

PEMERIKSAAN TEGANGAN LEKAT BETON DENGAN VARIASI LUAS TULANGAN

Randhy Raymond Mandolang

Ronny Pandaleke, Reky Windah

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email:randhymandolang.rm@gmail.com

ABSTRAK

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi, dan mempunyai gaya tarik yang rendah. Oleh karena itu, beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu sehingga harus diberikan pekuatan penulangan untuk menahan gaya tarik yang timbul. Faktor lekatan (*Adhesi*) adalah salah satu faktor yang menyebabkan tulangan dan beton dapat bekerja sama. Daya lekat (tegangan lekat) akan dipengaruhi oleh kualitas dari beton itu sendiri dan juga dimensi beton serta tulangan yang dipakai. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh tulangan terhadap daya lekat yang timbul antara tulangan dan beton.

Pada penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran 150x200 mm. Dengan menggunakan metode pembuatan campuran beton SNI. Untuk kuat tekan rencana yang dipakai 30 MPa. Untuk mendapatkan nilai tegangan lekat antara tulangan baja dan beton, maka dilakukan pengujian tarik pencabutan keluar (*pull-out test*) dengan menggunakan baja yang terpisah yang ditanamkan pada kedua sisi permukaan benda uji. Variasi baja yang di gunakan pada penelitian ini adalah baja polos D 19 mm, D 16 mm, D 12 mm, D 10 mm, dan D 8 mm.

Dari hasil penelitian ini untuk kuat tekan rencana 30 MPa untuk semua sampel, didapat kuat tekan rata-rata 31,35 MPa, 28,6825 MPa, 34,2175 MPa, 27,64 MPa, dan 33,16 MPa. Pada pengujian *pull-out* dengan menggunakan variasi tulangan mulai dari D8 mm, D10 mm, D12 mm, D16 mm, D19 mm didapatkan hasil tegangan lekat (μ) rata-rata sebesar 2,372 MPa, 1,955 MPa, 2,152 MPa, 1,943 MPa, 1,995 MPa.

Kata Kunci : Beton, Dimensi Beton, Tulangan Baja, Tegangan Lekat, Kuat Tekan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di Indonesia dalam pembangunan fisik. Penggunaan beton merupakan pilihan utama karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya.

Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, dan ketahanan terhadap tarik rendah.

Oleh karena itu, beton yang tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu ini

harus diberikan pekuatan penulangan yang terutama akan mengemban tugas menahan gaya tarik yang timbul di dalam sistem. Tulanganlah yang memikul gaya tarik tersebut, yang dipindahkan oleh pelekatan antara bidang singgung dari beton dan tulangan.

Salah satu hal yang menyebabkan tulangan dan beton dapat bekerja sama adalah faktor lekatan (*adhesi*) antara beton dan permukaan tulangan. Apabila pelekatan itu tidak mencukupi, maka bidang singgung akan tergelincir (*slip*) di dalam beton sehingga mengakibatkan keruntuhan struktur tak bisa dihindari.

Daya lekat (tegangan lekat) akan dipengaruhi oleh kualitas dari beton itu sendiri. Variasi tulangan akan menentukan berapa besar tegangan lekat antara baja dan beton.

Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi tulangan terhadap daya lekat antara baja dan beton.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui tegangan lekat yang terjadi antara baja tulangan dan beton dengan variasi luas tulangan.

Manfaat Penelitian

Memberikan informasi tentang pengaruh variasi tulangan terhadap tegangan lekat antara tulangan dan beton.

Pembatasan Masalah

1. Bahan pembentuk beton sebagai berikut:
 - a. Semen Portland
 - b. Agregat halus yang dipakai yaitu pasir dari Girian
 - c. Agregat kasar yang dipakai yaitu kerikil dari Tateli
 - d. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboraturium Beton, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
2. Benda uji yang dipakai adalah silinder (150 x 200) mm.
3. Variasi Tulangan yang dipakai D 8, 10, 12, 16, 19 mm.
4. Mutu beton yang dipakai 30 MPa.
5. Baja tulangan yang dipakai BjTP 40.
6. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
7. Pengujian dilakukan saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 4 buah.
8. Jenis percobaan untuk menentukan kualitas lekatan yaitu Test Tarik Pencabutan Keluar (Pull-out) secara sentris.
9. Tidak diperhitungkan konsentrasi-konsentrasi tegangan yang timbul akibat pemodelan benda uji, dengan asumsi bahwa tegangan fs yang terjadi pada tulangan merupakan akibat tarikan langsung T dan merata sepanjang penanaman tulangan Ld.
10. Pelaksanaan penelitian dilakukan di di Laboraturium Rekayasa Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
11. Penelitian ini dilakukan hanya untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton terhadap tegangan lekat antara baja dan beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Umum Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) (Mulyono, 2003).

Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen seperti pada persamaan dibawah ini :

$$FAS = \frac{W_w}{W_c} \dots\dots\dots (1)$$

dimana : W_w = Berat air

W_c = Berat semen

Semakin kecil nilai faktor air semen maka akan mengakibatkan nilai kuat tekan yang semakin tinggi.

Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya

$$\gamma_c = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (2)$$

dimana : γ_c = Berat Volume Beton (kg/m^3)

W = Berat Benda Uji (kg)

V = Volume Beton (m^3)

Tabel 1. Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Volume

| KLASIFIKASI | BERAT VOLUME BETON (Kg/m^3) |
|-------------------------|------------------------------------|
| Beton ultra ringan | 300 – 1100 |
| Beton ringan | 1100 – 1600 |
| Beton ringan struktural | 1450 – 1900 |
| Beton normal | 2100 – 2550 |
| Beton berat | 2900 – 6100 |

Sumber: Mindess S. dan Young J. F., 1981

Pengertian Tegangan Lekat

Menurut Park dan Paulay (1975), kekuatan lekatan merupakan hasil dari berbagai parameter, seperti adhesi antara beton dengan permukaan tulangan baja. Kemudian tekanan beton kering terhadap tulangan adalah akibat adanya susut pengeringan pada beton.

Selain itu saling bergeseknya permukaan baja dan beton disekitarnya, yang disebabkan oleh perpindahan mikro tulangan tarik, menyebabkan peningkatan tahanan terhadap gelincir. Efek total ini disebut sebagai lekatan (*bond*). Tegangan lekat terutama merupakan saling geser (*shear interlock*) antara elemen tulangan dan beton sekitarnya yang disebabkan oleh berbagai faktor. Efek ini dapat dinyatakan sebagai tegangan geser per satuan luas permukaan tulangan. Tegangan langsung ini ditransformasikan dari beton ke permukaan tulangan sehingga mengubah tegangan tarik tulangan diseluruh panjangnya. Tulangan ulir

dapat meningkatkan kekuatan lekatan yang disebabkan oleh terjadinya keterpautan (*interlocking*) antara tonjolan (*rib*) dengan beton di sekelilingnya (Park dan Paulay, 1975).

Kekuatan lekatan bergantung pada faktor-faktor utama sebagai berikut (Nawy, 1998) :

1. Adhesi antara elemen beton dan tulangan baja.
2. Efek *gripping* (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton disekeliling tulangan dan saling geser antara tulangan dengan beton disekitarnya.
3. Tahanan gesekan (*friksi*) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat tulangan mengalami tegangan tarik.
4. Kualitas beton yaitu kekuatan tarik dan tekannya.
5. Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan yaitu dengan panjang penyaluran (*development length*), panjang lewatan (*splicing*), bengkakan tulangan (*hooks*) dan persilangan tulangan.
6. Diameter, bentuk dan jarak tulangan karena semuanya mempengaruhi pertumbuhan retak.

Keruntuhan Lekatan (*Bond Stress Failure*)

Keruntuhan lekatan antara baja tulangan dan beton yang mungkin terjadi pada saat dilakukan pengujian biasanya ditunjukkan oleh salah satu atau lebih dari peristiwa berikut ini (Nuryani, 2005) :

1. *Transverse Failure* yaitu adanya retak pada beton arah *transversal*/melintang akibat tegangan tarik yang tidak dapat ditahan oleh selimut beton, keruntuhan ini akan menurunkan tegangan lekat antara baja tulangan dan beton.
2. *Splitting Failure* yaitu adanya retak pada beton arah *longitudinal*/memanjang akibat tegangan radial geser yang tidak dapat ditahan oleh selimut beton, keruntuhan ini akan menurunkan tegangan lekat antara baja tulangan dan beton.
3. *Pull Out Failure/Slip* yaitu kondisi dimana baja tulangan tercabut dari beton tanpa mengalami retak yang diakibatkan komponen tegangan geser yang memecah lekatan antara baja tulangan dan beton.
4. Baja tulangan mencapai leleh yaitu apabila baja tulangan meleleh diikuti oleh kontraksi/pengecilan diameter tulangan, hal ini mengakibatkan tidak berfungsinya lekatan terhadap beton yang mengelilinginya, sehingga akan menurunkan atau bahkan

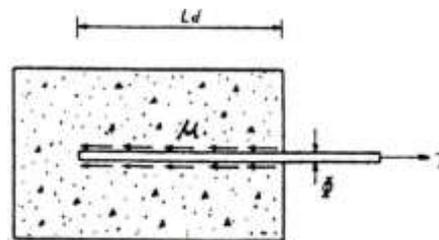
hilangnya daya lekatan antara baja tulangan dan beton.

5. Putusnya tulangan apabila penanamannya terlalu panjang.

Konsep Dasar Lekatan Penjangkaran

Menurut Wang & Salmon (1990), bahwa berapapun jumlah luas tulangan yang disediakan, tulangan-tulangan akan terlepas keluar apabila tidak diankerkan/dijangkarkan dengan memadai ke dalam beton. Untuk itu perlu penjangkaran sehingga gaya tarik yang timbul dapat ditahan oleh lekatan antara baja dan beton disekelilingnya.

Panjang penyaluran atau panjang penjangkaran adalah panjang minimal tulangan tertanam yang diperlukan untuk menahan gaya dari baja tulangan sampai kondisi tegangan mengalami kelelahan.



Gambar 1. Tegangan Lekat Penjangkaran Tarik

Gaya yang dapat ditahan oleh lekatan sepanjang panjang penjangkaran adalah:

$$T = \mu \cdot l_d \cdot \pi \cdot d_b \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

- T : Gaya tarik yang terjadi (N)
- μ : Tegangan lekat antara baja tulangan dan beton (MPa)
- l_d : Panjang penjangkaran (mm)
- d_b : Diameter tulangan (mm)
- π : Phi

Sehingga tegangan lekat rata-ratanya :

$$\mu = \frac{T}{l_d \cdot \pi \cdot d_b} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan 4 merupakan rumus yang dipakai dalam perhitungan hasil penelitian di laboratorium. Sedangkan untuk perhitungan secara analisis atau teori digunakan persamaan :

$$\mu = \frac{f_s \cdot d_b}{4 \cdot l_d} \dots\dots\dots (5)$$

Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (6)$$

dimana:

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban (N)
- A = Luas penampang (mm²)

Beton Bertulang

Beton bertulang adalah merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan: beton polos, yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekutan tarik yang rendah, dan batangan-batangan baja yang ditanamkan didalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan (Wang dan Salmon, 1990).

Baja Tulangan

Di dalam setiap struktur beton bertulang, harus dapat diusahakan supaya tulangan baja dan beton dapat mengalami deformasi secara bersamaan, dengan maksud agar terdapat ikatan yang kuat di antara keduanya.

Regangan

Regangan merupakan perubahan bentuk yang dialami sebuah benda jika duah buah gaya yang berlawanan arah (menjauhi pusat benda) dikenakan pada ujung – ujung benda.

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \dots\dots\dots (7)$$

dimana:

- ϵ = Regangan
- Δl = Perubahan Panjang Tulangan (mm)
- L_0 = Panjang Awal Tulangan (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Material dan Komposisi Campuran Beton

Material-material yang digunakan dalam studi ini adalah semen portland tipe I, agregat halus pasir asal Girian, agregat kasar batu pecah asal Tateli, air dan baja tulangan ulir BjTP U-40 D 8 mm, 10 mm, 12 mm, 16 mm, 19 mm. Komposisi campuran beton dengan memakai metode *SN1* diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Akhir Campuran Beton

| $f'c$ Rencana (MPa) | La.s | Semen (kg/m ³) | Air (kg/m ³) | Agregat Kasar (kg/m ³) | Agregat Halus (kg/m ³) |
|---------------------|------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 30 | 0.51 | 54.026 | 27.554 | 101.032 | 88.025 |

Sumber: Hasil penelitian

Benda Uji, Perawatan, dan Metode Pengujian

Pencetakan benda uji silinder (150x200) mm dimana ada tulangan yang diangkerkan untuk pengujian tarik pencabutan keluar (*pull-out test*) dan ada yang tidak memakai tulangan guna untuk pengujian kuat tekan.

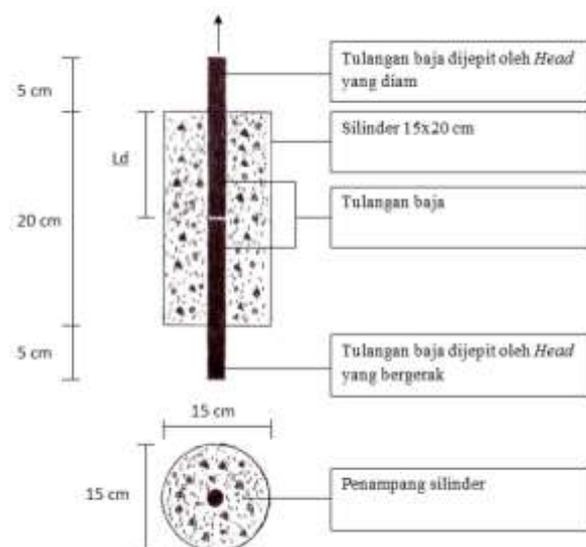
Tabel 3. Ukuran dan Jumlah Benda Uji Yang Dibuat

| $f'c$ Rencana (MPa) | Cetakan | | | | | |
|---------------------|------------------|------|--------|--|------|--------|
| | Tes Kuat Tekan | | | Tes Tarik Pencabutan Keluar (<i>Pull-Out Test</i>) | | |
| | Ukuran (cm) | Hari | Jumlah | Ukuran (cm) | Hari | Jumlah |
| 30 | Silinder = 10/20 | 28 | 4 | Silinder = 15/20 | 28 | 4 |

Sumber: Hasil penelitian

Semua benda uji dikeluarkan dari cetakannya setelah berumur satu hari serta dirawat dengan cara direndam hingga waktu pengujian dilakukan saat berumur 28 hari.

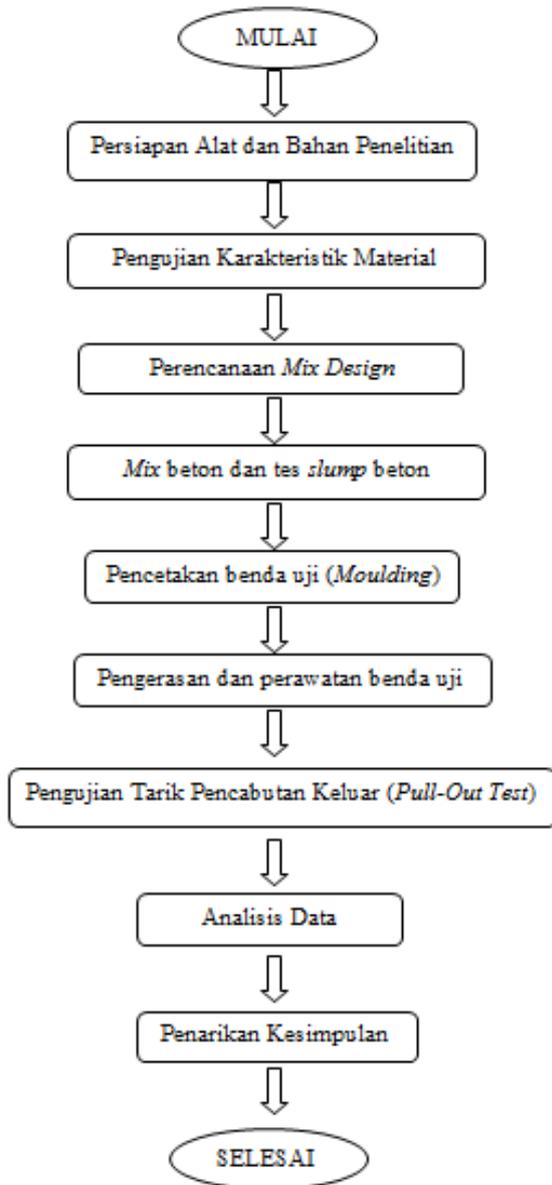
Untuk uji kuat tekan dan kuat tarik belah digunakan "*Compression Testing Machine*" sedangkan untuk pengujian kekuatan lekat antara baja tulangan dan beton dilakukan dengan cara "*Pull-out test*" pada "*Universal Testing Machine*".



Gambar 2. Skema Pengujian Tarik Pada Silinder

Adapun langkah-langkah penelitian tersebut divisualisasikan dalam diagram alir berikut :

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tes Kuat Tekan Beton

Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 part 115-116 pada umur 28 hari (Mulyono, 2003:9).

Hasil dari pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kuat Tekan Beton Rata-Rata

| F _c Rencana (MPa) | No. Benda Uji | Berat (Kg) | Hasil Pengujian | | | F _c Rata-rata (MPa) | F _c Rata-rata (kg/cm ²) |
|------------------------------|---------------|------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--|
| | | | P (kN) | F _c (MPa) | C _{ci} (kg/cm ³) | | |
| 30 | A1 | 3.38 | 260.7 | 33.19 | 338.538 | 31.35 | 319.77 |
| | A2 | 3.37 | 236.9 | 30.17 | 307.734 | | |
| | A3 | 3.38 | 233.7 | 29.75 | 303.45 | | |
| | A4 | 3.35 | 259.9 | 33.09 | 337.518 | | |
| 30 | B1 | 3.34 | 231.9 | 29.53 | 301.206 | 28.6825 | 282.562 |
| | B2 | 3.34 | 228.1 | 29.05 | 296.31 | | |
| | B3 | 3.36 | 235.5 | 29.98 | 305.796 | | |
| | B4 | 3.34 | 205.5 | 26.17 | 266.934 | | |
| 30 | C1 | 3.39 | 277.9 | 35.37 | 360.774 | 34.2175 | 349.019 |
| | C2 | 3.38 | 273.4 | 34.81 | 355.062 | | |
| | C3 | 3.4 | 262.1 | 33.37 | 340.374 | | |
| | C4 | 3.4 | 261.8 | 33.32 | 339.864 | | |
| 30 | D1 | 3.38 | 250.5 | 31.89 | 325.278 | 27.64 | 281.928 |
| | D2 | 3.35 | 228.9 | 29.14 | 297.228 | | |
| | D3 | 3.38 | 196.9 | 25.07 | 255.714 | | |
| | D4 | 3.38 | 192.1 | 24.46 | 249.492 | | |
| 30 | E1 | 3.38 | 272.8 | 34.73 | 354.246 | 33.16 | 338.232 |
| | E2 | 3.34 | 264.2 | 33.64 | 343.128 | | |
| | E3 | 3.36 | 267.7 | 34.08 | 347.616 | | |
| | E4 | 3.35 | 237.1 | 30.19 | 307.938 | | |

Sumber: Hasil penelitian

Berat Volume Beton

Tabel 5. Berat Volume Beton Rata-Rata Umur 28 Hari

| F _c Rencana (MPa) | Diameter Tulangan (mm) | Uji Kuat Tekan Silinder 10x20 mm | | Uji Kuat Tarik Pencabutan Keluar (Pull-out Test) Silinder 15x20 mm | | | |
|------------------------------|------------------------|----------------------------------|---|--|-----------------|-----------------------------|---|
| | | Berat Benda Uji (Kg) | Berat Volume Beton (kg/m ³) | Berat Benda Uji (Kg) | Berat Besi (Kg) | Berat Benda Uji + besi (Kg) | Berat volume Beton (kg/m ³) |
| 30 | 8 | 3.37 | 2146.5 | 7.525 | 0.055 | 7.58 | 2145.79 |
| | 10 | 3.343 | 2130.573 | 7.4183 | 0.1013 | 7.52 | 2128.8 |
| | 12 | 3.3925 | 2160.833 | 7.5775 | 0.15525 | 7.7125 | 2183.295 |
| | 16 | 3.3725 | 2148.093 | 7.51425 | 0.42325 | 7.9375 | 2246.993 |
| | 19 | 3.3575 | 2138.538 | 7.29425 | 0.63475 | 7.93 | 2244.868 |

Sumber: Hasil penelitian

Pemeriksaan Kuat Tarik Tulangan Baja

Tabel 6. Pemeriksaan Kuat Tarik Tulangan Baja

| D (mm) | Sampel | f _y (N/mm ²) | f _y (kg/mm ²) | f _y Rata-Rata (N/mm ²) | f _y Rata-Rata (kg/mm ²) |
|--------|--------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| 8 | 1 | 463.904 | 46.3904 | 461.754 | 46.1754 |
| | 2 | 451.111 | 45.1111 | | |
| | 3 | 470.247 | 47.0247 | | |
| 10 | 1 | 484.975 | 48.4975 | 485.129 | 48.5129 |
| | 2 | 491.624 | 49.1624 | | |
| | 3 | 478.788 | 47.8788 | | |
| 12 | 1 | 454.095 | 45.4095 | 446.747 | 44.6747 |
| | 2 | 441.176 | 44.1176 | | |
| | 3 | 444.969 | 44.969 | | |
| 16 | 1 | 420.254 | 42.0254 | 414.482 | 41.4482 |
| | 2 | 417.196 | 41.7196 | | |
| | 3 | 405.995 | 40.5995 | | |
| 19 | 1 | 396.991 | 39.6991 | 412.850 | 41.2850 |
| | 2 | 410.860 | 41.0860 | | |
| | 3 | 430.700 | 43.0700 | | |

Sumber: Hasil penelitian

Tes Tarik Pencabutan Keluar (Pull-Out Test)

Setelah melakukan pengujian tes tarik pencabutan keluar (*pull-out test*) dengan alat UTM (*Universal Testing Machine*) pada benda uji beton yang berumur 28 hari maka diperoleh data beban tarik yang terjadi dan berdasarkan *Persamaan (4)* dapat dihitung nilai tegangan tarik pencabutan keluar seperti terlihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Tegangan Tarik Pencabutan Keluar (*Pull-Out*) Rata-Rata

| D (mm) | Sempit | Id (mm) | T (N) | Lo (mm) | Luas Ld (mm ²) | μ | f (MPa) | f (kg/cm ²) |
|--------|--------|---------|---------|---------|----------------------------|------------|---------|-------------------------|
| 8 | A | 0.001 | 11815 | 200 | 2512 | 0.000007 | 4.74323 | 48.380946 |
| 10 | B | 0.001 | 12280 | 200 | 3140 | 0.000005 | 3.91083 | 39.890466 |
| 12 | C | 0.00175 | 16217.5 | 200 | 3768 | 0.00000875 | 4.30401 | 43.906902 |
| 16 | D | 0.001 | 19225 | 200 | 5024 | 0.000005 | 3.88635 | 39.640777 |
| 19 | E | 0.001 | 23805 | 200 | 5966 | 0.000005 | 3.99011 | 40.409122 |

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 3. Diagram Tegangan Tarik Pencabutan Keluar (*Pull-out*) Rata-Rata

Untuk cara teori atau analisis di gunakan persamaan 5, maka didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan Cara Analisis atau Teori

| db (mm) | ld (mm) | fs (N/mm ²) | μ (MPa) | μ (kg/cm ²) |
|---------|---------|-------------------------|-------------|-----------------------------|
| 8 | 100 | 461.754 | 9.23508 | 94.19782 |
| 10 | 100 | 485.129 | 12.12823 | 123.7079 |
| 12 | 100 | 446.747 | 13.40241 | 136.7046 |
| 16 | 100 | 414.482 | 16.57928 | 169.1087 |
| 19 | 100 | 412.85 | 19.61038 | 200.0258 |

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 4. Diagram Perhitungan Cara Analisis atau Teori



Gambar 5. Diagram Perbandingan μ Hasil Laboratorium dengan μ Hasil Analisis

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter tulangan tidak terlalu mempengaruhi daya lekat antara tulangan dengan beton. Karena dalam penelitian ini diameter 8 mm lebih besar daya lekatnya dibandingkan dengan diameter yang paling besar yaitu diameter 19 mm, perbandingannya sekitar 15,8 %.
2. Hasil analisis menunjukkan tegangan putus baja dan diameter tulangan juga mempengaruhi daya lekat. Semakin besar diameter tulangan maka daya lekat juga akan semakin besar.
3. Perbandingan antara hasil penelitian di Laboratorium dengan hasil analisis sangat besar karena dalam perhitungan hasil penelitian di laboratorium $T = f_y$ sedangkan perhitungan hasil analisis atau teori $f_s = f_y$.

Saran

1. Perencanaan untuk pengujian tegangan lekat haruslah memperhatikan cara membuat benda uji, cara pemadatan pada saat membuat benda uji, ukuran tulangan, jenis tulangan dan juga dimensi benda uji.
2. Perlu diadakan penelitian tegangan lekat dengan memvariasikan dimensi benda uji.
3. Perlu diadakan penelitian tegangan lekat dengan menggunakan bahan tambahan (admixture).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I-2*. 1979. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Brook, K.M. dan Murdock, L.J. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga. Jakarta.
- Ferguson, P.M. 1991. *Dasar-Dasar Beton Bertulang*. Erlangga. Jakarta.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Andi. Jakarta.
- Nawy, E.G. 2010. *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan. Cetakan keempat. Refika Aditama. Bandung.
- Park, R & Paulay, T. 1975. *Reinforced Concrete Structure*. Department of Civil Engineering University of Canterburg. Christ-church. New Zealand.
- Tjokrodimulyo Kardiyono. 1992. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit. Yogyakarta.
- Wang, C.K. & Salmon, C. 1990. *Disain Beton Bertulang*. Jilid 1. Erlangga. Jakarta.