

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

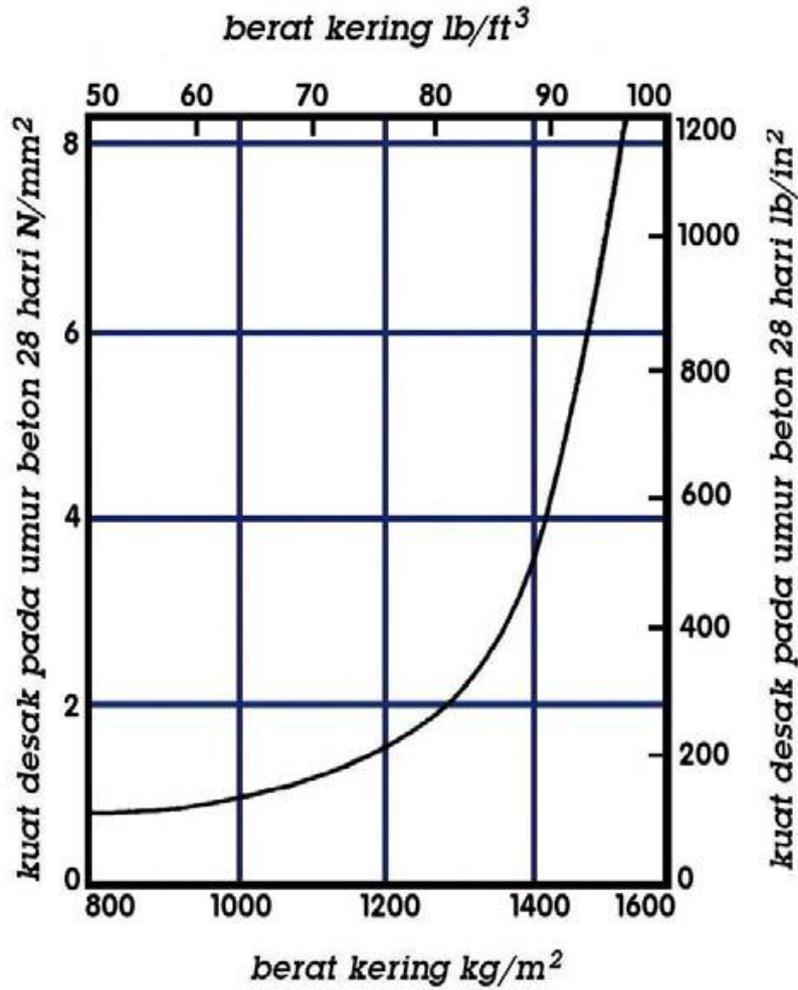
2.1 Mortar Ringan

Mortar adalah campuran antara Air, semen, dan pasir dengan perbandingan tertentu. Kandungan mortar dapat dikerjakan berdasarkan proporsi yang akan diberikan pada campuran sesuai dengan tegangan rencana yang di inginkan. Proporsi tersebut di dasarkan pada perbandingan berat maupun volume. Kuat tekan mortar sangat bergantung pada kualitas semen dan mortar yang digunakan. Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen. Perbandingan air – semen dapat di ambil berdasarkan kualitas dan kemudahan pengerjaan mortar.

Adukan mortar yang baik adalah yang dapat dengan mudah diaduk, diangkut dan dipadatkan tanpa menyebabkan efek negative seperti pemisahan air dan semen dari adukan serta pemisahan agregat dari adukan. Pencampuran sebaiknya dilakukan dengan mencampurkan semen dan pasir, kemudian ditambahkan dengan air hingga merata.

Mortar ringan merupakan mortar dengan massa jenis yang cukup ringan jika dibandingkan dengan mortar konvensional. Penggunaan mortar jenis ini semakin meluas tiap tahunnya, terutama baik untuk bagian struktural maupun non-struktural pada bangunan. Dengan bebannya yang cukup ringan, memungkinkan mortar jenis ini untuk digunakan sebagai elemen pada bangunan bertingkat tinggi. Karena akan mengurangi beban mati bangunan secara signifikan.

Ada banyak cara untuk menghasilkan mortar ringan salah satunya dengan menambahkan beberapa bahan yang menyebabkan busa dengan maksud untuk menimbulkan adanya rongga-rongga udara pada mortar sehingga dapat mengurangi berat jenis mortar secara signifikan. Pada penelitian ini mortar ringan yang di gunakan adalah mortar ringan dari adukan semen yang di campuri udara yang ditimbulkan dari busa atau buih sabun.



Gambar 2.1 Grafik hubungan kuat desak dan berat jenis untuk adukan semen yang dicampuri udara.

Sumber : Murdock & Brook (1979)

Sebelumnya telah dilakukan pendahuluan untuk mengetahui perancangan campuran mortar yang baik dan sesuai. Menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm dengan menggunakan 1 ons semen dengan 3 ons pasir untuk 2 benda uji dengan variasi kadar air dan kadar busa lerak. Dari penelitian pendahuluan ini didapatkan hasil berupa berat isi dan tegangan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Berat isi dan tegangan pada mortar ringan menggunakan lerak

Busa	Air (cc)	Berat isi (gr/cm ³)	Tegangan (N/mm ²)
100 cc	40		
	50	1,56	3,56
	60	1,42	3,54
200 cc	40	1,37	3,32
	50	1,18	3,22
	60	1,14	2,16
300 cc	40	1,17	1,82
	50	1,11	1,40
	60		

Dari hasil penelitian pendahuluan ini dapat di ambil komposisi kadar air 50 dan variasi kadar busa lerak 100 cc yang menghasilkan tegangan terbesar dan 200 cc yang menghasilkan berat jenis yang cukup ringan dan kuat tekan yang cukup besar.

2.2 Bahan Penyusun

2.2.1 Semen Portland

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat (Mulyono, 2004). Semen akan bereaksi menjadi perekat bila diberi air.

Semen dapat di bedakan menjadi dua, yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen non hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh semen non-hidrolis ini adalah kapur. Sedangkan semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolis antara lain kapur hidrolis, semen pozolan semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozolan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif (Mulyono, 2004).

Semen Portland adalah jenis semen yang paling sering digunakan dalam pekerjaan mortar. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat.

Pada SK.SNI T-15-1990-03 semen portland dibagi menjadi lima jenis yaitu :

- a. Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
- e. Tipe VI, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat adalah butiran yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar. agregat harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa mortar dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat dimana agregat yang kecil berfungsi untuk mengisi celah yang ada diantara agregat yang berukuran besar. Jika dilihat dari sumbernya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu yang berasal dari alam dan buatan. Contoh agregat yang berasal dari sumber alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari *stone crusher*, hasil residu terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pecahan genteng, pecahan beton, *fly ash* dari residu PLTU, *extended shale*, *expanded slag* dan lainnya (Mulyono, 2004).

Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel-partikel yang lewat saringan #4 atau 5mm. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 200, atau nahan bahan lain yang dapat merusak mortar. S.K SNI T-15-1990-03 memberikan memberikan syarat gradasi agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris seperti dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Mulyono (2004)

2.2.3 Air

Di dalam campuran mortar, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan percetakan (Murdock & Brook, 1979). Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, garam, minyak, atau bahan kimia lainnya dapat menurunkan kualitas apabila dipakai dalam campuran mortar.

Jumlah 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 jumlah air yang berlebihan akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan pencampuran, tetapi kekuatan hancur mortar menjadi rendah dikarenakan banyaknya gelembung air yang terbentuk. Jumlah air untuk campuran mortar pada umumnya dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara berat air dan berat semen portland pada campuran adukan. Nilai perbandingan ini dinyatakan dalam faktor air semen (FAS) atau ratio air semen (RAS). Umumnya nilai FAS atau RAS minimum yang diberikan 0,4 dan maksimum 0,65.

Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air sebagai berikut (Kardiyono, 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.

2.2.4 Busa Lerak

Buah lerak (*Sapindus rarak*) banyak terdapat di Pulau Jawa dan lazim dipakai oleh masyarakat sebagai bahan pencuci kain batik dan perhiasan emas. Batik biasanya dianjurkan untuk dicuci dengan lerak karena dianggap sebagai bahan pencuci paling sesuai untuk menjaga kualitasnya (warna batik).

Marga *Sapindus* dikenal oleh masyarakat umum sebagai *soapberies* atau *soapnuts* karena daging buahnya digunakan untuk membuat sabun. Buah lerak terdiri dari biji yang mengandung minyak dan daging buah yang mengandung saponin sebagai *surfactant* alami (Stoffels, 2008)

Saponin pada lerak merupakan alkaloid beracun. Saponin inilah yang menghasilkan busa dan berfungsi sebagai bahan pencuci, dan dapat pula dimanfaatkan sebagai pembersih berbagai peralatan dapur. Busa inilah yang akan digunakan dalam campuran mortar ringan. Busa itu sendiri dapat digunakan untuk memperingan berat mortar mengingat busa yang dihasilkan oleh zat saponin cukup stabil dan bertahan cukup lama.

2.3 Bambu Sebagai Tulangan Mortar

Bambu dipilih sebagai tulangan mortar alternatif karena memiliki kuat tarik cukup tinggi yang mana setara dengan kuat tarik baja lunak. Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm^2 (Morisco, 1996). Bagian luar batang bambu relatif lebih kedap air bila di dibandingkan dengan dengan bagian dalam, serta mamiliki kekuatan tarik hampir tiga kali bagian dalamnya. Dilihat dari kekuatannya, pemakaian bambu sebagai tulangan mortar alternatif dinilai cukup layak, minimal untuk struktur ringan dan sedang.

Pada tulangan yang berbahan baja terdapat dua jenis tulangan yaitu polos (*undeformed*) dan ulir (*deformed*). Lekatan pada tulangan polos diakibatkan oleh adanya adhesi antara mortar dengan permukaan tulangan yang dapat hilang saat terjadi slip akibat beban yang cukup kecil. Saat terjadi slip lekatan akan terjadi akibat friksi antara permukaan tulangan dengan mortar. Tulangan ulir memiliki lekatan yang

lebih kuat karena adanya *interlocking* antara ulir dengan mortar (Park & Paulay, 1975).

Pada tulangan bambu tidak dimungkinkan adanya ulir maka pada penelitian ini diberikan sirip berupa kawat yang dililitkan di sepanjang tulangan untuk menimbulkan *interlocking* dan juga diberi pasir untuk menambah kekasaran permukaan sehingga memperbesar friksi antara bambu dengan mortar. Pemberian pasir dan lilitan kawat dapat meningkatkan kuat lekat pada tulangan bambu (Ghavami, 2004).

Terdapat banyak macam bambu, tetapi dari ratusan jenis bambu, hanya empat macam jenis bambu yang dianggap penting sebagai jenis bambu dan yang umum di pasarkan di Indonesia. Empat macam jenis bambu tersebut antara lain (Frick, 2004) :

1. Bambu Tali/ Apus (*Gigantochloa apus*). Bambu Apus memiliki berat jenis antara 107-230 kg/m³ sedangkan kuat tariknya antara 20-56 N/mm².
2. Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*).
3. Bambu Duri/ Ori (*Bambusa blumeana*).
4. Bambu Wulung/ Hitam (*Gigantochloa verticilata*).

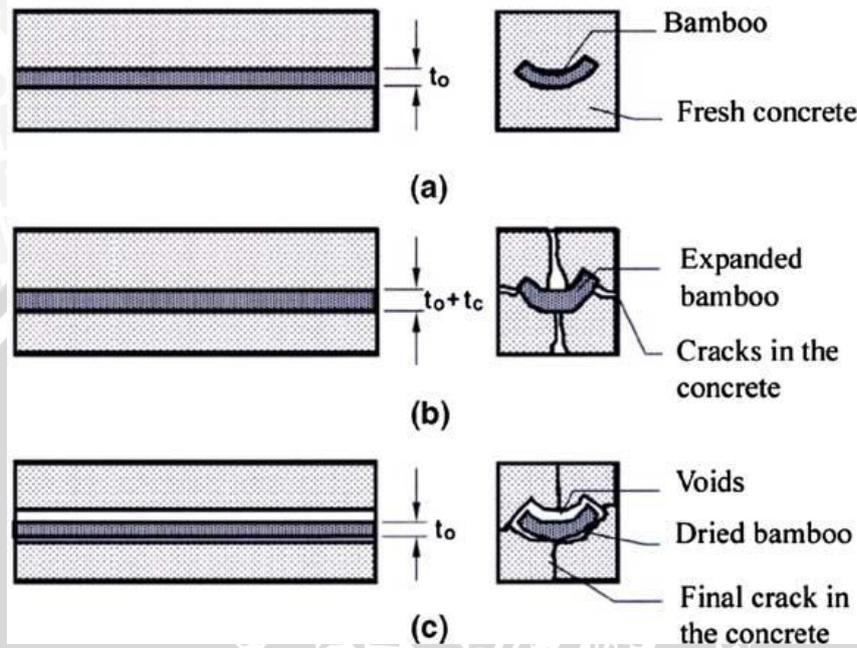
Dalam penelitian ini digunakan bambu jenis tali / apus (*Gigantochloa apus*).

2.4 Zat Pelapis Bambu

Dilihat dari kekuatannya, maka pemakaian bambu sebagai tulangan mortar alternatif dinilai cukup layak. permasalahannya adalah, bambu merupakan jenis kayu yang bersifat higroskopis yang mudah menyerap air termasuk yang terdapat pada adukan mortar. ketika mortar bertulang bambu mengering, air yang terdapat pori-pori bambu ikut menguap sehingga terjadi penyusutan pada bambu. Akibat penyusutan ini, lekatannya dengan mortar menjadi sangat berkurang sehingga mengakibatkan menurunnya daya dukung struktur. Untuk mengatasi masalah tersebut tulangan bambu perlu diberi lapisan kedap air. Lapisan kedap air yang di gunakan dapat berupa melamin, sikadur, cat, atau vernis untuk mengurangi susut pada bambu atau bahkan menghilangkannya sama sekali.

Tulangan bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air akan mengembang saat mortar masih basah (gambar 2.2.a). Hal ini dikarenakan air mortar segar akan diserap bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air. Ketika bambu menyerap air dari mortar bambu akan mengembang sehingga timbul retak pada mortar setelah mengering

(Gambar 2.2.b). Saat mortar kering dalam waktu yang lama dan retak makin lebar, bambu akan mengalami pengerutan dan membusuk akibat ada kontak dengan udara luar (Gambar 2.2.c).



Gambar 2.2 Perilaku bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air
 (a) Bambu dalam beton segar
 (b) Bambu menyerap air dan mengembang pada masa perawatan mortar
 (c) Bambu mengerut setelah masa perawatan beton
 Sumber : Ghavami (2004)

Keawetan bambu yang diberi lapisan kedap air digunakan sebagai tulangan pada balok di udara terbuka selama 15 tahun (Gambar 2.2.a) bila dibandingkan dengan tulangan baja dalam kolom selama 10 tahun (Gambar 2.2.b). Bambu pada balok tersebut terbukti keawetannya. Salah satu perlakuan paling efektif yakni dengan menggunakan lapisan berupa sikadur 32-Gel. Perlakuan tersebut menghasilkan kuat lekat yang sangat kuat (ghavami, 2004).

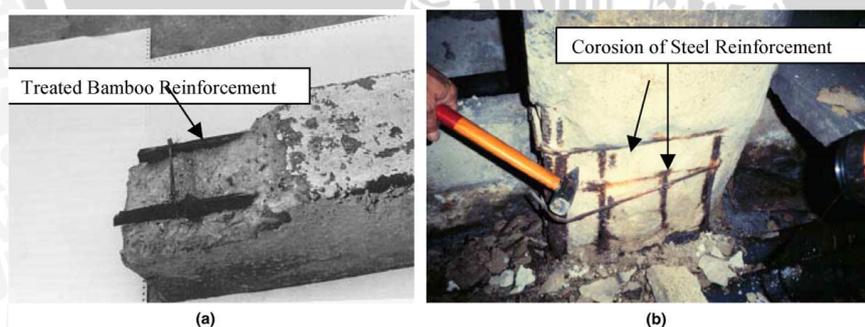
Tabel 2.3 Kekuatan lekat bambu dengan berbagai perlakuan.

Treatment	Bond strength of treated bamboo τ_b	Bond strength of untreated bamboo τ_b/τ_{bnt}
Without treatment	0.52	1.00
Negrolin + sand	0.73	1.40
Negrolin + sand + wire	0.97	1.87
Sikadur 32-Gel	2.75	5.29
Steel	3.25	6.25

Sumber : Ghavami (2004)

Namun penggunaan sikadur dirasa sangat mahal untuk pekerjaan dalam skala besar. Untuk lapisan yang lebih ekonomis bisa digunakan cat atau melamin. Cat dan melamin memiliki kemampuan untuk menutupi permukaan tulangan secara keseluruhan dengan membentuk lapisan film yang tahan air. Melamin dapat menghasilkan lapisan film yang lebih keras, tahan terhadap zat kimia dan juga tahan gores dibandingkan dengan cat. Lapisan yang dibentuk oleh melamin juga tidak dapat dilarutkan kembali oleh *solvent* seperti pada lapisan yang dibentuk oleh cat.

Pada penelitian ini digunakan zat pelapis berupa melamin yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan cat. Selain untuk melindungi tulangan bambu dari air dan zat kimia lain zat pelapis ini juga berfungsi melekatkan pasir dengan tulangan bambu.



Gambar 2.3 keawetan bambu dan tulangan baja dalam elemen beton

(a) Tulangan bambu dalam balok setelah 15 tahun

(b) Tulangan baja dalam kolom setelah 10 tahun

Sumber : Ghavami (2004)

2.5 Pengujian Benda Uji

2.5.1 Kuat Tekan Mortar

kuat tekan mortar merupakan perbandingan kuat tekan maksimum dengan luas tampang permukaan silinder mortar dengan satuan N/mm^2 . Kuat tekan mortar ditentukan oleh komposisi semen, agregat, air dan berbagai campuran lainnya. Selain itu pengeringan mortar sebelum waktunya juga dapat menyebabkan mortar kehilangan kekuatan hingga 40%. Untuk mengetahui besar kuat tekan yang dimiliki mortar umumnya dilakukan pengujian menggunakan *Compression Test Machine*. Besar kuat tekan mortar dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

f_c' = kuat tekan mortar

P = beban maksimum silinder mortar

A = luas penampang silinder mortar

Pada keadaan normal kekuatan mortar bertambah dengan umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan, bergantung ada jenis semen yang digunakan. Semen dengan almina yang tinggi akan menghasilkan mortar dengan kuat hancur pada umur 24 jam sama dengan semen *portland* biasa pada umur 28 hari. Pengerasan berlangsung terus seiring umur mortar.

2.5.2 Kuat Lekat Tulangan

Pembebanan yang diberikan pada benda uji adalah pembebanan *pull out*. Pembebanan *pull out* dimaksudkan untuk mengetahui lekatan yang terjadi antara tulangan dengan mortar. pengujian *pull out* telah banyak dilakukan seperti yang dilakukan. Salah satunya pengujian *pull out* pada mortar dengan menggunakan baja tulangan ulir dan polos dan menghasilkan tegangan lekat untuk setiap jenis dan ukuran tulangan baja seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.4 Uji *pull out* pada tulangan baja(a) Uji *pull out* baja polos

Diameter baja (mm)	P maksimum rerata (N)	Tegangan lekat (MPa)
8	6000	1,958
10	14787	3,267
12	21520	3,279
16	26470	2,665
19	36150	2,811

(b) Uji *pull out* baja ulir

Diameter baja (mm)	P maksimum rerata (N)	Tegangan lekat (MPa)
8	6150	5,150
10	17225	6,962
12	34500	6,202
16	50100	5,051
9	50375	4,326

Sumber : Sunarmasto (2007)

Dari kedua tabel di atas dapat dilihat bahwa tegangan lekat pada tulangan ulir lebih besar di banding tegangan pada baja polos (Sunarmasto, 2007).

Pengujian *pull out* pada beton bertulang bambupun pernah dilakukan. Berdasarkan pengujian, tegangan lekat yang terjadi pada mortar yang menggunakan bertulang bambu lebih rendah daripada beton yang menggunakan tulangan baja. Kurang lebih 8 MPa (Jung, 2006).



(a)



(b)

Gambar 2.4 Pengujian *pull out* pada bambu

(a) Benda uji

(b) Proses pengujian *pull out*

Sumber : Jung (2006)

Pada penelitian ini besar kekuatan lekat (*bond*) serta besar slip antara bambu dan mortar diperoleh dengan melakukan pengujian *pull out*. Pengujian pengujian dilakukan dengan memberikan beban secara bertahap menggunakan *Lever Type Creep Tester* modifikasi. Besar tegangan lekat yang terjadi pada tulangan polos dapat di rumuskan sebagai berikut (Arwanto, 2006) :

$$u = \frac{P}{\pi \cdot db \cdot ld} \quad (2-2)$$

Dimana :

- u : tegangan lekat rata-rata antara mortar dengan tulangan
- P : beban
- db : diameter tulangan
- ld : panjang Penyaluran

SKSNI menganggap bahwa tegangan lekat antara mortar dan tulangan bekerja merata sepanjang panjang penyaluran, dimana panjang penyaluran adalah panjang tulangan tulangan yang tertanam pada mortar. Persamaan panjang penyaluraan yang diberikan SKSNI T-15-1991-03 dapat adalah sebagai berikut :

$$ld = \frac{0,02 \cdot a_b \cdot f_y}{\sqrt{f_{ci}}} \quad (2-3)$$

Jika gaya yang dapat ditahan oleh gaya sepanjang panjang penyaluran adalah seperti persamaan (2.2) sedangkan kapasitas tulangan untuk menerima gaya tarik adalah

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

Maka, dengan substitusi persamaan (2.4) kedalam persamaan (2.2) didapat

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

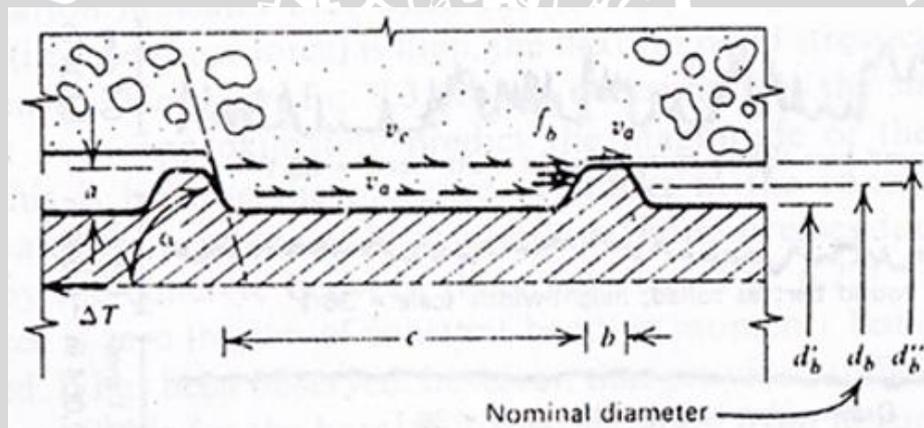
Sehingga tegangan lekat rata-rata menurut SKSNI dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$u = \frac{16,67 \sqrt{f_c'}}{d_b} \quad (2-6)$$

Dimana :

- l_d = panjang penyaluran
- u = tegangan lekat
- d_b = diameter nominal tulangan
- f_y = tegangan leleh baja
- f_c' = kuat tekan mortar
- A_b = luas penampang tulangan
- P = beban

Besar tegangan lekat yang dimiliki tulangan ulir berbeda dengan tulangan polos karena bentuk permukaannya yang berbeda. Tulangan ulir dapat meningkatkan daya lekat karena selain adanya adhesi dan friksi terdapat *interlocking* dua ulir dan mortar di sekelilingnya.



Gambar 2.5 Tegangan lekat pada baja tulangan ulir
Sumber: Park & Paulay (1975)

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4, tegangan lekat antara dua sirip tulangan dihasilkan oleh beberapa hal di bawah ini :

1. Tegangan V_a , Dihasilkan oleh adhesi sepanjang bidang kontak antara tulangan dan mortar,
2. *Bearing stresses* f_b , merupakan tahanan yang terjadi pada ulir.
3. Tegangan V_c , merupakan tegangan yang terjadi pada mortar silinder yang berbatasan dengan ulir.

Hubungan antara tegangan dan gaya dapat dirumuskan sebagai berikut (Park & Paulay, 1975) :

$$\Delta T = \pi \cdot d'_b (b + c) \cdot V_a + \pi \frac{d_b^2 - d'^2_b}{4} f_b \approx \pi \cdot d''_b \cdot c \cdot v_c \quad (2-7)$$

Tegangan lekat yang dihasilkan dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan dan tahanan yang terjadi akibat *interlocking* antara mortar dan ulir sebanding dengan tegangan lekat yang terjadi di permukaan mortar silinder yang berbatasan dengan ulir sehingga dapat di sederhanakan menjadi :

$$v_c = \frac{\Delta T}{\pi \cdot d''_b \cdot c} \quad (2-8)$$

Dimana :

ΔT = beban yang ditahan antara 2 ulir

a = jarak antara puncak ukir dengan tulangan

b = lebar puncak ulir

c = jarak antara ulir

d_b = diameter nominal tulangan

d'_b = diameter dalam tulangan

d''_b = diameter luar tulangan

f_b = tahanan pada permukaan ulir

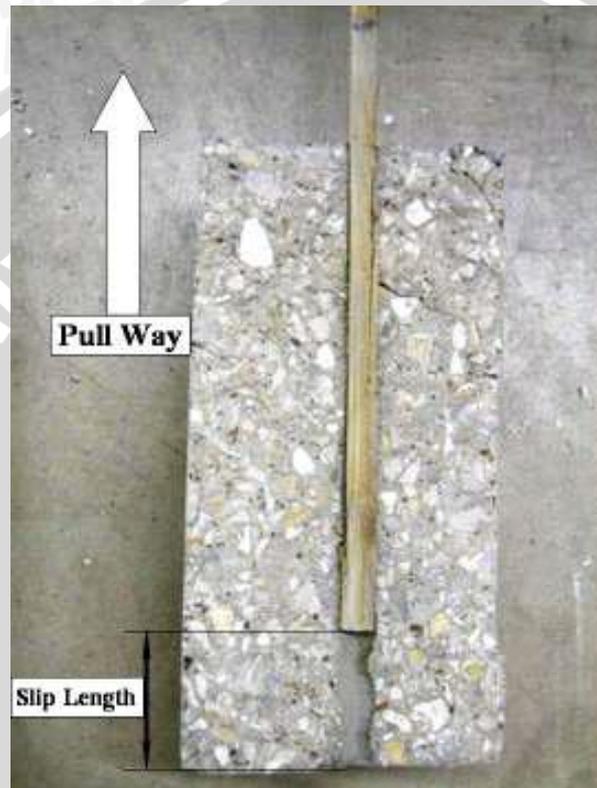
v_a = tegangan lekat di permukaan tulangan

v_c = tegangan lekat pada permukaan mortar silinder yang berbatasan dengan ulir

Berdasarkan rumus (2-7) dapat disimpulkan bahwa dalam mencari tegangan lekat tulangan ulir dapat digunakan rumus yang sama dengan tulangan polos yakni perbandingan antara beban dengan luas permukaan tulangan yang tertanam pada mortar. namun diameter yang digunakan adalah diameter luar tulangan.

2.5.3 Slip Antara Mortar dan Tulangan

Besar slip yang terjadi didapatkan dari perpanjangan total yang terjadi pada saat beban maksimum. Beban diberikan hingga tulangan dan mortar yang menyelimutinya benar-benar terpisah. Pengujian dengan metode ini digunakan untuk mengetahui tegangan lekat (*bond*) yang terjadi antara bambu dan mortar. Pengujian ini menggunakan *Lever Type Creep Tester* modifikasi.



Gambar 2.6 Panjang selip setelah pengujian *pull out*
Sumber: Jung (2006).

2.6 Hipotesis Penelitian

Dari tinjauan pustaka yang telah diuraikan di atas maka dapat diambil hipotesis awal penelitian sebagai berikut:

1. Diduga variasi kadar busa lerak berpengaruh terhadap kapasitas beban *pull out* pada mortar ringan.
2. Diduga variasi diameter tulangan bambu berlapis melamin dan pasir berpengaruh terhadap kapasitas beban *pull out* pada mortar ringan.
3. Diduga variasi tulangan bambu berlapis melamin dan pasir berpengaruh terhadap kapasitas beban *pull out* pada mortar ringan.

4. Diduga variasi kadar busa lerak berpengaruh terhadap besar slip pada mortar ringan.
5. Diduga variasi diameter tulangan bambu berlapis melamin dan pasir berpengaruh terhadap besar slip pada mortar ringan.
6. Diduga variasi tulangan bambu berlapis melamin dan pasir berpengaruh terhadap besar slip pada mortar ringan.

