

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

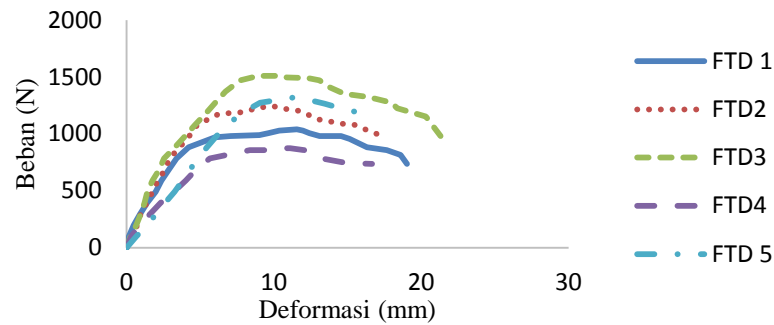
Dalam penelitian yang berjudul Pengujian Kuat Sambungan Sekrup pada Bambu Laminasi ini digunakan data primer sebagai bahan untuk menganalisis. Data primer diambil dari pengujian benda uji berupa balok bambu laminasi yang mempunyai dimensi 100 mm × 50 mm × 25 mm dan tiga jenis sekrup yang memiliki panjang nominal 50 mm dengan alat *UTM (Universal Testing Machine)* di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Data Primer yang akan diambil dalam penelitian ini berupa nilai beban dan deformasi pada pengujian di laboratorium. Parameter yang diukur meliputi:

1. nilai kuat leleh (*yield*) dari sekrup saat diberikan beban,
2. nilai kuat tumpu bambu laminasi saat diberikan beban, dan
3. nilai kuat sambungan sekrup pada bambu laminasi saat diberikan beban.

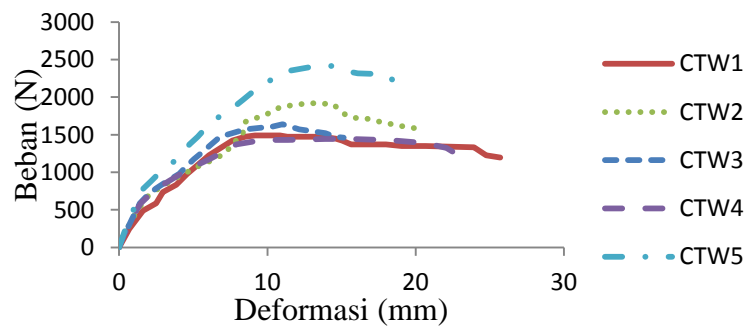
Ketiga data hubungan antara gaya dan deformasi yang diderita oleh benda uji yang ditampilkan secara numeris dan grafis perlu dilakukan proses koreksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Sub-bab berikut.

5.1.1 Data Awal

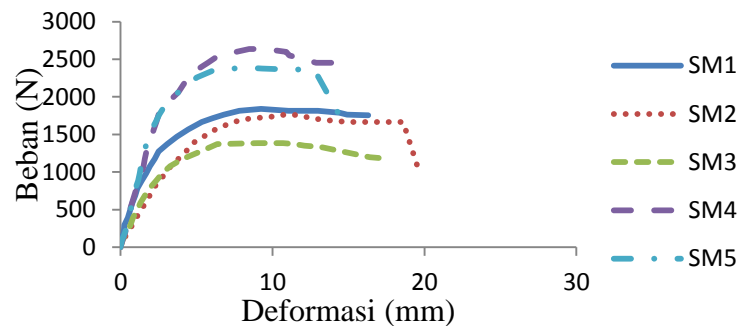
Contoh data yang diperoleh dari pengujian kuat sambungan yang berupa hubungan antara gaya dan deformasi yang perlu dilakukan proses koreksi dapat dilihat pada Gambar 5.1 hingga Gambar 5.4 dan untuk data yang lain dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 5.1 Uji Kuat Sambungan Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

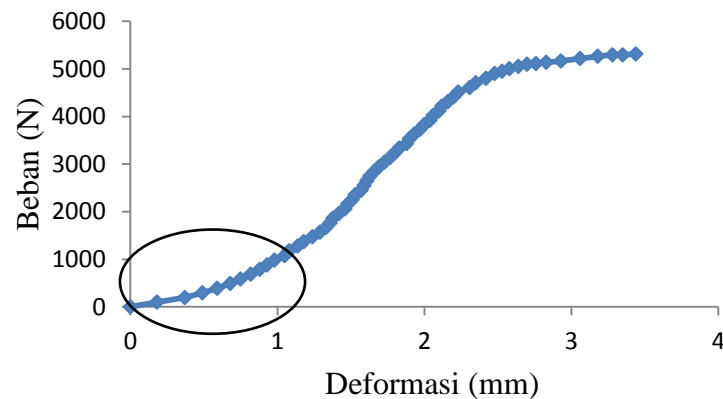


Gambar 5.2 Uji Kuat Sambungan Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)



Gambar 5.3 Uji Kuat Sambungan Sekrup *Sheet Metal* (SM)

Berdasarkan Gambar 5.1 hingga Gambar 5.3 merupakan grafik dari pengujian kuat sambungan dari semua jenis sekrup yang belum mengalami proses koreksi. Grafik yang sudah dilakukan proses koreksi dapat dilihat pada Gambar 5.8, Gambar 5.10, dan Gambar 5.12. Proses koreksi berikut berupa grafik hubungan beban dan deformasi sekrup *sheet metal* pada sampel nomor 1 yang dapat dilihat pada gambar Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Awal Sebelum Koreksi

Berdasarkan Gambar 5.4 bagian yang dilingkari adalah bagian yang mengalami proses koreksi, karena pada bagian tersebut grafik belum menunjukkan perilaku linier, selanjutnya adalah proses koreksi.

5.1.2 Proses Koreksi

Proses koreksi dilakukan untuk menentukan pada zona mana terjadi perilaku linier benda uji yang dikoreksi dari grafik hubungannya. Persamaan umum kurva linier yang digunakan yaitu.

$$y = ax + b \quad (5.1)$$

dengan:

y = gaya (N),

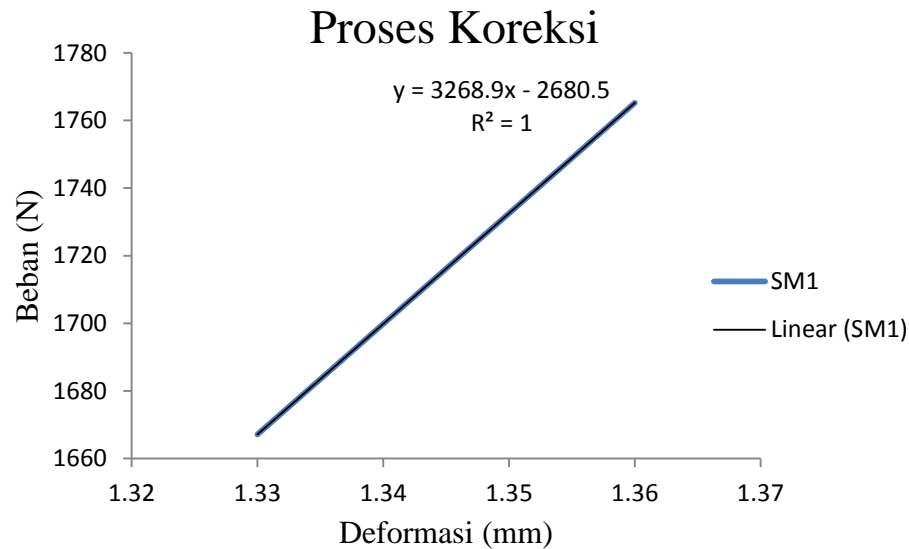
x = deformasi (mm),

a = angka kemiringan garis (N/mm), dan

b = konstanta (N).

Garis pada data mentah dicari dengan melalui *trial* dan *error* secara observasi visual dan dilanjutkan secara numeris menggunakan nilai korelasi R^2 antara deformasi, x dan Gaya, y . Untuk lebih mudah melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel, Sarwono (2007) memberikan kriteria nilai R^2 yaitu: R^2 bernilai antara 0 dan 1, dimana angka 0 menunjukkan tidak berkorelasi, sedangkan angka 1 menunjukkan berkorelasi kuat. Proses koreksi

dilakukan dengan *software Microsoft Excel* untuk benda uji sekrup *sheet metal* sampel nomor 1, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Proses Koreksi

Proses pencarian garis dihentikan apabila garis pendekatan yang disusun beberapa titik mempunyai nilai R^2 paling tinggi atau kesesuaian yang paling sempurna (*best fit*). Dari Gambar 5.5 diperoleh nilai $R^2 = 1$ dan mendapatkan garis sempurna dengan nilai $a = 3268,9$ dan $b = 2680,5$ atau dalam bentuk persamaan (5.1) dapat ditulis.

$$y = 3268,9x - 2680,5 \quad (5.2)$$

dengan:

$$R^2 = 1 \quad (5.3).$$

Dari hasil deteksi zona perilaku linieritas benda uji yang menggunakan bentuk dasar persamaan (5.1), nilai b dan a diolah untuk menentukan nilai penggeseran simpangan. Sebagai contoh pada Gambar 5.4 percobaan pengujian mengalami perpanjangan mekanis yang dikarenakan ketidak mantapan pemasangan benda uji sebelum menahan beban sepenuhnya sebesar d . Dengan demikian, bentuk umum persamaan (5.1) menjadi.

$$0 = ad + b \quad (5.4)$$

Sehingga ada pergeseran perpanjangan sebesar d , yaitu.

$$d = -b/a \quad (5.5)$$

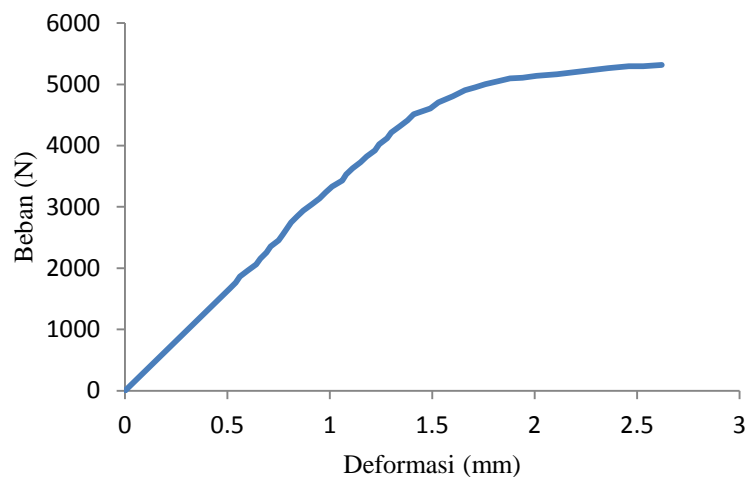
Untuk contoh benda uji yang mempunyai bentuk khusus pada persamaan (5.2), maka pergeseran perpanjangan d dapat dihitung, yaitu.

$$\begin{aligned} d &= 2680,5/3268,9 \\ &= 0,8200 \end{aligned} \quad (5.6)$$

Untuk itulah, data mentah deformasi seluruh benda uji perlu dikoreksi menggunakan pergeseran balik sebesar d .

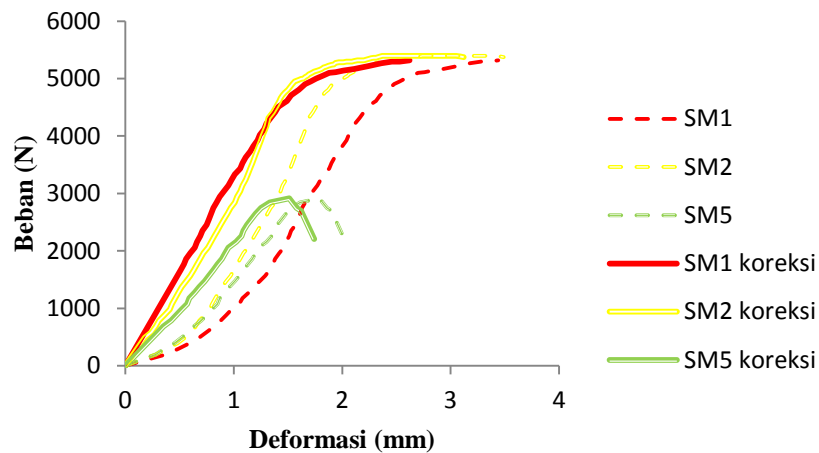
5.1.3 Hasil Kurva Terkoreksi

Setelah dilakukan pergeseran balik simpangan atau deformasi dengan menerapkan prinsip linieritas pada bagian awal kurva, maka hasil pengolahan data yang merupakan hasil penelitian berupa grafik hubungan antara beban dan deformasi dapat dibuat lebih realistis, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Hasil Koreksi

Dari proses koreksi diatas dapat dilihat perbedaan hasil sebelum proses yang ditunjukkan garis putus - putus dan untuk hasil sesudah koreksi ditunjukkan garis sambung, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Perbandingan Sebelum - Sesudah Koreksi

5.2 Analisis Data

Data yang sudah didapat dari pengujian dan dilakukan koreksi selanjutnya akan diolah menggunakan persamaan (3.1) hingga persamaan (3.8), sehingga diperoleh nilai kuat sambungan bambu, kuat lentur sekrup, kuat tumpu bambu, , prediksi mode kegagalan, dan prediksi pengaruh jenis sekrup dengan anova. Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada Sub-bab berikut.











5.2.1 Kuat Sambungan Bambu Laminasi dengan Alat Sambung Sekrup

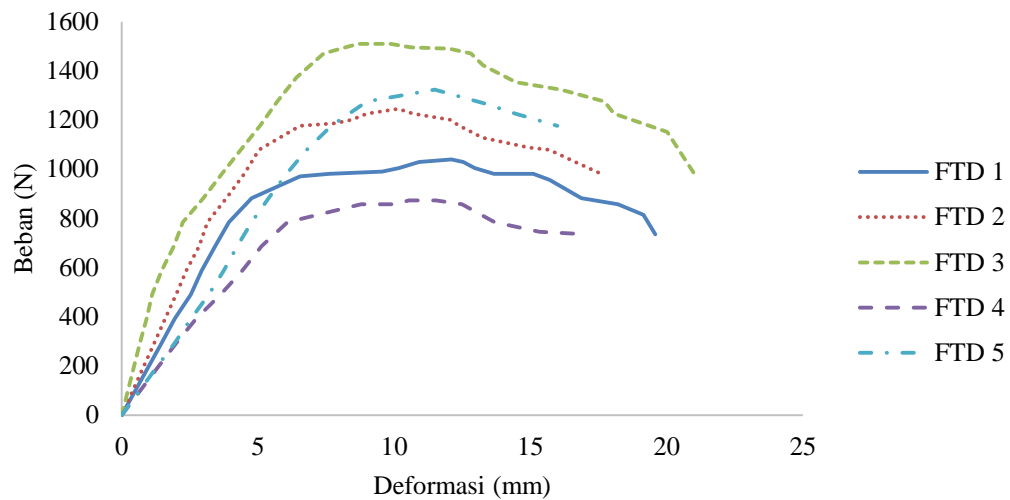
Pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan alat sambung sekrup menggunakan 3 jenis sekrup yaitu *fine thread drywall*, *cut thread wood*, dan *sheet metal*. Ukuran dimensi yang digunakan pada sampel yaitu 100 mm × 50 mm × 25 mm.

1. Kuat Sambungan Bambu Laminasi dengan Sekrup *Fine Thread Drywall*

Pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *fine thread drywall* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 3,4 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode FTD 1, FTD 2, FTD 3, FTD 4, FTD 5. Grafik Hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *fine thread drywall* yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan gambar benda uji setelah diuji dapat dilihat pada Tabel 5.1.

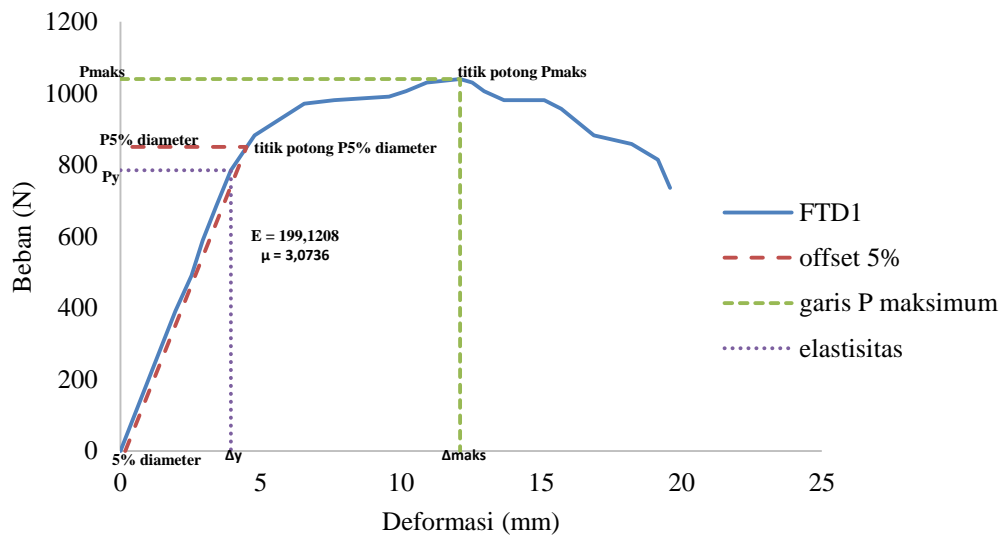
Tabel 5.1 Uji Sambungan Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

Gambar benda uji kuat sambungan		Kode	Mode kegagalan
Tampak depan	Tampak samping		
		FTD 1	IV
		FTD 2	IV
		FTD 3	IV
		FTD 4	IV
		FTD 5	IV



Gambar 5.8 Grafik Uji Sambungan dengan Sekrup *Fine Thread Drywall*

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 878 N. Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji FTD1 dapat dilihat pada Gambar 5.9, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.9 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji sambungan FTD 1

Dari Gambar 5.9 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji FTD1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup

FTD1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 850 N. Selanjutnya rekap data pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *fine thread drywall* dapat dilihat pada Tabel 5.2.









Tabel 5.2 Data Uji Kuat Sambungan Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

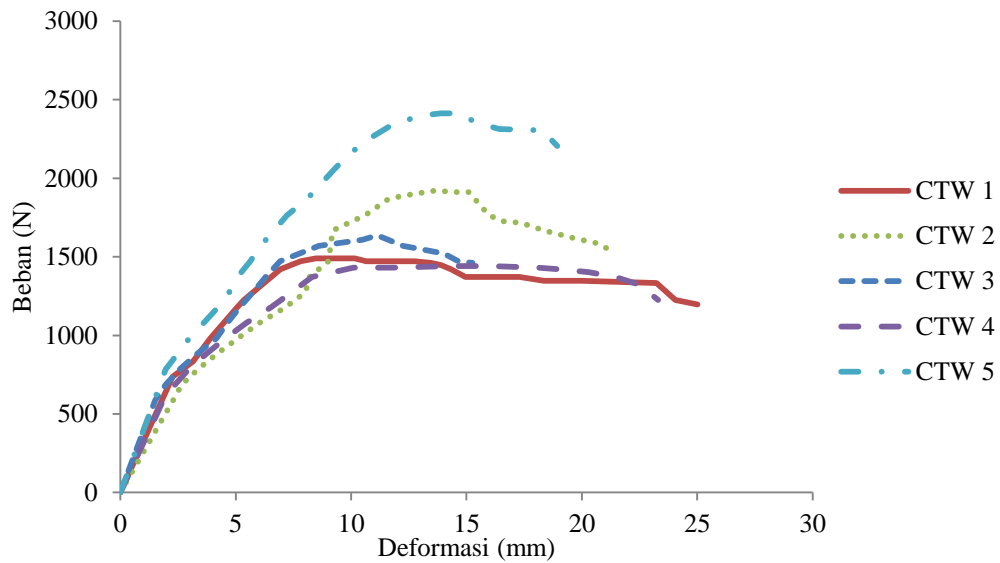
No	BENDA UJI	D (mm)	Pmaksimum (mm)	Pmaksimum rata-rata (N)	5%D (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)
1	FTD1	3,4	1039,5102	1198,3787	0,17	850	878
2	FTD2	3,4	1245,4509		0,17	800	
3	FTD3	3,4	1510,2318		0,17	800	
4	FTD4	3,4	872,7963		0,17	790	
5	FTD5	3,4	1323,9045		0,17	1150	

2. Kuat Sambungan Bambu Laminasi dengan Sekrup *Cut Thread Wood*

Pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *Cut Thread Wood* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 4,1 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode CTW 1, CTW 2, CTW 3, CTW 4, CTW 5. Grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *Cut Thread Wood* yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan gambar benda uji setelah diuji dapat dilihat pada Tabel 5.3.

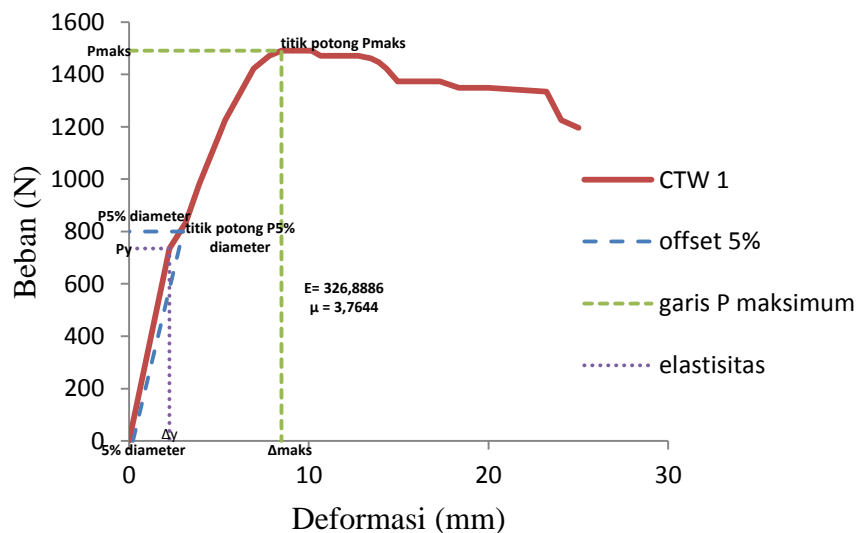
Tabel 5.3 Uji Sambungan Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)

Gambar benda uji kuat sambungan		Kode	Mode kegagalan
Tampak depan	Tampak samping		
		CTW 1	IV
		CTW 2	IV
		CTW 3	IV
		CTW 4	IV
		CTW 5	IV



Gambar 5.10 Grafik Uji Sambungan dengan Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 880 N. Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji CTW 1 dapat dilihat pada Gambar 5.11, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.11 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji sambungan CTW 1

Dari Gambar 5.11 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji CTW 1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat sambungan bambu laminasi dengan

sekrup CTW 1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 800 N. Selanjutnya rekap data pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *cut thread wood* dapat dilihat pada Tabel 5.4.









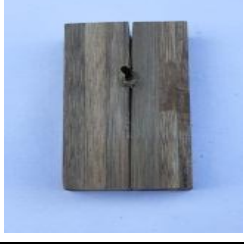

Tabel 5.4 Data Uji Kuat Sambungan Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)

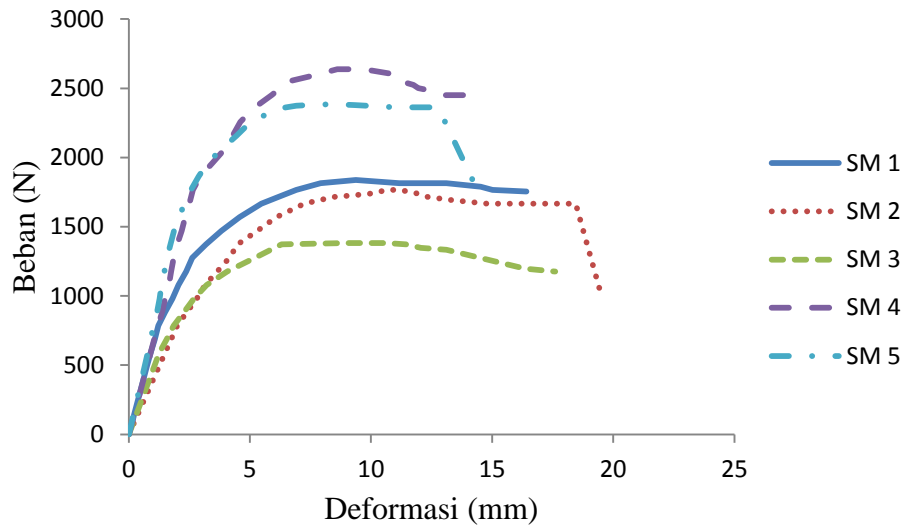
No	BENDA UJI	D (mm)	Pmaksimum (mm)	Pmaksimum rata-rata (N)	5%D (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)
1	CTW1	4,1	1490,618	1780,897	0,21	800	880
2	CTW2	4,1	1922,113		0,21	1000	
3	CTW3	4,1	1637,719		0,21	800	
4	CTW4	4,1	1441,585		0,21	800	
5	CTW5	4,1	2412,448		0,21	1000	

3. Kuat Sambungan Bambu Laminasi dengan Sekrup *Sheet Metal*

Pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *Sheet Metal* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 4,5 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode SM 1, SM 2, SM 3, SM 4, SM 5. Grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *Sheet Metal* yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada Gambar 5.12 dan gambar benda uji dapat dilihat pada Tabel 5.5.

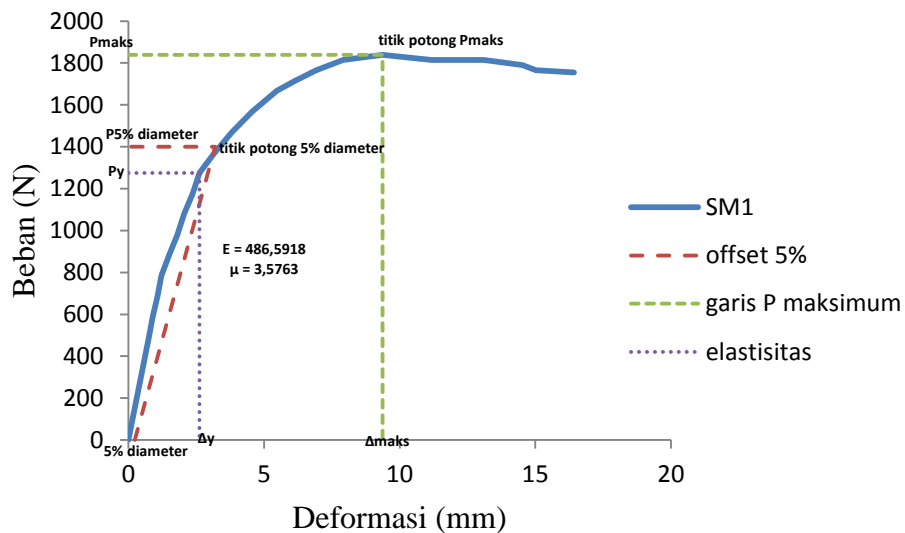
Tabel 5.5 Uji Sambungan Sekrup *Sheet Metal* (SM)

Gambar benda uji kuat sambungan		Kode	Mode kegagalan
Tampak depan	Tampak depan		
		SM 1	IV
		SM 2	IV
		SM 3	IV
		SM 4	IV
		SM 5	IV



Gambar 5.12 Grafik Uji Sambungan dengan Sekrup *Sheet Metal* (SM)

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 1564 N. Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji SM 1 dapat dilihat pada Gambar 5.13, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.13 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji sambungan SM1

Dari Gambar 5.13 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji SM 1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup SM1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 1400 N. Selanjutnya

rekap data pengujian kuat sambungan bambu laminasi dengan sekrup *sheet metal* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Uji Kuat Sambungan Sekrup *Sheet Metal* (SM)

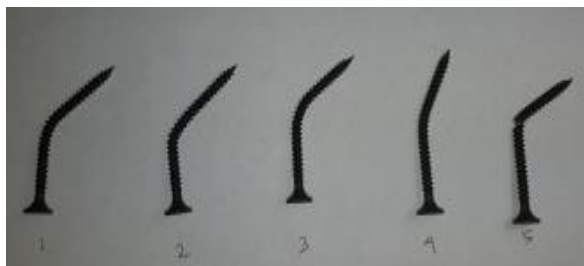
No	BENDA UJI	D (mm)	Pmaksimum (mm)	Pmaksimum rata-rata (N)	5%D (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)
1	SM1	4,5	1838,7562	2001,5475	0,23	1400	1564
2	SM2	4,5	1765,206		0,23	1500	
3	SM3	4,5	1382,7447		0,23	1100	
4	SM4	4,5	2638,0023		0,23	1920	
5	SM5	4,5	2383,0281		0,23	1900	

5.2.2 Kuat Lentur Sekrup

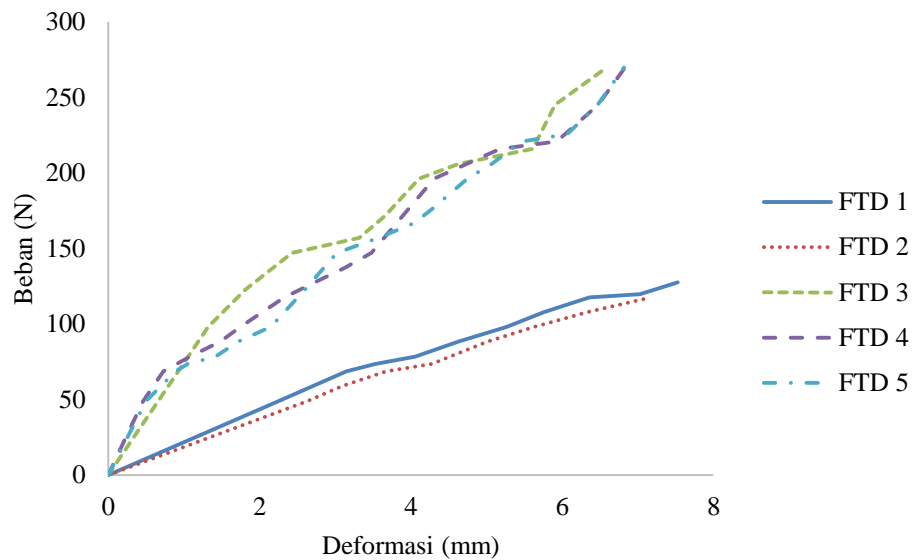
Ada tiga variasi jenis sekrup yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *fine thread drywall*, *cut thread wood*, *sheet metal*, setiap jenis sekrup digunakan 5 sampel.

1. Kuat Lentur Sekrup *Fine Thread Drywall*

Pengujian kuat lentur sekrup *fine thread drywall* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 3,4 mm, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode FTD 1, FTD 2, FTD 3, FTD 4, FTD 5. Menurut ASTM F1575 (2003) penentuan jarak tumpu dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan didapat jarak antar tumpuan 40 mm. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat lentur sekrup *fine thread drywall* dapat dilihat pada Gambar 5.15.



Gambar 5.14 Uji Lentur Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)



Gambar 5.15 Grafik Uji Lentur Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

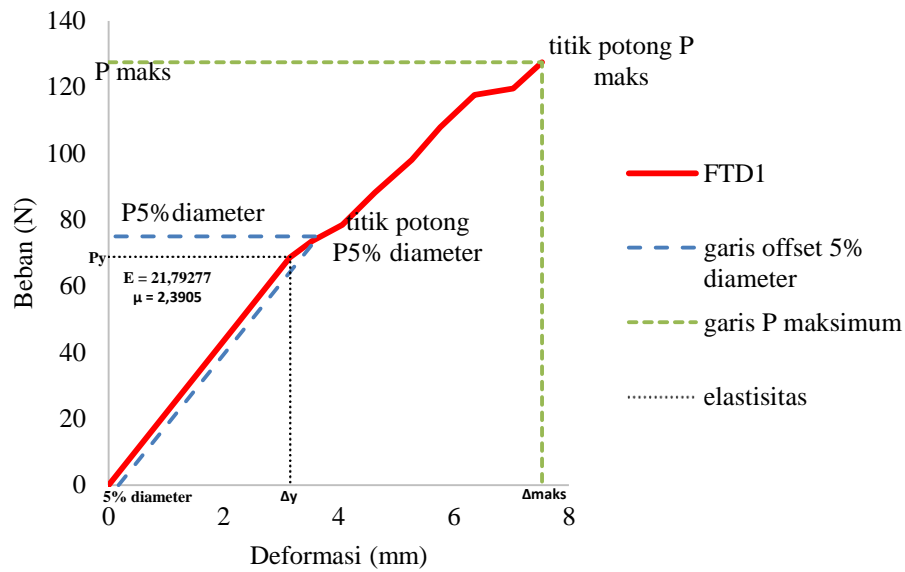
Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 80,8 N dan perhitungan kuat lentur sekrup dengan persamaan (3.1) sebesar 123,3462 MPa. Contoh perhitungan menggunakan *offset* 5% pada salah satu benda uji yaitu FTD1 sebagai berikut.

Data awal : Dsekrup = 3,4 mm

s_{bp} = 40 mm

Data pengujian : P = 75 N

Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji FTD1 dapat dilihat pada Gambar 5.16, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.16 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji lentur FTD1

Dari Gambar 5.16 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji FTD1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat lentur sekrup FTD1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 75 N. Selanjutnya perhitungan kuat lentur sekrup dengan persamaan (3.1) sebagai berikut.

$$F_{yb} = \frac{75 \frac{40}{4}}{\frac{3,4^3}{6}} \quad (3.1)$$

$$F_{yb} = \frac{750}{6,5507} \quad (3.1)$$

$$F_{yb} = 114,4922 \text{ MPa}$$

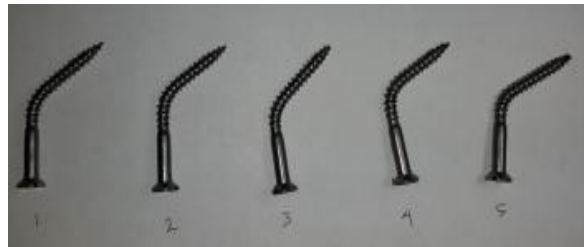
Rekap data perhitungan kuat lentur sekrup *fine thread drywall* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Data Perhitungan Kuat Lentur Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

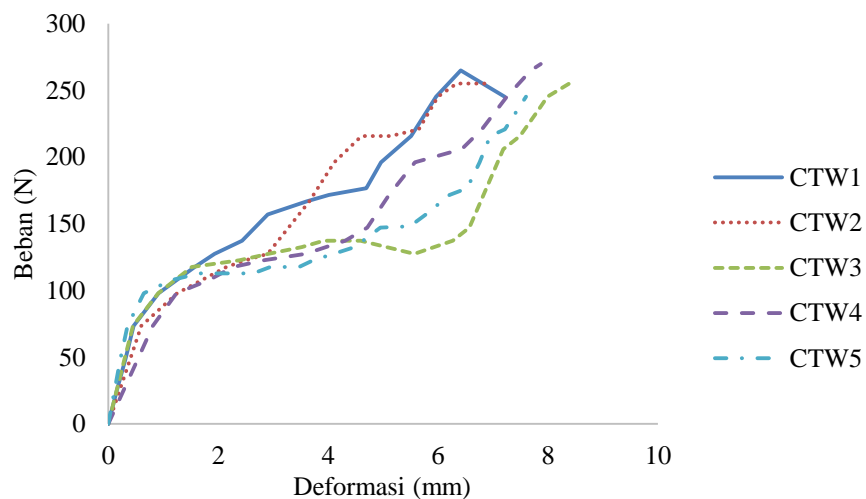
No	BENDA UJI	D (mm)	5%D (mm)	S_{bp} (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)	(1)	(2)	$F_{yb} = (1)/(2)$ (MPa)	F_{yb} rata-rata (MPa)
1	FTD1	3,4	0,17	40	75	80,8	750	6,5507	114,4922	123,3462
2	FTD2	3,4	0,17	40	74		740	6,5507	112,9656	
3	FTD3	3,4	0,17	40	110		1100	6,5507	167,9218	
4	FTD4	3,4	0,17	40	74		740	6,5507	112,9656	
5	FTD5	3,4	0,17	40	71		710	6,5507	108,3859	

2. Kuat Lentur Sekrup *Cut Thread Wood*

Pengujian kuat lentur sekrup *cut thread wood* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 4,1 mm, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode CTW 1, CTW 2, CTW 3, CTW 4, CTW 5. Menurut ASTM F1575 (2003) penentuan jarak tumpu dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan didapat jarak antar tumpuan 48,26 mm. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat lentur sekrup *cut thread wood* dapat dilihat pada Gambar 5.18.



Gambar 5.17 Uji Lentur Sekrup *Cut Thread Wood* (FTD)



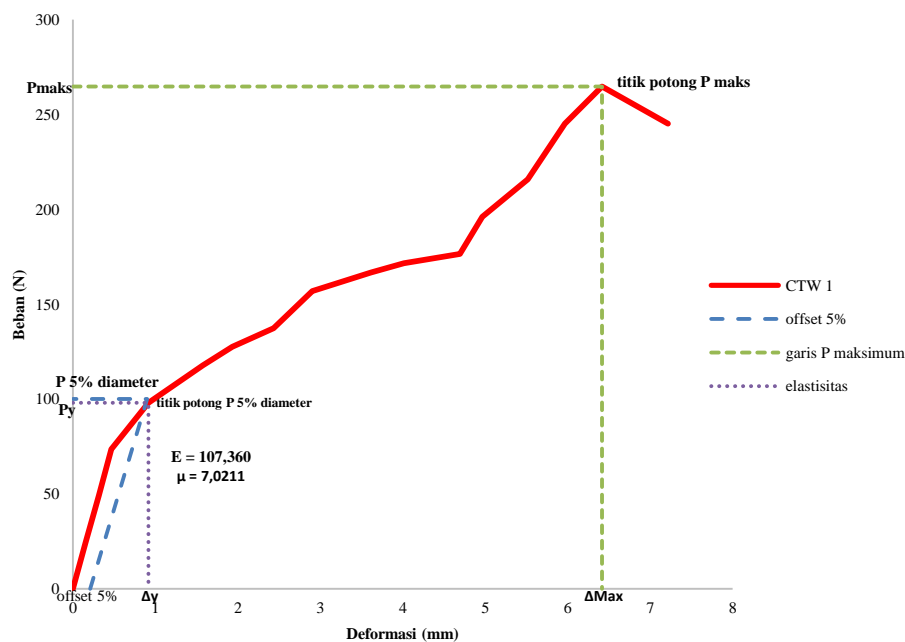
Gambar 5.18 Grafik Uji Lentur Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 96,6 N dan perhitungan kuat lentur sekrup dengan persamaan (3.1) sebesar 101,4622 MPa. Contoh perhitungan menggunakan *offset* 5% pada salah satu benda uji yaitu CTW 1 sebagai berikut.

Data awal : Dsekrup = 4,1 mm
 s_{bp} = 48,26 mm

Data pengujian : P = 100 N

Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji CTW 1 dapat dilihat pada Gambar 5.19, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.19 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji lentur CTW1

Dari Gambar 5.19 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji CTW 1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat lentur sekrup CTW 1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 100 N. Selanjutnya perhitungan kuat lentur sekrup dengan persamaan (3.1) sebagai berikut.

$$F_{yb} = \frac{100 \frac{48,26}{4}}{\frac{4,1^3}{6}} \quad (3.1)$$

$$F_{yb} = \frac{1206,5}{11,4868} \quad (3.1)$$

$$F_{yb} = 105,0333 \text{ MPa}$$

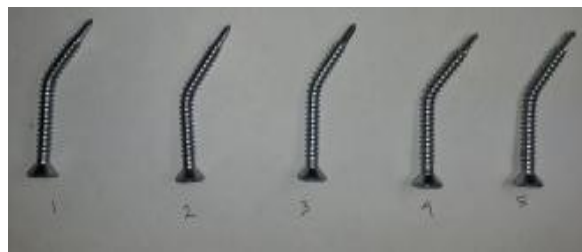
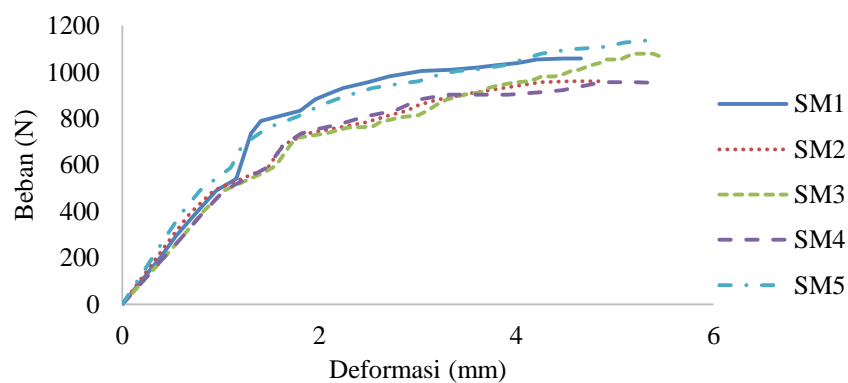
Rekap data perhitungan kuat lentur sekrup *cut thread wood* dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Data Perhitungan Kuat Lentur Sekrup *cut thread wood* (CTW)

No	BENDA UJI	D (mm)	5%D (mm)	S_{bp} (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)	(1)	(2)	$F_{yb}=(1)/(2)$ (MPa)	F_{yb} rata-rata (MPa)
1	CTW1	4,1	0,21	48,26	100	96,6	1206,5	11,4868	105,033	101,4622
2	CTW2	4,1	0,21	48,26	93		1122,04	11,4868	97,6810	
3	CTW3	4,1	0,21	48,26	90		1085,85	11,4868	94,5300	
4	CTW4	4,1	0,21	48,26	100		1206,5	11,4868	105,033	
5	CTW5	4,1	0,21	48,26	100		1206,5	11,4868	105,033	

3. Kuat Lentur Sekrup *Sheet Metal*

Pengujian kuat lentur sekrup *sheet metal* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 4,5 mm, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode SM 1, SM 2, SM 3, SM 4, SM 5. Menurut ASTM F1575 (2003) penentuan jarak tumpu dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan didapat jarak antar tumpuan 49 mm. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat lentur sekrup *sheet metal* dapat dilihat pada Gambar 5.21.

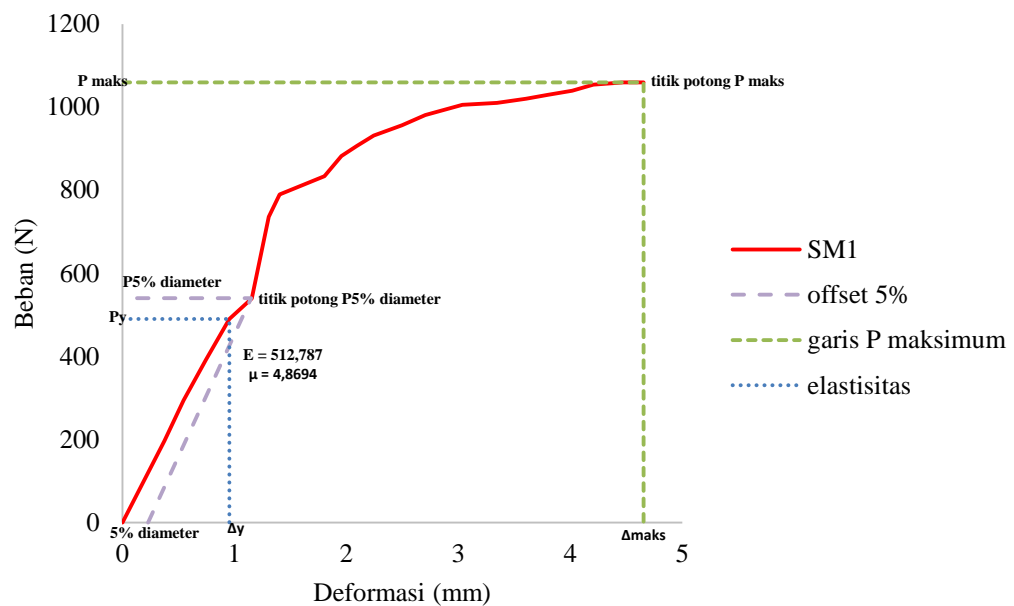
**Gambar 5.20** Uji Lentur Sekrup *Sheet Metal* (SM)**Gambar 5.21** Grafik Uji Lentur Sekrup *Sheet Metal* (SM)

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 549 N dan perhitungan kuat lentur sekrup dengan persamaan (3.1) sebesar 442,8148 MPa. Contoh perhitungan menggunakan *offset* 5% pada salah satu benda uji yaitu SM1 sebagai berikut.

Data awal : Dsekrup = 4,5 mm
 s_{bp} = 49 mm

Data pengujian : P = 540 N

Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji SM1 dapat dilihat pada Gambar 5.22, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.22 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji lentur SM1

Dari Gambar 5.22 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji SM1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat lentur sekrup SM1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 540 N. Selanjutnya perhitungan kuat lentur sekrup dengan persamaan (3.1) sebagai berikut.

$$F_{yb} = \frac{540 \frac{49}{4}}{\frac{4,5^3}{6}} \quad (3.1)$$

$$F_{yb} = \frac{6615}{15,1875} \quad (3.1)$$

$$F_{yb} = 435,5556 \text{ MPa}$$

Rekap data perhitungan kuat lentur sekrup *sheet metal* dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Data Perhitungan Kuat Lentur Sekrup *Sheet Metal* (SM)

No	BENDA UJI	D (mm)	5%D (mm)	S_{bp} (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)	(1)	(2)	$F_{yb}=(1)/(2)$ (MPa)	F_{yb} rata-rata (MPa)
1	SM1	4,5	0,23	49	540	549	6615	15,1875	435,5556	442,8148
2	SM2	4,5	0,23	49	520		6370	15,1875	419,4239	
3	SM3	4,5	0,23	49	525		6431,3	15,1875	423,4568	
4	SM4	4,5	0,23	49	580		7105	15,1875	467,8189	
5	SM5	4,5	0,23	49	580		7105	15,1875	467,8189	

5.2.3 Kuat Tumpu Bambu Laminasi

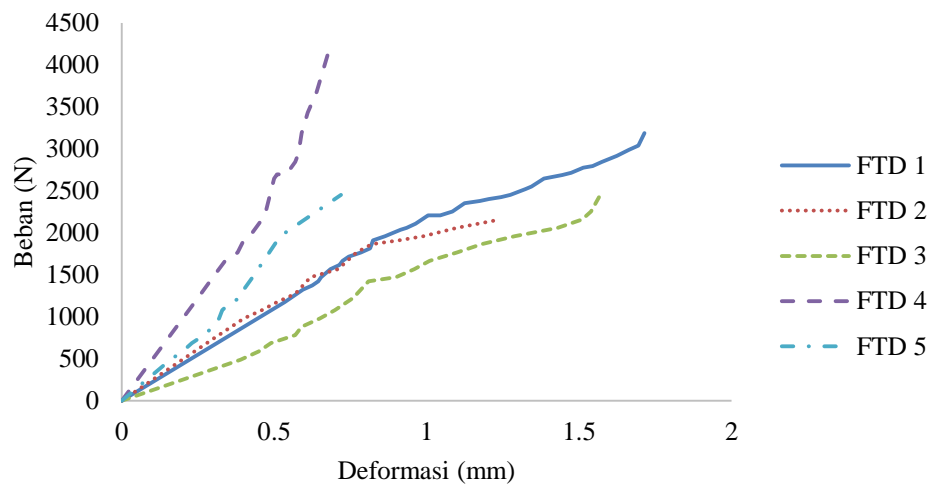
Ada tiga variasi jenis sekrup yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *fine thread drywall*, *cut thread wood*, *sheet metal*, setiap jenis sekrup digunakan 5 sampel dan tumpuan bambu dengan dimensi 50 mm × 50 mm × 25 mm.

1. Kuat Tumpu Bambu Laminasi dengan Sekrup *Fine Thread Drywall*

Pengujian kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *fine thread drywall* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 3,4 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode FTD 1, FTD 2, FTD 3, FTD 4, FTD 5. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.23 dan grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *fine thread drywall* dapat dilihat pada Gambar 5.24.



Gambar 5.23 Uji Tumpu Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

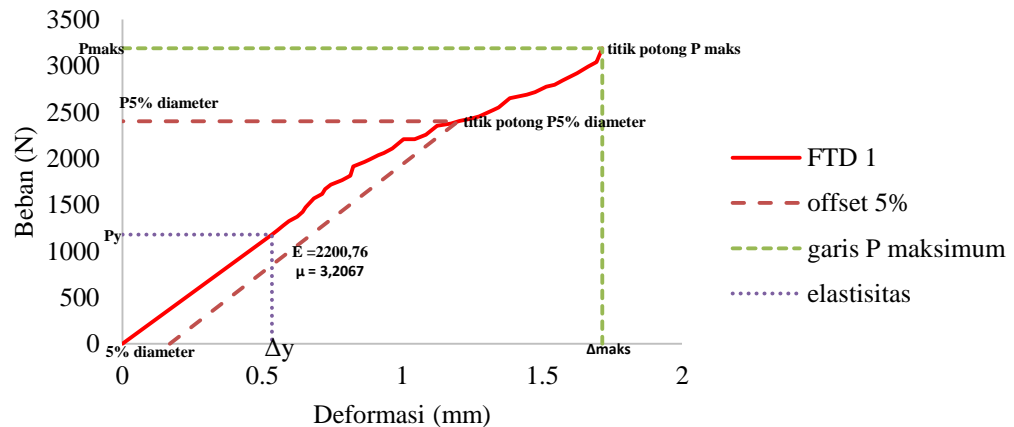


Gambar 5.24 Grafik Uji Tumpu dengan Sekrup *Fine Thread Drywall*

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 2242 N dan perhitungan kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup menggunakan persamaan (3.2) sebesar 26,3765 MPa. Contoh perhitungan menggunakan *offset* 5% pada salah satu benda uji yaitu FTD1 sebagai berikut.

Data awal : Dsekrup = 3,4 mm
 t = 25 mm
 Data pengujian : P = 2400 N

Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji FTD1 dapat dilihat pada Gambar 5.25, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.25 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji tumpu FTD1

Dari Gambar 5.25 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji FTD1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup FTD1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 2500 N. Selanjutnya perhitungan kuat tumpu sekrup dengan persamaan (3.2) sebagai berikut.

$$F_e = \frac{2400}{3,4 \cdot 25} \quad (3.2)$$

$$F_e = \frac{2500}{85} \quad (3.2)$$

$$F_e = 28,2352 \text{ MPa}$$

Rekap data perhitungan kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *fine thread drywall* dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Data Perhitungan Kuat Tumpu Sekrup *Fine Thread Drywall* (FTD)

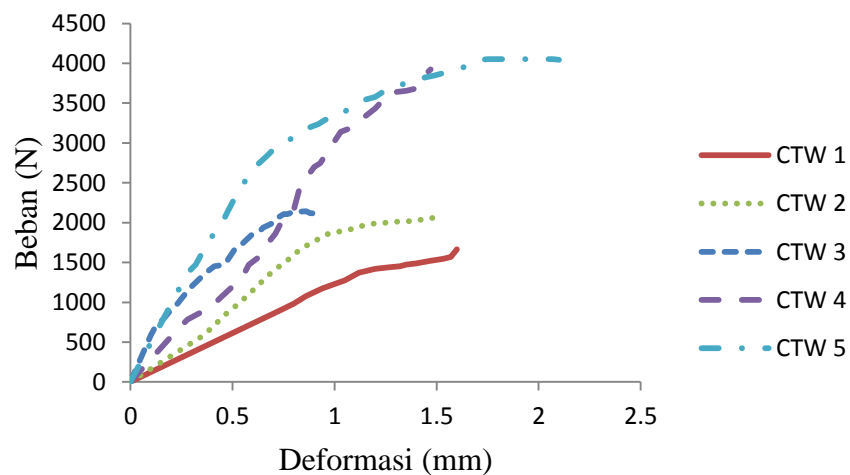
No	BENDA UJI	D (mm)	5%D (mm)	t (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$\frac{P_{5\%}}{\text{rata-rata}}$ (N)	(2)	$F_e = P_{5\%}/(2)$ (MPa)	F_e rata-rata (MPa)
1	FTD1	3,4	0,17	25	2400	2242	85	28,2352	26,3765
2	FTD2	3,4	0,17	25	1950		85	22,9411	
3	FTD3	3,4	0,17	25	2010		85	23,6470	
4	FTD4	3,4	0,17	25	2700		85	31,7647	
5	FTD5	3,4	0,17	25	2150		85	25,2941	

2. Kuat Tumpu Bambu Laminasi dengan Sekrup *Cut Thread Wood*

Pengujian kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *cut thread wood* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 4,1 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode CTW 1, CTW 2, CTW 3, CTW 4, CTW 5. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.26 dan grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *cut thread wood* dapat dilihat pada Gambar 5.27.



Gambar 5.26 Uji Tumpu Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)



Gambar 5.27 Grafik Uji Tumpu dengan Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)

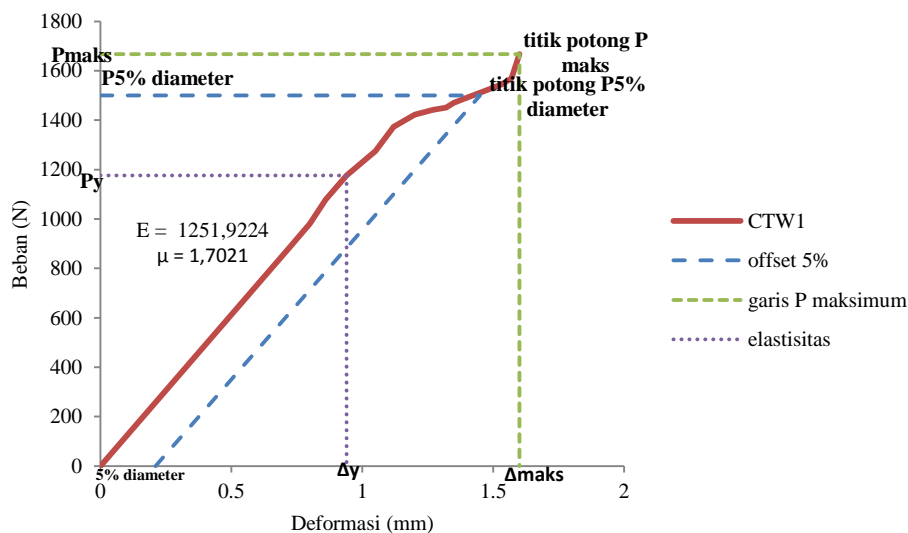
Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 2160 N dan perhitungan kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup menggunakan persamaan (3.2) sebesar 20,0731 MPa. Contoh perhitungan menggunakan *offset* 5% pada salah satu benda uji yaitu CTW 1 sebagai berikut:

Data awal : Dsekrup = 4,1 mm

t = 25 mm

Data pengujian : P = 1500 N

Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji CTW 1 dapat dilihat pada Gambar 5.28 sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.28 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji tumpu CTW1

Dari Gambar 5.28 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji CTW1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup CTW1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 1500 N. Selanjutnya perhitungan kuat tumpu sekrup dengan persamaan (3.2) sebagai berikut:

$$F_e = \frac{1500}{4,1 \cdot 25} \quad (3.2)$$

$$F_e = \frac{1500}{102,5} \quad (3.2)$$

$$F_e = 14,6341 \text{ MPa}$$

Rekap data perhitungan kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *cut thread wood* dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Data Perhitungan Kuat Tumpu Sekrup *Cut Thread Wood* (CTW)

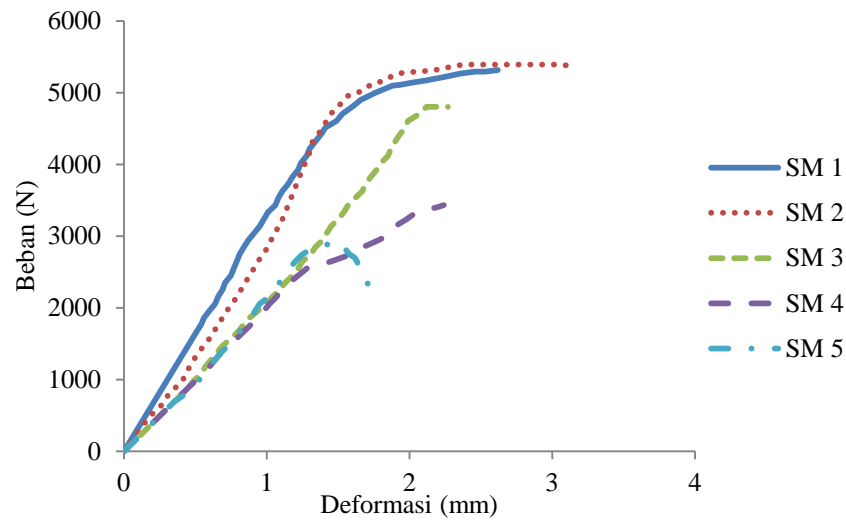
No	BENDA UJI	D (mm)	5%D (mm)	t (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)	(2)	$F_e = P_{5\%}/(2)$ (MPa)	F_e rata-rata (MPa)
1	CTW1	4,1	0,21	25	1500	2160	102,5	14,6341	21,0731
2	CTW2	4,1	0,21	25	2000		102,5	19,5121	
3	CTW3	4,1	0,21	25	2000		102,5	19,5121	
4	CTW4	4,1	0,21	25	2100		102,5	20,4878	
5	CTW5	4,1	0,21	25	3200		102,5	31,2195	

3. Kuat Tumpu Bambu Laminasi dengan Sekrup *Sheet Metal*

Pengujian kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *sheet metal* menggunakan sekrup dengan panjang 50 mm dengan diameter 4,5 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 5 buah, dengan kode SM 1, SM 2, SM 3, SM 4, SM 5. Gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.29 dan grafik hubungan beban dan deformasi hasil pengujian kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *sheet metal* dapat dilihat pada Gambar 5.30.



Gambar 5.29 Uji Tumpu Sekrup *Sheet Metal*



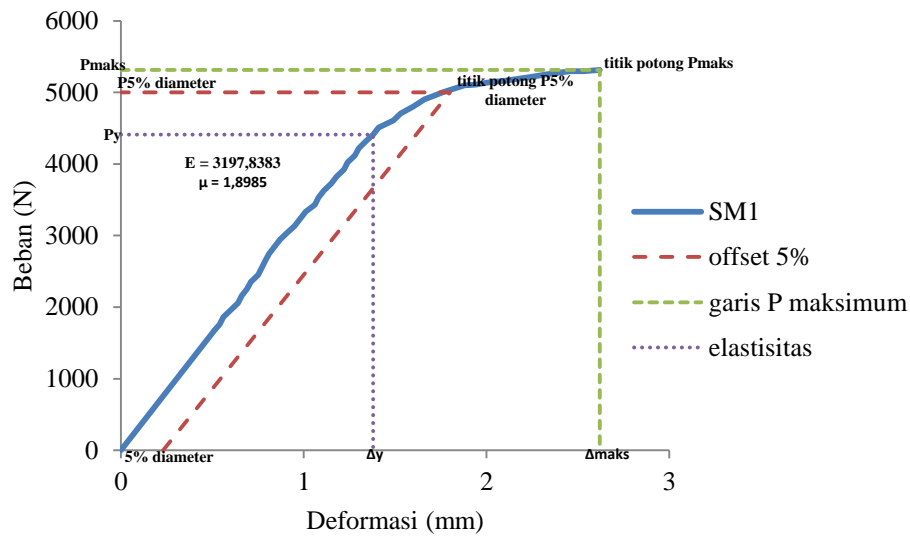
Gambar 5.30 Grafik Uji Tumpu dengan Sekrup *Sheet Metal*

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan metode *offset* 5% diameter, sehingga dari kelima sampel diperoleh gaya rata-rata sebesar 4130 N dan perhitungan kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup menggunakan persamaan (3.2) sebesar 36,71 MPa. Contoh perhitungan menggunakan *offset* 5% pada salah satu benda uji yaitu SM 1 sebagai berikut:

Data awal : Dsekrup = 4,5 mm
 t = 25 mm

Data pengujian : P = 5000 N

Penentuan nilai *offset* 5% diameter sekrup untuk benda uji SM 1 dapat dilihat pada Gambar 5.31, sedangkan untuk penentuan nilai *offset* 5% benda uji lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 5.31 Penentuan nilai *offset* 5% pada benda uji SM1

Dari Gambar 5.31 didapat nilai *offset* 5% untuk benda uji SM 1 diperoleh dari perpotongan grafik hasil uji kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup SM 1 dan garis *offset* 5% diameter sekrup yaitu sebesar 5000 N. Selanjutnya perhitungan kuat tumpu sekrup dengan persamaan (3.2) sebagai berikut.

$$F_e = \frac{5000}{4,5 \cdot 25} \quad (3.2)$$

$$F_e = \frac{5000}{112,5} \quad (3.2)$$

$$F_e = 44,4444 \text{ MPa}$$

Rekap data perhitungan kuat tumpu bambu laminasi dengan sekrup *sheet Metal* dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Data Perhitungan Kuat Tumpu Sekrup *Sheet Metal* (SM)

No	BENDA UJI	D (mm)	5%D (mm)	t (mm)	$P_{5\%}$ (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)	(2)	$F_{yb} = P_{5\%}/(2)$ (MPa)	F_e rata-rata (MPa)
1	SM1	4,5	0,23	25	5000	4130	112,5	44,4444	36,71
2	SM2	4,5	0,23	25	5250		112,5	46,6667	
3	SM3	4,5	0,23	25	4800		112,5	42,6667	
4	SM4	4,5	0,23	25	2700		112,5	24	
5	SM5	4,5	0,23	25	2900		112,5	25,7777	

5.2.4 Mode Kegagalan pada Pengujian Kuat Sambungan

Prediksi mode kegagalan pada penelitian ini menggunakan pendekatan EYM dengan persamaan (3.3) sampai persamaan (3.8). Contoh perhitungan pada salah satu benda uji yaitu FTD 1 sebagai berikut.

Data awal	: Dsekrup	= 3,4	mm
	tm	= 25	mm
	ts	= 25	mm
	K_D	= 2,2	

Data pengujian	: F_{em}	= 26,3764	mm
	F_{es}	= 26,3764	mm
	F_{yb}	= 123,346	mm
	Rc	= 1	
	Rt	= 1	
	K_D	= 2,2	
	K_1	= 1,2247	
	K_2	= 1,0385	
	K_3	= 1,0512	

Penyelesaian :

$$\text{Mode I}_m : Z = \frac{Dt_m F_{em}}{K_D} \quad (3.3)$$

$$Z = \frac{3,4 \times 25 \times 26,3764}{2,2}$$

$$Z = 1019,09 \text{ N}$$

$$\text{Mode I}_s : Z = \frac{Dt_s F_{es}}{K_D} \quad (3.4)$$

$$Z = \frac{3,4 \times 25 \times 26,3764}{2,2}$$

$$Z = 1019,09 \text{ N}$$

$$\text{Mode II} : Z = \frac{k_1 Dt_s F_{es}}{K_D} \quad (3.5)$$

$$Z = \frac{1,2247 \times 3,4 \times 25 \times 26,3764}{2,2}$$

$$Z = 1248,1264 \text{ N}$$

$$\text{Mode III}_m : Z = \frac{k_2 D t_m F_{em}}{(1+2R_C)K_D} \quad (3.6)$$

$$Z = \frac{1,0385 \times 3,4 \times 25 \times 26,3764}{2,2}$$

$$Z = 1286 \text{ N}$$

$$\text{Mode III}_s : Z = \frac{k_3 D t_s F_{em}}{(2+R_C)K_D} \quad (3.7)$$

$$Z = \frac{1,0512 \times 3,4 \times 25 \times 26,3764}{(2+1) \times 2,2}$$

$$Z = 1303 \text{ N}$$

$$\text{Mode IV} : Z = \frac{D^2}{K_D} \sqrt{\frac{2F_{em}F_{yb}}{3(1+R_c)}} \quad (3.8)$$

$$Z = \frac{3,4^2}{2,2} \sqrt{\frac{2 \times 26,3764 \times 123,3462}{3 \times (1+1)}}$$

$$Z = 173,04 \text{ N}$$

Rekap data perhitungan prediksi mode kegagalan kuat sambungan bambu laminasi dengan semua jenis sekrup dapat dilihat pada Lampiran 5.

5.2.5 Penyetaraan dengan Metode Normalisasi

Perbedaan jenis sekrup dan ukuran diameter yang berbeda memberikan hasil yang tidak setara, sehingga perlu dilakukan penyetaraan dengan metode normalisasi dimana data awal yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Data Sebelum Normalisasi

	FTD Φ 3,4mm (N)	CTW Φ 4,1mm (N)	SM Φ 4,5mm (N)
Hasil perhitungan	173,0397	203,98	656,67
Hasil pengujian	1198,3787	1780,89	2001,5475

Dari data diatas merupakan hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan persamaan (3.8) dengan diameter yang berbeda-beda. Selanjutnya adalah hasil proses penyetaraan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Data Setelah Normalisasi

	FTD Φ 4,1mm (N)	CTW Φ 4,1mm (N)	SM Φ 4,1mm (N)
Hasil perhitungan asumsi	251,62	203,98	562,463
Hasil pengujian asumsi	1742,62	1780,89	1714,398

Dari data diatas merupakan hasil perhitungan asumsi yang diperoleh dari perhitungan dengan persamaan (3.8) dengan diameter yang diasumsikan sama yaitu 4,1mm dan untuk hasil pengujian asumsi didapat dengan persamaan (3.9) sebagai berikut.

$$\text{Hasil perhitungan asumsi} = \frac{251,62}{173,0397} \times 1198,3787$$

$$\text{Hasil pengujian asumsi} = 1742,62 \text{ N}$$

5.3 Pembahasan

Setelah menganalisis data seperti yang telah dilakukan pada sub-bab 5.2, pada Sub-bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai perhitungan yang telah dilakukan secara menyeluruh dengan sub-subbab berikut.

5.3.1 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Sambungan Bambu Laminasi

Hasil pengujian uji kuat sambungan bambu laminasi dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16.

Tabel 5.15 Rekap Data Pengujian Kuat Sambungan Bambu Laminasi

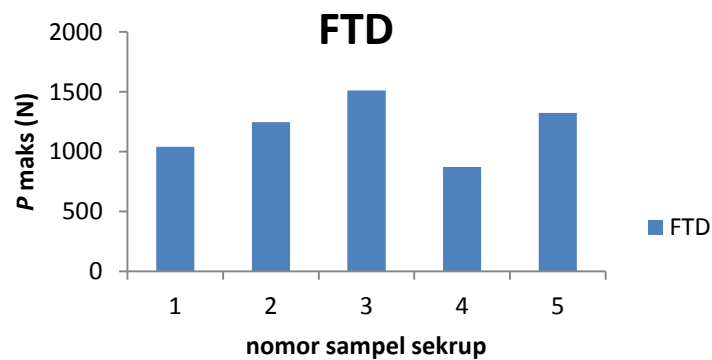
No	BENDA UJI	D (mm)	Pmaksimum (N)	$P_{5\%}$ (N)
1	<i>Fine Thread Drywall</i>	3,4	1198,3787	878
2	<i>Cut Thread Wood</i>	4,1	1780,897	880
3	<i>Sheet Metal</i>	4,5	2001,5475	1564

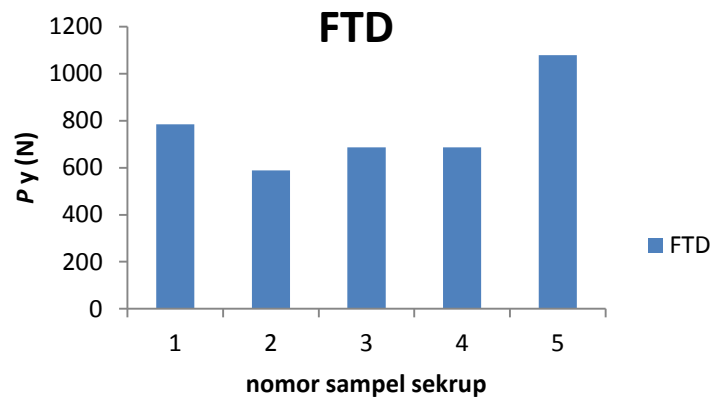
Berdasarkan pengujian kuat sambungan bambu laminasi didapatkan nilai kuat sambungan paling tinggi terdapat pada jenis sekrup *sheet metal* dengan diameter 4,5 mm dengan panjang 50 mm yaitu sebesar 2001,5475 N. Nilai kuat sambungan berdasarkan jenis sekrup yang paling kecil terdapat pada sekrup *fine thread drywall* dengan diameter 3,4 mm dan panjang 50 mm yaitu sebesar 1198,3787 N.

Tabel 5.16 Rekap Data Parameter Pengujian Bambu Laminasi

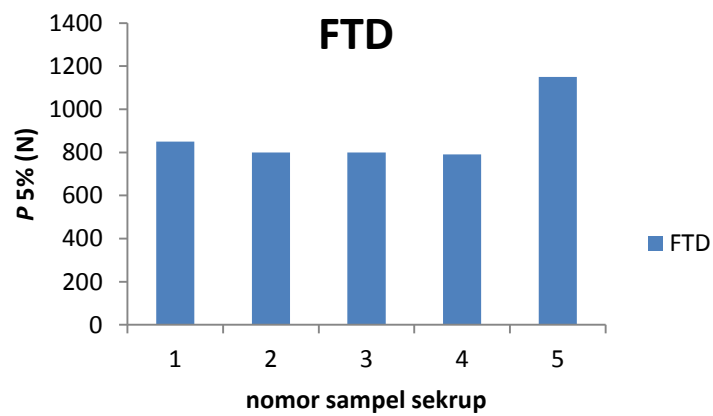
pengujian	jenis sekrup	P_{maks}	Δ_{max} (1)	Δy (2)	P_y	$\Delta 5\%$	P5% diameter	penurunan	E	μ (1)/(2)
kuat sambungan	FTD 1	1039,51	12,11	3,94000	784,5	0,17	850	19,02	199,120	3,0736
	FTD 2	1245,451	10,15	2,37999	588,4	0,17	800	17,35	247,227	4,2647
	FTD 3	1510,232	8,6703	1,92036	686,4	0,17	800	21,3	357,467	4,5149
	FTD 4	872,7963	10,539	5,13999	686,4	0,17	790	16,65	133,554	2,0505
	FTD 5	1323,905	11,5	6,79999	1078,7	0,17	1150	16,05	158,637	1,6911
	CTW 1	1490,618	8,4700	2,25000	735,5	0,205	800	25,71	326,888	3,7644
	CTW 2	1922,113	13,66	2,66000	686,4	0,205	1000	20,5	258,070	5,1353
	CTW 3	1637,719	11,13	1,5	588,4	0,205	800	15,15	392,268	7,42
	CTW 4	1441,585	14,3	1,86	588,4	0,205	800	22,9	316,345	7,6881
	CTW 5	2412,448	13,877	1,96713	784,5	0,205	1000	18,6	398,821	7,0544
	SM 1	1838,756	9,3700	2,62000	1274,8	0,225	1400	16,3	486,591	3,5763
	SM 2	1765,206	10,65	2,00000	784,5	0,225	1500	19,7	392,267	5,3249
	SM 3	1382,745	8,9600	1,26000	784,5	0,225	1100	17,65	466,985	7,1111
	SM 4	2638,002	8,6	2,5	588,4	0,225	1920	14	666,855	3,44
	SM 5	2383,028	8,12	1,47	1667,1	0,225	1900	14,5	800,547	5,5238

Berdasarkan data parameter pengujian diperoleh grafik dari sampel sekrup *fine thread drywall* yang dapat dilihat pada Gambar 5.32 sampai Gambar 5.38 dan untuk sekrup jenis lain dapat dilihat pada Lampiran 6.

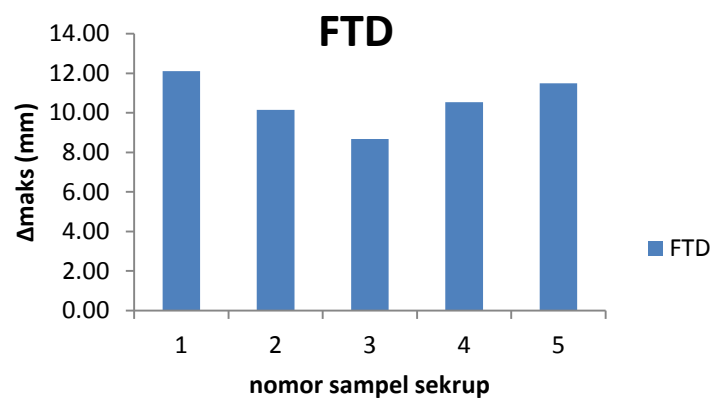
**Gambar 5.32** Hubungan P_{maks} dengan Jenis Sekrup *fine thread drywall*



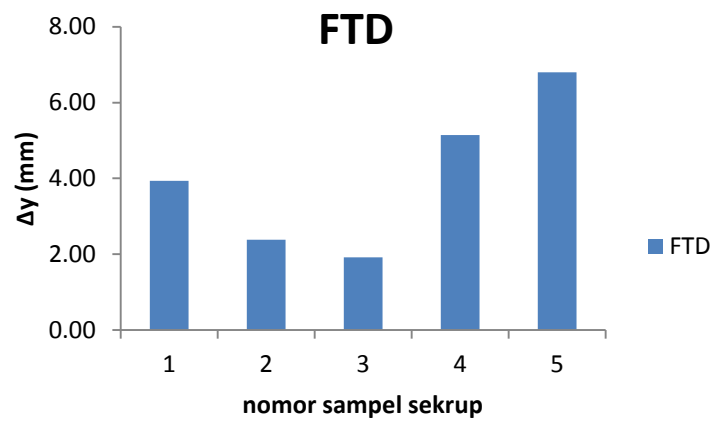
Gambar 5.33 Hubungan P_y dengan Jenis Sekrup *fine thread drywall*



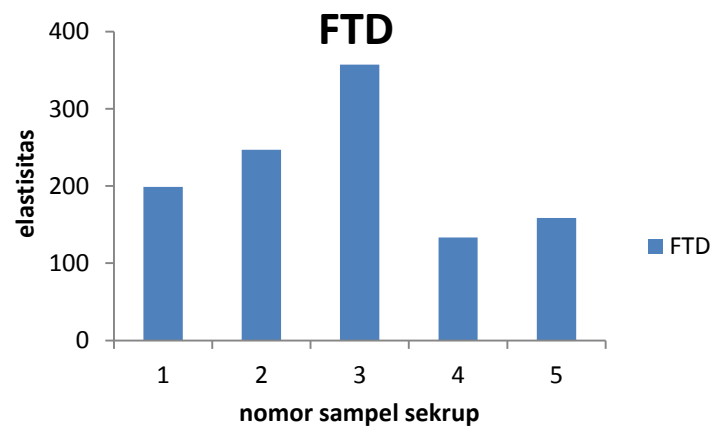
Gambar 5.34 Hubungan $P_{5\%}$ dengan Jenis Sekrup *fine thread drywall*



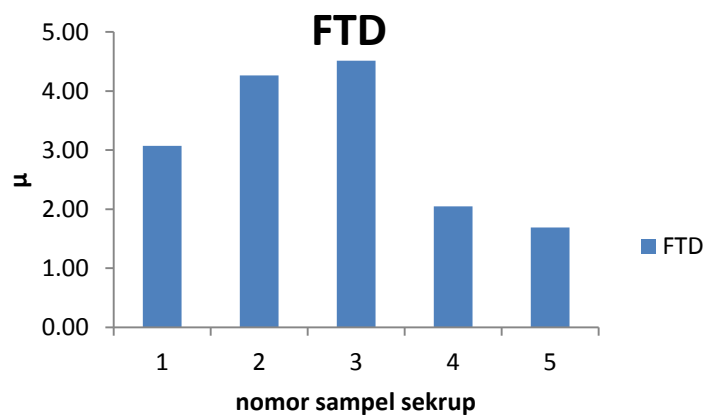
Gambar 5.35 Hubungan Δ_{maks} dengan Jenis Sekrup *fine thread drywall*



Gambar 5.36 Hubungan Δy dengan Jenis Sekrup *fine thread drywall*

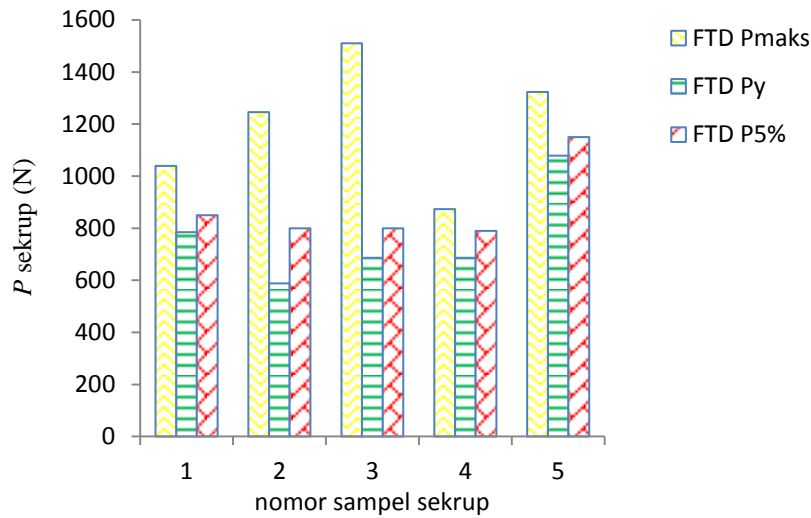


Gambar 5.37 Hubungan elastisitas pada Sekrup *fine thread drywall*



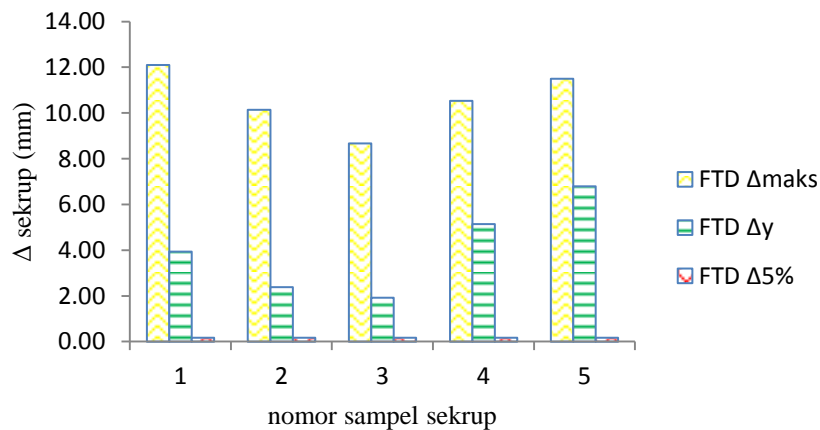
Gambar 5.38 Hubungan μ dengan Jenis Sekrup *fine thread drywall*

Selanjutnya adalah grafik hubungan parameter dari jenis sekrup yang dapat dilihat pada Gambar 5.39 hingga Gambar 5.42.



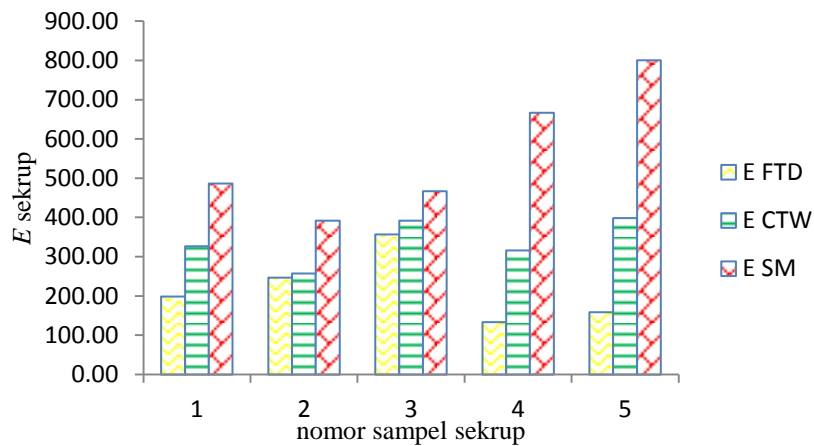
Gambar 5.39 Hubungan P_{maks} , P_y , dan $P_{5\%}$ dengan Jenis Sekrup FTD

Berdasarkan Gambar 5.39 menunjukkan bahwa nilai P_{maks} rata rata yang diperoleh sebesar 1198,3787 N, sedangkan untuk nilai P_y diperoleh 764,9226 N dan $P_{5\%}$ diperoleh 878 N, hal ini dipengaruhi oleh letak titik linier pada P_y , letak titik maksimum P_{maks} dan titik potong 5% pada $P_{5\%}$.



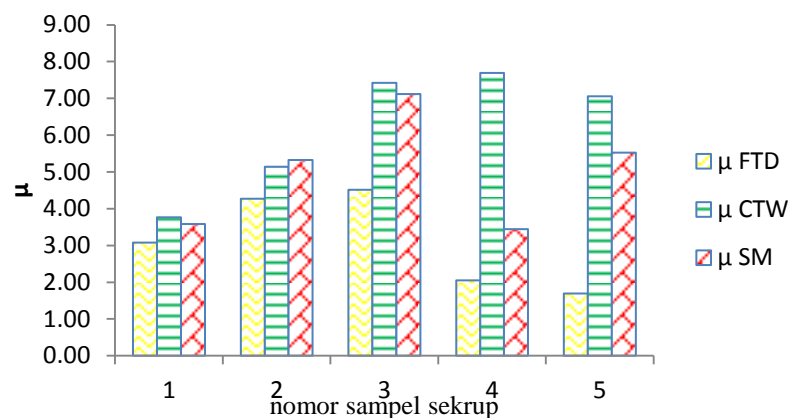
Gambar 5.40 Hubungan Δ_{maks} , Δ_y , dan $\Delta_{5\%}$ dengan Jenis Sekrup FTD

Berdasarkan Gambar 5.40 menunjukkan bahwa nilai Δ_{maks} rata rata yang diperoleh sebesar 10,59 mm, sedangkan untuk nilai Δ_y diperoleh 4,03 mm dan $\Delta_{5\%}$ diperoleh 0,17 m, hal ini dipengaruhi oleh letak titik linier pada Δ_y , letak titik maksimum pada Δ_{maks} dan titik potong 5% pada $\Delta_{5\%}$.



Gambar 5.41 Hubungan elastisitas (E) dengan Jenis Sekrup

Berdasarkan Gambar 5.41 menunjukkan bahwa nilai E maks menunjukkan maksimum pada jenis sekrup *sheet metal*, hal ini dikarenakan nilai P_y sekrup jenis *sheet metal* memiliki nilai terbesar dan Δy kecil, sedangkan E_{maks} terkecil untuk jenis sekrup *fine thread drywall*.

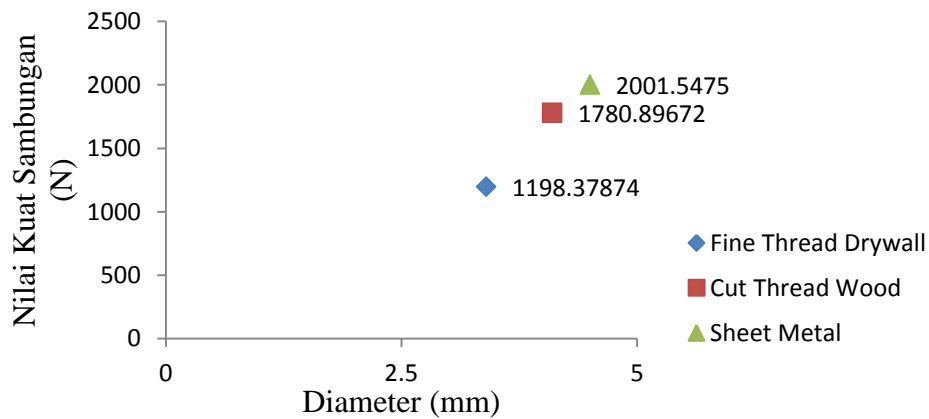


Gambar 5.42 Hubungan μ dengan Jenis Sekrup

Berdasarkan Gambar 5.42 menunjukkan bahwa nilai μ_{maks} menunjukkan maksimum pada jenis sekrup *cut thread wood*, hal ini dikarenakan nilai Δ_{maks} sekrup jenis *cut thread wood* memiliki nilai terbesar dan Δy yang kecil, sedangkan Δ_{maks} terkecil untuk jenis sekrup *fine thread drywall*.

5.3.2 Pengaruh Ukuran Diameter dan Panjang Penetrasi Terhadap Nilai Kuat Sambungan

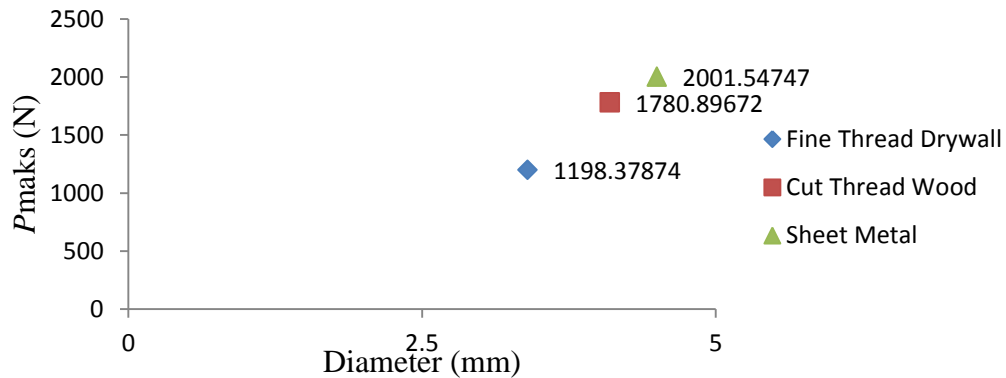
Perbedaan ukuran diameter terhadap nilai kuat sambungan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.43.



Gambar 5.43 Nilai Kuat Sambungan Berdasarkan Diameter Sekrup

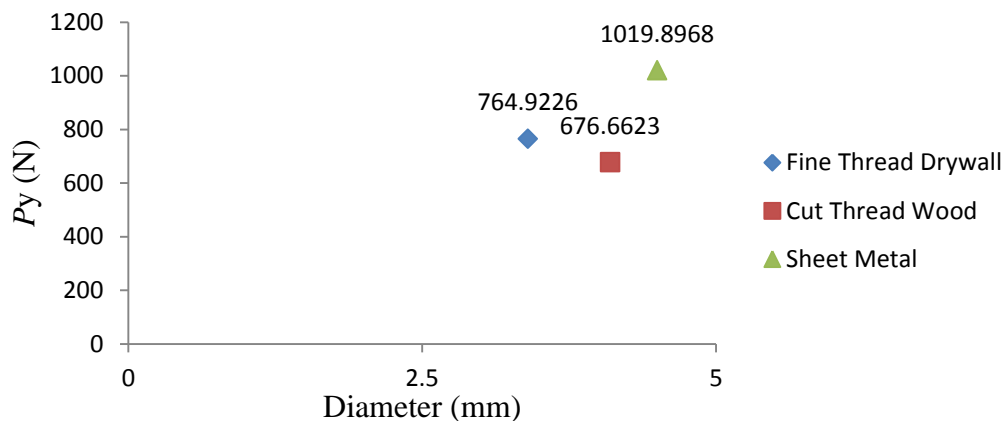
Dari Gambar 5.43 menunjukkan nilai kuat sambungan dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai kuat sambungan 1198,3787 N, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki diameter 4,1 mm dengan nilai kuat sambungan 1780,897 N, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai kuat sambungan 2001,5475 N. Berdasarkan hasil pengujian kuat sambungan tersebut diketahui nilai kuat sambungan sekrup *sheet metal* paling tinggi, sedangkan sekrup *fine thread drywall* memiliki nilai kuat sambungan paling rendah, perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ukuran diameter di mana semakin besar diameter nilai kuat sambungannya semakin besar.

Perbedaan ukuran diameter terhadap nilai P_{maks} , P_y , Δ_{maks} , Δy , dan μ yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.44 sampai Gambar 5.48.



Gambar 5.44 Nilai P_{maks} Berdasarkan Diameter Sekrup

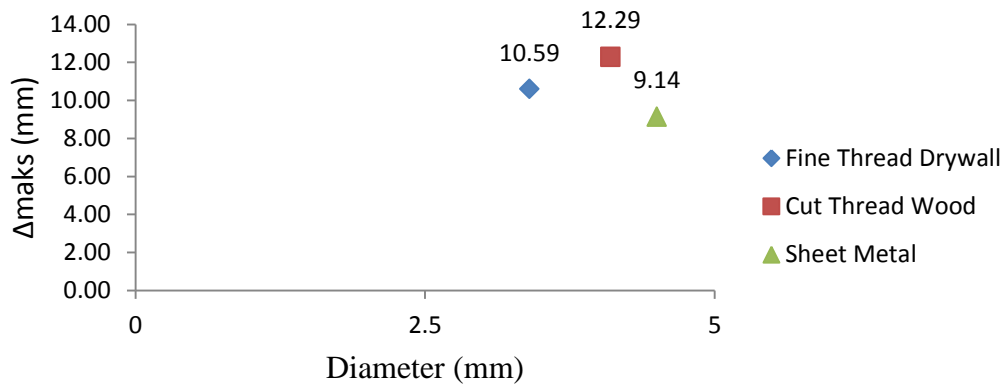
Dari Gambar 5.44 menunjukkan nilai P_{maks} dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai P_{maks} 1198,3787 N, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki diameter 4,1 mm dengan P_{maks} 1780,897 N, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai P_{maks} 2001,5475 N. Berdasarkan hasil pengujian kuat sambungan tersebut diketahui nilai P_{maks} sekrup *sheet metal* paling tinggi, sedangkan sekrup *fine thread drywall* memiliki nilai P_{maks} paling rendah, perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ukuran diameter di mana semakin besar diameter nilai P_{maks} semakin besar.



Gambar 5.45 Nilai P_y Berdasarkan Diameter Sekrup

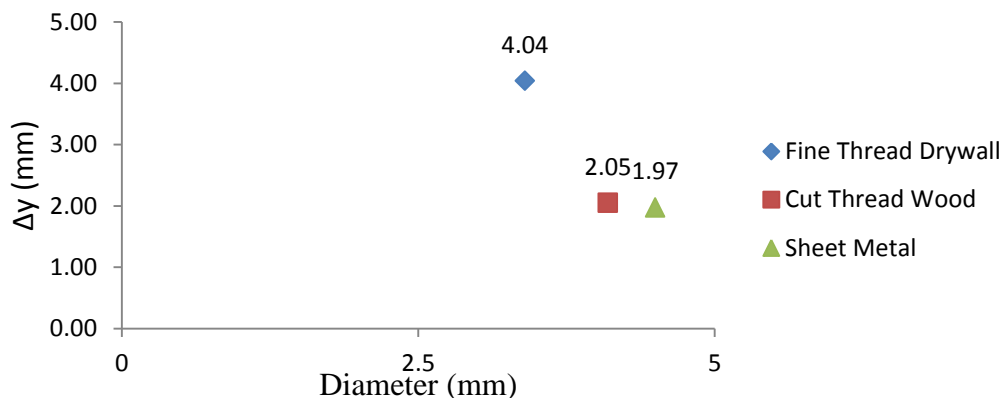
Dari Gambar 5.45 menunjukkan nilai P_y dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai P_y 764,9226 N, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki

diameter 4,1 mm dengan P_y 676,6623 N, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai P_y 1019,8968 N. Selain dipengaruhi ukuran diameter, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh sifat elastis sekrup tersebut.



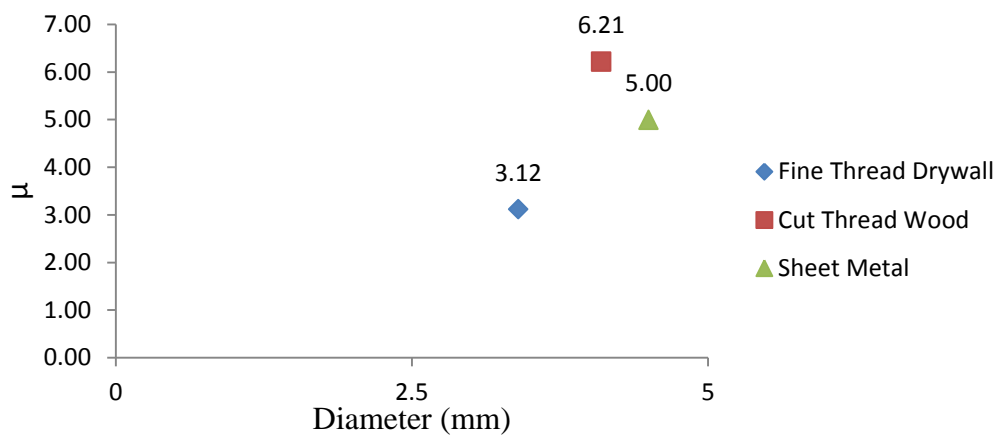
Gambar 5.46 Nilai Δ_{maks} Berdasarkan Diameter Sekrup

Dari Gambar 5.39 menunjukkan nilai Δ_{maks} dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai Δ_{maks} 10,59 mm, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki diameter 4,1 mm dengan Δ_{maks} 12,29 mm, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai Δ_{maks} 9,14 mm. Selain dipengaruhi ukuran diameter, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh sifat elastis sekrup tersebut dan berbanding terbalik dengan nilai P_y , semakin besar nilai P_y maka nilai Δ_{maks} menjadi kecil.



Gambar 5.47 Nilai Δ_y Berdasarkan Diameter Sekrup

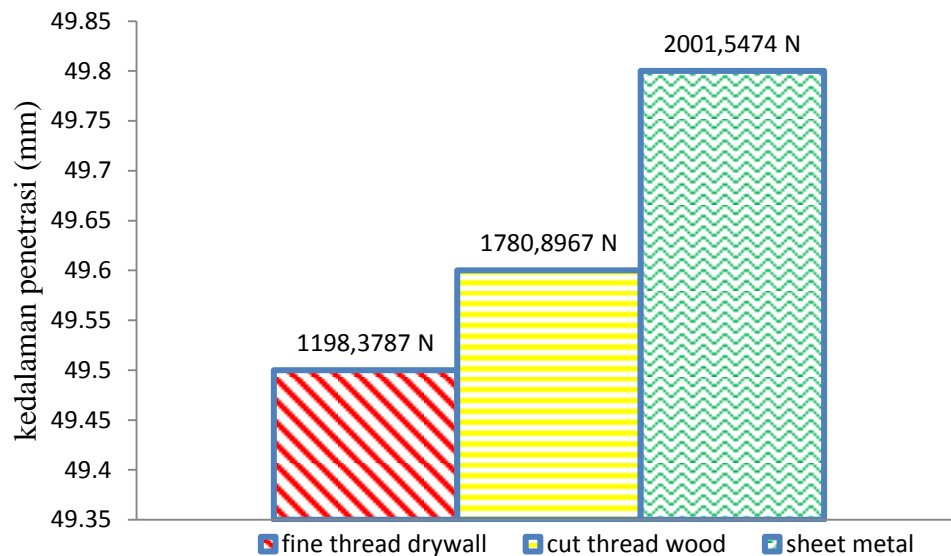
Dari Gambar 5.47 menunjukkan nilai Δy dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai Δy 4,04 mm, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki diameter 4,1 mm dengan Δy 2,05 mm , dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai Δ_{maks} 1,97 mm. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ukuran diameter di mana semakin besar diameter nilai Δy semakin kecil.



Gambar 5.48 Nilai μ Berdasarkan Diameter Sekrup

Dari Gambar 5.48 menunjukkan nilai μ dari setiap jenis sekrup dengan ukuran diameter yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki diameter 3,4 mm dengan nilai μ 3,12 , jenis sekrup *cut thread wood* memiliki diameter 4,1 mm dengan μ 6,21 , dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki diameter 4,5 mm dengan nilai μ 5,0 . Selain dipengaruhi ukuran diameter, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh sifat elastis sekrup tersebut, dimana hasil tersebut adalah pembagian dari penurunan maksimum (Δ_{maks}) dengan penurunan pada titik elastis (Δy) sehingga didapat nilai μ terbesar pada sekrup jenis *cut thread wood*.

Perbedaan panjang penetrasi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.49.



Gambar 5.49 Nilai Kuat Sambungan Berdasarkan Panjang Penetrasi Sekrup

Dari Gambar 5.49 menunjukkan nilai kuat sambungan dari setiap jenis sekrup dengan panjang penetrasi yang berbeda, untuk jenis sekrup *fine thread drywall* memiliki panjang penetrasi 49,55 mm dengan nilai kuat sambungan 1198,3787 N, jenis sekrup *cut thread wood* memiliki panjang penetrasi 49,6 mm dengan nilai kuat sambungan 1780,897 N, dan jenis sekrup *sheet metal* memiliki panjang penetrasi 49,8 mm dengan nilai kuat sambungan 2001,5475 N. Berdasarkan hasil pengujian kuat sambungan tersebut diketahui nilai kuat sambungan sekrup *sheet metal* paling tinggi, sedangkan sekrup *fine thread drywall* memiliki nilai kuat sambungan paling rendah, selain nilai kuat sambungan dipengaruhi oleh ukuran diameter, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh perbedaan panjang penetrasi.

5.3.3 Prediksi Nilai Kuat Sambungan dan Mode Kegagalan Berdasarkan EYM

Setelah dilakukan perhitungan selanjutnya adalah pembahasan tentang hasil dari perhitungan, jenis mode kegagalan, dan hasil pengujian. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada rekapitulasi perhitungan prediksi nilai kuat sambungan, jenis mode kegagalan berdasarkan EYM, dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Hubungan Prediksi, Mode kegagalan dan Hasil Pengujian

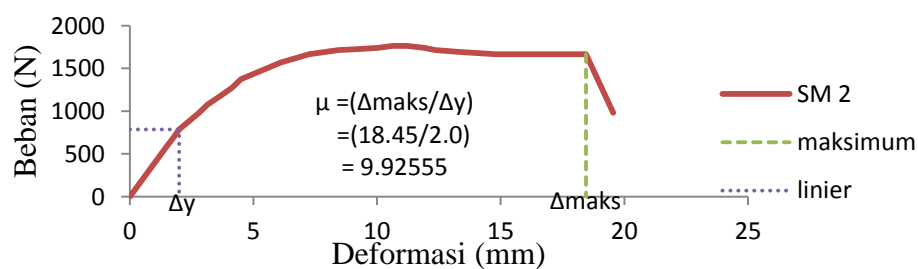
No	BENDA UJI	D (mm)	Mode kegagalan	NILAI KUAT SAMBUNGAN (N)		
				Prediksi rata-rata EYM (N)	P maksimum rata-rata (N)	$P_{5\%}$ rata-rata (N)
1	<i>Fine Thread Drywall</i>	3,4	IV	173,0397	1198,3787	878
2	<i>Cut Thread Wood</i>	4,1	IV	203,98	1780,897	880
3	<i>Sheet Metal</i>	4,5	IV	656,6718	2001,5475	1564

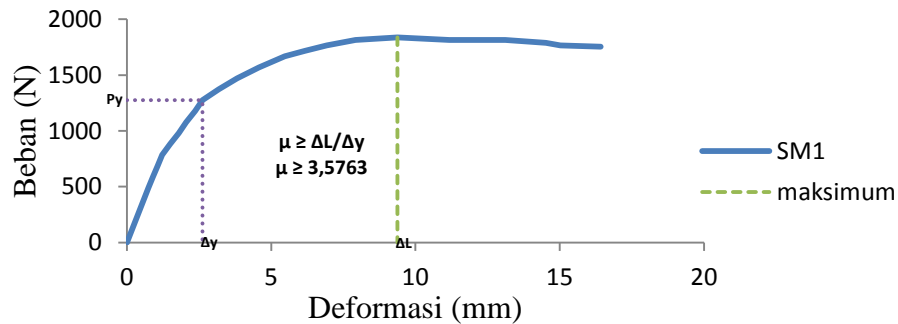
Dari Tabel 5.17 menunjukkan jenis mode kegagalan dari ketiga jenis sekrup adalah mode IV. Hal ini diperoleh dari nilai terendah prediksi EYM yaitu 173,0397 N untuk jenis sekrup *fine thread drywall*, 211,8840 N untuk jenis sekrup *cut thread wood*, dan 656,6718 N untuk jenis sekrup *sheet metal*. Selain dari perhitungan prediksi EYM, mode kegagalan dapat dilihat dari hasil pengujian pada Lampiran 5. Namun terdapat selisih nilai antara prediksi EYM dan $P_{5\%}$ hal ini dikarenakan persamaan EYM tidak memperhitungkan ukuran *pilot hole* dan jarak tepi ujung dalam perhitungan (Haftkhani, dkk 2011).

Kegagalan mode IV yang terjadi pada pengujian ini sesuai dengan kegagalan alat sambung jenis sekrup pada umumnya mode IIIs, IIIm, dan IV (Haftkhani, dkk 2011) dimana kegagalan mode IV yaitu terbentuknya dua sendi plastis pada alat sambung dalam satu bidang geser.

5.3.4 Pengaruh nilai μ dengan Δy dan $\Delta maks$

Nilai μ merupakan perbandingan dari $\Delta maks$ dengan Δy . Pada penelitian ini ada beberapa benda uji yang mengalami rusak dan ada yang belum rusak karena faktor keterbatasan alat, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.50 dan Gambar 5.51.

**Gambar 5.50** Grafik Benda Uji yang Mengalami Kondisi Rusak



Gambar 5.51 Grafik Benda Uji yang Belum Rusak

Dari Gambar 5.50 dan Gambar 5.51 dapat dilihat perbedaan dimana pada Gambar 5.50 terlihat garis patah yang berarti menunjukkan benda sudah rusak, sedangkan untuk Gambar 5.51 garis masih lurus yang berarti menunjukkan masih bisa dilanjutkan, namun karena faktor keterbatasan alat sehingga harus dihentikan. Dalam pengujian ini terjadi perbedaan dari nilai $\mu = (\Delta_{maks}/\Delta y)$ untuk kondisi benda uji rusak dengan $\mu \geq (\Delta L/\Delta y)$ kondisi benda uji belum rusak.

5.3.5 Pengaruh Variasi Jenis Sekrup dengan Metode Normalisasi

Pada penelitian ini dilakukan normalisasi untuk menyetarakan data yang memiliki variabel yang berbeda. Rekapitulasi hasil asli dan setelah dilakukan normalisasi Tabel 5.18 dan Tabel 5.19.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Sebelum Dinormalisasi

	FTD $\Phi 3,4$ mm (N)	CTW $\Phi 4,1$ mm (N)	SM $\Phi 4,5$ mm (N)
Hasil perhitungan	173,0397	203,98	656,67
Hasil pengujian	1198,3787	1780,89	2001,5475

Pada Tabel 5.18 sekrup memiliki diameter yang berbeda-beda, untuk menyetarakan salah satu variabel maka diasumsikan sekrup memiliki diameter yang sama. Rekapitulasi hasil setelah dinormalisasi dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Setelah Dinormalisasi

	FTD $\Phi 4,1$ mm (N)	CTW $\Phi 4,1$ mm (N)	SM $\Phi 4,1$ mm (N)
Hasil perhitungan asumsi	251,62	203,98	562,463
Hasil pengujian asumsi	1742,62	1780,89	1714,398

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kuat sambungan terbesar adalah sekrup *sheet metal* (SM $\Phi 4,5\text{mm}$) dengan nilai 2001,5475 N, yang kedua sekrup *cut thread wood* (CTW $\Phi 4,1\text{mm}$) dengan nilai 1780,89 N, dan yang ketiga sekrup *fine thread drywall* (FTD $\Phi 3,4\text{mm}$) dengan nilai 1198,3787 N. Setelah dilakukan normalisasi hasil pengujian diperoleh kuat sambungan terbesar sekrup *cut thread wood* (CTW $\Phi 4,1\text{mm}$) dengan nilai 1780,89 N, yang kedua sekrup *fine thread drywall* (FTD $\Phi 3,4\text{mm}$) dengan nilai 1742,62 N, dan yang ketiga sekrup *sheet metal* (SM $\Phi 4,5\text{mm}$) dengan nilai 1714,398 N.

Berdasarkan hasil normalisasi terjadi perubahan kekuatan yang dipengaruhi ukuran diameter dimana dengan diameter yang lebih besar mendapatkan hasil kuat sambungan yang lebih besar. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan semakin besar diameter nilai kuat sambung juga semakin besar.