

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN *DOUBLE ADHESIVE*  
TAPE DAN SEKRUP KUNCI TERHADAP KEKUATAN  
SAMBUNGAN GESER KAYU MERANTI**



**ADRIAN PRAMUDITA DHARMA  
NPM : 2014410015**

**PEMBIMBING: Prof. Bambang Suryoatmono, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2017**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN *DOUBLE ADHESIVE*  
TAPE DAN SEKRUP KUNCI TERHADAP KEKUATAN  
SAMBUNGAN GESER KAYU MERANTI**



**ADRIAN PRAMUDITA DHARMA  
NPM : 2014410015**

**PEMBIMBING: Prof. Bambang Suryoatmono, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2017**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN *DOUBLE ADHESIVE*  
TAPE DAN SEKRUP KUNCI TERHADAP KEKUATAN  
SAMBUNGAN GESER KAYU MERANTI**



**ADRIAN PRAMUDITA DHARMA  
NPM : 2014410015**

**BANDUNG, 20 DESEMBER 2017  
PEMBIMBING:**

**Prof. Bambang Suryoatmono, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Adrian Pramudita Dharma

NPM : 2014410015

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : “PENGARUH PENGGUNAAN *DOUBLE ADHESIVE TAPE* DAN SEKRUP KUNCI TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN GESER KAYU MERANTI” adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 20 Desember 2017



Adrian Pramudita Dharma

2014410015

# **PENGARUH PENGGUNAAN *DOUBLE ADHESIVE TAPE* DAN SEKRUP KUNCI TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN GESER KAYU MERANTI**

**Adrian Pramudita Dharma**  
**NPM: 2014410015**

**Pembimbing: Prof. Bambang Suryoatmono, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**  
**BANDUNG**  
**DESEMBER 2017**

## **ABSTRAK**

Proses pembuatan sambungan pada struktur kayu berkembang menjadi lebih cepat dan efisien. Sambungan adhesif memiliki waktu pelaksanaan yang singkat, namun di Indonesia tidak ada referensi kekuatan untuk penggunaan *double adhesive tape*, sehingga pada penelitian ini dilakukan uji kekuatan geser pada *double adhesive tape*. Kekuatan geser *double adhesive tape* diuji pada sambungan balok 7cm x 11cm x 35cm dengan dua papan 2.5cm x 9.5cm x 35cm. Alat sambung yang digunakan adalah *double adhesive tape* dengan tebal 1.1mm dan sekrup kunci diameter 3/8 inci. Benda uji tipe 1 menggunakan *double adhesive tape*, benda uji tipe 2 menggunakan *double adhesive tape* dan sekrup kunci dan benda uji tipe 3 menggunakan sekrup kunci sebagai alat sambung. Pengujian yang dilakukan berupa pemberian beban aksial pada balok sehingga sambungan antara balok dan papan mengalami beban geser. Dari hasil pengujian destruktif diperoleh kekuatan geser rata-rata sambungan tipe 1 sebesar 1.56 kN, benda uji tipe 2 sebesar 3.12 kN dan benda uji tipe 3 sebesar 3.49 kN. Dari analisis hasil eksperimental diperoleh daktilitas dan kekakuan awal rata-rata berturut-turut untuk benda uji tipe 1 sebesar 1.41 dan 1.58 kN/mm, benda uji tipe 2 sebesar 4.63 dan 4.34 kN/mm serta benda uji tipe 3 sebesar 5.35 dan 4.33 kN/mm.

Kata Kunci: Sambungan Geser, Kekuatan Geser, *Double Adhesive Tape*, Sekrup Kunci.

# **INFLUENCE OF USING DOUBLE ADHESIVE TAPE AND LAG SCREW TO WOODEN SHEAR CONNECTION**

**Adrian Pramudita Dharma**  
**NPM: 2014410015**

**Advisor: Prof. Bambang Suryatmono, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DECEMBER 2017**

## **ABSTRACT**

The process of making connections in wooden structures develops to become more fast and efficient. Adhesive connection has short implementation time, but there is no reference of double adhesive tape strength in Indonesia, so shear strength test of double adhesive tape is performed in this study. Double adhesive tape shear strength is tested in connection using 7cm x 11cm x 35cm beam with two 2.5cm x 9.5cm x 35cm panel. Shear connections in this study uses double adhesive tape with 1.1mm thick and lag screw with 3/8 inch diameter. First type uses double adhesive tape as its mechanical connection, second type uses double adhesive tape and lag screw as its mechanical connection and the last type uses lag screw as it mechanical connection. In this study, tests carried out in the form of giving out axial load at the top of beams, so connections between beams and panel withstand shear force. From destructive test, average of shear strength for first type is 1.56 kN, second type is 3.12 kN and last type is 3.49 kN. Destructive test also giving out ductility and initial stiffness as its result, in sequence for first type is 1.41 and 1.58 kN/mm, second type is 4.63 and 4.34 kN/mm and also last type is 5.35 and 4.33 kN/mm.

Keywords: Shear Connection, Shear Strength, Double Adhesive Tape, Lag screw

## PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaannya selama penyusunan skripsi yang berjudul “**PENGARUH PENGGUNAAN *DOUBLE ADHESIVE TAPE* DAN SEKRUP KUNCI TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN GESER KAYU MERANTI**” hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat akademik dalam menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini yaitu selama proses persiapan, pembuatan benda uji, pengujian, maupun penulisan, tentu terdapat hambatan-hambatan yang tidak dapat dihadapi penulis sendiri. Maka dari itu penulis sangat berterima kasih kepada pihak-pihak yang turut serta dalam memberikan kritik, saran, serta dorongan selama pengerjaan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Bambang Suryoatmono, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberikan masukan dan saran selama pembuatan skripsi ini.
2. Orang tua serta adik penulis yang senantiasa memberikan dukungan semangat, nasihat dan doa selama proses pengerjaan skripsi ini.
3. Sandhi Kwani dan Christian Arief selaku senior yang terus memberikan semangat dan motivasi selama proses pembuatan skripsi.
4. Felin Cintya Kurniawan dan Rajawali Muhammad Akbar selaku teman seperjuangan skripsi yang membantu dalam proses pencarian material, persiapan hingga pengujian.
5. Ryan Adiputera, Raymond Nicander Salim dan teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan tenaga dan pikiran dalam pembuatan skripsi ini.

6. Bapak Ir. Teguh Farid dan Bapak Markus Didi yang telah membantu dalam proses pembuatan dan proses pengujian benda uji eksperimental di laboratorium struktur.
7. Teman-teman Sipil 2014 atas segala bantuan dan kebersamaannya selama perkuliahan di UNPAR.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang turut membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini sehingga kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan di masa yang akan datang.

Bandung, 20 Desember 2017



Adrian Pramudita Dharma

2014410015



# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1-1
1.1    Latar Belakang .....	1-1
1.2    Inti Permasalahan .....	1-1
1.3    Tujuan Penulisan .....	1-2
1.4    Pembatasan Masalah .....	1-2
1.5    Metode Penelitian .....	1-3
1.6    Sistematika Penulisan .....	1-4
BAB 2    DASAR TEORI .....	2-1
2.1    Material Kayu .....	2-1
2.1.1 Kadar Air .....	2-2
2.1.2 Berat Isi dan Berat Jenis .....	2-3
2.1.3 Kekuatan Kayu .....	2-6
2.2    Sambungan Adhesif .....	2-8
2.2.1 Keadaan Permukaan .....	2-10
2.2.2 Kelembaban .....	2-10
2.2.3 Kepadatan dan Porositas .....	2-11
2.3    Sambungan Pasak .....	2-11

2.3.1	Single Shear dan Double Shear.....	2-11
2.3.2	Kuat Tumpu dan Kuat Lateral.....	2-13
2.4	Daktilitas .....	2-16
BAB 3	PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN.....	3-1
3.1	Alat Pembuatan dan Pengujian.....	3-1
3.2	Bahan Pengujian .....	3-4
3.2.1	Alat Sambung Adhesif.....	3-4
3.2.2	Alat Sambung Pasak.....	3-4
3.3	Proses Pembuatan Benda Uji .....	3-6
3.4	Pengujian Parameter Benda Uji.....	3-6
3.4.1	Pengujian Berat Isi dan Berat Jenis .....	3-6
3.4.2	Pengujian Kadar Air .....	3-8
3.5	Proses Pengujian Kuat Geser .....	3-10
3.6	Hasil Pengujian Destruktif .....	3-13
BAB 4	ANALISIS HASIL PENGUJIAN.....	4-1
4.1	Analisis Kekuatan.....	4-1
4.2	Analisis Batas Leleh .....	4-2
4.3	Analisis Daktilitas.....	4-3
4.4	Analisis <i>Initial Stiffness</i> .....	4-4
4.5	Analisis Pola Kegagalan .....	4-5
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	.....	xvii
LAMPIRAN	.....	xix

## DAFTAR NOTASI

$C_M$	:	Faktor layan basah
$D$	:	Diameter (mm)
$DL$	:	Daktilitas
$D_r$	:	Diameter inti (mm)
$F$	:	Lebar kepala sekrup (mm)
$F_e$	:	Kuat tumpu pasak (MPa)
$F_{cm}$	:	Kuat tumpu pasak kayu utama (MPa)
$F_{cs}$	:	Kuat tumpu pasak kayu samping (MPa)
$F_{c\perp}$	:	Kuat tumpu pasak tegak lurus serat (MPa)
$F_{e\parallel}$	:	Kuat tumpu pasak sejajar serat (MPa)
$F_{yb}$	:	Kuat leleh pasak (MPa)
$E$	:	Ujung tajam (mm)
$G$	:	Berat jenis kayu
$G_x$	:	Berat jenis kayu pada kadar air tertentu
$H$	:	Tebal kepala sekrup (mm)
$L$	:	Panjang total sekrup kunci (mm)
$L_f$	:	Panjang maksimum (mm)
$L_o$	:	Panjang mula-mula (mm)
$l_m$	:	Panjang penetrasi kayu utama (mm)
$l_s$	:	Panjang penetrasi kayu samping (mm)
$MC$	:	Kadar air (%)
$m_{dry}$	:	Berat kayu kering oven (m)
$m_{water}$	:	Berat air (g)
$m_{wet}$	:	Berat kayu basah (g)
$m_{wood}$	:	Berat kayu kering oven (m)
$P$	:	Beban hasil uji destruktif (N)
$PL$	:	Persen perpanjangan (%)
$P_y$	:	Beban elastis maksimum
$R_d$	:	Faktor Reduksi
$R_e$	:	$F_{cm}/F_{cs}$

- $R_t$  :  $I_m/I_s$   
 $S$  : Panjang tidak berderat (mm)  
 $T-E$  : Panjang berderat (mm)  
 $Z$  : Kuat lateral (kN)  
 $\Delta$  : Defleksi hasil uji destruktif (mm)  
 $\Delta_f$  : Defleksi maksimum (mm)  
 $\Delta_y$  : Defleksi elastis (mm)  
 $\rho_w$  : Berat isi air ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\rho_x$  : Berat jenis kayu dengan kadar air

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Ukuran Untuk Tipe Benda Uji.....	1-3
<b>Gambar 1.2</b> Diagram Alir Penelitian.....	1-4
<b>Gambar 2.1</b> Tiga Sumbu Utama pada Kayu (Kretschmann, 2010) .....	2-1
<b>Gambar 2.2</b> Hubungan Kadar Air dan Berat Jenis (Glass and Zelinka, 2010)...	2-4
<b>Gambar 2.3</b> Kondisi Wetting (Brockman et.al, 2008) .....	2-9
<b>Gambar 2.4</b> Kayu Utama Pada Geser Tunggal (Suryoatmono, 2014).....	2-12
<b>Gambar 2.5</b> Kayu Utama Pada Geser Ganda (Suryoatmono, 2014).....	2-12
<b>Gambar 2.6</b> Ilustrasi Panjang Penetrasi (Suryoatmono, 2014).....	2-12
<b>Gambar 2.7</b> Detail Ukuran Sekrup Kunci (AWC, 2015) .....	2-13
<b>Gambar 2.8</b> Mode Kegagalan Geser Tunggal (AWC, 2015) .....	2-14
<b>Gambar 3.1</b> Lignometer.....	3-2
<b>Gambar 3.2</b> Universal Testing Machine.....	3-3
<b>Gambar 3.3</b> Transducer .....	3-3
<b>Gambar 3.4</b> Double Adhesive Tape .....	3-4
<b>Gambar 3.5</b> Sekrup Kunci .....	3-5
<b>Gambar 3.6</b> Pembebanan pada Benda Uji.....	3-11
<b>Gambar 3.7</b> Penempatan Benda Uji Pada UTM .....	3-11
<b>Gambar 3.8</b> Grafik Pada Layar Monitor.....	3-12
<b>Gambar 3.9</b> Data Hasil Uji Tipe 1 .....	3-14
<b>Gambar 3.10</b> Data Hasil Uji Tipe 2.....	3-15
<b>Gambar 3.11</b> Data Hasil Uji Tipe 3.....	3-16
<b>Gambar 3.12</b> Data Hasil Uji Rata-rata .....	3-17
<b>Gambar 4.1</b> Pola Kegagalan Benda Uji Tipe 1 .....	4-6
<b>Gambar 4.2</b> Pola Kegagalan Benda Uji Tipe 2.....	4-6
<b>Gambar 4.3</b> Pola Kegagalan Benda Uji Tipe 3.....	4-7

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Tipe Alat Penyambung dan Jumlah Benda Uji .....	1-3
<b>Tabel 2.1</b> Faktor layan basah, $C_M$ (BSN, 2013).....	2-3
<b>Tabel 2.2</b> Berat Jenis Kayu di Indonesia (BSN 2013) .....	2-5
<b>Tabel 2.3</b> Kuat Tumpu Pasak, MPa (BSN, 2013).....	2-6
<b>Tabel 2.4</b> Lanjutan Kuat Tumpu Pasak, MPa (BSN, 2013) .....	2-7
<b>Tabel 2.5</b> Kuat Cabut, MPa (BSN, 2013).....	2-8
<b>Tabel 2.6</b> Keuntungan Sambungan Adhesif Dibanding Sambungan Pasak (Brockman et.al, 2008) .....	2-10
<b>Tabel 2.7</b> Faktor Reduksi, $R_d$ (AWC, 2015).....	2-16
<b>Tabel 3.1</b> Ukuran Sekrup Kunci .....	3-5
<b>Tabel 3.2</b> Hasil Pengujian Berat Isi dan Berat Jenis .....	3-7
<b>Tabel 3.3</b> Lanjutan Hasil Pengujian Berat Jenis dan Berat Isi .....	3-8
<b>Tabel 3.4</b> Hasil Pengujian Kadar Air .....	3-9
<b>Tabel 3.5</b> Lanjutan Hasil Pengujian Kadar Air .....	3-10
<b>Tabel 4.1</b> Kekuatan Benda Uji.....	4-2
<b>Tabel 4.2</b> Batas Leleh Benda Uji .....	4-3
<b>Tabel 4.3</b> Daktilitas Benda Uji .....	4-4
<b>Tabel 4.4</b> Pehitungan Kekakuan Awal.....	4-5

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Gambar Benda Uji dan Pola Kegagalan

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selama ini sambungan umumnya menggunakan alat sambung tipe pasak seperti paku, sekrup dan sekrup kunci. Penggunaan alat sambung tipe pasak mempenetrasi kayu dengan kedalaman tertentu untuk menahan beban. Penetrasi pada kayu untuk alat sambung tipe pasak dapat terjadi ketika sebagian alat sambung masuk ke kayu utama dan sisanya terletak di kayu samping. Pada sekrup kunci dilakukan proses pemboran terlebih dahulu untuk membuat lubang pada komponen kayu, lalu sekrup kunci dipenetrasikan ke dalam derat menggunakan obeng.

Selain alat sambung tipe pasak, terdapat juga alat sambung yang mengandalkan ikatan adhesif. “Material adhesif merupakan material non-metal yang mampu menyatukan material dengan ikatan yang terjadi pada permukaan dan ikatan internal yang cukup” (Brockman et.al, 2008).

*Double adhesive tape* merupakan salah satu jenis material adhesif berbentuk lembaran yang memiliki daya rekat pada kedua sisinya. Alat ini memiliki daya rekat untuk menyambung dua material. Ketahanan sambungan sangat bergantung pada material adhesif dan permukaan komponen yang disambung.

Terdapat beberapa jenis *double adhesive tape* berdasarkan ketebalan dan zat perekat yang digunakan. Di Indonesia belum terdapat referensi kekuatan *double adhesive tape* terhadap variasi ketebalan dan zat perekat yang digunakan dalam menahan beban pada struktur kayu.

### 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan pada skripsi ini adalah untuk mengetahui kekuatan geser sambungan antara komponen kayu yang menggunakan *double adhesive tape* dan *double adhesive tape* yang dikombinasikan dengan sekrup kunci sebagai alat sambung.



### **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah:

1. Menganalisa kekuatan geser pada sambungan antara balok dan panel kayu yang menggunakan alat sambung *double adhesive tape* dan sekrup kunci.
2. Menganalisa perilaku sambungan balok dengan panel kayu yang menggunakan alat sambung *double adhesive tape* dan sekrup kunci.

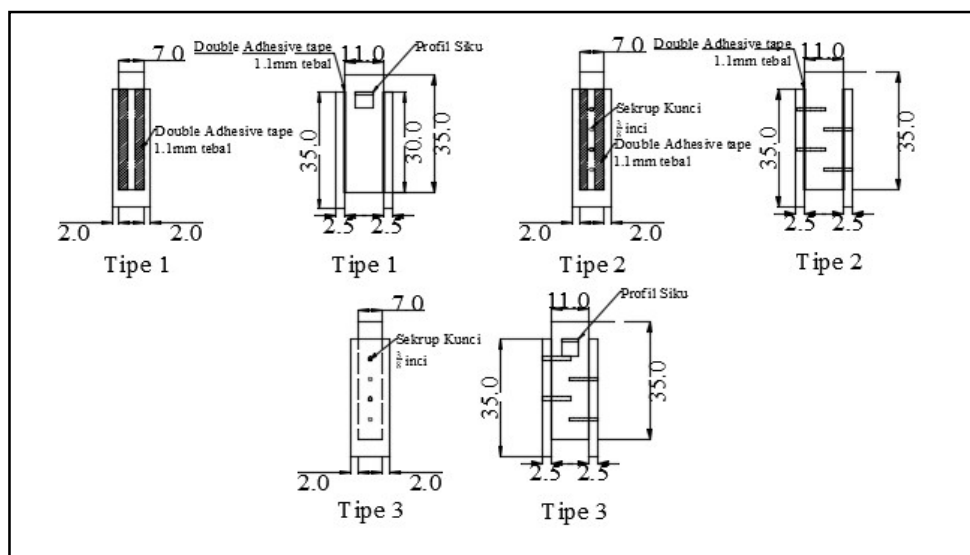
### **1.4 Pembatasan Masalah**

Pada skripsi ini, permasalahan dibatasi pada:

1. Benda uji hanya dilihat kekuatan gesernya.
2. Benda uji merupakan panel berukuran tebal 2.5cm, lebar 9.5cm dan panjang 35cm yang kemudian dihubungkan pada kedua sisi balok berukuran tebal 7cm, lebar 11cm dan panjang 35cm.
3. Gaya geser yang ditahan oleh sambungan diperoleh dari uji eksperimental di laboratorium.
4. Kayu yang digunakan berjenis kayu Meranti.
5. Alat sambung yang digunakan berupa *double adhesive tape*, sekrup kunci, dan *double adhesive tape* yang dikombinasikan dengan sekrup kunci.
6. *Double adhesive tape* berukuran lebar 24mm dan tebal 1.1mm dengan panjang pada setiap sisi adalah 2 x 30cm dengan perekat akrilik.
7. Sekrup kunci yang digunakan berdiameter 3/8 inci dan panjang 3 inci.
8. Benda uji dibuat dan diuji dalam keadaan kayu kering (kadar air kurang dari 19%).
9. Tipe benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.1
10. Ukuran untuk setiap tipe benda uji dapat dilihat pada Gambar 1.1.

**Tabel 1.1** Tipe Alat Penyambung dan Jumlah Benda Uji

Tipe Benda Uji	Tipe Alat penyambung	Jumlah
1	Double adhesive tape (lebar 24mm dan tebal 1.1mm)	4
2	Double adhesive tape (lebar 24mm dan tebal 1.1mm) dan Sekrup kunci (diameter 3/8 inci)	4
3	Sekrup kunci (diameter 3/8 inci)	4

**Gambar 1.1** Ukuran Untuk Tipe Benda Uji

### 1.5 Metode Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.2. Metode Penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah:

- Melakukan studi literatur dari buku dan makalah ilmiah. Studi literatur diharapkan dapat menemukan teori dan definisi yang dapat mendukung proses penelitian.
- Mempersiapkan benda uji yang kemudian dilakukan proses pengujian di laboratorium.
- Menganalisa gaya geser yang ditahan penampang dan perilaku sambungan berdasarkan hasil pengujian di laboratorium.
- Mengambil suatu kesimpulan dari hasil analisis studi kasus.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi beberapa Bab sebagai berikut:

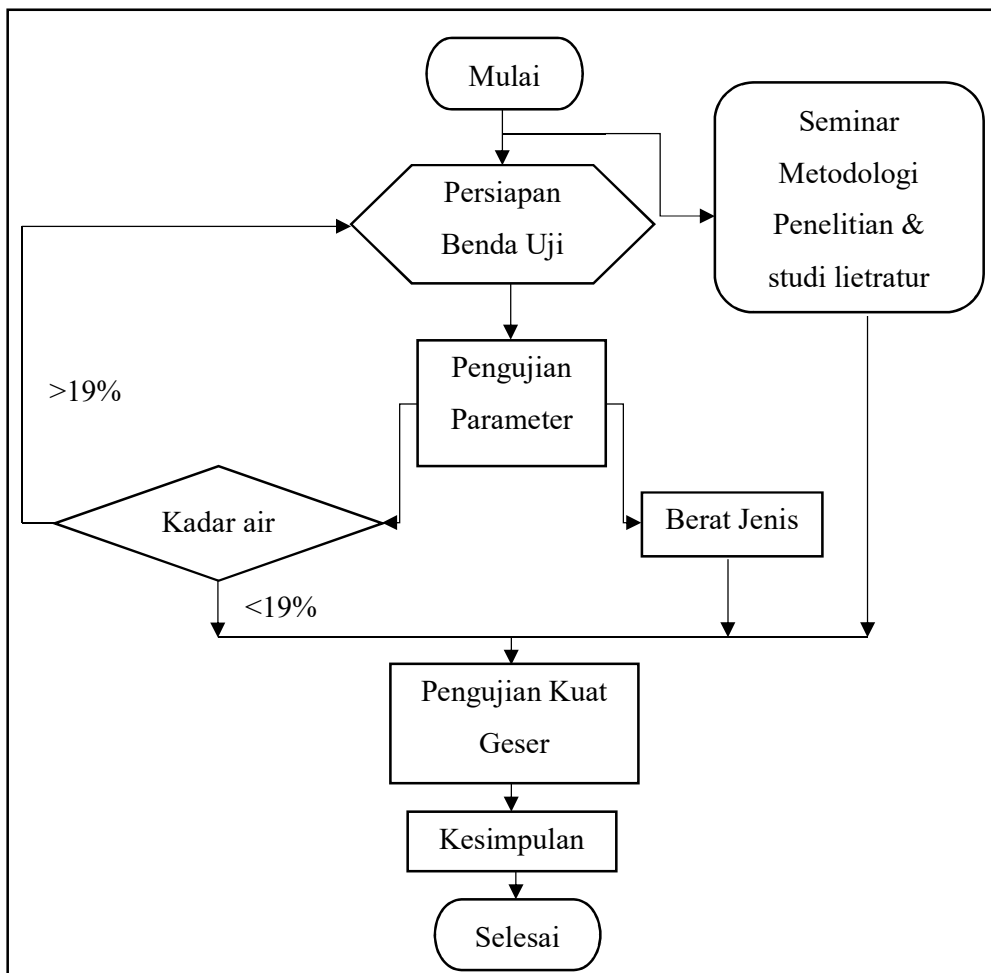
Bab I Pendahuluan, membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, batasan masalah, serta metode penelitian.

Bab II Dasar Teori, berisikan teori-teori yang menjadi landasan dalam penyusunan studi.

Bab III Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian, membahas proses persiapan sampel, pengujian sampel dan pencatatan hasil pengujian sampel.

Bab IV Analisis Hasil Pengujian, berisikan analisis hasil eksperimental pada benda uji.

Bab V Kesimpulan dan Saran, berisikan kesimpulan analisa hasil eksperimental pada Bab IV dan saran terhadap penelitian yang dilakukan dalam studi ini.



**Gambar 1.2** Diagram Alir Penelitian