

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mortar

2.1.1 Pengertian Mortar

Mortar adalah hasil pencampuran antara semen hidrolis, air dan agregat halus dengan proporsi tertentu serta mengalami proses pemadatan baik secara langsung maupun tidak langsung melalui tekanan. Selanjutnya hasil ini akan mengalami pengikatan dan pengerasan sesuai dengan bertambahnya umur seperti beton, produk ini berbentuk campuran segar yang dibuat dan langsung digunakan di lokasi maupun produk cetakan jadi yang dibuat di pabrik dan baru dipasang di lokasi pekerjaan (Hendro Suseno, 2010).

Sama halnya dengan beton, kekuatan tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor air semen dan kepadatan, jenis semen, jumlah semen, sifat agregat dan juga umur mortar. Pada pembuatan mortar juga dimungkinkan adanya penambahan *admixture* untuk didapatkan hasil tertentu.

2.1.2 Mortar Ringan

Mengacu pada salah satu fungsi penggunaan mortar yang digunakan sebagai material non-struktural bangunan. Massa jenis mortar memegang peranan penting untuk mengurangi beban yang dipikul oleh struktur utama bangunan. Oleh sebab itu banyak penelitian tentang penggunaan bahan tambahan yang mampu menurunkan massa jenis mortar atau yang sering disebut dengan mortar ringan.

Banyak cara yang ditempuh untuk menghasilkan mortar dengan massa jenis yang relative ringan. Mulai dari penggunaan material dengan massa jenis ringan, hingga penambahan udara pada campuran mortar dengan bahan yang menghasilkan busa atau yang sering dikenal dengan mortar *aerasi*. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai penghasil busa dalam campuran mortar adalah sari buah lerak. Cara pembuatannya dengan mencampurkan sari buah lerak dengan air secukupnya pada kondisi mendidih dengan menggunakan alat penghasil busa (*mixer*).

Pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan penelitian pendahuluan untuk memperoleh campuran mortar yang optimum. Dilakukan pencampuran 1 ons semen, 3 ons pasir, 50 cc air, serta busa lerak bervariasi. Variasi penggunaan busa lerak adalah 100 cc, 200 cc, dan 300 cc.

Dari penelitian pendahuluan diperoleh hasil yang optimum antara berat isi mortar dengan kuat tekannya, yakni pada campuran dengan kadar busa lerak sebesar 100 cc dan 200 cc.

2.2 Material Penyusun Mortar

2.2.1 Semen

Semen *Portland* terutama mengandung *kalsium* dan *alumina silica* dibuat dari bahan utama *limestone* yang mengandung *kalsium oksida* (CaO), dan lempung yang mengandung *silica dioksida* (SiO_2) serta *aluminium oksida* (Al_2O_3). Setelah melalui suatu proses industri, semen dipasarkan dalam bentuk bubuk dan dikemas dalam kantong.

Semen berfungsi sebagai bahan perekat untuk menyatukan bahan penyusun mortar menjadi satu massa yang kompak dan padat dengan proses hidrasi. Semen akan berfungsi sebagai perekat apabila diberi air, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis.

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Proses kimiawi ini berupa rekristalisasi dalam bentuk *interlocking-crystals* sehingga membentuk gel semen yang akan mempunyai kekuatan tekan tinggi apabila mengeras. Table 2.1 memperlihatkan kontribusi relatif masing-masing komponen semen dalam mencapai kekuatannya. Kekuatan awal semen *portland* semakin tinggi apabila semakin banyak persentase C_3S . Jika perawatan kelembaban terus berlangsung, kekuatan akhirnya akan lebih besar apabila persentase C_2S semakin besar. C_3A mempunyai kontribusi terhadap kekuatan selama beberapa hari sesudah pengecoran, karena bahan ini yang terdahulu mengalami hidrasi.

Tabel 2.1 Sifat-sifat semen

Komponen	Kelajuan reaksi	Pelepasan panas	Besar penyemenan batas
C ₃ S	Sedang	Sedang	Baik
C ₂ S	Lambat	Kecil	Baik
C ₃ A	Cepat	Besar	Buruk
C ₄ AF	Lambat	Kecil	Buruk

Sumber : Nawy (1990)

Karena berbagai jenis semen menghasilkan panas yang berbeda-beda, juga dengan kelajuan pelepasan panas yang berbeda, maka sangat perlu diketahui untuk struktur apakah semen tersebut digunakan. Semakin besar dan berat penampang struktur mortar, semakin sedikit panas hidrasi yang di inginkan.

Adapun jenis-jenis semen *portland* adalah sebagai berikut:

1. Semen jenis I : Semen *portland* untuk penggunaan umum untuk semua tujuan.
2. Semen jenis II : Relatif sedikit pelepasan panas; digunakan untuk struktur besar.
3. Semen jenis III : Mencapai kekuatan tinggi pada umur 3 hari.
4. Semen jenis IV : Dipakai pada bendungan beton, karena mempunyai sifat panas hidrasi rendah.
5. Semen jenis V : Dipakai untuk beton-beton yang akan di tempatkan di lingkungan dengan konsentrasi sulfat yang tinggi.

2.2.2 Agregat Halus

Dalam struktur beton biasa agregat menempati kurang lebih 70 sampai 75% dari volume massa yang telah mengeras. Sisanya terdiri dari adukan semen yang telah mengeras, air yang belum bereaksi, dan rongga-rongga udara (Winter, 1993).

Sifat yang terpenting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang mempunyai pengaruh terhadap ikatan dengan pasta semen, porositas, dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada musim dingin, dan ketahanan terhadap penyusutan.

Agregat halus merupakan agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*). Agregat halus umumnya diperoleh dengan cara disaring, dimana agregat halus ini diharuskan lolos dari saringan No.4 atau saringan yang setiap 1 inchi panjang mempunyai 4 lubang. Persyaratan gradasi agregat halus dapat dilihat dalam tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Persyaratan gradasi agregat halus ASTM C 33-74a

Ukuran saringan (mm)	Persentase lolos (%)
9,50	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	55-85
Ukuran saringan (mm)	Persentase lolos (%)
0,60	25-60
0,30	10-30
0,15	2-10

Sumber : Murdock & Brook (1979)

2.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan mortar agar terjadi reaksi kimia dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya, umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran mortar (Nawy, 1990).

Di dalam campuran mortar, air mempunyai dua fungsi, yang pertama, untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan

pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan.

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekutan yang tinggi pada mortar, tetapi lemasan mortar atau daya kerjanya akan berkurang yang di akibatkan karena proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sedangkan proporsi air yang berlebihan akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan pencampuran, tetapi kekuatan hancur mortar menjadi rendah dikarenakan banyaknya gelembung air yang terbentuk. Proporsi air ini dinyatakan dalam rasio air-semen, yaitu angka yang menyatakan perbandingan antar berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan mortar tersebut, pada umumnya dipakai 0,4-0,6 tergantung mutu mortar yang hendak dicapai. Mortar yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dan derajat workabilitas yang maksimal.

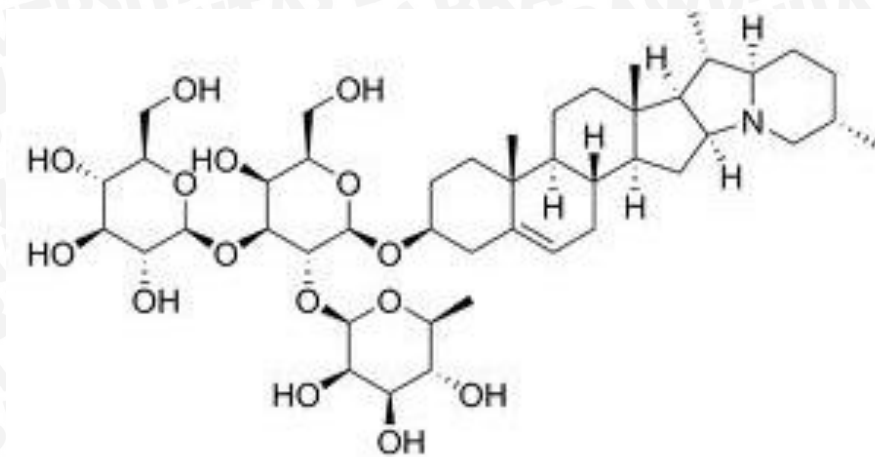
Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air sebagai berikut (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992):

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak mortar (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.3 Busa Lerak

Tanaman lerak atau yang dikenal dengan bahasa latin *spindus rarak* dapat kita jumpai di hampir di seluruh Pulau Jawa. Tanaman ini menghasilkan buah yang menyerupai kurma. Buah lerak oleh masyarakat pada umumnya digunakan sebagai bahan pencuci kain batik dan perhiasan emas. Dalam buah lerak terkandung bahan aktif alkaloid, ateroid, dan saponin (Stoffels, 2008).

Saponin adalah suatu senyawa yang dapat menghasilkan busa ketika bahan tersebut direbus dalam air dan kemudian dikocok. Busa yang dihasilkan senyawa ini mampu bertahan dalam waktu yang relatif lama.



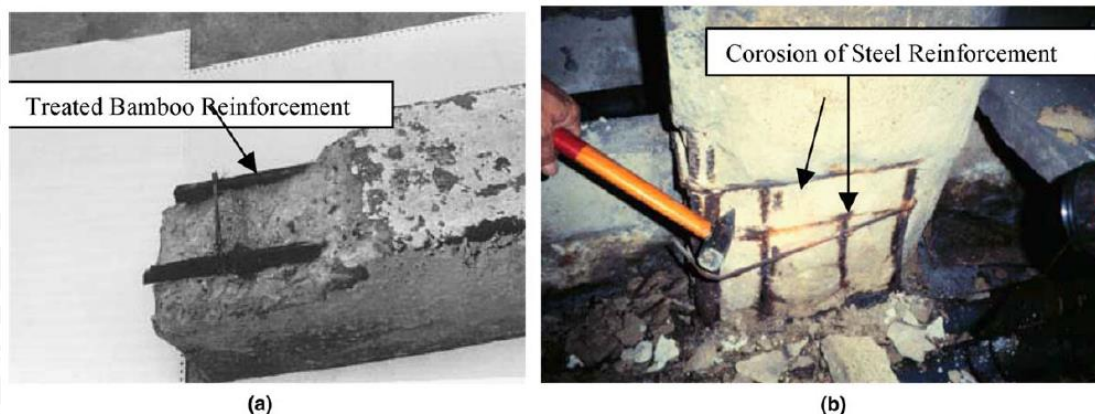
Gambar 2.1 Struktur Kimia Saponin
Sumber: Stoffels (2008)

CV. Duta Beton Mandiri mulai memproduksi bata beton ringan (BANONCON) yang memadukan agregat halus, semen, air, dan busa lerak pada tahun 2009. Penambahan busa lerak dengan komposisi tertentu akan menghasilkan bata beton dengan masa jenis lebih kecil dari air, yakni sekitar 750 kg/m^3 . Sehingga bata beton yang dihasilkan dapat terapung dalam air.

Penelitian terhadap penggunaan buah lerak terus dikembangkan hingga saat ini. Penggunaan bahan alamiah ini diharapkan mampu menciptakan material-material yang ramah lingkungan karena memanfaatkan hasil bumi yang ada, serta menghasilkan bahan yang tidak mencemari lingkungan disekitarnya.

2.4 Bambu Sebagai Tulangan

Berdasarkan hasil penelitian, bambu dapat digunakan sebagai material alternatif pengganti baja tulangan karena memiliki tingkat keawetan yang cukup baik jika dibandingkan dengan baja. Tulangan baja akan mengalami korosi setelah 10 tahun. Sedangkan tulangan bambu dengan perlakuan tertentu masih dapat bertahan hingga 15 tahun pada ruangan terbuka, seperti terlihat pada **Gambar 2.2** (Ghavami, 2004).



Gambar 2.2 Keawetan Bambu dan Baja dalam Elemen Beton

(a) Tulangan bambu yang ditanam dalam balok setelah 15 tahun

(b) Tulangan baja dalam kolom setelah 10 tahun.

Sumber: Ghavami (2004)

Bambu memiliki banyak jenis, diantaranya yang banyak di Indonesia yaitu (Frick, 2004):

1. Bambu tali / apus (*Gigantochloa apus*)

Bambu yang amat liat dengan jarak ruas sampai 65 cm dan garis tengah 40 – 80 mm serta panjang batang 6 – 13 m.

2. Bambu petung (*Dendrocalamus asper*)

Bambu yang amat kuat, dengan jarak ruas pendek, tetapi dengan dinding tebal sehingga tidak begitu liat. Garis tengah bambu petung 80 – 130 mm, panjang batang 10 – 20 m. Bambu ini sering ditanam dan tumbuh pada daerah pada ketinggian 1900 mdpl.

3. Bambu wulung/hitam (*Gigantochloa vertillata*)

Bambu dengan jarak ruas panjang seperti pada bambu tali/apus, akan tetapi tebalnya sampai 20 mm dan tidak liat (getas), bergaris kuning muda. Garis tengah bambu ini 40 – 100 mm panjang batang 7 – 18 m.

Kekuatan tarik bambu untuk menahan gaya-gaya tarik berbeda-beda pada bagian dinding batang dalam atau bagian luar, garis tengah batang (batang yang langsing memiliki ketahanan terhadap gaya tarik yang lebih tinggi), serta pada bagian batang mana pun yang digunakan karena bagian kepala memiliki kekuatan terhadap gaya tarik yang 12 % lebih rendah dibandingkan dengan bagian batang kaki.

Bambu tentunya tidak dapat menggantikan peran dari baja tulangan secara penuh. Karena pada tulangan berbahan dasar baja mampu dihasilkan dua jenis tulangan, yakni polos dan ulir. Dengan diameter nominal yang sama dari dua jenis tulangan tersebut akan dihasilkan kuat lekat yang berbeda. Hal ini disebabkan adanya *interlocking* pada tulangan ulir yang terjadi diantara sirip tulangan. Sehingga kuat lekatnya tidak hanya disebabkan oleh tegangan permukaan dan adhesi kimia disepanjang permukaan tulangan seperti yang terjadi pada tulangan polos.

Dari berbagai jenis bambu yang telah diteliti kuat lekatnya ternyata bambu petung mempunyai kuat lekat yang paling tinggi, yaitu sekitar 1,1 MPa (dipilin). Kuat lekat bambu apus, ori dan wulung hampir sama, yaitu sekitar 0,6 MPa (Triwiyono, 2000). Untuk memberikan kuat lekat yang lebih besar, pada penelitian ini ditambahkan ulir berupa kawat dengan diameter 1 mm yang dililitkan sepanjang tulangan.

2.5 Lapisan Bambu

Mortar bertulang merupakan material gabungan yang terbentuk dari material penyusun mortar itu sendiri dengan penambahan tulangan di dalamnya. Kedua material penyusun mortar bertulang tersebut baru dapat bekerja sama apabila di antara keduanya terjadi lekatan yang baik.

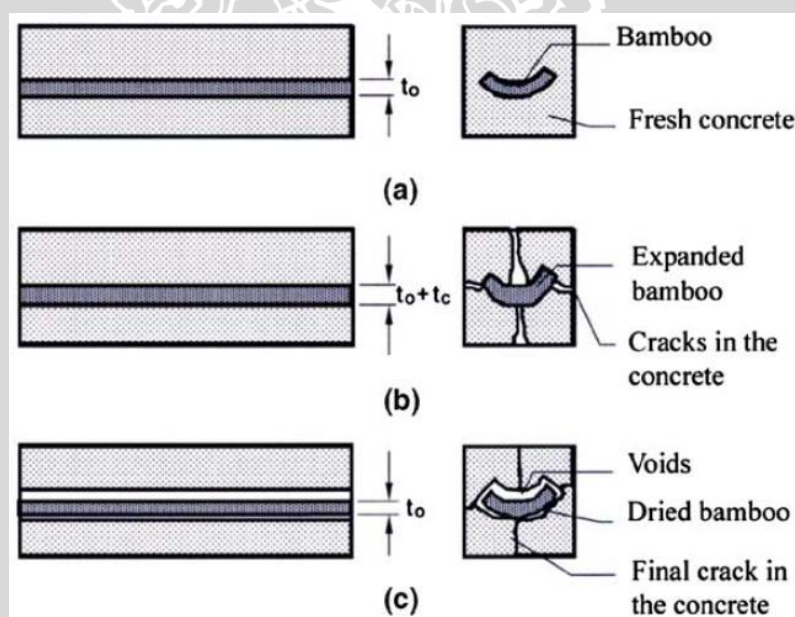
Lekatan (*bond*) antara tulangan dalam mortar dengan mortar di sekelilingnya merupakan salah satu persyaratan utama dalam konstruksi mortar bertulang. Kerja sama ini pada akhirnya akan menghindarkan terjadinya selip (*slip*) antara tulangan dengan mortar di sekelilingnya (Wang & Salmon, 1986).

Apabila dipakai tulangan rata tanpa ulir pada permukaannya kekuatan lekat awal hanya disebabkan karena adanya *adhesi* kimiawi yang relatif lemah dan gesekan mekanis yang terjadi antara mortar dan tulangan (Winter, 1993).

Pada mortar bertulang dengan menggunakan tulangan bambu, dimana bentuk permukaannya rata karena tidak memungkinkan adanya ulir. Maka kekuatan lekat yang terjadi bersumber dari *adhesi* kimiawi serta gesekan mekanis antara tulangan dengan mortar layaknya mortar bertulang dengan menggunakan tulangan baja polos.

Disamping hal tersebut, keraguan untuk pemakaian bambu sebagai tulangan muncul karena bambu memiliki sifat yang higroskopis. Kembang susut pada bambu sangat dipengaruhi oleh kandungan air didalamnya. Adanya proses kembang susut ini pada akhirnya akan berpengaruh terhadap lekatan antara bambu dan mortar. (Pathurahman, 2008)

Untuk mengatasi kelemahan diatas, beberapa peneliti mengusulkan untuk menggunakan bambu yang sudah tua usianya sehingga daya serap dan kelembabannya kecil. Ghavami (2004) dalam penelitiannya menggunakan beberapa perlakuan menggunakan zat kedap air untuk melapisi permukaan bambu tulangan. Salah satu perlakuan yang paling efektif yakni dengan pemberian lapisan tipis Sikadur 32-Gel. Perlakuan tersebut menghasilkan kekuatan lekat (*bond*) yang mendekati kekuatan lekat yang dihasilkan oleh tulangan baja. Secara lengkap hasil penelitian penggunaan Sikadur 32-Gel sebagai zat pelapis tulangan bambu disajikan pada **Tabel 2.3**.



Gambar 2.3 Perilaku Bambu yang Tidak Diberikan Lapisan Kedap Air.

- (a) Bambu dalam beton segar;
 - (b) Bambu menyerap air dan mengembang pada masa curing beton; dan
 - (c) Bambu kembali keukuran semula setelah masa curing beton.
- Sumber: Ghavami (2004)

Tabel 2.3 Kekuatan lekat bambu pada pengujian *pull out*

<i>Treatment</i>	<i>Bond Strenght of Treated Bamboo</i>	<i>Bond Strenght of Untreated Bamboo</i>
<i>Without treatment</i>	0,52	1,00
<i>Negrolin + sand</i>	0,73	1,40
<i>Negrolin + sand + wire</i>	0,97	1,87
<i>Sikadur 32-Gel</i>	2,75	5,29
<i>steel</i>	3,25	6,25

Sumber: Ghavami (2004)

Namun pemberian Sikadur 32-Gel sebagai zat pelapis sangatlah mahal jika dilakukan dalam suatu pembangunan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai zat pelapis lain yang lebih ekonomis. Akan tetapi tetap memberikan hasil kuat lekat yang besar, serta perlindungan akan sifat bambu yang higroskopis.

Untuk memperoleh pelapisan yang ekonomis, umumnya digunakan zat pelapis berupa cat. Hal ini didasarkan pada kemampuan cat yang mampu memberikan lapisan kedap air pada benda yang diselimuti. Sehingga pada penelitian ini akan dicoba menggunakan zat pelapis berupa cat.

Berdasarkan zat pelarut yang digunakan cat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Cat berpelarut air, umumnya digunakan untuk keperluan pengecatan yang tidak membutuhkan daya rekat tinggi. Digunakan pada material yang memiliki porositas yang tinggi.
- Cat berpelarut minyak, secara umum memiliki komposisi yang sama dengan cat berpelarut air. Perbedaan terletak pada penambahan lateks. Penambahan lateks difungsikan untuk meningkatkan daya rekat terhadap permukaan yang dilapisi. Umumnya digunakan untuk melapisi material dengan porositas rendah seperti pada kayu dan logam.

Pemilihan jenis cat harus mempertimbangkan material yang akan dilapisi. Pada penelitian ini digunakan cat kayu yang secara khusus mampu memberikan pelapisan yang tepat terhadap tekstur bambu dengan tingkat porositas yang dimiliki.

Penggunaan cat sebagai zat pelapis tulangan bambu didasarkan atas beberapa hal, antara lain:

- Daya rekat yang cukup baik;
- Mudah dalam mengaplikasikan;
- Dapat menutup permukaan dengan mudah dan membentuk *kohesif* film (bagian cat yang menempel); dan
- Tahan terhadap cuaca

Dari beberapa kelebihan yang dimiliki cat, ada kekurangan yang harus diatasi. Licinnya permukaan akibat penggunaan lapisan cat perlu diantisipasi terkait penggunaannya untuk melapisi tulangan bambu. Alternatif yang digunakan yakni dengan menaburkan lapisan tipis pasir pada permukaan tulangan yang telah dilapis cat. Hal ini untuk meningkatkan kekasaran permukaan tulangan agar kekuatan lekat yang dihasilkan semakin meningkat pula.

Untuk jenis tulangan ulir, peranan cat digunakan untuk memastikan tidak adanya celah terbuka akibat goresan saat pemasangan ulir serta untuk media melekatnya taburan pasir pada tulangan bambu.

2.6 Pengujian Benda Uji

2.6.1 Kuat Tekan

Nilai kuat tekan mortar relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan mortar merupakan bahan yang bersifat getas. Kuat tarik yang dimiliki mortar hanya berkisar antara 9-15% dari kuat tekannya (Istimawan Dipohusodo, 1994). Kuat tekan mortar diwakili oleh tegangan tekan maksimum f'_c dengan satuan N/mm² atau Mpa.

Untuk mengetahui besar kuat tekan yang dimiliki mortar umumnya dilakukan pengujian menggunakan *Compression Test Machine*. Sedangkan dalam perhitungan empirisnya, dapat digunakan rumus (2-1) di bawah ini:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2-1)$$

Dengan:

f'_c	= kuat tekan
P	= beban
A	= luas penampang mortar

2.6.2 Kuat Lekat

Dari hasil pengujian kuat tekan. Maka akan dapat diperkirakan besar kuat lekat yang dimilikinya. Kuat lekat/tegangan lekat ini oleh ACI maupun SKSNI dianggap bekerja merata sepanjang panjang penyalurannya, dimana panjang penyaluran adalah panjang tulangan tertanam (Arwanto, 2006). Persamaan panjang penyaluran yang diberikan oleh ACI dan SKSNI adalah sebagai berikut (Arwanto, 2006):

$$l_d = \frac{0,019 \cdot A_b \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}} \quad (2-2)$$

Jika gaya yang dapat ditahan oleh lekatan sepanjang l_d adalah

$$P = \bar{u} \cdot l_d \cdot \pi \cdot d_b \quad (2-3)$$

Sedangkan kapasitas tulangan untuk menerima gaya tarik adalah

$$P = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2 \cdot f_y \quad (2-4)$$

Dengan mensubstitusikan persamaar (2-3) kedalam persamaan (2-4) didapat

$$l_d = \frac{d_b \cdot f_y}{4 \cdot \bar{u}} \quad (2-5)$$

Sehingga diperoleh tegangan lekat rata-rata menurut ACI dan SKSNI

$$\bar{u} = \frac{16,67 \cdot \sqrt{f'_c}}{d_b} \quad (2-6)$$

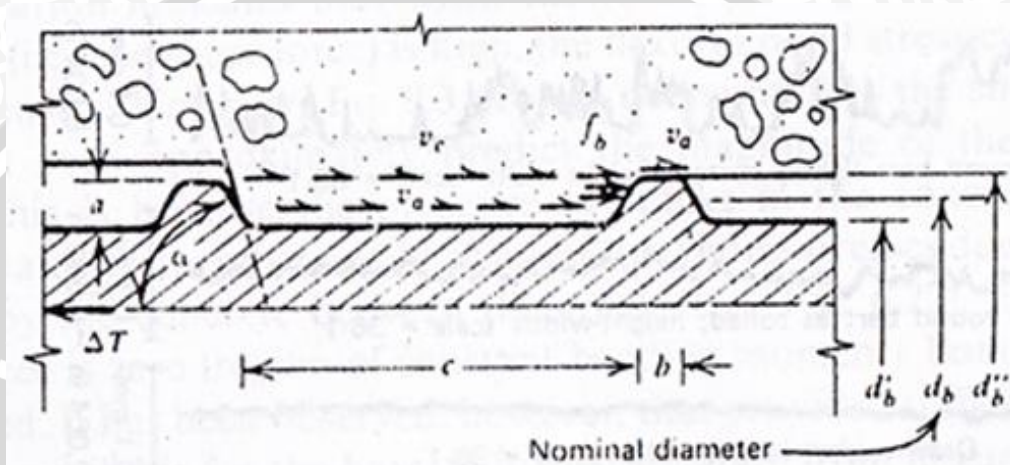
Dari persamaan (2-3) juga dapat diperoleh tegangan lekat rata-rata riil antara mortar dan tulangan

$$\bar{u} = \frac{P}{\pi \cdot d_b \cdot l_d} \quad (2-7)$$

Dengan:

- l_d = panjang penyaluran (mm)
- A_b = luas penampang tulangan (mm²)
- d_b = diameter tulangan (mm)
- f_y = tegangan leleh baja tulangan (Mpa)
- f'_c = kuat tekan (Mpa)
- $\bar{u}$ = tegangan lekat rata-rata mortar dan tulangan (Mpa)

Besar kuat lekat/tegangan lekat yang dimiliki tulangan dengan jenis ulir berbeda dengan tulangan polos. Hal ini dikarenakan berbedanya permukaan tulangan yang secara tidak langsung akan mempengaruhi gaya-gaya yang ditimbulkan antara tulangan dengan mortar yang menyelimuti seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.4** berikut ini.



Gambar 2.4 Tegangan Lekat pada Baja Tulangan Ulir
Sumber: Park & Paulay (1975)

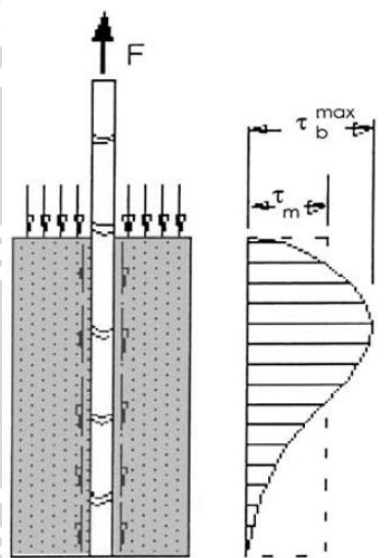
Mengacu pada gambar diatas, tegangan lekat diantara dua sirip tulangan dihasilkan oleh beberapa hal dibawah ini (Park & Paulay, 1975):

1. Tegangan geser V_a , dihasilkan oleh *adhesi* (gaya tarik menarik molekul tidak sejenis) sepanjang bidang kontak antara tulangan dan mortar.
2. *Bearing stresses* f_b , merupakan gaya yang langsung mengenai sirip tulangan.
3. Tegangan geser V_c , sebagai gaya yang bekerja pada mortar diantara dua sirip.

Tegangan lekat yang terjadi pada tulangan ulir seperti pada gambar diatas dapat dirumuskan sebagai berikut (Park & Paulay, 1975):

$$\Delta T = \pi d'_b (b + c) V_a + \pi \frac{d''_b{}^2 - d'_b{}^2}{4} f_b \approx \pi d''_b c V_c \quad (2-8)$$

Rumus (2-8) di atas menjelaskan bahwa besar tegangan lekat yang dimiliki oleh tulangan dengan jenis ulir adalah sama dengan tulangan polos. Yakni merupakan hasil kali dari panjang penyaluran dengan tegangan geser yang terjadi. Namun diameter yang digunakan dalam menghitung panjang penyaluran adalah diameter dari sirip tulangan.



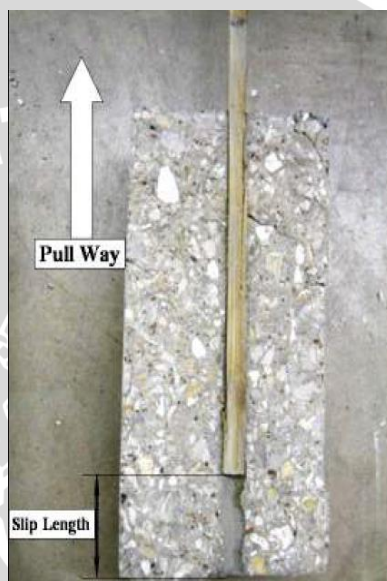
Gambar 2.5 Pengujian *Pull-out*.
Sumber: Ghavami (2004).

Besar kekuatan lekat (*bond*) serta besar selip antara bambu dan mortar dapat diperoleh dengan melakukan pengujian tarik bebas (*pull-out*). Pengujian tarik dilakukan hingga tulangan dan mortar yang menyelimutinya benar-benar terpisah. Pengujian tarik yang umum dilakukan pada mortar dengan tulangan baja yakni dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) yang akan menarik tulangan hingga benar-benar terpisah dengan mortar yang menyelimutinya.

2.6.3 Selip

Selain untuk mengetahui besar tegangan lekat yang timbul antara bambu dan mortar, besar selip (*slip*) yang terjadi diantara kedua material ini perlu untuk diketahui. Selip akan terjadi mengikuti tegangan lekat akibat pemberian beban baik pada tulangan maupun mortar yang

menyelimuti. Pembacaan besar selip yang terjadi pada penelitian ini sangat tidak memungkinkan ketika digunakan *Universal Testing Machine*. Karena perubahan yang terjadi dinilai terlalu cepat untuk dilakukan proses pencatatan, mengingat material mortar yang digunakan adalah material mortar ringan yang tentunya memiliki tegangan lekat lebih kecil dari mortar normal.



Gambar 2.6 Selip Setelah Pengujian *Pull Out*
Sumber: Jung (2006).

Pembebanan yang memungkinkan untuk dilakukan proses pencatatan yakni apabila dilakukan pembebanan secara bertahap. Dengan memberikan beban secara bertahap tentunya akan mempermudah pengamatan atas selip yang terjadi antara bambu dan mortar. Sehingga pada penelitian ini digunakan *Lever Type Creep Tester* modifikasi yang memungkinkan pemberian beban secara bertahap.

2.7 Hipotesis Penelitian

Dari uraian tinjauan pustaka diatas, maka pada penelitian ini dapat diambil hipotesis awal sebagai berikut:

1. Semakin besar diameter dan adanya penambahan ulir pada tulangan bambu, serta semakin sedikitnya kadar busa lerak dalam campuran mortar diperkirakan akan meningkatkan kapasitas beban *pull out*.

2. Semakin besar diameter dan adanya penambahan ulir pada tulangan bambu, serta semakin sedikitnya kadar busa lerak dalam campuran mortar diperkirakan akan menurunkan besar selip *pull out*.

