk angkur lurus (bentuk angkur tipe-a), dengan nilai kuat cabut rata-rata 6,834 ton, dan tegangan lekatan rata-rata 23,684 kg/cm². Dengan menggunakan Rumus (2.4) di

atas Hasil pengujian kuat cabut (*Pull Out*) dihitung untuk menentukan besarnya lekatan tulangan dari berbagai tipe bentuk dan panjang penjangkaran, selanjutnya hasil Tegangan Lekatan ditampilkan pada tabel 4. Hasil perhitungan Tegangan Lekatan yang dihasilkan menunjukkan lekatan pada tipe-a atau tulangan lurus, dengan variasi panjang yang ada menunjukkan angka yang paling tinggi terlihat pada gambar 10, grafik tegangan lekatan pada berbagai tipe tulangan.

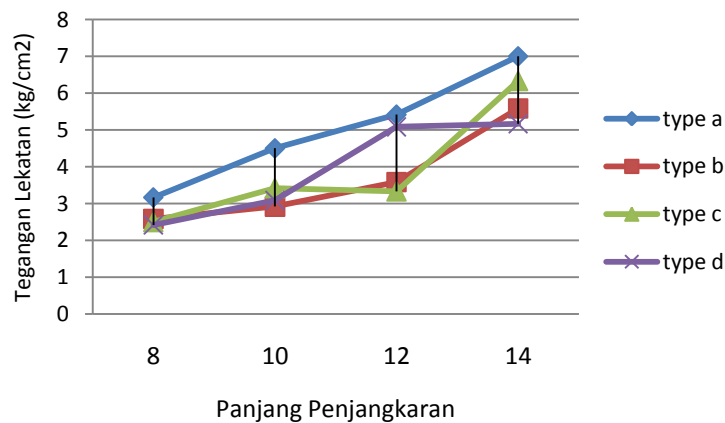
Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Cabut dengan Sika Grout-215 lubang 6cm

Type	Bentuk Angkur	Perbandingan Sika Grout 1:7							
		Panjang penjangkaran dan tipe keruntuhan K							
		8cm	K	10cm	K	12 cm	K	14 cm	K
a		3,00	3,00	4,50	3,00	6,00	3,00	6,00	3,00
	I	3,50	3,00	4,50	3,00	5,50	3,00	7,50	3,00
		3,00	3,00	4,50	3,00	4,75	3,00	7,50	3,00
	Σ		9,50		14,50		16,25		20,50
	Rata-rata		3,17		4,83		5,42		6,83
	u		21,60		25,65		23,94		23,68
b		2,75	3,00	3,00	3,00	4,25	3,00	5,75	3,00
	L	2,50	3,00	2,75	3,00	3,50	3,00	5,50	3,00
		2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,50	3,00
	Σ		2,75		8,75		10,75		16,75
	Rata-rata		2,58		2,92		2,58		5,58
	u		17,13		15,47		15,84		21,16
c		2,50	3,00	4,50	3,00	3,25	3,00	6,50	3,00
	└	2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	6,50	3,00
		2,50	3,00	2,75	3,00	3,75	3,00	6,00	3,00
	Σ		7,25		10,25		10,00		18,75
	Rata-rata		2,42		3,42		3,33		6,25
	u		16,00		16,11		14,74		25,90
d		2,50	3,00	3,00	3,00	5,00	3,00	5,50	3,00
	✂	2,25	3,00	2,75	3,00	5,50	3,00	5,25	3,00
		2,50	3,00	3,50	3,00	4,75	3,00	4,75	3,00
	Σ		7,25		9,25		15,25		15,50
	Rata-rata		2,42		3,08		5,08		5,17
	u		16		16,356		22,47		19,58

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tegangan Lekatan (U) kg/cm ² lubang 6cm					
Type	Bentuk Angkur	Perbandingan Sika Grout 1:7			
		Panjang penjangkaran			
		8cm	10cm	12 cm	14 cm
a	I	3,00	4,50	6,00	6,00
		3,50	4,50	5,50	7,50
		3,00	4,50	4,75	7,50
b	L	2,75	3,00	4,25	5,75
		2,50	2,75	3,50	5,50
		2,50	3,00	3,00	5,50
c	└	2,50	4,50	3,25	6,50
		2,50	3,00	3,00	6,50
		2,50	2,75	3,75	6,00
d	✂	2,50	3,00	5,00	5,50
		2,25	2,75	5,50	5,25
		2,50	3,50	4,75	4,75



Gambar 9. Hubungan Kuat Cabut dengan Panjang Penjangkaran

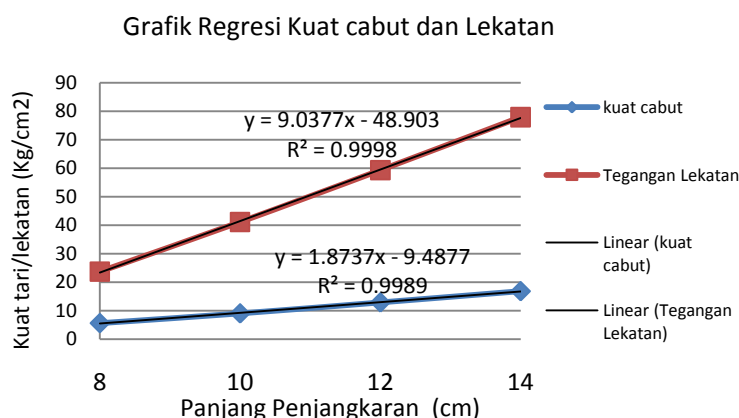


Gambar 10. Grafik Tegangan Lekatan pada beberapa tipe dan panjang penjangkaran

Hubungan Antara Bentuk Angkur dan Kuat Cabut.

Hubungan antara bentuk angkur dan kuat cabut dapat dijelaskan bahwa terdapat beda nyata untuk masing - masing bentuk angkur dan nilai kuat cabut, memperhitungkan panjang penyaluran, penanaman angkur untuk menahan gaya *Pull-Out* lebih efektif menggunakan angkur lurus dari pada yang yang bentuk tekuk, pada gambar 10 menunjukkan hubungan antara Kuat Cabut dan Lekatan pada tulangan. Sedangkan jenis beban lain seperti puntir dan lain-lain tidak termasuk dalam variabel penelitian ini.

Oleh karena itu perlu ada penelitian lanjutan yang mengkombinasikan jenis beban yang terjadi, agar diperoleh panjang penjangkaran efektif untuk semua jenis beban dan variasi bentuk angkur. Dari hasil grafik regresi kuat cabut terhadap panjang penjangkaran, maupun tegangan lekatan terhadap panjang penjangkaran diperoleh grafik yang signifikan, dimana semakin panjang penjangkaran, akan menghasilkan *Pull-Out* yang semakin meningkat, baik hasil tegangan lekatan, maupun kuat cabutnya. Hasil Regresi ditampilkan pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik Regresi antara kuat Cabut dan Lekatan

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan pada saat pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa bentuk dan panjang penjangkaran angkur berpengaruh terhadap nilai kuat cabut; dengan luas permukaan benda uji : 225 cm² bahan grouting sika grout 215 memberikan kuat cabut rata - rata maksimum 6.834 ton yang terjadi pada panjang penjangkaran 14 cm, bentuk angkur lurus (nomer 1), dan diameter lubang grouting 6cm; dari 48 benda uji tipe

keruntuhan yang terjadi adalah 97,916% dikategorikan memenuhi tipe 3, dan 2,0840 dikategorikan memenuhi tipe keruntuhan 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah berkenan memberikan kesempatan untuk penelitian pada program Dosen Muda 2005, UP2M Politeknik Negeri

Semarang dan staf Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen pekerjaan Umum DirJen Cipta Karya Direktorat penyelidikan Masalah Bangunan, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, Bandung, Yayasan LPMB
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, *Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung : Yayasan LPMB
- Hifni. H.M., 1993, *Metode Statistik*, Malang : Kopma Press
- Mosley, W.H., Bungey, J.H., 1984, *Perencanaan Beton Bertulang*, Terjmh. Ir. Elly Madyayanti. Jakarta : Erlangga
- Nawy, Edward G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, Terjemaha, Ir. Bambang Suryanto, MSc.* Bandung : PT - Eresco
- Parhadi dkk., 2005, *Kajian Kuat Cabut Tulangan pada Beton yang diperkuat Sika Grout 215*, Penelitian Dosen Muda, Politeknik Negeri Semarang
- RA. Cook, G.T. Doerr, et all., 1993, "Bond Stress Model for Design of Adhesive Anchors", ACI Structure Journal. Title no. 90-553
- Singh Gurcharan, 1978, *Theory and Design of RRC Structures*, Delhi : 1705-8, Nai Sarah
- Yitnosumarto, S., 1990, *Percobaan: Perancangan Analisis dan Interpretasinya*, Jakarta : Gramedia