



TUGAS AKHIR-TM091486

# ANALISA PENGARUH KETEBALAN INTI (*CORE*) *POLYURETHANE* TERHADAP karakteristik *BENDING* KOMPOSIT SANDWICH

PRAMADITYA ARDIYANTO

2109100130

LAB. METALLURGY

JURUSAN TEKNIK MESIN

FT I- ITS

Dosen Pembimbing:

Putu Suwarta, ST., MSc

NIP. 198203032009121007

# LATAR BELAKANG



Dunia Industri

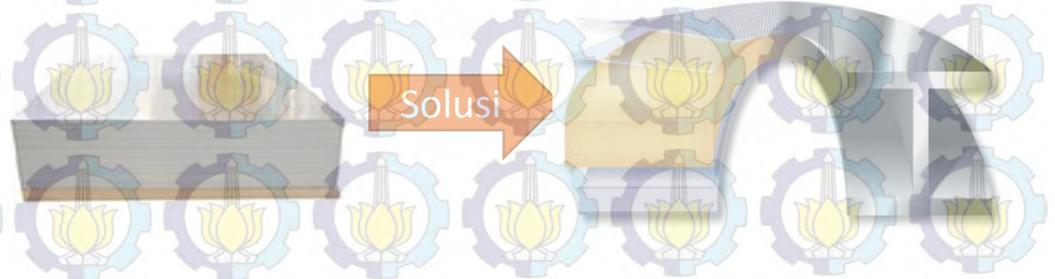
Material dengan  
kekakuan dan  
kekuatan baik  
serta ringan

Komposit  
sandwich

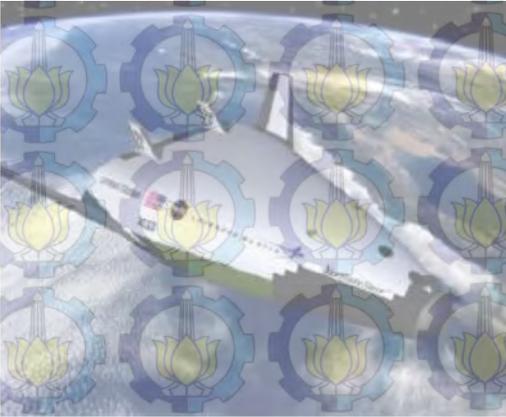


Kebutuhan

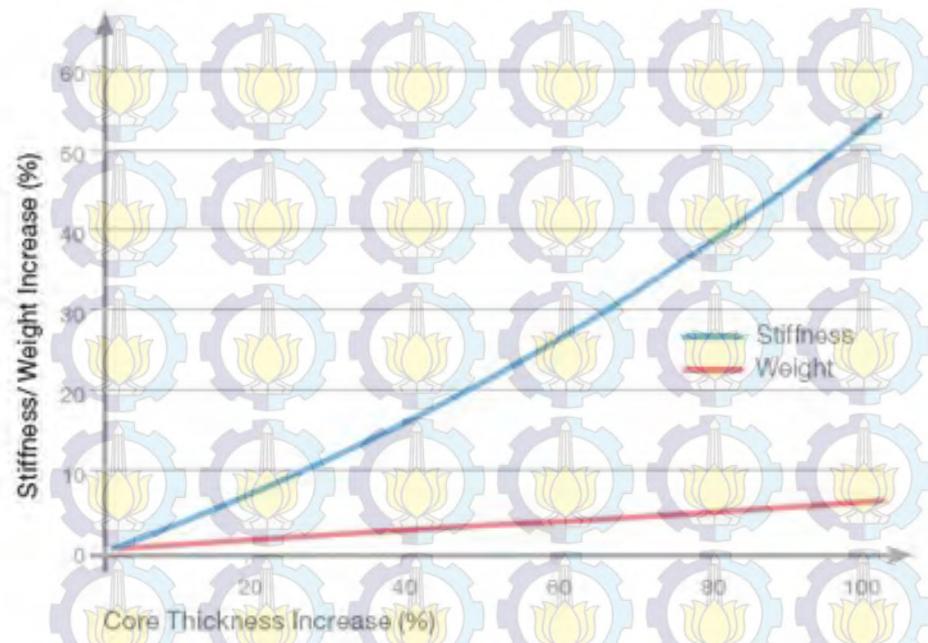
Solusi



# APLIKASI

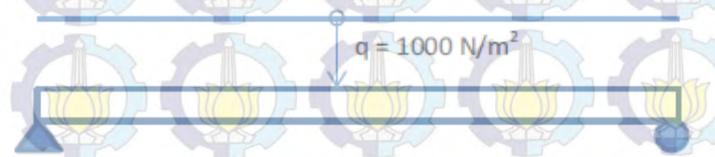
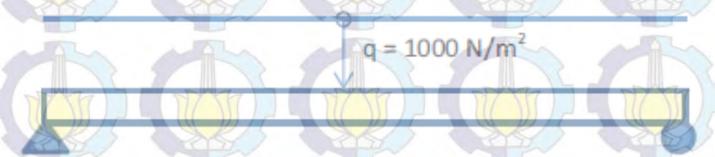


# Tinjauan Pustaka



## Example steel

## Example sandwich



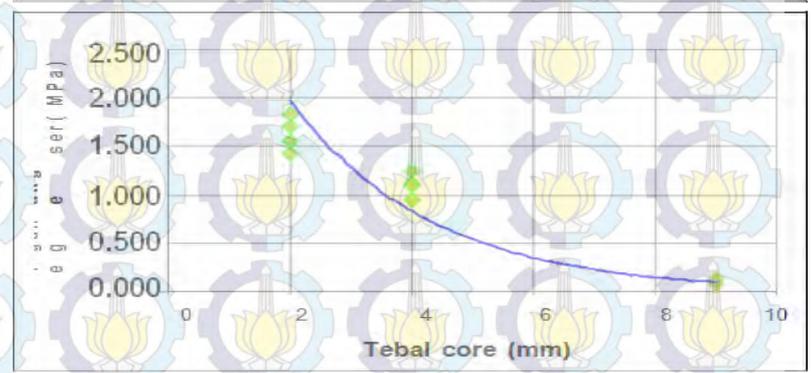
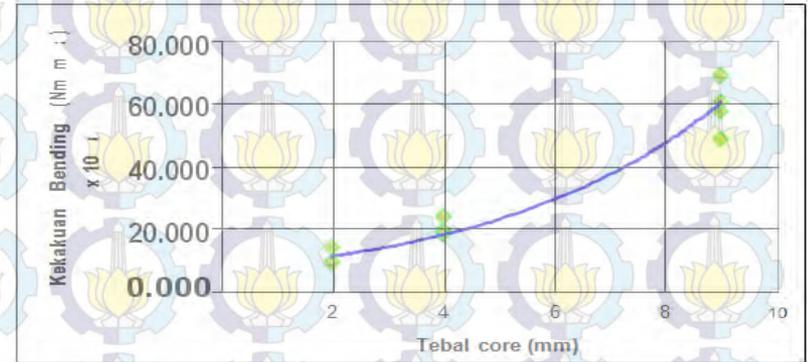
5 mm steel  
 "Weight 39 kg/m<sup>2</sup>  
 "Deflection 30 mm  
 "Safety factor 3

17 mm sandwich  
 "Weight 4.3 kg/m<sup>2</sup>  
 "Deflection 30 mm  
 "Safety factor 5.7

# PENELITIAN SEBELUMNYA

- Veindra habrian [4] melakukan percobaan dengan komposit *sandwich core* spon dan didapat hasil
1. Kekuatan komposit *sandwich* semakin menurun seiring dengan penambahan tebal *core* spon.
  2. Kekakuan komposit *sandwich* semakin meningkat seiring penambahan *core* spon

Istanto, dkk [3], kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada *skin* dengan orientasi serat [(0/90)<sub>4</sub>] sebesar 266,62 MPa. Hal ini disebabkan oleh faktor orientasi serat yang searah beban. Momen maksimum dan kekuatan *bending skin* dengan orientasi serat [(0/90)<sub>4</sub>] memiliki harga yang paling tinggi.



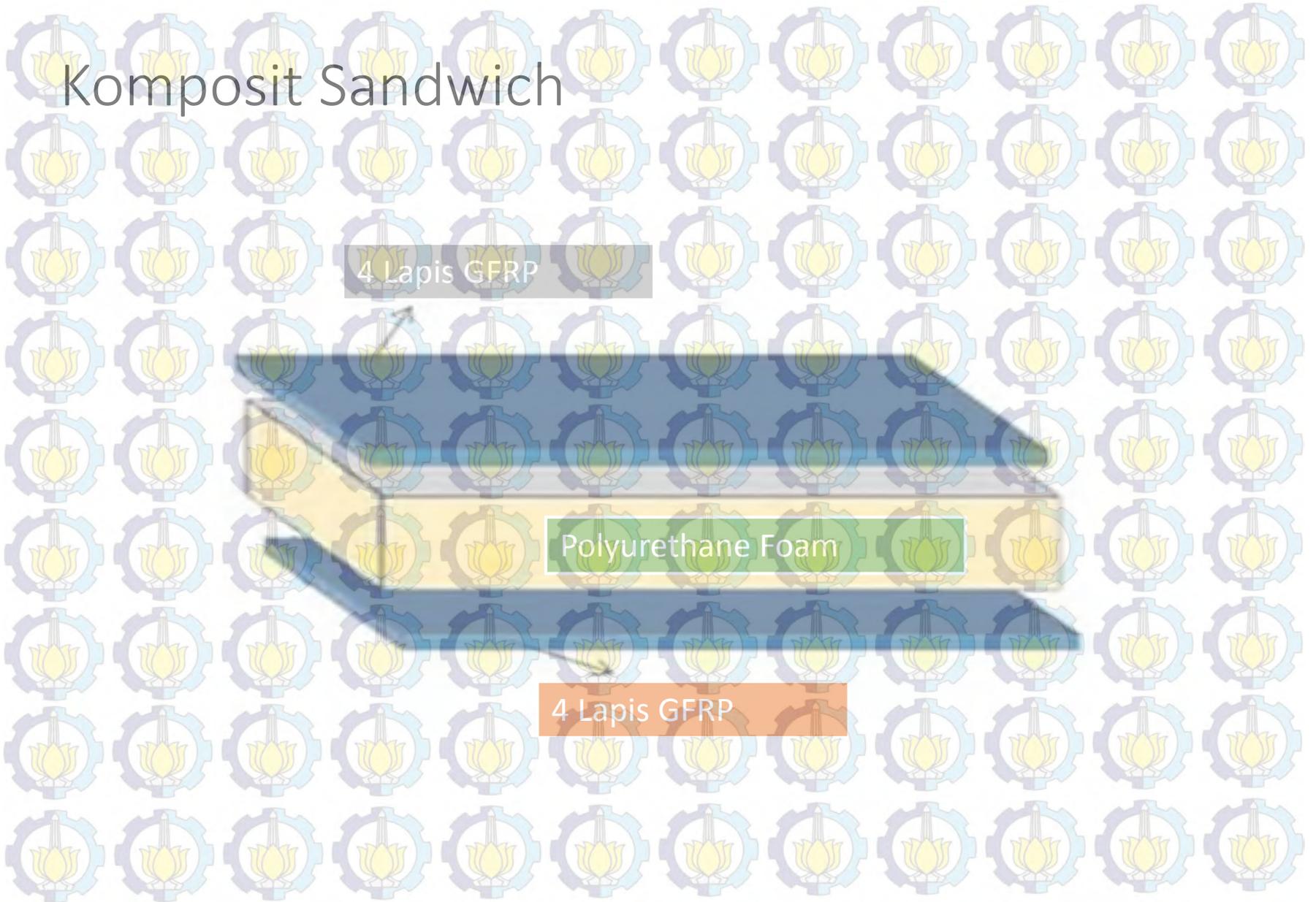
Orientasi Serat E-glass WR (°)	Jumlah Lamina	V <sub>f</sub> (%)	Momen (Nmm)	Kekuatan Bending (MPa)
[(0/90) <sub>4</sub> ]	4	40	1102.60	266.62
[[{(30/-60)/(60/-30)} <sub>2</sub> ]	4	40	757.90	192.28
[[{(45/-45)} <sub>4</sub> ]	4	40	708.07	182.39
[[{(30/-60)/(0/90)} <sub>2</sub> ]	4	40	571.02	152.07
[[{(45/-45)/(0/90)} <sub>2</sub> ]	4	40	681.07	189.28

# Komposit Sandwich

4 Lapis GFRP

Polyurethane Foam

4 Lapis GFRP



## RUMUSAN MASALAH

Bagaimana pengaruh variasi ketebalan *core* dari *polyurethane* terhadap karakteristik *bending* komposit *sandwich* dalam fraksi tetap.

Bagaimana pengaruh variasi tebal *core* pada komposit *sandwich* terhadap bentuk/model kerusakan yang terjadi setelah bahan komposit tersebut patah/rusak ?

## TUJUAN

Menganalisa pengaruh variasi ketebalan *core* dari *polyurethane* terhadap karakteristik *bending* komposit *sandwich* dalam fraksi tetap.

Menganalisa pengaruh variasi tebal *core* pada komposit *sandwich* terhadap bentuk/model kerusakan yang terjadi setelah bahan komposit tersebut patah/rusak

# BATASAN MASALAH

Distribusi serat didalam matrik pada tiap lapisan dianggap sama.

Komposisi antara penguat dengan matrik disetiap lapisan dianggap sama.

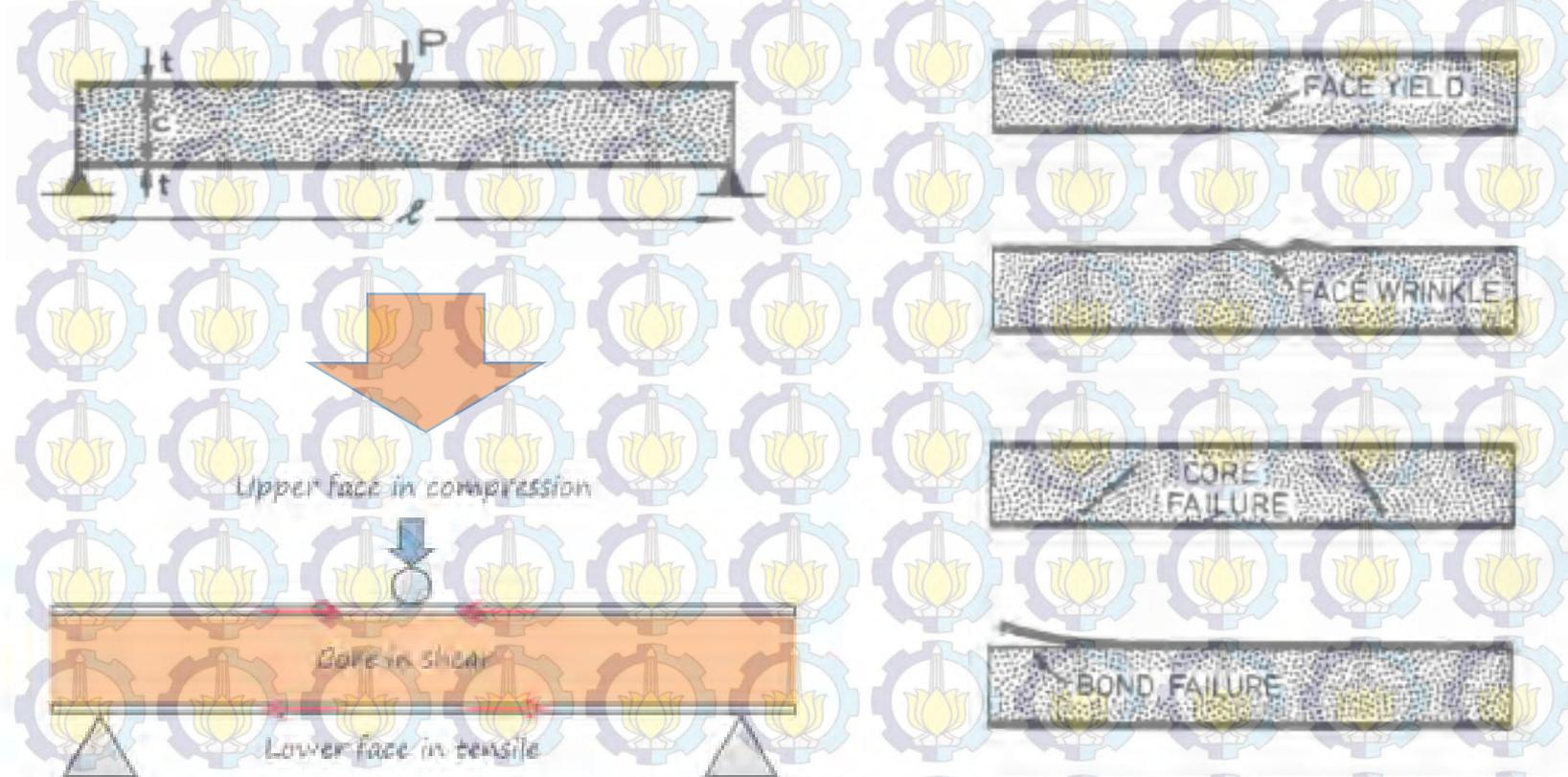
Suhu ruangan pada proses pembuatan dan pengujian dianggap konstan  $\pm 32$

C.

Spesimen yang dihasilkan memiliki dimensi yang sama

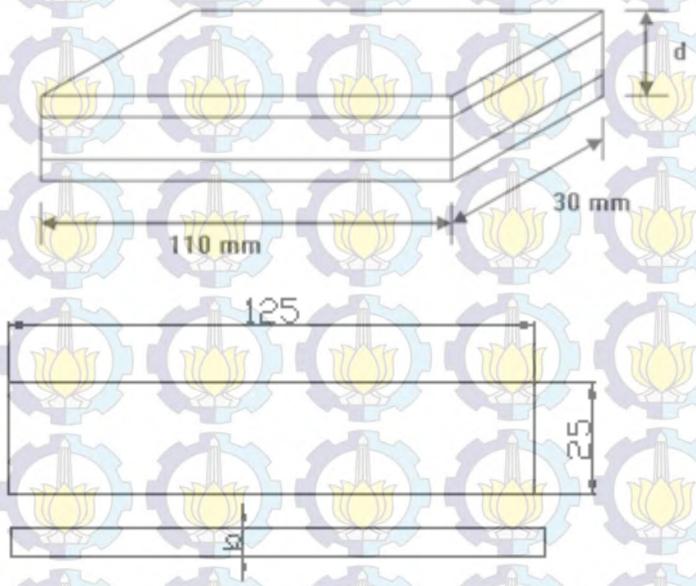
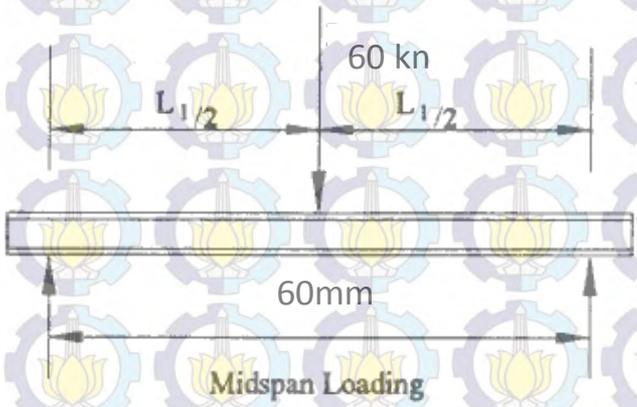
*Tiap variasi ketebalan core memiliki dimensi yang sama .*

# Kegagalan komposit sandwich



L.A. Carlsson and G.A. Kardomates "structural and failure mechanics of composite sandwich" 2010

# Pengujian *bending* menggunakan standar uji ASTM C 393 (*sandwich*) dan ASTM D 790M



## Prosedur uji *Bending*

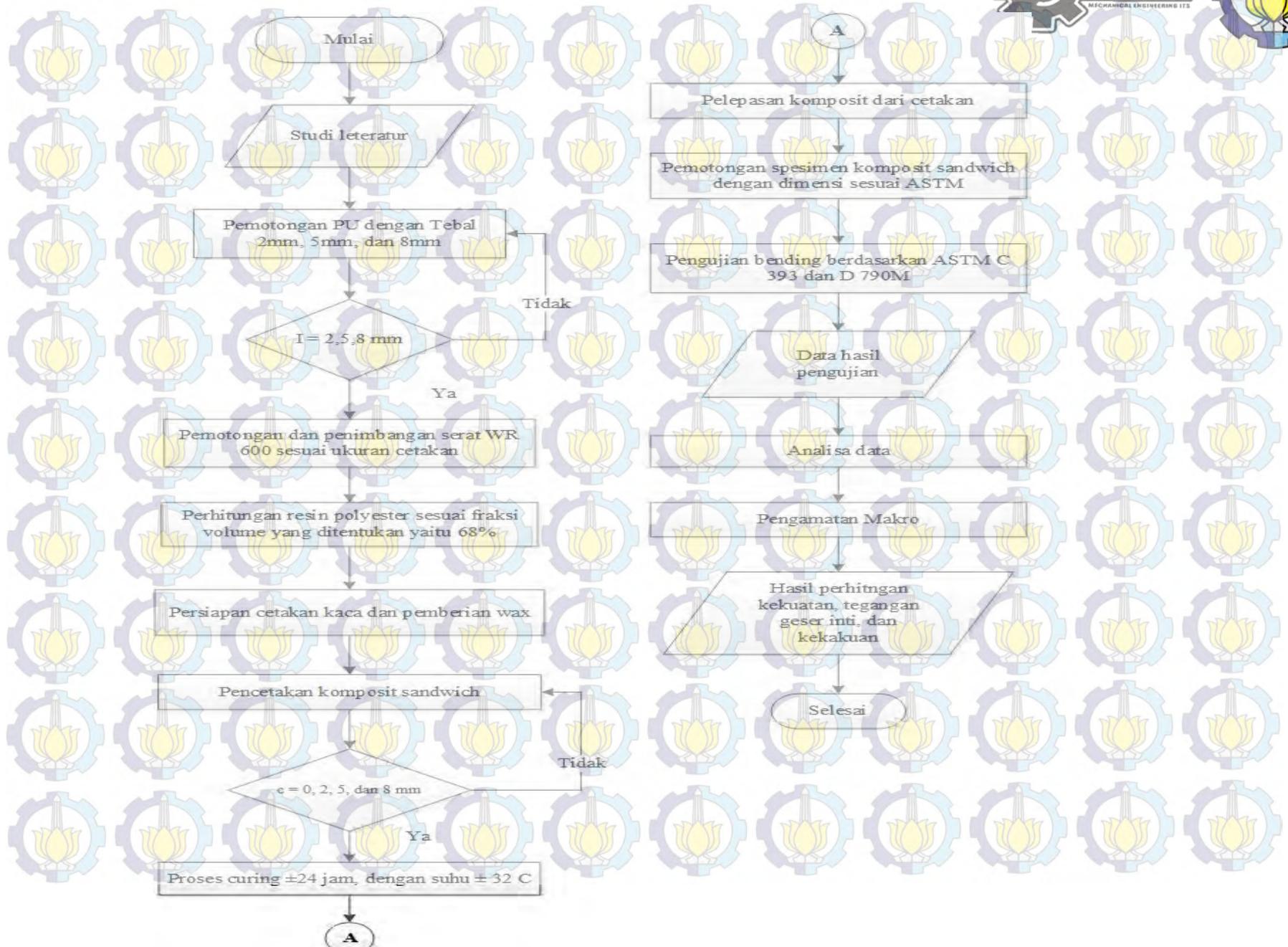
spesimen diberi label ketebalan

Memasang spesimen pada span

Pembebanan pada spesimen hingga patah

Pencatatan nilai pembebanan dan defleksi

# METODOLOGI

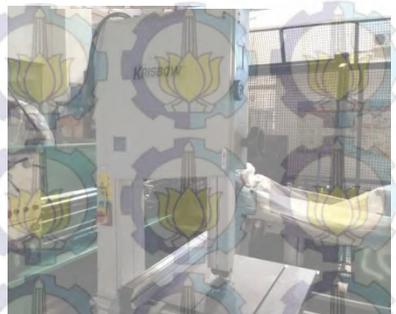


# ALAT

# BAHAN



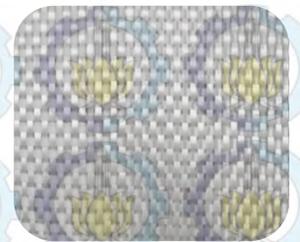
Mikroskop Stereo Zeiss STEMI DV4.



Mesin Potong polyurethane KrisBow



Wax



Fiber glass WR



kaca cetakan komposit



timbangan digital



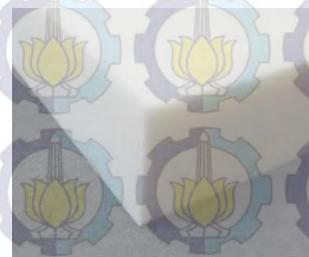
Polyester 157



Katalis

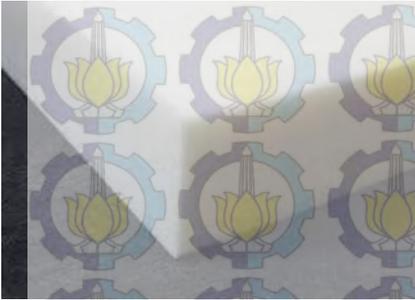


Mesin Uji Tarik-Bending Wolpert

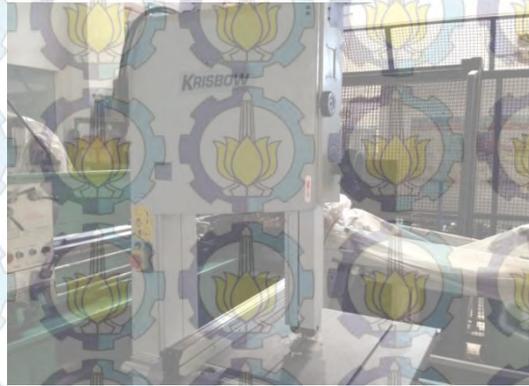


Polyurethane (0,044 g/cm3)

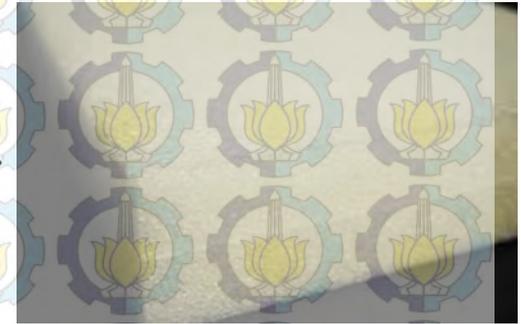
# PEMOTONGAN INTI (CORE)



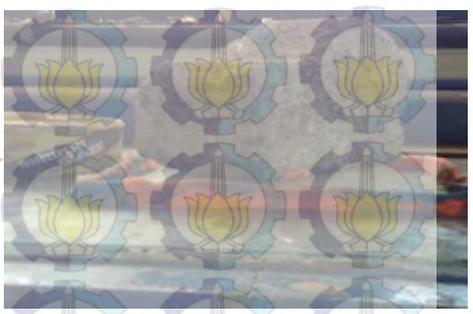
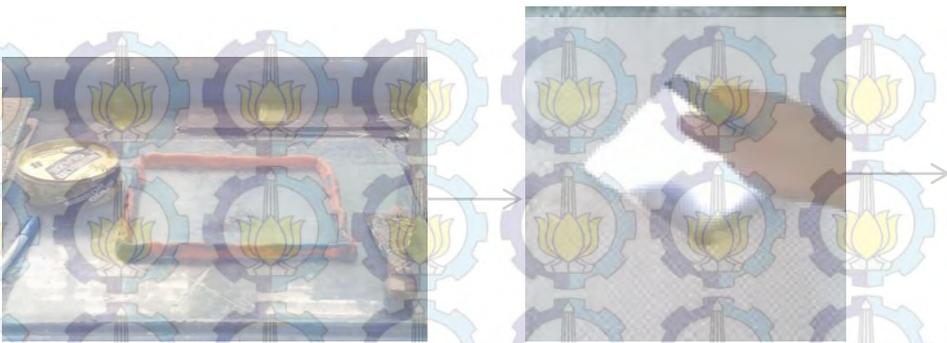
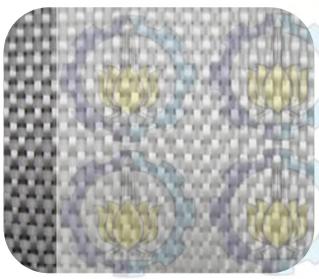
*Polyurethane*



Potong Polyurethane  
sesuai variasi ketebalan  
2,5,dan 8 mm



Hasil potongan  
polyurethane dengan  
variasi ketebalan



# PEMBUATAN KOMPOSIT SANDWICH



8T

5T

2T

Keterangan:

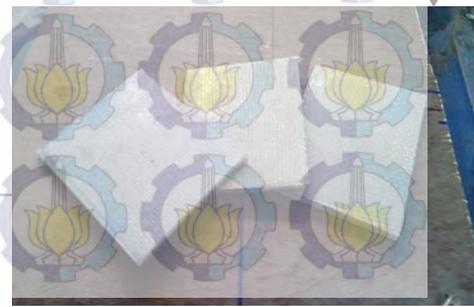
Serat kaca

Poliyurethane



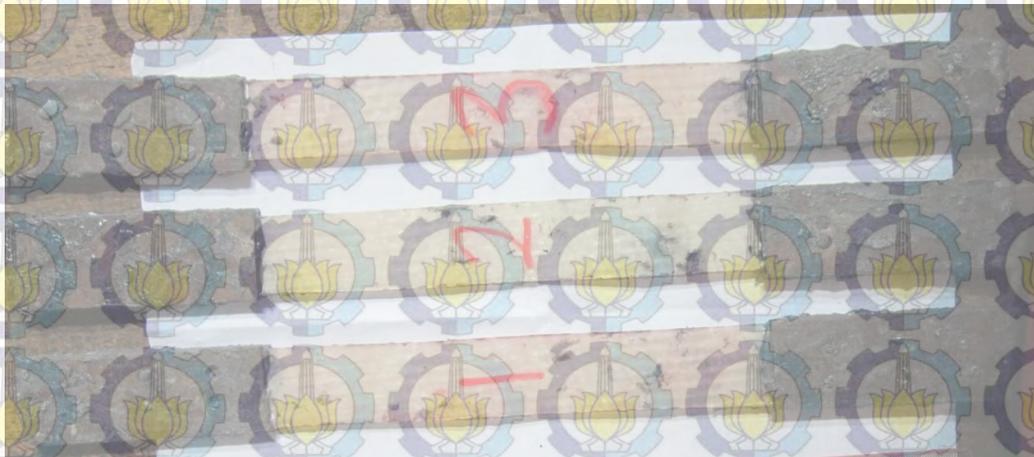
2mm  
5mm  
8mm

Konfigurasi Lamina Spesimen *Bending*

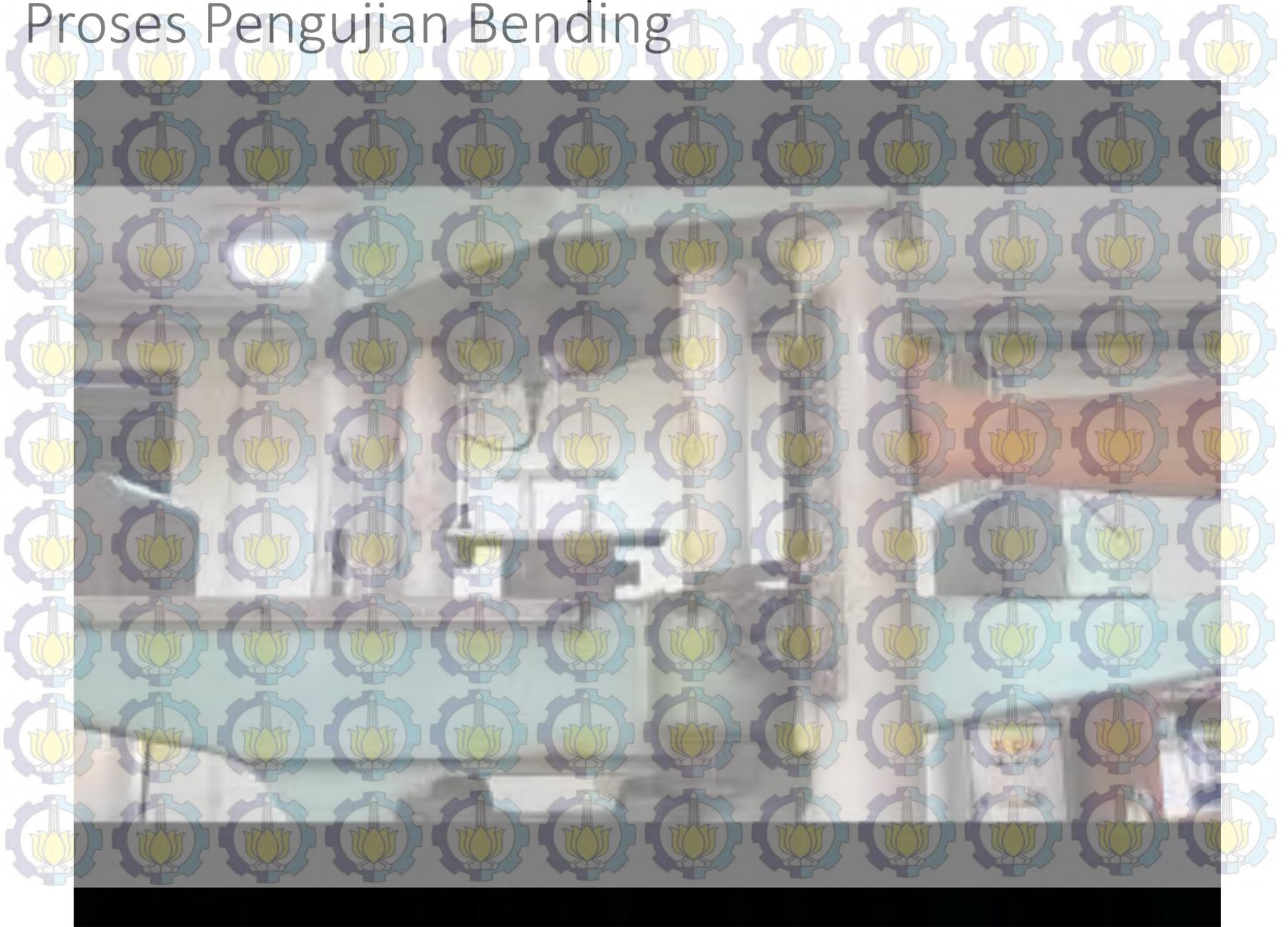


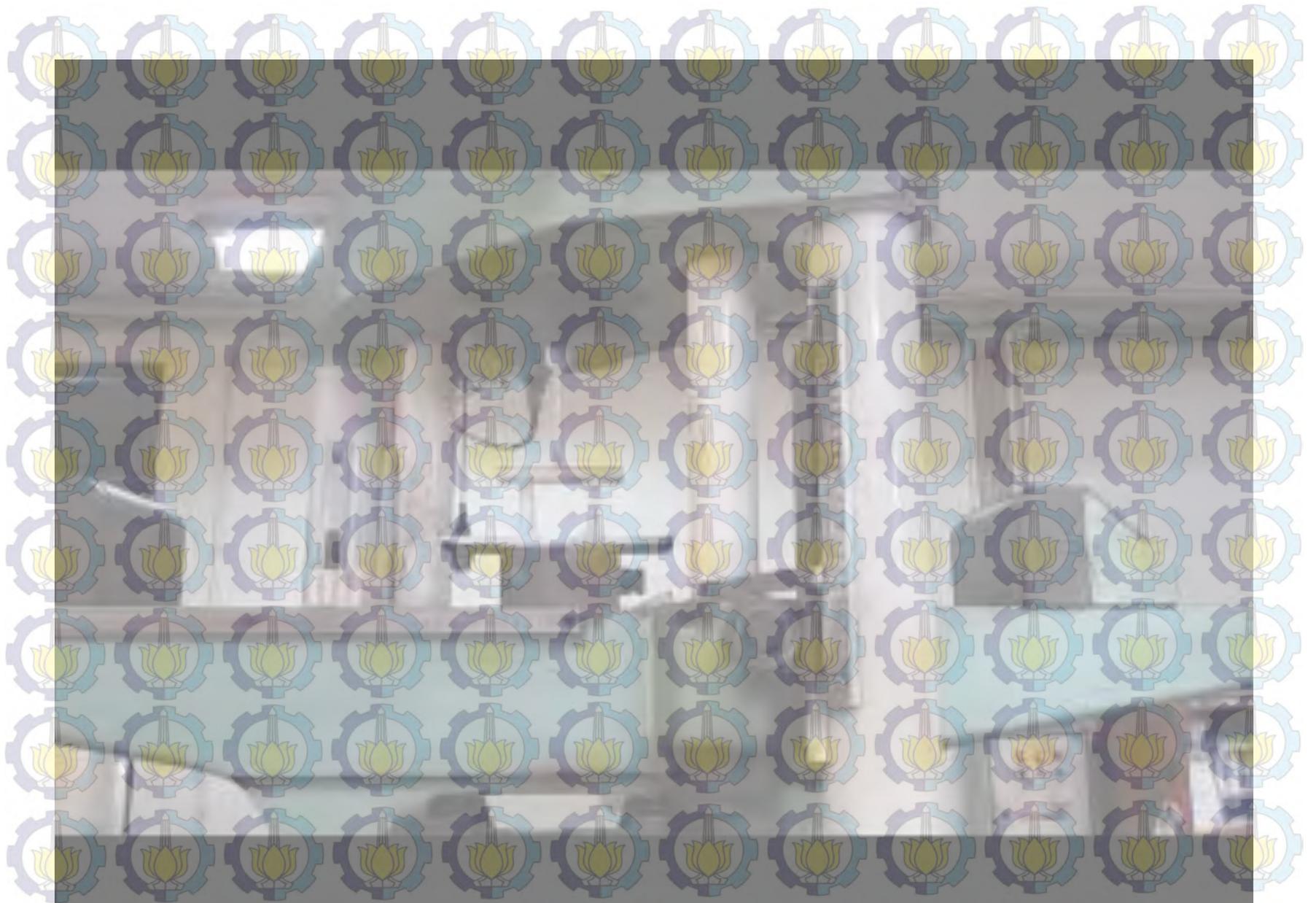
# Data Hasil Pengujian tarik kulit (*Skin*)

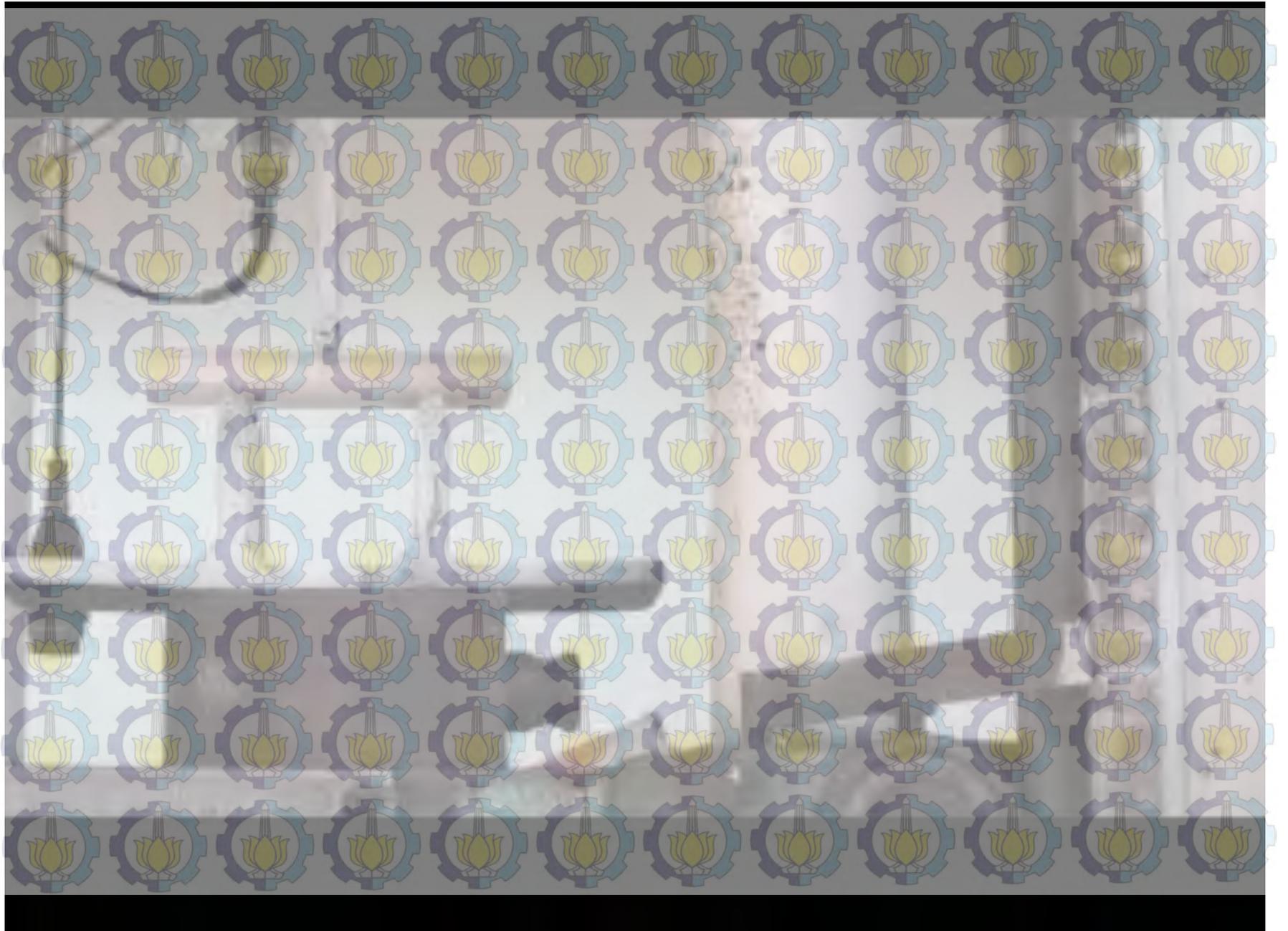
No	L1 (m)	P (N)	$\epsilon$ (%)	$\sigma$ (Mpa)	E (Mpa)
1	0,002	9700	0,005556	161,6667	29100
2	0,002	8600	0,005556	143,3333	25800



# Proses Pengujian Bending

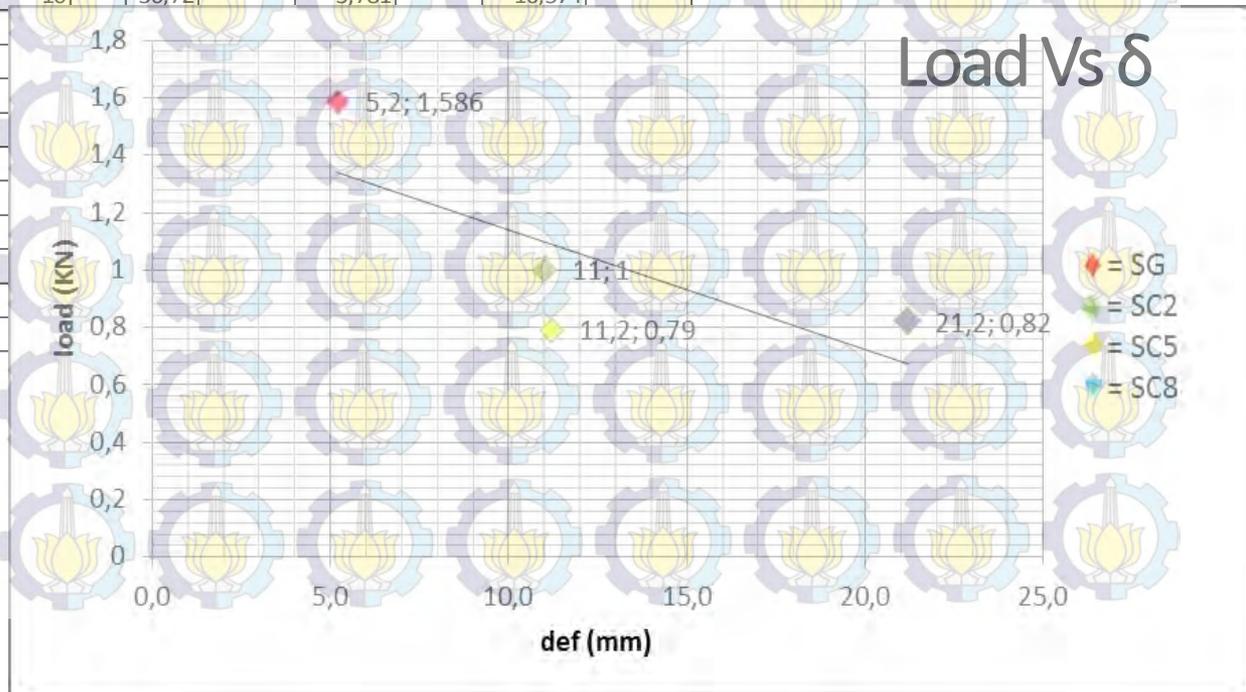




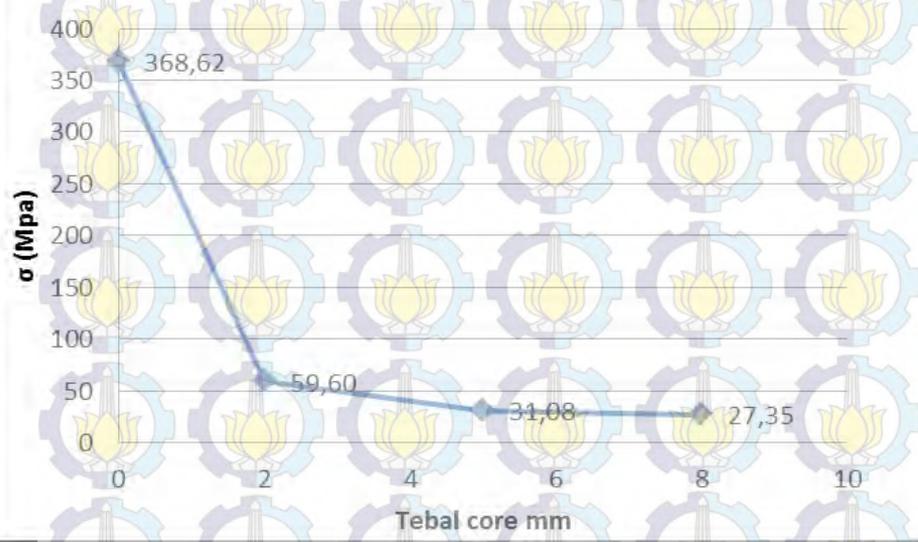


# Data Hasil pengujian *Bending*

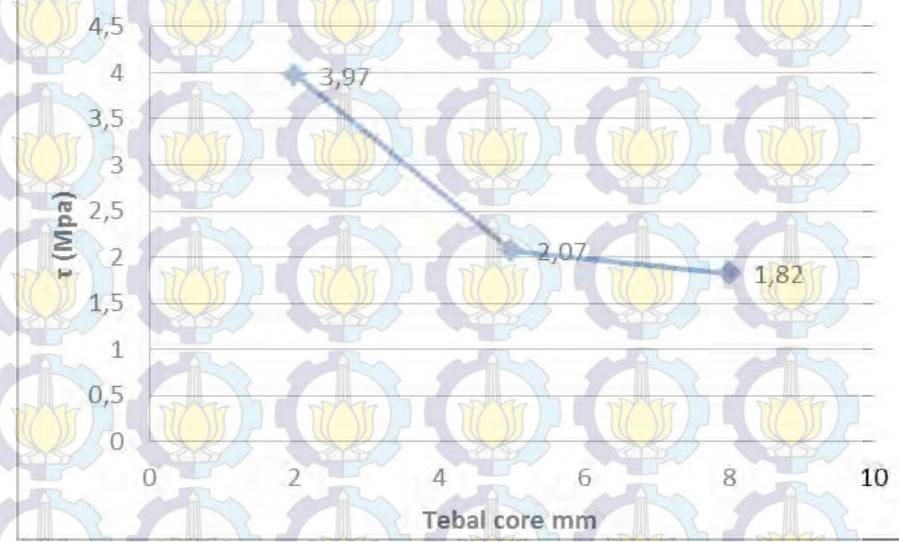
No	spesimen	kode	Berat (g)	P(KN)	Def (mm)	$\sigma$ (Mpa)	E bending (Gpa)	M (Nm)	
1	GFRP 8 lapis	SG81	25,2	1,35	5	306,4	12,352	20,25	
2		SG82		1,55	6	372,1		10,633	23,25
3		SG83		1,7	6	384,5		10,682	25,5
4		SG84		1,48	5	335,9		11,196	22,2
5		SG85		1,85	4	444,2		19,036	27,75
	spesimen	kode	Berat (g)	P(KN)	Def (mm)	$\sigma$ (Mpa)	$\tau$ Core (Mpa)	$D \times 10^6$ (Nmm <sup>2</sup> )	
6	sandwich core 2mm	SC21	25,16	1,05	11	62,65	4,176	16,585	
7		SC22		0,7	12	42,21	2,814	16,719	
8		SC23		1,2	10	72,22	4,814	16,627	
9		SC24		1,1	12	64,19	4,279	17,727	
10		SC25		0,95	10	56,72	3,781	16,574	
11	sandwich core 5mm	SC51	25,93	0,7	11	62,65	4,176	16,585	
12		SC52		0,75	12	42,21	2,814	16,719	
13		SC53		0,85	10	72,22	4,814	16,627	
14		SC54		0,8	12	64,19	4,279	17,727	
15		SC55		0,85	10	56,72	3,781	16,574	
16	sandwich core 8mm	SC81	26,17	0,9	11	62,65	4,176	16,585	
17		SC82		0,7	12	42,21	2,814	16,719	
18		SC83		0,85	10	72,22	4,814	16,627	
19		SC84		0,75	12	64,19	4,279	17,727	
20		SC85		0,9	10	56,72	3,781	16,574	



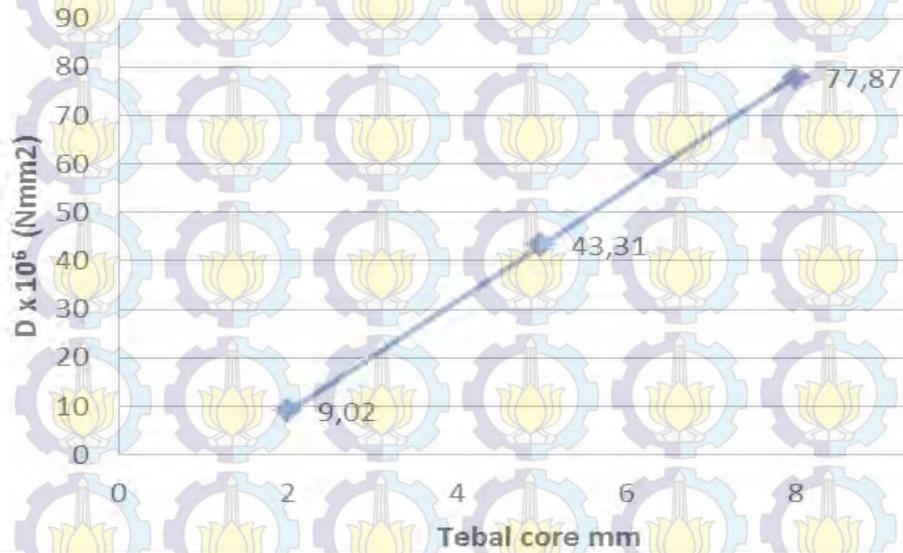
**$\sigma$  Bending vs Tebal Core**



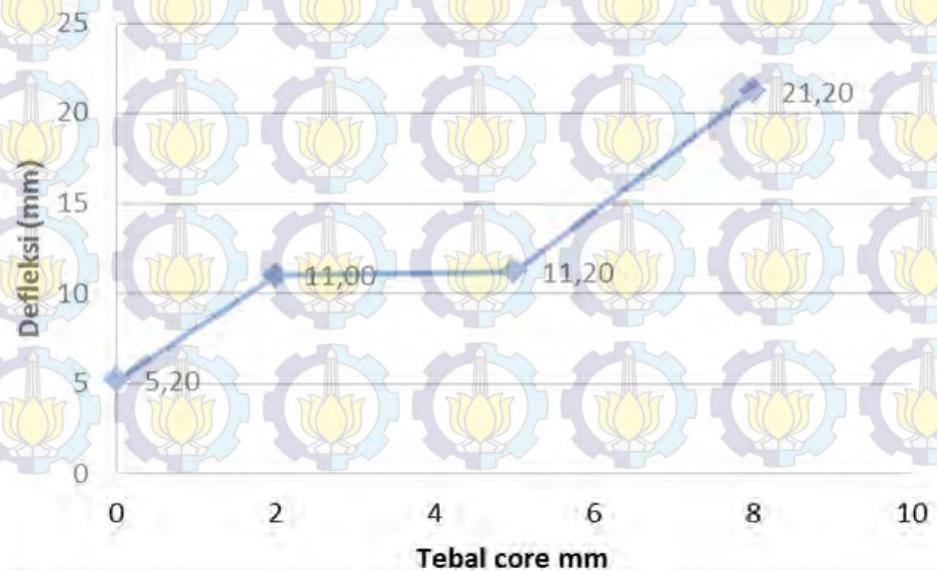
**$\tau$  Core vs Tebal Core**



### Kekakuan vs Tebal Core



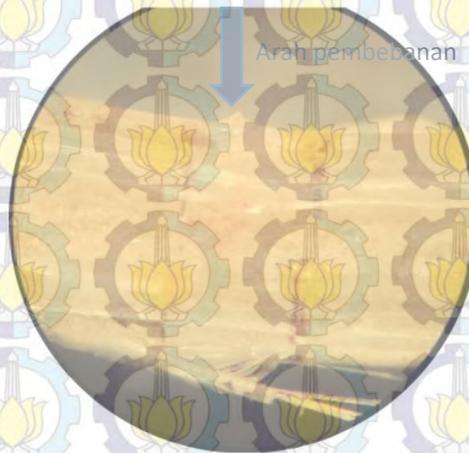
### Defleksi vs Tebal Core



# Model kegagalan komposit sandwich

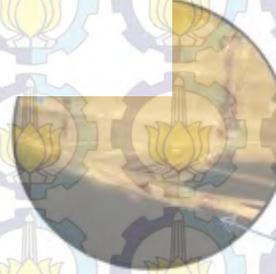


# Pengamatan Makro Sandwich Core 2mm



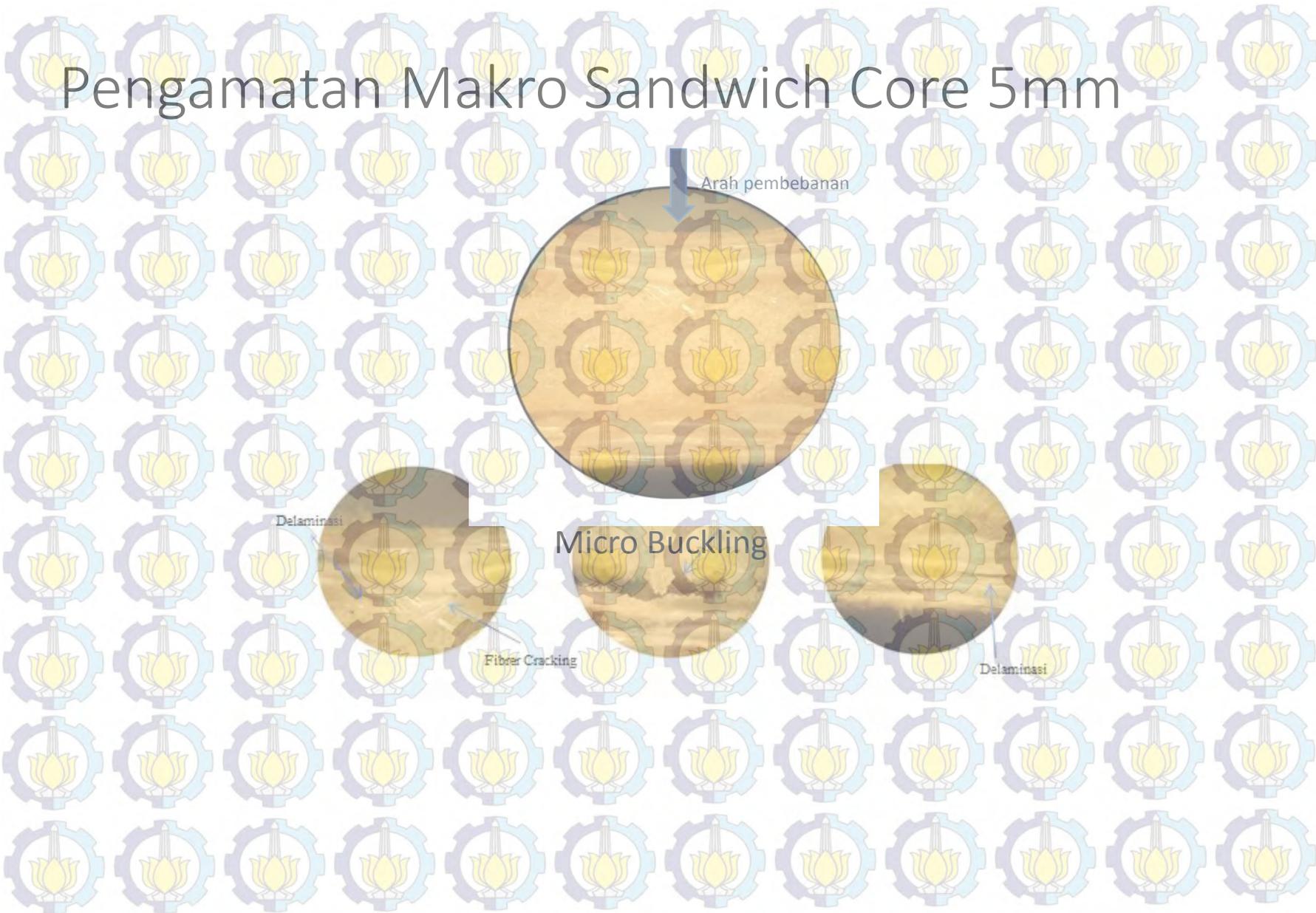
Fibre fracture

Micro Buckling



Fiber pull out

# Pengamatan Makro Sandwich Core 5mm



Arah pembebanan

Delaminasi

Micro Buckling

Fiber Cracking

Delaminasi

# Pengamatan Makro Sandwich Core 2mm



# Kesimpulan

1. Nilai tegangan bending dan Nilai tegangan geser pada komposit sandwich semakin kecil seiring penambahan core. Disebabkan oleh perbedaan dimensi core yang menyebabkan perbedaan penerimaan tegangan skin atas dan bawah. Dan pengaruh moment inersia dari rumus umum tegangan bending.
2. Kekakuan komposit sandwich meningkat seiring penambahan core dengan perhitungan ASTM C393. namun ditinjau dari nilai defleksinya berbanding terbalik dari nilai kekakuan. Hal tersebut dikarenakan faktor karakteristik dari core yang elastis.
3. Tipe kerusakan pada komposit tebal core 2 dan 5 mm didominasi oleh microbuckling yang dikarenakan ikatan yang kuat antar interface dari komposit sandwich. Dan pada tebal 8 mm didominasi oleh kerusakan tipe face debonding antar core dan skin disebabkan ikatan interfacial strength yang kurang baik dan nilai tegangan geser core yang kecil.

## Saran

1. sebaiknya *core polyurethane* diolesi resin terlebih dahulu sebelum dipasangkan pada cetakan. Ini dilakukan karena *polyurethane* mempunyai daya serap yang cukup tinggi, sehingga tidak terjadi *void* (kekosongan/rongga-rongga) pada komposit *sandwich*.
2. *Void* diusahakan seminimal mungkin dalam proses pembuatan komposit *sandwich* dan penyebaran serat harus benar-benar merata sehingga akan menghasilkan komposit dengan kekuatan dan kekakuan yang tinggi.
3. Proses pembuatan spesimen komposit *sandwich* dengan menggunakan metode *hand lay up* menyebabkan spesimen menjadi kotor dan dimensinya sulit dijaga akuransinya. Sebaiknya digunakan metode yang lebih moderen dalam proses pembuatannya.
4. Penelitian komposit jenis *sandwich* masih sangat terbuka untuk dikembangkan, terutama pada jenis lapisan permukaan (*skin*) dan jenis *core* nya.

**TERIMA KASIH**

