

**TUGAS AKHIR**

**PERILAKU LEKATAN TULANGAN BAMBU BULLUPERING  
TIPE V TERHADAP BETON SCC YANG TERKEKANG**

***BEHAVIOR OF TYPE V BULLUPERING BAMBOO  
REINFORCEMENT TO CONFINED SCC CONCRETE***

**EKA PURNAMA LESTARI  
D011 18 1019**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**PERILAKU LEKATAN TULANGAN BAMBU BULLUPERING TIPE V TERHADAP  
BETON SCC YANG TERKEKANG**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**EKA PURNAMA LESTARI**

**D011 18 1019**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 21 November 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

**Prof. Dr-Ing. Herman Parung, M.Eng.**  
NIP: 196207291987031001

Pembimbing II,

**Dr. Eng. A. Arwin Amiruddin, ST, MT**  
NIP: 197912262005011001

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjajongge, ST, M.Eng**  
NIP: 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Eka Purnama Lestari, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Perilaku Lekatan Tulangan Bambu Bullupering Tipe V terhadap Beton SCC Yang Terkekang**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 19 September 2022

Yang membuat

pernyataan,



Eka Purnama Lestari

NIM: D111 18 1019

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahiim*, puji Syukur saya panjatkan kehadiran Allah Subhanahuwata'ala yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul “ **PERILAKU LEKATAN TULANGAN BAMBU BULLUPETING TIPE V TERHADAP BETON SCC YANG TERKEKANG** ini dapat saya selesaikan guna memenuhi salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi sarjana pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam melakukan penyusunan Tugas Akhir ini, saya menyadari bahwa terdapat banyak kendala dan hambatan yang dihadapi, namun saya mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan hati izinkan saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. M. Isran Ramli, ST., MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. **Bapak Prof. Dr. H. Ir. M. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Prof. Dr-Ing. Herman Parung, M.Eng.** selaku Kepala Laboratorium Riset Gempa dan Rekayasa Struktur sekaligus dosen pembimbing I.
4. **Bapak Dr. Eng. A. Arwin Amiruddin, ST., MT.**, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan sekaligus dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga pada penyusunan tugas akhir ini.
5. **Ibu Evi Aprianti, S.T PhD** yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingannya selama ini.
6. **Seluruh Bapak dan Ibu Dosen** Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas jasa dan ilmu yang telah diberikan kepada saya sejak semester satu hingga kini.
7. **Seluruh staf dan karyawan** Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, **Bapak Ahmad.S** dan **Ibu Fatmawati** atas doa, kasih sayang, dan segala dukungan selama saya menempuh pendidikan

sarjana ini. serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.

2. **Asih, Mantong, Nadia, Icha, Ucil, Malsi, Ius,** sebagai *partner* tim Bambu-bambuan di **Laboratorium Riset Gempa dan Rekayasa Struktur** atas *support* dan bantuannya yang tak terhingga, terima kasih karena telah menjadi rekan penelitian yang menyemangati sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.
3. **Sukmawati** sebagai sahabat yang telah mewarnai dinamika kehidupan perkuliahan saya sejak semester satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.
4. **Feby, Asti dan Rifan** Teman – teman sefrekuensi yang selalu mendukung dalam masa perkuliahan ini.
5. Teman – teman **KKN maros 5** terutama pada sobat- sobit **Grup Beban** yang telah memberikan semangat dan salah satu pendukung setia dalam penyusunan tugas akhir ini
6. **Ira, ida, ayu dan salsa** sebagai sahabat yang tak pernah putus yang terlahir sejak SMA terima kasih telah mewarnai hidup saya menyemangati dan mendorong selama ini.
7. Saudara-saudari **TRANSISI 2019** terima kasih karena telah senantiasa memberikan warna-warni semangat dan dorongan dalam penyelesaian penelitian ini.

Terimakasih penulis juga haturkan untuk semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis. semoga Allah Subhanahuwata'ala senantiasa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita sehingga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas khususnya dalam bidang ketekniksipilan.

Gowa,      September 2022

Penulis

## ABSTRAK

Salah satu komponen penyusun dari beton bertulang Adalah tulangan baja yang keberadaannya terbatas. Selain itu tulangan baja memiliki sifat baja yang korosif dan harganya relatif mahal sehingga diperlukan alternatif material sebagai pengganti baja pada beton bertulang. Keberadaan bambu di Indonesia seperti buah simalakama. Bambu merupakan material yang mudah dijumpai dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi sehingga potensial menjadi substitusi tulangan baja, Namun tulangan bambu tentunya tidak akan memberikan hasil yang diharapkan apabila bambu itu sendiri tidak memiliki kekuatan lekatan yang baik dengan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, ada beberapa hal yang bisa dilakukan seperti dengan menggunakan beton SCC, pemberian tulangan sengkang spiral dan pemberian takikan oleh bambu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Perilaku lekatan tulangan bambu tipe V sejajar dan tidak sejajar terhadap beton SCC yang diberikan penekangan dan tanpa penekangan.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin menggunakan metode pengujian *pull-out*. Jenis Bambu yang di gunakan yaitu bambu bullupering yang ditanam pada silinder beton dimensi 150 x 300 mm. Beton yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 2 jenis tipe beton yaitu beton SCC dan beton normal. Tulangan bambu ditakik dengan posisi tipe V sejajar dan tidak sejajar serta dengan menggunakan tulangan spiral dan tanpa menggunakan tulangan spiral.

Hasil pengujian menunjukkan tulangan bambu takikan tipe V yang diberikan penekangan memiliki nilai Kekuatan lekatan yang lebih tinggi terhadap beton SCC dibandingkan dengan beton normal baik untuk posisi takikan sejajar maupun tidak sejajar yaitu dengan nilai sebesar 0.69 Mpa dan 0.61 Mpa. Hal ini disebabkan karena filling ability dari beton SCC yang mampu menyelimuti seluruh permukaan tulangan bambu dengan baik dan kekuatan tekan beton SCC yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Kemudian dari hasil menunjukkan bahwa beton yang diberikan penekangan memiliki nilai kekuatan lekata lebih besar dibandingkan dengan tanpa menggunakan tulangan spiral karena dalam hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan lekatan berbanding lurus dengan kekuatan tekan penggunaan tulangan spiral sebagai sengkang dapat meningkatkan mutu beton.

**Kata Kunci:** Kekuatan lekatan, Takikan, Bambu bullupering, *Pull-out*

## ABSTRACT

*One of the constituent components of reinforced concrete is steel reinforcement whose existence is limited. In addition, steel reinforcement has corrosive properties of steel and the price is relatively expensive, so alternative materials are needed as a substitute for steel in reinforced concrete. The existence of bamboo in Indonesia is like simalakama fruit. Bamboo is a material that is easy to find and has a high tensile strength so that it becomes a substitute for steel reinforcement. However, bamboo reinforcement will certainly not give the expected results if the bamboo itself does not have a good bond strength with concrete. To overcome this, there are things that can be done, such as using SCC concrete, offering spiral zinc reinforcement and offering notches by bamboo. This study aims to analyze the bonding behavior of parallel and non-parallel type V bamboo reinforcement to SCC concrete which is stressed and unstressed. .*

*This research was conducted at the Structure and Materials Laboratory of the Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University using the pull-out testing method. The type of bamboo used is bullupering bamboo which is planted in a concrete cylinder with dimensions of 150 x 300 mm. The concrete used in this study used 2 types of concrete, namely SCC concrete and normal concrete. The bamboo reinforcement is notched with the V-type position parallel and not parallel and using spiral reinforcement and without using spiral reinforcement.*

*The test results show that type V bamboo notch reinforcement which is given tension has a higher value for bonding strength to SCC concrete compared to normal concrete for both parallel and non-parallel notches with values of 0.69 Mpa and 0.61 Mpa. This is due to the filling ability of SCC concrete which is able to cover the entire surface of bamboo reinforcement well and the compressive strength of SCC concrete is higher than normal concrete. Then the results show that the reinforced concrete has a higher bond strength value than without using spiral reinforcement because in this case it can be concluded that the adhesive strength is directly proportional to the compressive strength using spiral reinforcement as stirrups can improve the quality of concrete.*

**Keywords:** *Adhesive strength, Notch, Bullupering Bamboo, Pull-out*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan masalah .....	3
C. Tujuan .....	3
D. Manfaat penelitian .....	4
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulis.....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. Beton.....	7
B. Self Compacting Concrete (SCC).....	8
C. Bambu.....	9
D. Sengkang Spiral .....	14
E. Kekuatan Tekan .....	15
F. Kekuatan Tarik Belah Beton .....	17
G. Lekatan Beton Dengan Tulangan .....	18
H. Pengujian pull out.....	21
I. Panjang penyaluran .....	22
J. Penelitian terdahulu.....	24
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
A. Prosedur penelitian .....	27
B. Waktu dan Lokasi penelitian.....	28
C. Alat dan Bahan.....	29
D. Pemeriksaan Karakteristik Bahan.....	30



E. Detail benda uji .....	32
F. Tahapan Penelitian .....	34
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
A. Hasil Pengujian Karakteristik Material .....	41
B. Komposisi Mix Design .....	44
C. Pengujian Beton .....	46
D. Kekuatan Lekatan Beton .....	50
E. Perhitungan Nilai $I_d$ Minimum .....	64
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>65</b>
A. Kesimpulan .....	65
B. Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>67</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Beberapa jenis bambuyang sering untuk konstruksi bangunan (Ni komang,2012) .....	10
<b>Gambar 2.</b> Diagram Tegangan – Regangan Bambu dan Baja ( Sumber:Marico,1999) .....	12
<b>Gambar 3.</b> (1) tipikal bentuk Tulangan Baja Deformasi .....	13
<b>Gambar 4.</b> Jenis – jenis Takikan Bambu .....	14
<b>Gambar 5.</b> Detail Tulangan Spiral .....	15
<b>Gambar 6.</b> Uji Kekuatan tekan beton pada Benda Uji Slilinder .....	15
<b>Gambar 7.</b> Contoh Pengujian <i>Pull out</i> .....	22
<b>Gambar 8.</b> Panjang Penyaluran Baja Tulangan .....	23
<b>Gambar 9.</b> Diagram Penelitian .....	28
<b>Gambar 10.</b> Lokasi Laboratorium Struktur dan Bahan.....	28
<b>Gambar 11.</b> Sketsa Benda Uji menggunakan Spiral.....	32
<b>Gambar 12.</b> Detail Takikan Bambu Tipe V Sejajar dan tidak sejajar.....	35
<b>Gambar 13.</b> Takikan Bambu Tipe V Sejajar dan tidak sejajar.....	35
<b>Gambar 14.</b> Proses Pengecoran Beton.....	37
<b>Gambar 15.</b> Proses Pengujian Kekuatan Tekan.....	39
<b>Gambar 16.</b> Setingan Alat Pengujian <i>Pull Out</i> .....	40
<b>Gambar 17 .</b> Diagram Hasil Pengujian Kadar Air Bambu .....	41
<b>Gambar 18.</b> Hubungan beban dan perpindahan kuat tarik tipe V .....	43
<b>Gambar 19 .</b> Diagram Pengujian Kekuatan Tekan Beton Normal dan Beton SCC.....	47
<b>Gambar 20.</b> Pengujian Kekuatan Tarik Belah Beton SCC .....	48
<b>Gambar 21.</b> Hubungan Beban dan perpindahan Beton SJ-S-N dan TSJ-S-N.....	51

<b>Gambar 22.</b> Hubungan Beban dan Perpindahan Beton SJ-S-SCC dan TSJ-S-SCC .....	52
<b>Gambar 23.</b> Hubungan Beban dan Perpindahan Beton SJ-S-N, TSJ-S-N, SJ-S-SCC, dan TSJ-S-SCC.....	53
<b>Gambar 24.</b> Kekuatan Lekatan Dengan Tulangan Spiral .....	55
<b>Gambar 25.</b> Hubungan Beban dan perpindahan Beton SJ-N dan TSJ- N .....	57
<b>Gambar 26.</b> Hubungan Beban dan Perpindahan Beton SJ-SCC dan TSJ-SCC.....	58
<b>Gambar 27.</b> Hubungan Beban dan Perpindahan Beton SJ-N, TSJ-N, SJ-SCC, dan TSJ-SCC .....	58
<b>Gambar 28.</b> Kekuatan Lekatan Tanpa Tulangan Spiral .....	60
<b>Gambar 29.</b> Gabungan Hubungan Beban dan Perpindahan .....	62
<b>Gambar 30.</b> Gabungan Hasil Perhitungan Kekuatan Lekatan .....	63

## DAFTAR TABEL

<b>Table 1</b>	Standar Metode Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus.....	30
<b>Table 2</b>	Standar Metode pemeriksaan karakteristik agregat kasar .....	31
<b>Table 3</b>	Standar Metode Pemeriksaan karakteristik Bambu .....	31
<b>Table 4</b>	Rincian Benda Uji .....	33
<b>Table 5</b>	Hasil pengujian kadar air Bambu .....	41
<b>Table 6</b>	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik bambu .....	42
<b>Table 7.</b>	Hasil Pengujian kuat tarik bambu takikan .....	43
<b>Table 8</b>	Hasil pengujian karakteristik agregat .....	44
<b>Table 9</b>	Mix Design Beton Normal .....	45
<b>Table 10</b>	Mix Design Beton SCC .....	45
<b>Table 11</b>	. Hasil pengujian kekuatan tekan beton normal .....	46
<b>Table 12</b>	Hasil pengujian kekuatan tekan beton SCC .....	46
<b>Table 13</b>	Hasil Pengujian kekuatan Tarik belah Beton Normal .....	48
<b>Table 14</b>	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Belah Beton SCC .....	49
<b>Table 15</b>	Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Beton .....	50
<b>Table 16</b>	Perhitungan Kekuatan Lekat Denga Tulangan Spiral .....	54
<b>Table 17</b>	Perhitungan Kekuatan LekatanTanpa Tulangan Spiral .....	60
<b>Table 18</b>	Perhitungan Nilai $I_{d\ min}$ .....	64

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling sering di gunakan dalam struktur bangunan. Kelebihan beton antara lain material dasar yang mudah di peroleh, dapat dibentuk sesuai dengan yang dikehendaki, dan mampu menerima kekuatan tekan dengan baik dan mudah perawatannya. Permintaan akan beton meningkat seiring dengan berkembangnya pembangunan. Semakin tinggi tingkat perkembangan maka akan semakin tinggi pula kebutuhan akan beton (Nugraha,Dkk:2007). Beton terdapat beberapa jenis di antaranya yaitu beton bertulang. Menurut SNI 2847-2019 mendefinisikan beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya.

Dalam perkembangan bidang perekayasaan material, saat ini terus diupayakan penelitian dan inovasi material termasuk material untuk bangunan atau komponen struktur. Untuk Harga tulangan baja semakin mahal karena ketersediaan bahan dasarnya semakin terbatas. Kenaikan harga bahan bangunan ini mendorong masyarakat untuk mencari bahan alternatif yang dapat menggantikan bahan bangunan yang mahal, sehingga harganya dapat terjangkau oleh masyarakat pada

umumnya. Banyak cara dan upaya yang telah dilakukan di antaranya memanfaatkan penggunaan bahan alam lokal yang mudah didapat.

Keberadaan bambu di Indonesia seperti buah simalakama. Rendahnya permintaan konsumen menyebabkan kalangan arsitek atau industri tidak mengembangkannya. Dari berbagai penelitian, struktur bambu terbukti memiliki banyak keunggulan, Seratnya yang liat dan elastis sangat baik dalam menahan beban (baik beban tekan/tarik, geser, maupun tekuk). Penelitian bambu telah banyak dilakukan oleh penelitian – penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Maria Veronika, Dkk yang mengungkapkan bahwa bambu memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi yaitu sebesar 48,90 Mpa dan didapatkan tegangan tarik maksimum sebesar 85,85 Mpa.

*Self compacting concrete* ( SCC ) merupakan salah satu solusi untuk mendapatkan konstruksi beton yang mempunyai ketahanan yang baik, beton SCC adalah beton yang inovatif yang tidak memerlukan getaran ataupun alat pemadat karena beton SCC dapat memadat sendiri.

Anggapan yang digunakan dalam perencanaan dan analisis struktur adalah lekatannya batang tulangan baja dan beton , untuk mengetahui perilaku mekanisme antara beton dan tulangan adalah melakukan pengujian yang dikatakan sebagai pengujian *pull out test* ( pengujian cabut ) pada tulangan yang melekat atau tertanam pada di dalam beton.

Berdasarkan latar belakang yang telah dinyatakan di atas, maka kami melakukan penelitian mengenai tentang pengujian pull out untuk

mengetahui bagaimana lekatan yang terjadi jika tulangan tersebut di ganti dengan bahan lokal ( bambu ) yang telah di takik terhadap beton SCC ( *Self Consolidating Concrete* ) . Penelitian ini di wujudkan dalam menyusun Tugas akhir ( Skripsi ) dengan judul :

**“ PERILAKU LEKATAN TULANGAN BAMBU BULLUPERING  
TIPE V TERHADAP BETON SCC YANG TERKEKANG “**

**B. Rumusan masalah**

1. Bagaimana pengaruh pengekangan tulangan spiral bambu tipe V sejajar dan tidak sejajar terhadap kekuatan lekatan beton SCC ?
2. Bagaimana perilaku kekuatan lekatan pada tulangan bambu tipe V sejajar dan tidak sejajar pada beton SCC dan beton normal tanpa pengekangan ?

**C. Tujuan**

1. Untuk menganalisis pengaruh penekangan tulangan spiral bambu tipe V sejajar dan tidak sejajar terhadap kekuatan lekatan beton SCC.
2. Untuk menganalisis perilaku kekuatan lekatan pada tulangan bambu tipe V sejajar dan tidak sejajar pada beton SCC dan beton normal tanpa pengekangan

#### **D. Manfaat penelitian**

Pada penelitian ini di harapkan untuk mengetahui perilaku lekatan yang terjadi pada tulangan bambu yang di jadikan sebagai tulangan dengan menggunakan takikan tipe V yang sejajar dan tidak sejajar pada beton terhadap beton SCC yang di gunakan dan di harapkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pengekangan pada sampel pengujian.

#### **E. Batasan Masalah**

Pada penelitian ini di berikan batasan – batasan masalah agar penelitian dapat berjalan dengan baik, yaitu sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah Semen Portland pozolan Komposit (PPC) type 1 dengan jenis Semen Tonasa.
2. Bambu yang digunakan berjenis bambu bambu bullupering berumur 2.5 tahun dan bagian yang di ambil untuk sampel pada bagian tengah dan atas.
3. Jenis tulangan yang digunakan adalah tulangan yang berdiameter 6 mm sebagai sengan spiral
4. Benda uji kekautan tekan berupa silinder berukuran sebesar 10 x 20 cm dan uji pullout berupa silinder dengan ukuran 15 x 30 cm.
5. Beton yang di rencanakan adalah beton dengan mutu  $f'c$  25 Mpa.
6. Pengujian dilakukan dengan metode *pull-ou test* menggunakan alat universal Testing Machinr (UTM) dan LVDT pada laboratorium



struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin.

## **F. Sistematika Penulis**

Penulisan tugas akhir ini diuraikan dalam lima bab pokok batasan yaitu pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil dan pembahasan, serta Kesimpulan dan saran. Berikut adalah rincian secara umum mengenai tentang tesis kelima bab tersebut.

### **Bab 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian serta sistematika penulisan.

### **Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori – teori yang berkaitan dengan topik permasalahan dan di jadikan sebagai acuan atau landasan dalam penelitian ini

### **Bab 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi mengenai tahapan dan detail pelaksanaan penelitian, mulai dari lokasi penelitian, sampel yang di butuhkan dan metode yang di gunakan pada saat melaksanakan penelitian hingga proses pengujian.

**Bab 4 HASI DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan berupa hasil analisa perhitungan dari data – data yang di peroleh serta pembahasan dari hasil pengujian yang di laksanakan.

**Bab 5 PENUTUP**

Bab ini membahas mengenai tentang kesimpulan berdasarkan analisan pengujian dari prose penelitian yang di laksanakan serta usulan saran.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2847-2019). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari.

Adapun kelebihan dan kekurangan beton adalah

#### 1. Kelebihan beton

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- Mampu memikul beban yang berat
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- Biaya pemeliharaan yang kecil

#### 2. Kekurangan beton

- Bentuk yang telah dibuat sulit di ubah
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- Beban yang berat
- Daya pantul suara yang besar
- Beton mempunyai kekuatan tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di berikan tulangan.

Beton mempunyai kekuatan tekan yang cukup besar, namun sangat lemah terhadap tarik. Karena itu penggunaan beton selalu di padukan dengan bahan yang mempunyai kekuatan tarik tinggi yaitu baja, beton dengan tulangan baja adalah perpaduan yang sangat kuat, sehingga beton bertulang banyak di gunakan sebagai bahan bangunan (Pathurahman,2003).

## **B. Self Compacting Concrete (SCC)**

*Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan hasil riset di Jepang pada awal tahun 80-an. Beton SCC merupakan beton yang inovatif yang tidak memerlukan getaran ataupun alat pemadat karna beton SCC dapat memadat sendiri. Hal ini karna beton SCC dapat mengalir di bawah beratnya sendiri, sehingga dapat mempermudah dalam pengerjaan beton terutama pada struktur dengan menggunakan tulangan kompleks, karna beton SCC dapat mengalir dan mengisi setiap ruang kosong dari cetakannya (Efnarc,2005).

Beton memadat sendiri yaitu *self compacting concrete* (SCC), merupakan konsep inovatif untuk menghasilkan beton yang dapat “mengalir” dengan mudah tanpa perlu dipadatkan, namun tetap kohesif dan bermutu tinggi (Miza et al., 2019). Pengecoran beton SCC tidak membutuhkan pemadatan sehingga mempunyai keuntungan mengurangi jumlah tenaga kerja, memperpendek waktu pengecoran,

dan mengurangi kebisingan akibat penggunaan alat pemadat (Nicolaas & Slat, 2019).

Ngudiyono dkk (2021) mengemukakan beberapa keuntungan dari pemakaian *self compacting concrete* (SCC). Pemakaian beton SCC bisa mengurangi durasi konstruksi dan mengurangi besarnya upah. Pemadatan beton yang bertujuan untuk mendapat tingkat kepadatan optimum bisa dielemir, disamping mengurangi kebisingan juga meningkatkan kepadatan pada bagian yang sulit dijangkau dan secara umum meningkatkan mutu beton (Ngudiyono et al., 2021).

### **C. Bambu**

Bambu merupakan bahan bangunan yang sangat terkenal di Indonesia khususnya bagi masyarakat pedesaan. Hal ini disebabkan karena bambu mudah diperoleh, harganya relatif murah dan secara teknis relatif mudah dikerjakan oleh tenaga kurang terampil. Selain itu bambu juga memiliki sifat kekuatan tarik yang cukup besar dan cukup elastis sehingga cocok untuk digunakan sebagai tulangan alternatif untuk daerah pedalaman bila tulangan besi tidak tersedia atau harganya sangat mahal (Abdurahman et al,1994 dalam Widjaya et al, 1994).

Banyak jenis bambu yang terdapat di Indonesia, kurang lebih ada 75 jenis bambu namun yang mempunyai nilai ekonomis hanya

sekitar 10 jenis saja (Ni komang, 2012). Jenis-jenis bambu yang sering digunakan untuk konstruksi bangunan di Indonesia, antara lain bambu wulung, bambu bullupering, bambu petung, bambu ampel, Gambar 1 di bawah ini menampilkan beberapa jenis bambu yang mempunyai nilai ekonomi yang sering digunakan tersebut.



a) Bambu wulung.



b) bambu ampel.



c. Bambu petung



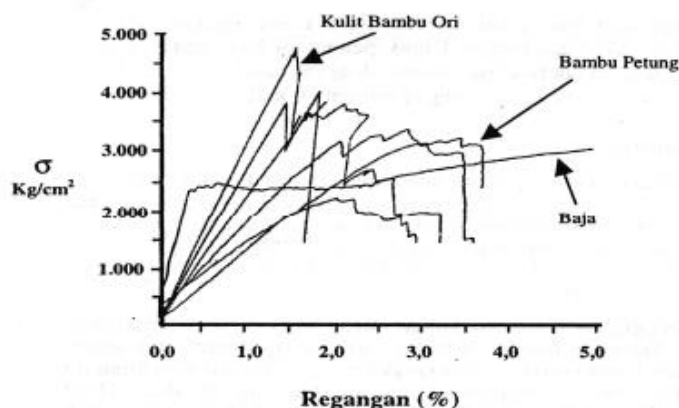
d) bambu bullupering

**Gambar 1.** Beberapa jenis bambu yang sering untuk konstruksi bangunan (Ni komang, 2012)

Penelitian mengenai bambu telah dilakukan oleh Janssen (1981) sejak tahun 1974 dengan melakukan pengujian yang didasarkan pada sifat mekanik bambu yaitu termasuk didalamnya adalah kekuatan tarik, kekuatan lentur dan geser baik dengan

pembebanan jangka panjang ataupun pembebanan jangka pendek. Berdasarkan rangkaian pengujian tersebut diperoleh bahwa kekuatan tarik sejajar serat mencapai 2000 –3000 kg/cm<sup>2</sup>, kekuatan lentur diperoleh rata-rata sebesar 840 kg/cm<sup>2</sup>, dan kekuatan geser bambu rata-rata adalah 22,5 kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian sifat fisik dan mekanik dilakukan untuk mengetahui secara pasti batasan penggunaan dari suatu bahan.

Selain itu dalam penelitian Morisco (1994-1999) memperlihatkan kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan. Sebagai pembanding dipakai baja tulangan beton dengan tegangan luluh sekitar 240 Mpa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Diperoleh hasil bahwa kekuatan tarik kulit bambu ori cukup tinggi yaitu hampir mencapai 500 MPa, sedang kekuatan tarik rata-rata bambu petung juga lebih tinggi dari tegangan luluh baja, hanya satu spesimen yang mempunyai kekuatan tarik lebih rendah dari tegangan luluh baja. Hasil uji ini dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Tegangan – Regangan Bambu dan Baja ( Sumber:Marico,1999)

Sifat fisika untuk mengetahui kembang susut bambu yang akan di gunakan , perubahan bentuk berlebihan akibat perubahan cuaca akan membahayakan komponen suatu bangunan. Kadar air di definisikan sebagai banyaknya air yang terkandung dalam spesimen bahan atau dinyatakan sebagai presentase berat air yang terdapat dalam spesimen bahan terhadap kering oven. Untuk menghitung kadar air benda uji tersebut dapat digunakan persamaan (1) sebagai berikut :

$$Ka = \frac{Wb - Wa}{Wb} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

Wb = berat kering udara

Wa = berat kering oven

Ka = kadar air (%)



Untuk menghitung kekuatan tarik bambu dapat di gunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2)$$

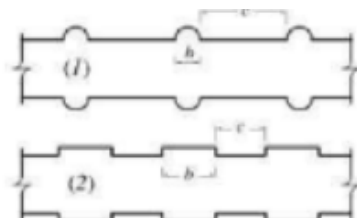
Dengan,

$\sigma$  = Kekuatan tarik bambu ( N/mm<sup>2</sup>)

P = Beban Bambu (N)

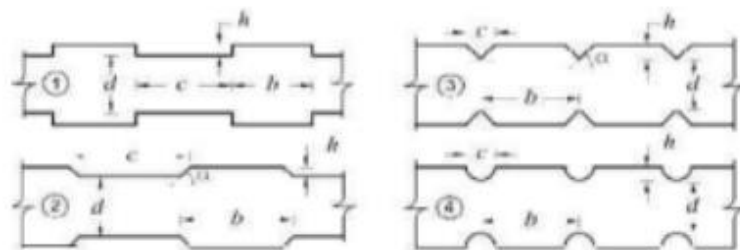
A = Luas penampang ( mm<sup>2</sup>)

Adapun pnelitian – penelitian sebelumnya yang menggunakan tulangan bambu dengan berbagai macam tipe variasi takikan, Pada penelitian Rochman (2005) menunjukkan bahwa terdapat perbaikan kuat lekat tulangan ( Bond strength bar ) menyimpulkan bahwa bambu setelah diberi perlakuan apalagi dipilin akan menjadi lebih signifikan. Akibat divernis maka kadar air bambu dapat di jaga dan penyusutan dapat dicegah sehingga gaya gesek permukaan antara tulangan dengan beton dapat dipertahankan, dengan dipilin maka lekukan – lekukan antara untai bambu yang terisis oleh spesi beton akibat dilakukan pengecoran.



**Gambar 3.** (1) tipikal bentuk Tulangan Baja Deformasi  
(2) Bambu takikan

Berdasarkan gambar 3 di atas menjelaskan bahwa bentuk takikan dapat dibuat pada sisi tulangan bambu dengan penampang persegi panjang. Dengan Lebar ( $L$ ), kedalaman ( $b$ ) dan jarak ( $c$ ) antar takikan mempengaruhi luas permukaan geser ( skin friction) yang saling mengunci antar tulangan dan beton . Adapun beberapa tipe takikan yang lainnya yang akan di tunjukkan pada Gambar 4 yang dimana pada gambar (1) merupakan bentuk tulangan bambu berbentuk takikan persegi panjang, (2) menunjukkan tulangan bambu bertakikan berbentuk trapesium , (3) tulangan bambu bertakikan berbentuk V dan (4) menunjukkan gambar tulangan bambu bertakikan tipe U. Semua gambar yang terdapat pada Gambar 4 merupakan takikan yang sejajar.

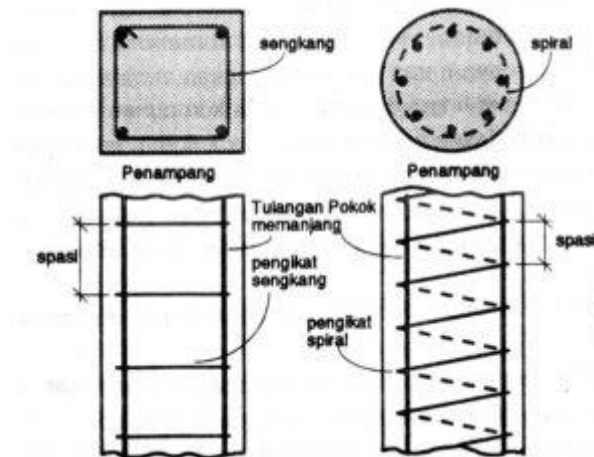


**Gambar 4.** Jenis – jenis Takikan Bambu

#### **D. Sengkang Spiral**

Tulangan spiral berfungsi untuk dalam meningkatkan daktilitas beton, beton yang berada di luar efek kekangdari kolom tulangan spiral akan mengalami spaling yang tidak wajar dan secara tiba – tiba terjadi gaya lateral seperti gaya – gaya gempa . oleh karena

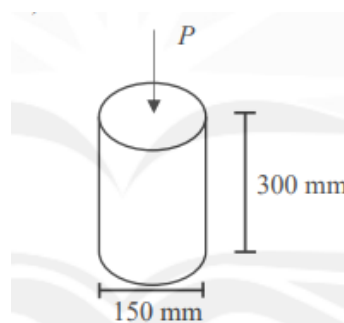
itu, spasi dari ukuran tulangan spiral desain. Ditunjukkan pada gambar 5 detail tulangan spiral



**Gambar 5.** Detail Tulangan Spiral

### E. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, Kekuatan tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f'_c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.



**Gambar 6.** Uji Kekuatan tekan beton pada Benda Uji Silinder

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kekuatan tekan beton adalah:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

$f_c'$  = kekuatan tekan beton (MPa)

A = luas bidang desak benda uji (mm<sup>2</sup> )

P = beban tekan (N)

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kekuatan tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan tekan rata rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekak lekuk bidang permukaan agregat kasar (kerikil).
3. Perawatan beton harus diperhatikan, sebab kehilangan kekuatan akibat pengeringan sebelum waktunya sekitar 40%.
4. Suhu mempengaruhi kecepatan pengerasan, semakin tinggi suhu semakin cepat pengerasan pada beton.
5. Umur pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umumnya.

## F. Kekuatan Tarik Belah Beton

Kekuatan tarik beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kekuatan tekannya. Alasan utama dari kekuatan tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak-retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Jelas ini tidak terjadi bila balok menerima beban tarik. Kekuatan tarik tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kekuatan tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan. Menurut SNI 03-2491-2014 kekuatan tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus (4):

$$F_{ct} = \frac{2P}{LD} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$F_{ct}$  = kekuatan Tarik belah ( kgf/cm<sup>2</sup> )

$P$  = beban uji maksimum ( kgf )

$L$  = Panjang benda uji (cm)

$D$  = diameter benda uji (cm)

Alasan utama kekuatan tarik yang kecil bahwa kenyataannya beton dipenuhi retak – retak halus yang tidak dipengaruhi bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekan , berbeda jika beton menerima beban tarik .

### G. Lekatan Beton Dengan Tulangan

Kekuatan lekatan merupakan kombinasi kemampuan antara baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara batang tulangan dan beton. Berdasarkan SK SNI 2847 2019 Kekuatan lekatan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(1) P = l_d \cdot \pi \cdot d_b \cdot \sigma_{lk} \dots\dots\dots(5)$$

$$(2) \sigma_{lk} = \frac{P}{l_d \cdot \pi \cdot d_b} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

P = Beban (Kg)

$l_d$  = Panjang Penyaluran (cm)

$d_b$  = Diameter Tulangan (cm)

$\sigma_{lk}$  = Kekuatan Lekatan antara baja tulangan terhadap beton (Kg/cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan rumus kekuatan lekatan, maka dapat dikatakan bahwa gaya lekat akan terus meningkat seiring bertambahnya diameter tulangan, hal ini disebabkan karena gaya lekat merupakan luas bidang singgung dikalikan dengan Kekuatan lekatan penjangkaran.

Sehingga perhitungan kekuatan lekatan tulangan bambu dapat dihitung dengan Persamaan (7).

$$\mu = \frac{P}{l_d \cdot 2(l_b + t_b)} \dots\dots\dots(7)$$

dengan,

$P$  = Beban (N)

$L_d$  = Panjang penanaman (mm)

$\mu$  = Kekuatan lekatan antara beton dengan tulangan (MPa)

$d_s$  = Diameter tulangan (mm)

$l_b$  = Lebar tulangan bambu (mm)

$t_b$  = Tebal tulangan bambu (mm)

Menurut Wang dan 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.

Menurut Nawy (1998), secara umum mengatakan tegangan lekat antara beton dan tulangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Adhesi Adhesi merupakan ikatan kimiawi yang terbentuk pada seluruh bidang kontak antara beton dan tulangan akibat adanya proses reaksi pengerasan semen.
2. Friksi Friksi merupakan tahanan geser terhadap gelinciran dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami tegangan tarik. Mekanisme ini terbentuk karena adanya

permukaan yang tidak beraturan pada bidang kontak antara beton dan tulangan.

3. Interlocking Mekanisme ini terbentuk karena adanya interaksi antara ulir atau tonjolan tulangan (rib) dengan matriks beton yang ada di sekitarnya, mekanisme ini sangat bergantung pada kekuatan, dan kepadatan material beton, geometri dan diameter tulangan.
4. Gripping Efek memegang (gripping), akibat susut/ pengeringan beton di sekeliling tulangan.
5. Efek kualitas beton Kualitas beton meliputi kekuatan tarik dan kekuatan tekan. Akibat desakan oleh tegangan radial, beton mengalami tegangan tarik keliling, jika tegangan tarik ijin beton terlampaui maka akan mengakibatkan retak belah.
6. Efek mekanisme penjangkaran ujung tulangan Efek penjangkaran dapat berupa panjang lewatan/tanam, bengkokan tulangan dan persilangan tulangan.
7. Diameter, bentuk dan jarak tulangan Diameter, bentuk dan jarak tulangan (kesemuanya) mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan retak radial, Diameter tulangan terlalu kecil akan mengakibatkan keruntuhan putus pada tulangan karena kekuatan lekatnya jauh lebih tinggi dari pada kuat putus baja atau tulangannya, sedangkan diameter terlalu besar akan mengakibatkan keruntuhan slip, karena kuat tarik baja atau tulangan jauh lebih besar dari pada kekuatan lekatnya sehingga

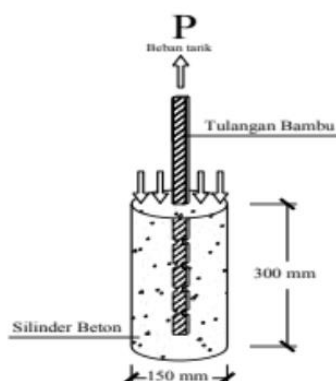


akan terjadi slip yang di dahului oleh retak belah yang sangat cepat. Bentuk tulangan polos keruntuhan akan berupa slip karena kekuatan lekatan beton sangat kecil, sedangkan bentuk tulangan ulir akan mengalami keruntuhan belah. Jika jarak tulangan terlalu dekat bila dibandingkan dengan selimut beton, maka akan terjadi keruntuhan belah.

8. Selimut beton Selimut beton yang tidak mencukupi untuk mengakomodasi tegangan tarik keliling akan mengakibatkan retak belah yang selanjutnya mengakibatkan kehancuran belah.
9. Korosi Karatan atau korosi pada tulangan akan mengakibatkan menurunnya adhesi, gripping dan friksi antara beton dan tulangan sehingga mengurangi kekuatan lekatan.

#### **H. Pengujian pull out**

Salah satu cara untuk mengetahui kekuatan lekatan yaitu dengan cara metode pencabutan atau disebut juga dengan pengujian pull out. Prinsip pengujian pencabutan adalah suatu batang ditanamkan dalam sebuah silinder atau kubus empat persegi panjang masing- masing 15 cm dari beton, dan gaya dibutuhkan untuk mencabut batang itu keluar atau membuatnya bergeser secara berlebihan .



**Gambar 7.** Contoh Pengujian *Pull out*

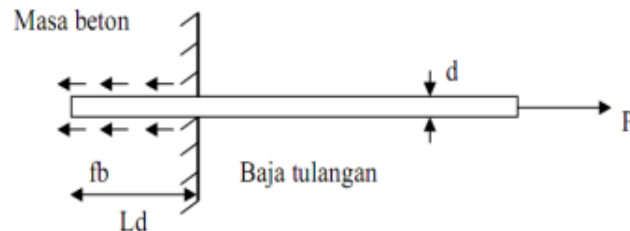
Dari hasil ukur geseran batang relatif terhadap beton dibawah ujung yang dibebani dan diatas ujung bebas. Bahkan suatu beban yang sangat kecil pun dapat menyebabkan pergeseran dan menimbulkan kekuatan lekatan yang tinggi di dekat ujung di bebani, tetapi membiarkan bagian atas sama sekali tidak menerima tegangan. Pull out adalah metode yang digunakan untuk mengukur besarnya gaya maksimum yang dibutuhkan untuk mencabut logam/besi yang ditanam dalam suatu beton.

#### **I. Panjang penyaluran**

Panjang penyaluran adalah panjang penanaman yang diperlukan untuk mengembangkan tegangan baja hingga mencapai tegangan luluh, merupakan fungsi dari tegangan leleh, diameter dan tegangan lekat baja tulangan. Panjang penyaluran menentukan tahanan terhadap tergelincirnya tulangan. Dasar utama teori panjang

penyaluran adalah dengan memperhitungkan suatu baja tulangan yang ditanam di dalam masa beton. Agar batang dapat menyalurkan gaya sepenuhnya melalui ikatan, harus tertanam di dalam beton hingga suatu kedalaman tertentu yang dinyatakan dengan panjang penyaluran. Sebuah gaya tarik  $P$  bekerja pada baja tulangan tersebut.

Gaya ini ditahan oleh lekatan antara beton sekeliling dengan baja tulangan. Bila tegangan lekat ini bekerja merata pada seluruh bagian batang yang tertanam, total gaya anker (gaya yang harus dilawan sebelum batang tersebut keluar dari beton) akan sama dengan panjang bagian yang tertanam dikalikan keliling baja tulangan kali tegangan lekat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8



**Gambar 8.** Panjang Penyaluran Baja Tulangan

Gaya maksimum yang dapat dilawan oleh batang itu sendiri sama dengan luas penampang batang dikalikan dengan kekuatan tarik baja. Agar terjadi keseimbangan antar gaya, maka kedua gaya ini harus sama besar. Untuk menjamin lekatan antar baja tulangan dengan beton tidak mengalami kegagalan, diperlukan adanya syarat panjang penyaluran .

$$Ld \cdot \pi \cdot d \cdot f_b = P \dots\dots\dots (8)$$

Dimana nilai  $P = A \cdot f_y$  maka didapat persamaan:

$$Ld \cdot \pi \cdot d \cdot f_b = A \cdot f_y \dots\dots\dots (9)$$

Dengan luas penampang tulangan adalah:  $A = \pi \frac{d^2}{4}$  .

$$Ld \cdot d \cdot f_b = \pi \frac{d^2}{4} f_y \dots\dots\dots (10)$$

Dari persamaan 2.11 diperoleh panjang penyaluran : .

$$Ld = \pi \frac{f_y}{4 f_b} d \dots\dots\dots (11)$$

Dan nilai tegangan lekat:

$$f_b = \pi \frac{f_y}{4 f_b} d \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

$P$  = Gaya tarik keluar (N)

$A$  = Luas penampang baja tulangan ( mm<sup>2</sup>)

$f_y$  = Tegangan baja leleh ( MPa )

$d$  = Diameter baja tulangan (mm)

$Ld$  = panjang penyaluran (mm)

$f_b$  = kekuatan lekatan /tegangan lekat ( Mpa)

## J. Penelitian terdahulu

Pada penelitian Eka juningsid, dkk mengenai tentang”**kuat lekat tulangan bambu wulung takikan tipe U jarak 10 cm**” mengungkapkan bahwa untuk nilai kekuatan lekatan beton dengan tulagan bambu wulung takikan tipe U sejajar jarak 100 mm lebar

takikan 20 mm sebesar 0,136 Mpa, dan untuk nilai kekuatan lekatan rerata beton dengan takikan tipe U tidak sejajar jarak 100 mm lebar takikan 20 mm sebesar 0,122 Mpa.

Menurut Budi Santos,Dkk mengenai tentang **“kajian lekat tulangan bambu ori takikan bentuk V dengan jarak antar takikan 2 cm dan 3 cm pada beton”** mengungkapkan bahwa hasil yang di dapatkan berdasarkan hasil pengujian pullout untuk kekuatan lekatan beton dengan tulangan bambu ori bernodia jarak antar takikan 2 cm sebesar 0,1254 MPa dan bambu ori bernodia jarak antar takikan 3 cm sebesar 0,1092 MPa, sehingga nilai kekuatan lekatan antar beton normal dengan tulangan bambu bernodia jarak antar takikan 2 cm lebih besar 1,1484 kali dari tulangan bambu bernodia jarak antar takikan 3 cm, selanjutnya semakin kecil jarak antar takikan bambu semakin besar nilai kekuatan lekatan dan sebaliknya, semakin besar jarak antar takikan bambu semakin kecil nilai kekuatannya .

Menurut Alif Sasmito,Dkk mengenai tentang **“kuat lekat tulangan bambu petung bertakikan tipe U jarak 15 cm ”** menjelaskan bahwa untuk nilai kekuatan lekatan rata – rata paling tinggi bambu petung tipe U jarak 15 cm dibandingkan dengan nilai kuat rata – rata lekat beton dengan tulangan polos diameter 8 mm adalah 9.3 cm .

Selanjutnya pada penelitian Mega purnomo, dkk mengenai tentang **“ pemanfaatan bambu untuk tulangan jalan beton”**

menjelaskan bahwa bambu memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti kayu maupun baja. Pada penelitian pengujian kekuatan lentur balok bertulang, rencana balok yang digunakan adalah bambu walesan dengan diameter antara 10 – 20 mm dengan tebal benda uji 20 cm dan lebar 15 cm panjangnya 230 cm rata – rata benda uji mendapatkan nilai kekuatan tekan sebesar 22,15 MPa .