

STUDI KUAT LEKAT (*BOND STRENGTH*) ANTARA BESI TULANGAN DAN BETON NORMAL DENGAN BAHAN TAMBAHAN *SIKA VISCOCRETE-1003*

Keumala Citra S.Z¹, Ari Yustari²

¹Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh,

²Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

email: Sharyn_zein@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perancangan dan analisis struktur beton bertulang adalah ikatan antara baja dan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi penggelinciran atau pergeseran. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji *bond strength* antara besi tulangan dan beton normal dengan bahan tambahan *sika viscocrete-1003* 0,50% pada beberapa variasi yaitu panjang penyaluran, diameter tulangan yaitu Ø10 mm, D10 mm, Ø12 mm dan D12 mm yang digunakan pada benda uji silinder. Variasi panjang penyaluran tulangan yaitu 10 cm, 20 cm, 30 cm. Metode pengujian yaitu metode *pull out test* pada benda uji silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan jumlah sampel 36 benda uji serta FAS (Faktor Air Semen) 0,3. Hasil pengujian *bond strength* laboratorium tertinggi untuk diameter tulangan Ø10 mm, D10 mm, Ø12 mm dan D12 mm berada pada panjang penyaluran 10 cm dengan nilai *bond strength* berturut-turut sebesar 44,789 kg/cm², 103,503 kg/cm², 61,394 kg/cm² dan 58,386 kg/cm². Untuk perbedaan diameter tulangan *bond strength* laboratorium tertinggi dari penelitian ini terdapat pada D10 mm yaitu sebesar 103,503 kg/cm². Hasil pengujian *bond strength* normal diperoleh dari rumus teori yang menunjukkan hasil *bond strength* tidak jauh berbeda dengan *bond strength* laboratorium. Pada diameter D10 mm beton normal diperoleh *bond strength* yaitu sebesar 85,987 kg/cm². Hal ini disebabkan beban yang diberikan semakin besar berbanding terbalik dengan luas penampang dari panjang penyaluran. Hasil pengujian *bond strength* laboratorium mengalami peningkatan pada panjang penyalurannya 20 cm dan 30 cm dibanding *bond strength* normal. Hal ini dipengaruhi karena adanya bahan tambahan *sika viscocrete-1003* 0,50%.

Kata Kunci : *Bond strength*, diameter tulangan, panjang penyaluran, bahan tambahan, metode pengujian.

ABSTRACT

One of basic assumption being used in planning and structural analysis of reinforced concrete is the bond between steel reinforcement and surrounding concrete perfectly without any slip and movement. This study aimed to evaluate the bond strength between steel reinforcement and normal concrete with the addition of 0.5% Sika Viscocrete-1003 based on its distribution length and the variation of steel reinforcement diameter of Ø10 mm; D10 mm; Ø12 mm; D12 mm. The variation of distribution length is 10 cm, 20 cm, and 30 cm. The pull out test method was applied to 36 cylinder concrete specimens with 150 mm diameter and 30 mm height and 0.3 water cement ratio. The result shown that the highest laboratory bond strength test obtained for the specimen with Ø10 mm; D 10 mm; Ø12 mm; D12 mm reinforcement bar and 10 cm distribution length with the bond strength row as follow. 44.789 kg/cm², 61.394 kg/cm², and 58.386 kg/cm². For the differences of

reinforcement bar, the highest laboratory bond strength obtained on 103.503 kg/cm² for D10 mm. The result of normal bond strength which was obtained from the theory calculation shown that it is close to the laboratory bond strength result. The bond strength for normal concrete was 85.987 kg/cm² on D10 cm diameter. This is due to the applied load was inversely proportional to the cross-sectional area from its distribution length. The result of the laboratory bond strength increasing on 20 cm and 30 cm distribution length, compare to the normal concrete. This is due to the addition of 0.5% sika Viscocrete-1003 to the concrete.

Keywords : *Bond strength, reinforcement bar diameter, distribution length, additive*

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya material yang digunakan untuk membentuk beton yaitu semen yang digunakan sebagai bahan perekat atau pengikat, air sebagai pereaksi, agregat kasar dan agregat halus sebagai bahan pengisi dan dapat pula ditambahkan bahan tambahan lainnya yang disebut dengan *admixture*.

Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perancangan dan analisis struktur beton bertulang adalah bahwa ikatan antara baja dan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi penggelinciran atau pergeseran. Berdasarkan atas anggapan tersebut, maka pada waktu komponen struktur beton bertulang bekerja menahan beban akan timbul tegangan lekat yang berupa *shear interlock* pada permukaan singgung antara batang tulangan dengan beton.

Kuat lekat antara tulangan dan beton merupakan hasil dari berbagai parameter, seperti *adhesi* antara elemen beton dengan permukaan tulangan baja dan tekanan beton kering terhadap tulangan atau kawat baja akibat adanya susut pengeringan pada beton. Selain itu saling bergeseknya antara tulangan baja dan beton juga meningkatkan tahanan terhadap gelincir.

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahannya yaitu untuk melihat bagaimana pengaruh variasi diameter tulangan dan panjang penyaluran terhadap *bond strength* antara besi tulangan dan beton normal dengan bahan tambahan *sika viscocrete-1003* 0,50%.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji *bond strength* antara besi tulangan dan beton normal dengan bahan tambahan *sika viscocrete-1003* 0,50% berdasarkan variasi diameter tulangan dan panjang penyaluran. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi berupa variasi diameter tulangan dan panjang penyaluran terhadap uji *bond strength* antara besi tulangan dan beton normal dengan bahan tambahan *sika viscocrete-1003* 0,50%.

II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Beton

Mulyono (2003) berpendapat bahwa, beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Nawy (1985) berpendapat bahwa, beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pendukungnya.

2.2 Faktor Air Semen (FAS)

Mulyono (2003) berpendapat, secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65.

2.3 Pengujian Beton Segar

Mulyono (2003) berpendapat bahwa, pengujian beton segar adalah kajian dan pelaksanaan tentang proses pengadukan, pengujian beton dalam keadaan plastis meliputi sifat teknis kelacakan beton atau *workability* dan *slump test*. *Slump Test* adalah pengujian paling sederhana dan yang paling digunakan. Karenanya kelacakan atau *workability* beton segar sering diidentikkan dengan *slump*nya. *Slump* beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar.

2.4 Agregat

Mulyono (2003) berpendapat bahwa, kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting.

Sifat-sifat fisis agregat dalam campuran beton, adalah :

a. Berat Jenis Agregat (*Specific Gravity*)

Berat jenis agregat adalah perbandingan berat sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap berat agregat dengan volume yang sama. Orchard (1995) berpendapat, berat jenis agregat terdiri dari dua keadaan yaitu keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*) dan keadaan kering oven (*oven dry*).

b. Penyerapan Agregat (*Absorption*)

Penyerapan agregat adalah persentase perbandingan antara berat air yang diserap oleh agregat pada keadaan kering air permukaan (SSD) dengan berat agregat pada keadaan kering oven (OD). Menurut Troxell (1968), penyerapan untuk agregat kasar antara 0,5% - 1% dan agregat halus antara 0% - 2%.

c. Berat Volume Agregat (*Bulk Density*)

Berat volume agregat adalah perbandingan berat agregat hasil pemadatan standar pada keadaan kering oven terhadap volume literan (*container*). Berat volume agregat normal sebagai material pembentuk beton, menurut Orchard (1979) adalah lebih besar dari pada 1,445 kg/l. Sedangkan menurut Troxell (1968) berat volume agregat kasar adalah 1,56 kg/l dan pasir 1,4 kg/l.

d. Susunan Butiran (*Sieve Analysis*) Agregat

Mulyono (2003), berpendapat bahwa susunan butir agregat juga didefinisikan sebagai gradasi dari agregat, yakni distribusi dari ukuran agregat. Gradasi menerus (*continuous grade*) didefinisikan jika agregat yang pada semua ukuran butirannya lengkap atau ada, dan terdistribusi dengan baik, maka agregat jenis ini sering dipakai dalam campuran beton.

e. Modulus Kehalusan Agregat (*Fineness Modulus*)

Mulyono (2003) menyebutkan, modulus kehalusan ini dapat diperoleh dari jumlah persen kumulatif dari berat agregat yang tertahan di atas ayakan, kemudian nilai tersebut dibagi dengan seratus. Makin besar nilai modulus kehalusan suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat kasar (kerikil) mempunyai nilai modulus kehalusan sekitar 5,0-8,0 sedangkan untuk agregat halus (pasir kasar dan pasir halus) sekitar 1,5-3,8. Agregat campuran nilai modulus kehalusan yang biasa dipakai sekitar 5,0-6,0.

f. Gradasi Agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Dengan menganalisa susunan butir dari agregat yang digunakan, maka dapat di ketahui kurva gradasi agregat tersebut sebagai salah satu material pembentuk beton. Kekasaran pasir dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus (daerah I), agak halus (daerah II), agak kasar (daerah III), dan kasar (daerah IV).

2.5 Bahan Tambah (*Admixture*)

Mulyono (2003) berpendapat bahwa, *admixture* adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

2.5.1 Bahan Tambah Kimia

Mulyono (2003) berpendapat bahwa, menurut standar ASTM C.494 (1995 : 254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI 1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989 : 29), jenis bahan kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah. Pada dasarnya suatu bahan tambahan harus mampu memperlihatkan komposisi dan unjuk kerja yang sama sepanjang waktu pekerjaan selama bahan tersebut di gunakan dalam racikan beton sesuai dengan pemilihan proporsi betonnya (PB, 1989 : 12).

2.5.2 Sika Viscocrete

Adapun bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan tambah berupa *sika viscocrete-1003* yang termasuk ke dalam tipe A. Menurut PT. Sika Indonesia, *sika viscocrete-1003* adalah generasi terbaru dari bahan tambah kimia berupa *Superplasticizer* untuk beton dan mortar. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang tahan lama serta mengurangi segregasi dan *bleeding* secara signifikan.

a. Kegunaan.

Sika viscocrete-1003 sangat cocok sebagai bahan campuran beton dengan jarak transportasi yang jauh dan *workability* yang lama, pengurangan air yang besar, pengaliran yang jauh, beton *precast*, beton *ready mix* dan beton memadat sendiri (*self compacting concrete*).

Sika viscocrete-1003 digunakan untuk tipe-tipe beton sebagai berikut :

- Beton dengan kemampuan mengalir yang tinggi.
- Beton yang memadat dengan sendirinya (*self compacting concrete*).
- Beton dengan kebutuhan pengurangan air yang sangat tinggi (hingga 30%).

- Beton kedap air (*watetight concrete*).
 - Beton berkekuatan tinggi.
- b. Karakteristik dan Kelebihan.
- Sika viscocrete-1003* bekerja melalui penyerapan permukaan partikel-partikel semen yang menghasilkan suatu efek-efek separasi sterikal. Beton yang dihasilkan dengan *sika viscocrete-1003* memperlihatkan sifat-sifat sebagai berikut:
- Kemampuan mengalir yang sangat baik (dihasilkan pada tingginya pengurangan penempatan dan usaha-usaha pemadatan)
 - Kemampuan *self compact*-nya kuat
 - Pengurangan air yang sangat ekstrim (ditunjukkan pada tingginya berat jenis dan kuat beton).
 - Mengurangi penyusutan dan keretakan
 - Meningkatkan ketahanan terhadap karbonasi pada beton
 - Meningkatkan hasil akhir
 - Mengurangi kecenderungan *bleeding* dan segregasi

III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Campuran Beton

Metode rancangan campuran beton (*concrete mix design*) antara lain dihitung berdasarkan metode *American Concrete Institute (ACI)*. 211.1-91 untuk beton normal, sedangkan untuk penambahan *sika viscocrete-1003* berdasarkan perbandingan berat semen.

3.2 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan benda uji yang terdiri dari cetakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, timbangan dengan berbagai kapasitas, pengaduk beton (*molen*) berkapasitas 1 m³, satu set saringan ukuran 25,4 – 19,1 – 9,52 – 4,76 – 2,38 – 1,2 – 0,6 – 0,3 dan 0,15 mm dan peralatan penunjang lainnya. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk pengujian benda uji terdiri dari mesin tarik baja (*Compressive Loading Machine*) dengan merek Mork Federhaff AG No. UPD. 10.7358-1970 produksi Mainhein Jerman dan mesin uji kuat lekat UTM (*Universal Testing Machine*), dan *transducer* untuk mengetahui perpindahan benda uji dan peralatan penunjang lainnya.

3.3 Material Yang Digunakan

Material yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. *Portland Composite Cement (PCC)*
2. Agregat
3. Air
4. Bahan tambah *sika viscocrete-1003* sebesar 0,50%
5. Besi tulangan Ø10 mm, D10 mm, Ø12 mm dan D12 mm.

3.4 Prosedur Penelitian

Pekerjaan persiapan meliputi penyediaan semen, agregat, air, bahan tambah *sika viscocrete* dan besi tulangan Ø10 mm, D10 mm, Ø12 mm dan D12 mm. Semen yang akan digunakan diletakkan pada ruang tertutup dan diberi alas dibawahnya serta besi tulangan

yang telah dipotong-potong sesuai dengan panjang penyaluran yang dibutuhkan, diletakkan di tempat tertutup yang dapat terhindar dari proses korosi.

Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat meliputi berat jenis agregat (*specific gravity*), penyerapan agregat (*absorption*), berat volume agregat (*bulk density*), susunan butiran (*sieve analysis*), modulus kehalusan agregat (*fineness modulus*) dan gradasi agregat.

Pengadukan beton segar dilakukan dengan memasukkan material pembentuk beton yaitu agregat kasar, semen, agregat halus, bahan tambahan *sika viscocrete-1003* 0,50% dan air secara berturut-turut ke dalam *molen*, alasannya, waktu drum *mixer* dijungkirkan untuk mengeluarkan isinya, bahan yang masuk pertama akan keluar belakangan. Oleh karenanya lebih baik jika agregat kasar dapat mendorong semen dan agregat halus yang ada di depannya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat-Sifat Fisis Agregat

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat sebagai material pembentuk beton. Rangkuman hasil pemeriksaan sifat fisis agregat diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Material

Sifat - sifat Fisis	Coarse Agregat Diameter Agregat Maksimum 25,4 (mm)	Coarse Sand	Fine Sand
Bulk Density	1,755	1,738	1,733
Spesific Gravity (SSD)	2,707	2,181	2,383
Spesific Gravity (OD)	2,621	2,141	2,331
Absorpsi	3,280	2,174	2,232
Fineness Modulus (FM)	8,031	4,845	3,385

Nilai deviasi agregat yang lolos terhadap nilai median zona antara 3 - 4 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Klasifikasi Zona Agregat Campuran dengan Diameter Maksimum 25,4 mm (1/2)

No Ayakan	Ukuran Saringan	Persentase Lolos	Persentase ideal zona antara 3 – 4	Nilai Deviasi (%)	Total Nilai Deviasi Terhadap Zona 3 - 4	Klasifikasi Zona Agregat
1"	25,4	100	100	0	66,23%	Zona 3
3/4"	19,1	59,65	66	-6,34		
3/8"	9,52	53,42	40	13,42		
no 4	4,76	44,36	24	20,36		
no 8	2,38	30,93	15	15,93		
no 16	1,18	20,92	8	12,92		
no 30	0,59	12,08	5	7,08		
no 50	0,3	5,43	3	2,43		
no 100	0,15	1,43	1	0,43		

4.2 Rancangan Campuran Beton

Hasil perencanaan campuran beton untuk 1 m³ disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Kebutuhan Komposisi Material Beton untuk 1m³ Pengadukan Molen

MATERIAL	BERAT Per- m ³ (Kg)	BERAT BETON (2) x 0,0572 (Kg)
Air	192,616	11,018
Semen	642,053	36,725
Agregat Kasar	1142,505	65,351
Pasir Kasar	128,999	7,379
Pasir Halus	275,785	15,775
JUMLAH	2381,958	136,248

4.3 Slump Test

Dengan penggunaan FAS 0,30 menggunakan semen PCC pada bahan tambah *sika viscocrete-1003* menjadikan nilai *slump* lebih tinggi. Adapun hasil pengukuran *slump test* pada kondisi campuran beton segar yang telah menggunakan tambahan *sika viscocrete-1003* sebesar 0,5% dari berat semen yang dibutuhkan tidak sesuai dengan perhitungan *mix design* awalnya. Dimana nilai *slump test* yang di peroleh secara berturut-turut yaitu 18 cm, 18,5 cm, 18,2 cm dan 18,7. Hal ini dikarenakan *sika viscocrete-1003* itu sendiri mampu meningkatkan kinerja kelecakan atau *workability* adukan beton dan mengurangi terjadinya *bleeding* dan *segregasi*. Selain itu *sika viscocrete-1003* juga difungsikan untuk memperlambat proses hidrasi semen.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

Adapun hasil pengujian kuat tarik baja untuk masing-masing diameter diperlihatkan pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4 Hasil Tegangan-Regangan Baja Ø10

Benda Uji	P _{maks} (kg)	f _{maks} (kg/cm ²)	Regangan	f _y (kg/cm ²)	E _s (kg/cm ²)	Ket
1	4300	5477,71	0,018	3694,27	200775,41	Baja Ø10
2	4400	5605,10	0,019	3821,66	196486,17	
3	4400	5605,10	0,017	3694,27	216039,04	
Rata-rata	4366,67	5562,63	0,018	3736,73	204433,54	

Tabel 5 Hasil Tegangan-Regangan Baja D10

Benda Uji	P _{maks} (kg)	f _{maks} (kg/cm ²)	Regangan	f _y (kg/cm ²)	E _s (kg/cm ²)	Ket
1	3960	5044,59	0,003	3439,49	1074840,76	Baja D10
2	3980	5070,06	0,040	4331,21	109098,49	
3	3940	5019,11	0,007	4203,82	622788,39	
Rata-rata	3960,00	5044,59	0,017	3991,51	602242,55	

Tabel 6 Hasil Tegangan-Regangan Baja Ø12

Benda Uji	P _{maks} (kg)	f _{maks} (kg/cm ²)	Regangan	f _y (kg/cm ²)	Es (kg/cm ²)	Ket
1	4000	3538,57	0,024	2388,54	101639,79	Baja Ø12
2	3740	3308,56	0,023	2300,07	99786,15	
3	3900	3450,11	0,023	2123,14	92511,64	
Rata-rata	3880,00	3432,41	0,023	2270,58	97979,19	

Tabel 7 Hasil Tegangan-Regangan Baja D12

Benda Uji	P _{maks} (kg)	f _{maks} (kg/cm ²)	Regangan	f _y (kg/cm ²)	Es (kg/cm ²)	Ket
1	3820	3379,33	0,001	2653,93	4082965,87	Baja D12
2	3800	3361,64	0,036	2477,00	68236,90	
3	3800	3361,64	0,032	2211,61	68790,25	
Rata-rata	3806,67	3367,54	0,023	2447,51	1406664,34	

Tabel 8 Perbandingan Hasil *Bond Strength* Laboratorium Dan Teori

Benda Uji		Bond Strength Beton Laboratorium (kg/cm ²)	Bond Strength Rata-Rata Laboratorium (kg/cm ²)	Bond Strength Teori (kg/cm ²)	Bond Strength Rata-Rata Teori (kg/cm ²)
1		2	3	4	5
S1Ø10-10	S1Ø10-10	50,955	44,798	92,357	92,357
	S2Ø10-10	35,032		92,357	
	S3Ø10-10	48,408		92,357	
S2Ø10-20	S1Ø10-20	49,363	54,034	47,771	47,771
	S2Ø10-20	63,694		47,771	
	S3Ø10-20	49,045		47,771	
S3Ø10-30	S1Ø10-30	32,909	32,979	30,786	30,786
	S2Ø10-30	33,121		30,786	
	S3Ø10-30	32,909		30,786	
S1D10-10	S1D10-10	99,363	103,503	85,987	85,987
	S2D10-10	105,096		85,987	
	S3D10-10	106,051		85,987	
S2D10-20	S1D10-20	62,739	62,898	54,140	54,140
	S2D10-20	62,898		54,140	
	S3D10-20	63,057		54,140	
S3D10-30	S1D10-30	42,463	42,180	35,032	35,032
	S2D10-30	41,932		35,032	
	S3D10-30	42,144		35,032	
S1Ø12-10	S1Ø12-10	61,040	61,394	71,656	71,656
	S2Ø12-10	55,732		71,656	
	S3Ø12-10	67,410		71,656	
S2Ø12-20	S1Ø12-20	51,752	50,779	34,501	34,501
	S2Ø12-20	52,813		34,501	
	S3Ø12-20	47,771		34,501	
S3Ø12-30	S1Ø12-30	33,616	33,793	21,231	21,231
	S2Ø12-30	34,501		21,231	
	S3Ø12-30	33,263		21,231	
S1D12-10	S1D12-10	61,040	58,386	79,618	79,618
	S2D12-10	63,163		79,618	
	S3D12-10	50,955		79,618	
S2D12-20	S1D12-20	48,301	55,556	37,155	37,155
	S2D12-20	57,856		37,155	
	S3D12-20	60,510		37,155	
S3D12-30	S1D12-30	42,463	43,347	22,116	22,116
	S2D12-30	43,524		22,116	
	S3D12-30	44,055		22,116	

Hasil yang diperoleh dari Tabel 8 di atas menunjukkan bahwa hasil laboratorium dan teori tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa semakin panjang penyaluran, semakin kecil kuat lekat yang diperoleh. Hal ini disebabkan beban yang diberikan semakin besar berbanding terbalik dengan luas penampang dari panjang penyaluran.

Tabel 9 Rekapitulasi Klasifikasi Seleksi Data Kuat Lekat

Benda Uji		f_b (kg/cm ²)	$f_{b_{rt}}$ (kg/cm ²)	S_{rt} (kg/cm ²)	Cv_{rt} %	Klasifikasi
S1Ø10-10	S1Ø10-10	50,955	44,798	4,604	10,277	Kurang Baik
	S2Ø10-10	35,032				
	S3Ø10-10	48,408				
S2Ø10-20	S1Ø10-20	49,363	54,034	4,554	8,428	Sedang
	S2Ø10-20	63,694				
	S3Ø10-20	49,045				
S3Ø10-30	S1Ø10-30	32,909	32,980	0,067	0,202	Sangat Baik
	S2Ø10-30	33,121				
	S3Ø10-30	32,909				
S1D10-10	S1D10-10	99,363	103,503	1,952	1,886	Sangat Baik
	S2D10-10	105,096				
	S3D10-10	106,051				
S2D10-20	S1D10-20	62,739	62,898	0,075	0,119	Sangat Baik
	S2D10-20	62,898				
	S3D10-20	63,057				
S3D10-30	S1D10-30	42,463	42,180	0,134	0,317	Sangat Baik
	S2D10-30	41,932				
	S3D10-30	42,144				
S1Ø12-10	S1Ø12-10	61,040	61,394	2,836	4,619	Sangat Baik
	S2Ø12-10	55,732				
	S3Ø12-10	67,410				
S2Ø12-20	S1Ø12-20	51,752	50,779	1,418	2,792	Sangat Baik
	S2Ø12-20	52,813				
	S3Ø12-20	47,771				
S3Ø12-30	S1Ø12-30	33,616	33,793	0,334	0,987	Sangat Baik
	S2Ø12-30	34,501				
	S3Ø12-30	33,263				
S1D12-10	S1D12-10	61,040	58,386	3,503	6,000	Baik
	S2D12-10	63,163				
	S3D12-10	50,955				
S2D12-20	S1D12-20	48,301	55,556	3,420	6,156	Baik
	S1D12-20	57,856				
	S1D12-20	60,510				
S3D12-30	S1D12-30	42,463	43,347	0,417	0,962	Sangat Baik
	S2D12-30	43,524				
	S3D12-30	44,055				

Dari Tabel 9 di atas dapat dilihat hasil klasifikasi data mutu pelaksanaan penelitian benda uji silinder rata-rata sangat baik karena kuat lekat yang dihasilkan tidak jauh berbeda sehingga penelitian ini memiliki koefisien ragam sampel yang sangat baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat menunjukkan bahwa agregat yang digunakan telah memenuhi syarat berdasarkan ketentuan ASTM dan persyaratan *American Concrete Institute (ACI)*.

Adapun hasil *bond strength* laboratorium rata-rata yang tertinggi terdapat pada besi D10 yaitu 103,503 kg/cm² dengan panjang penyaluran 10 cm. Hasil pengujian *bond strength* ini menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterima, semakin kecil kuat lekat yang

ditimbulkan, dikarenakan luas tampang yang semakin besar. Untuk *bond strength* teori pada D10 dengan panjang penyaluran 10 cm diperoleh *bond strength* rata-rata sebesar 85,987 kg/cm² dan ketika dibandingkan kuat lekat laboratorium dengan kuat lekat beton normal, mengalami kenaikan karena adanya penambahan *sika viscocrete-1003*.

Pada diameter besi Ø10 dengan panjang penyaluran 10 cm diperoleh beban akhir rata-rata 1406,667 kg dengan *bond strength* rata-rata 44,798 kg/cm². Pada diameter besi Ø10 untuk panjang penyaluran 20 cm dan 30 cm juga diperoleh beban akhir rata-rata 3393,333 kg dan 3106,667 kg serta *bond strength* rata-rata 54,034 kg/cm² dan 32,979 kg/cm². Untuk Besi D10 dengan panjang penyaluran 10 cm, 20 cm, 30 cm berturut-turut mendapatkan beban akhir rata-rata 3250 kg, 3950 kg, 3973,333 kg dengan masing-masing *bond strength* rata-rata yaitu 103,503 kg/cm², 62,898 kg/cm² dan 42,180 kg/cm². Kuat Lekat pada besi Ø12 dan D12 dengan panjang penyaluran 10 cm, 20 cm, 30cm, berturut-turut juga mendapatkan *bond strength* rata-rata yaitu 61,394 kg/cm², 50,779 kg/cm², 33,793 kg/cm², 58,386 kg/cm², 55,556 kg/cm² dan 43,347 kg/cm².

Penggunaan batang tulangan ulir lebih kuat dibandingkan dengan besi polos. Hal ini dipengaruhi tahanan dari gerigi sehingga memperkecil gesekan dan *adhesi*.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut disarankan agar menggunakan besi tulangan yang lebih besar dan bahan tambahan dari berbagai jenis sika yang lain, sehingga dapat meningkatkan nilai *bond strength* dari beton normal.

Agar mendapatkan hasil yang lebih lengkap pada besi tulangan disarankan untuk dipasang *strain gauge* pada setiap tulangan yang digunakan sehingga dapat diketahui deformasi yang terjadi pada saat pengujian dilakukan.

Penelitian lebih lanjut juga bisa menggunakan benda uji balok dengan bahan tambahan *sika viscocrete-1003* terhadap kuat lekat beton.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (NI-2), Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Mulyono, Tri., 2003, Teknologi Beton, Edisi II, Yogyakarta : ANDI.
- Nawy., Edward. G., 1998, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, Cetakan Kedua, Bandung : PT. Refika Aditama.
- Orchard, A.M., 1979, *Concrete Technology Properties of Material*, Applied Science Publishers Limited, London.
- Orchard, A.M., 1995, *Concrete Technology Properties of Material*, Applied Science Publishers Limited, London.
- Troxel., G. E., et al, 1968, *Composition and Properties of Concrete*, Mac Graw Hill Book Company, London