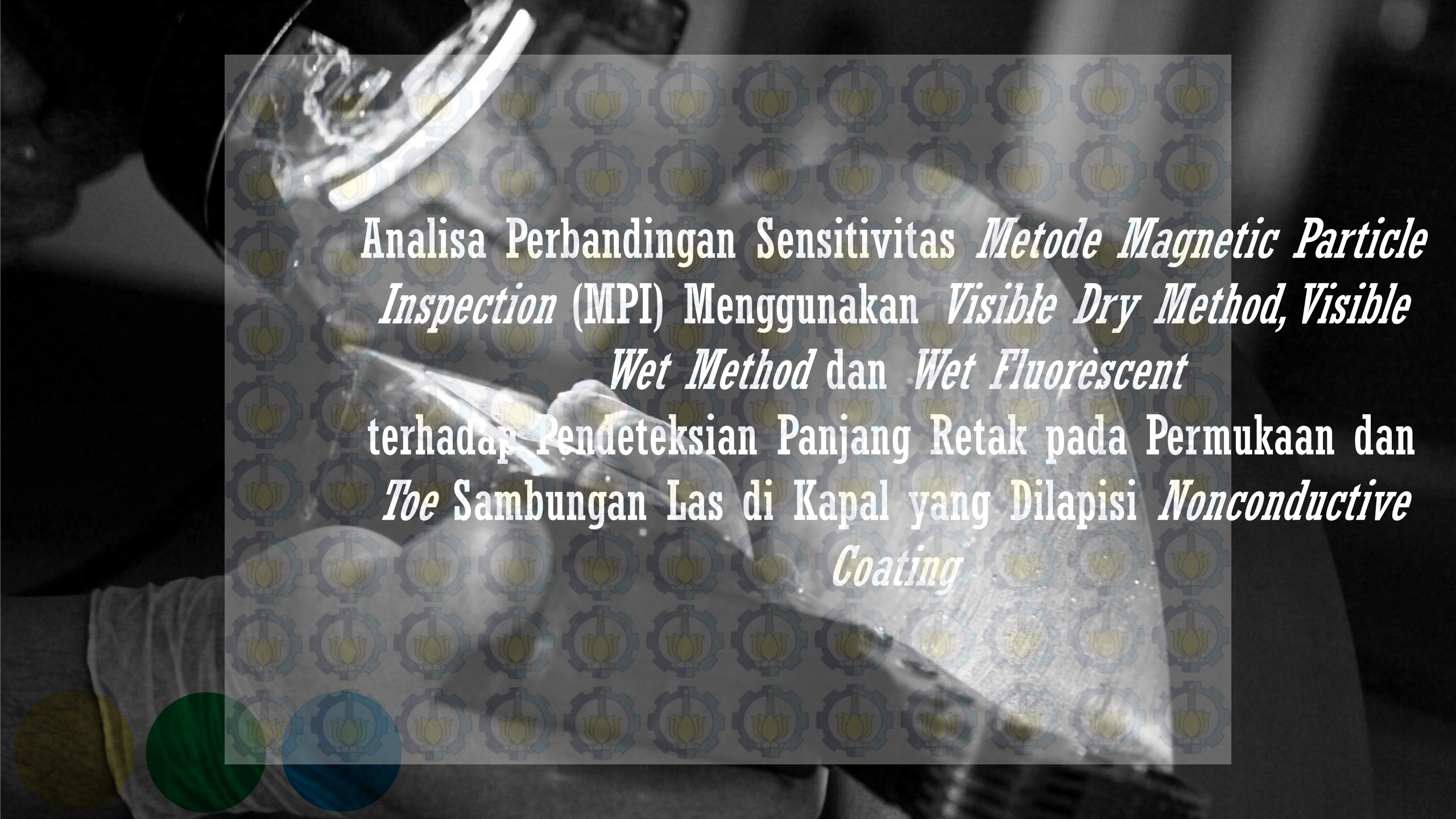


LEONARDO PARDEDE  
4112100023

Dosen Pembimbing  
Wing Hendroprasetyo AP, S.T, M.Eng

Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya



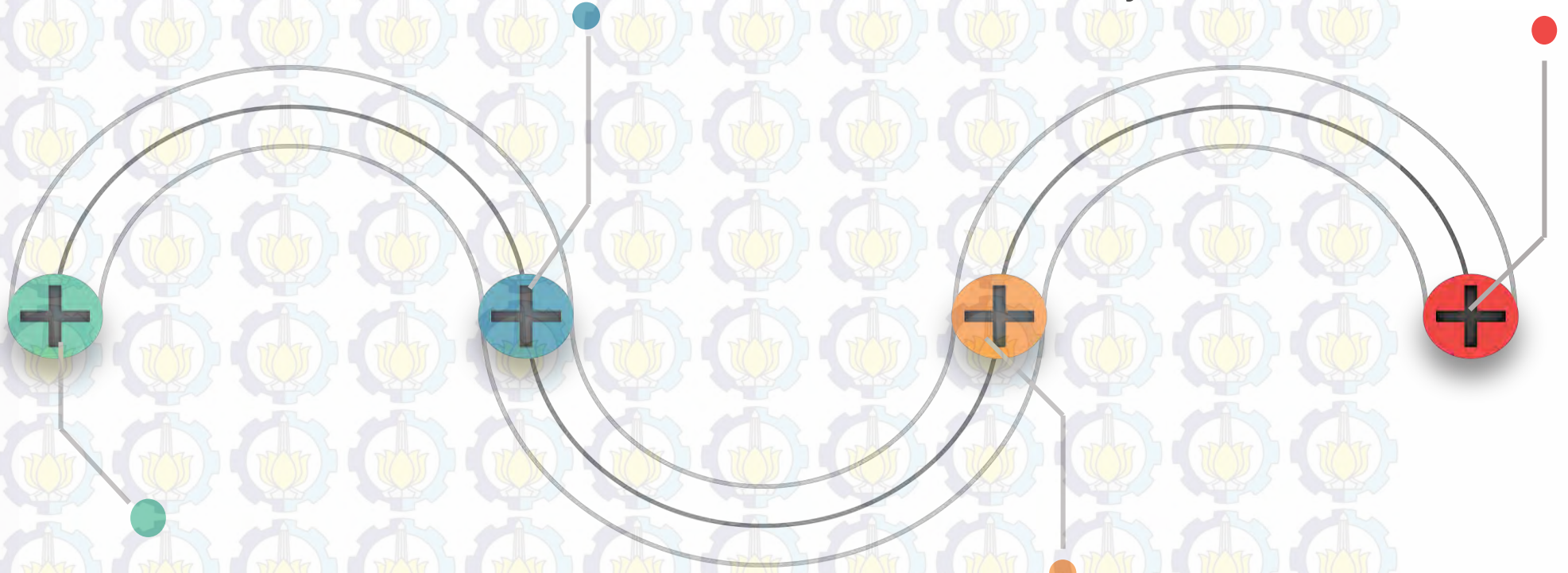


Analisa Perbandingan Sensitivitas *Metode Magnetic Particle Inspection* (MPI) Menggunakan *Visible Dry Method, Visible Wet Method* dan *Wet Fluorescent* terhadap Pendeteksian Panjang Retak pada Permukaan dan *Toe* Sambungan Las di Kapal yang Dilapisi *Nonconductive Coating*



# latar belakang

- 2) Dalam proses pengelasan sering muncul ketidaksempurnaan seperti retak (*crack*)
- 4) Metode MPI memiliki 4 jenis partikel: *visible dry, visible wet, dry fluorescent dan wet fluorescent.*



- 1) Pengelasan merupakan proses penting dalam penyambungan logam di kapal.
- 3) Retak didapati pada daerah *toe* dan permukaan alur las





# perumusan masalah

Bagaimana perbandingan **sensitivitas pembacaan** partikel *visible dry*, *visible wet*, *dry fluorescent* dan *wet fluorescent* pada **toe dan permukaan** alur las.

&

Bagaimana **pengaruh variasi ketebalan cat** terhadap sensitivitas pembacaan panjang retak.



# batasan masalah

- Material *mild steel* A36 dengan ukuran 300 x 100 x 6 mm
- Pemberian alur las SMAW dengan elektroda jenis E6013
- Variasi ukuran retak buatan : 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, dan 1.9 mm. Kedalaman 3 mm dan lebar 0.5 mm
- Pelapisan *nonconductive coating* 100, 200, 300, 400, dan 500 mikron





# tujuan

- Mengetahui Perbandingan kemampuan pembacaan retak, partikel *wet fluorescent*, *dry fluorescent*, *visible dry* dan *visible wet*
- Menganalisa pembacaan terbaik pada posisi *toe* dan permukaan alur las
- Mengetahui pengaruh variasi ketebalan *coating* terhadap sensitivitas pembacaan retak keempat jenis partikel.

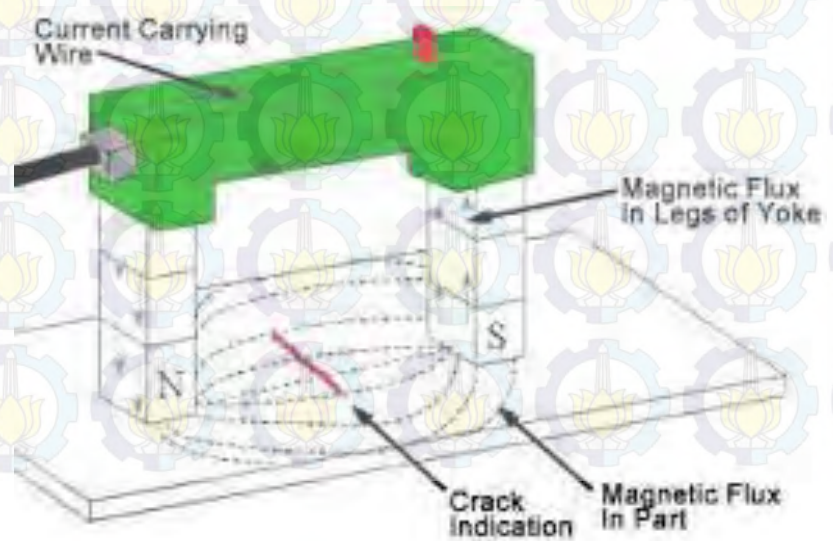
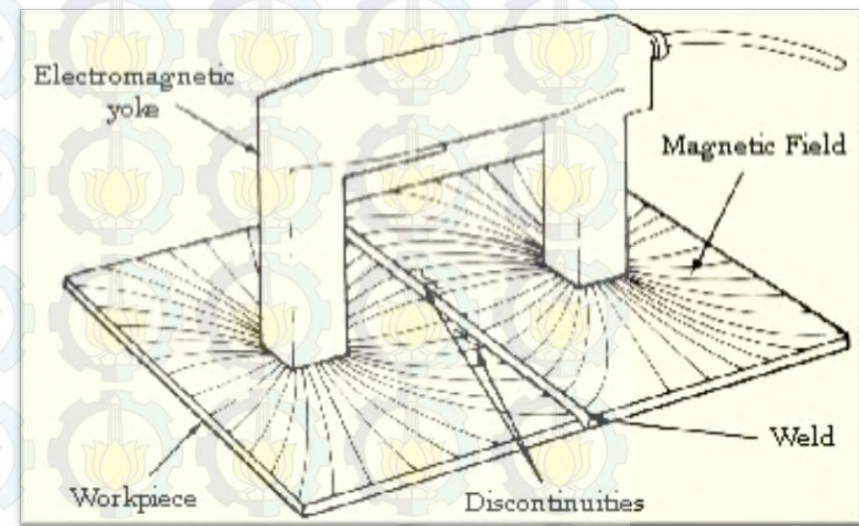
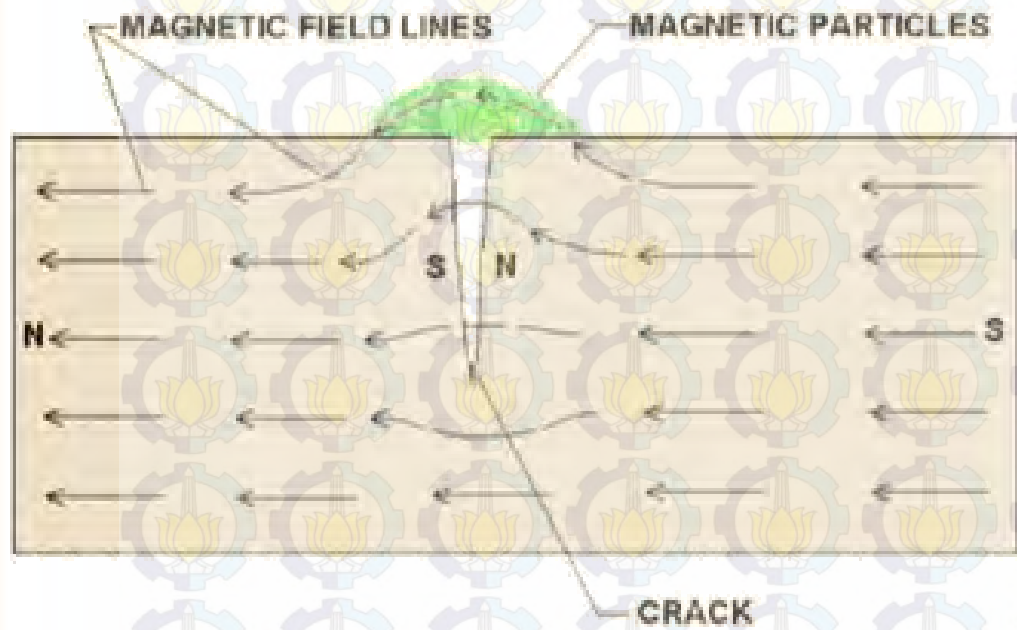


# hipotesis

Semakin besar variasi ketebalan cat nonconductive yang diaplikasikan pada material uji, maka sensitivitas pembacaan pada keempat partikel akan berkurang.



# prinsip pengujian magnetik



# kelebihan

Relatif cepat dalam proses pengujiaannya

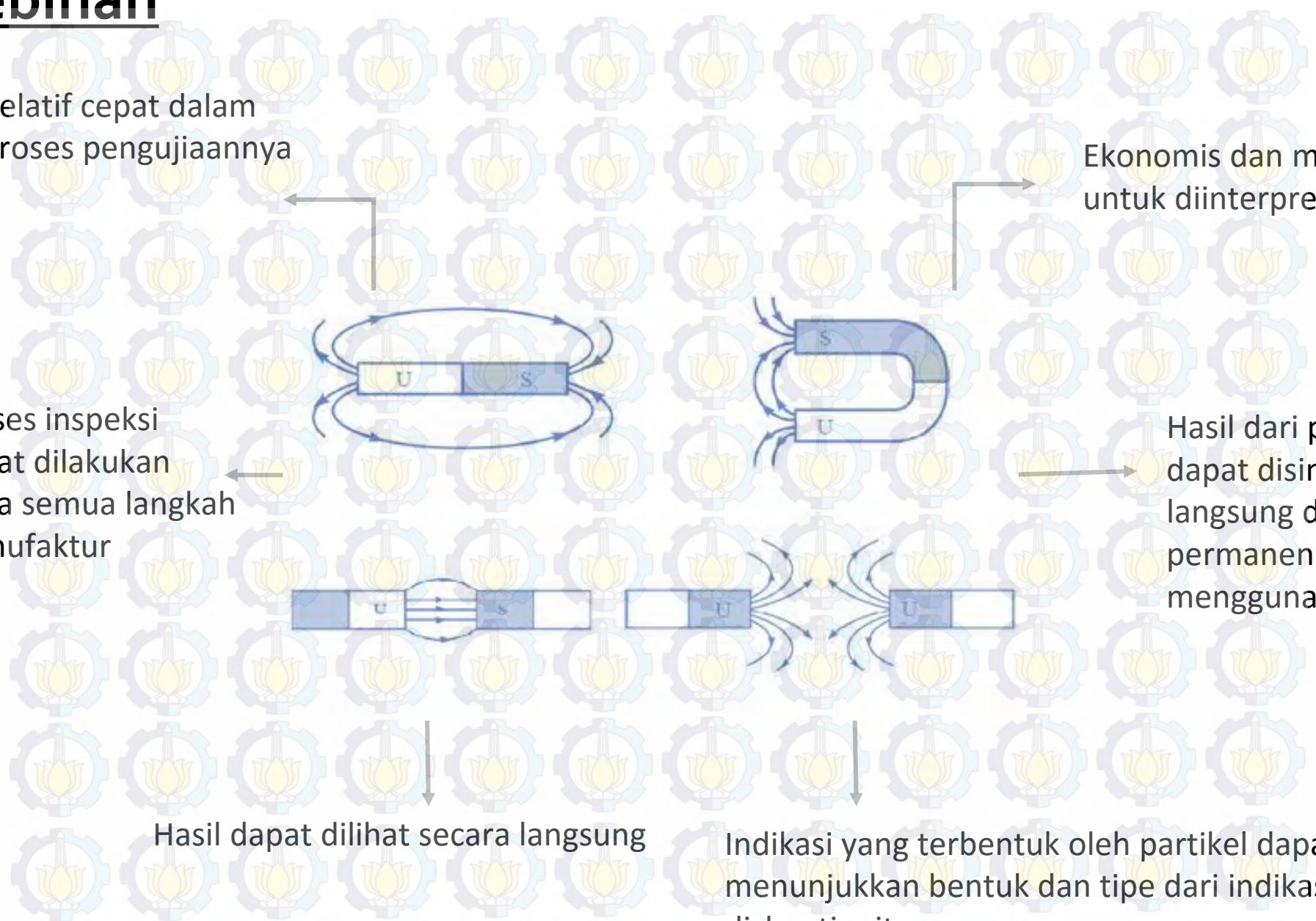
Ekonomis dan mudah untuk diinterpretasi

Proses inspeksi dapat dilakukan pada semua langkah manufaktur

Hasil dari pemeriksaan dapat disimpan secara langsung dan permanen menggunakan foto

Hasil dapat dilihat secara langsung

Indikasi yang terbentuk oleh partikel dapat menunjukkan bentuk dan tipe dari indikasi diskontinuitas



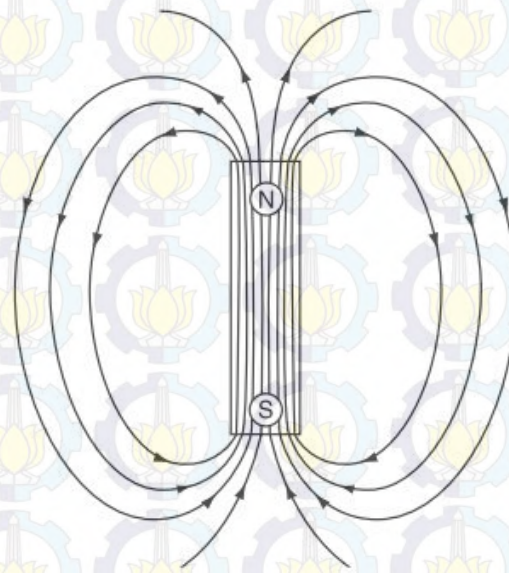
# kekurangan

Hanya efektif untuk pengujian material feromagnetik

Membutuhkan proses demagnetisasi setelah dimagnetisasi

Pendeteksian diskontinuiti terbatas pada bagian permukaan

Indikasi *nonrelevant* atau perubahan local pada sifat material dapat menyulitkan interpretasi



Diskontinuitas hanya akan terdeteksi ketika sumbu utama mengganggu jalur fluks utama .  
Hal ini memerlukan pemeriksaan di lebih dari satu arah untuk menjamin deteksi diskontinuitas tanpa memandang orientasi.

# partikel pengujian

## Bentuk Fisik

### Partikel Kering (*dry particle*)

- Ukuran : berkisar dari 7.87  $\mu$ inches (20  $\mu$ m) sampai 0.0016 inch (40  $\mu$ m).
- Warna partikel : hitam, biru, merah, abu-abu dan hijau.

### Partikel Basah (*wet particle*)

- Partikel magnetik tersuspensi dalam sebuah cairan air atau minyak.
- Warna: abu-abu, merah dan *fluorescent* kuning kehijauan.



# partikel pengujian

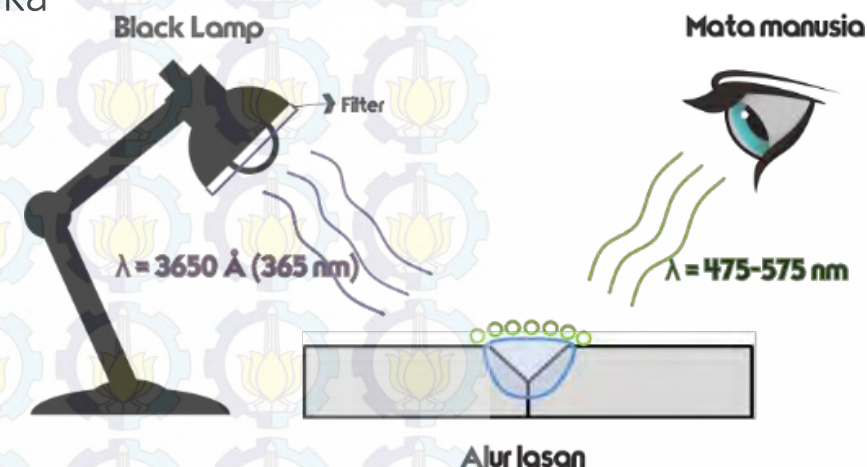
## Visibilitas

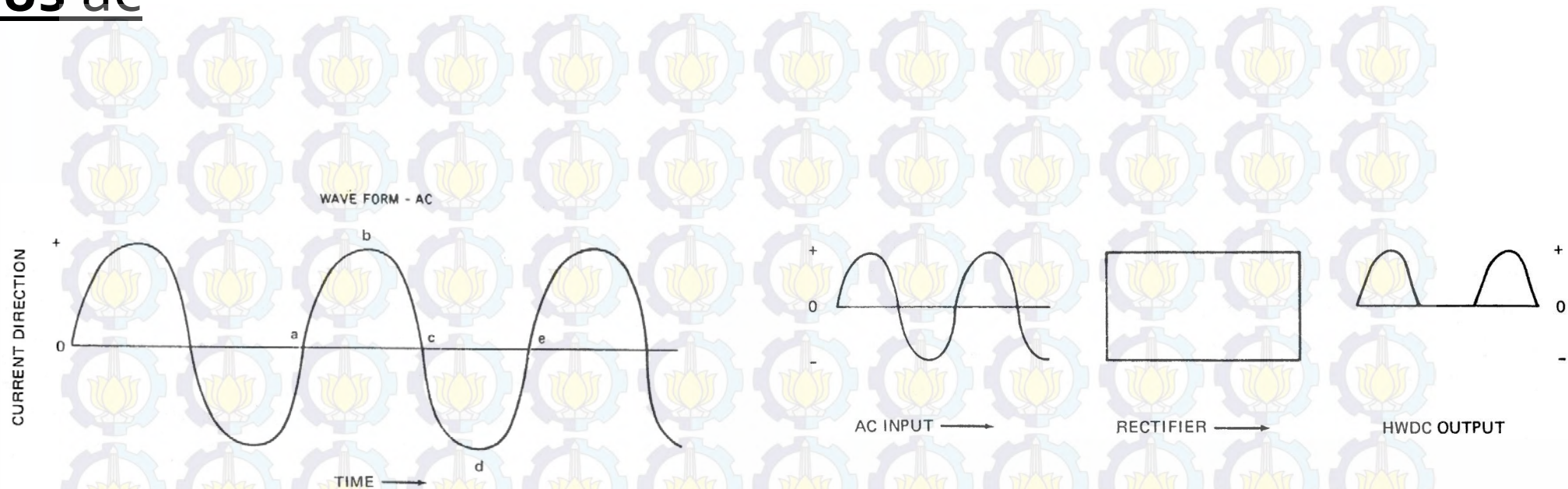
### Partikel visible.

- Partikel *visible* merupakan partikel yang peka terhadap cahaya putih.
- Ukurannya berkisar  $50 \mu\text{m}$  (0.002 inch)

### Partikel fluorescent.

- Partikel *fluorescent* digunakan bersama cahaya yang disebut *black light* (cahaya hitam).
- Hanya dapat terlihat dibawah cahaya hitam dengan panjang gelombang 3200-4000 angstrom.
- Kelebihan: visibilitas mereka meningkat dibawah *black light*





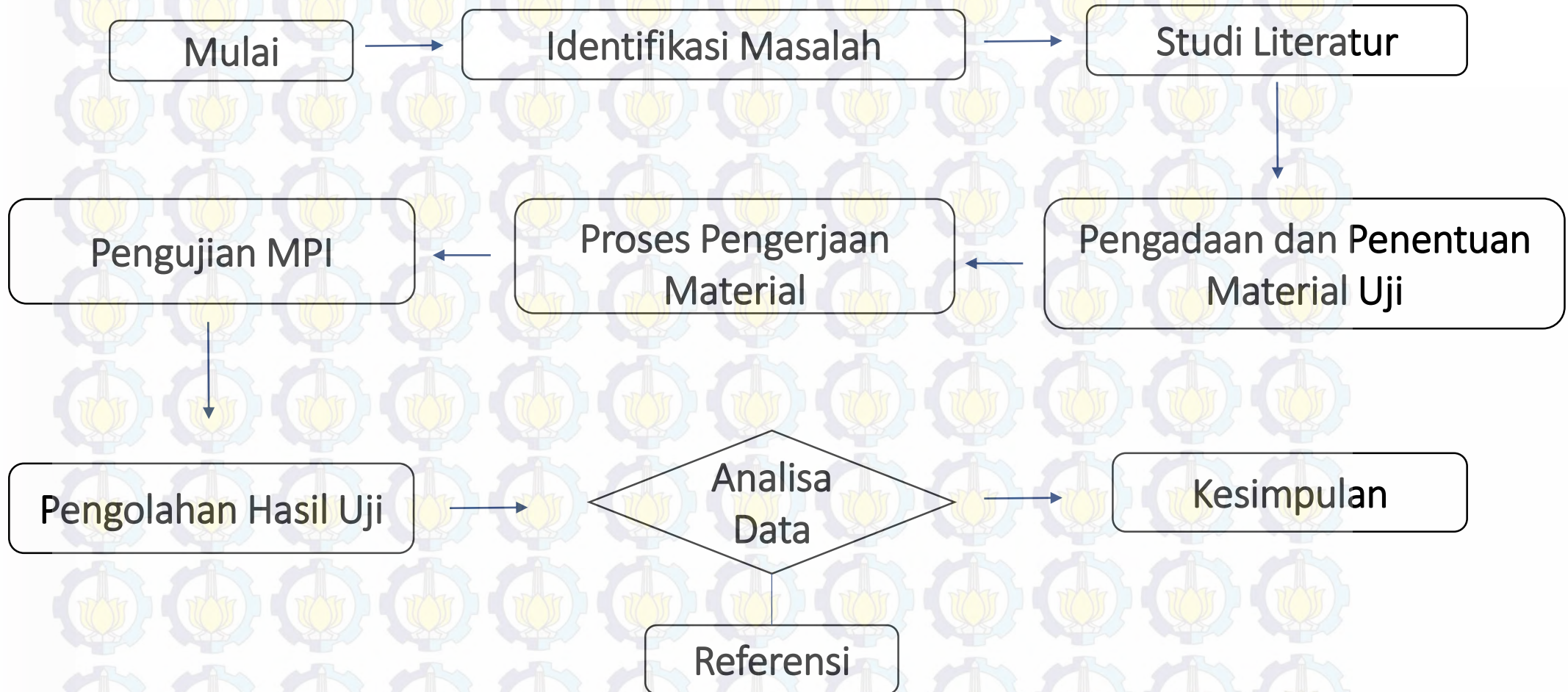
AC memiliki arah bolak-balik, medan magnetnya cenderung menggetarkan atau membuat partikel besi lebih gesit.

&

Hal ini menyebabkan partikel besi lebih responsif terhadap kebocoran medan magnet



# metodologi penelitian



# persiapan spesimen

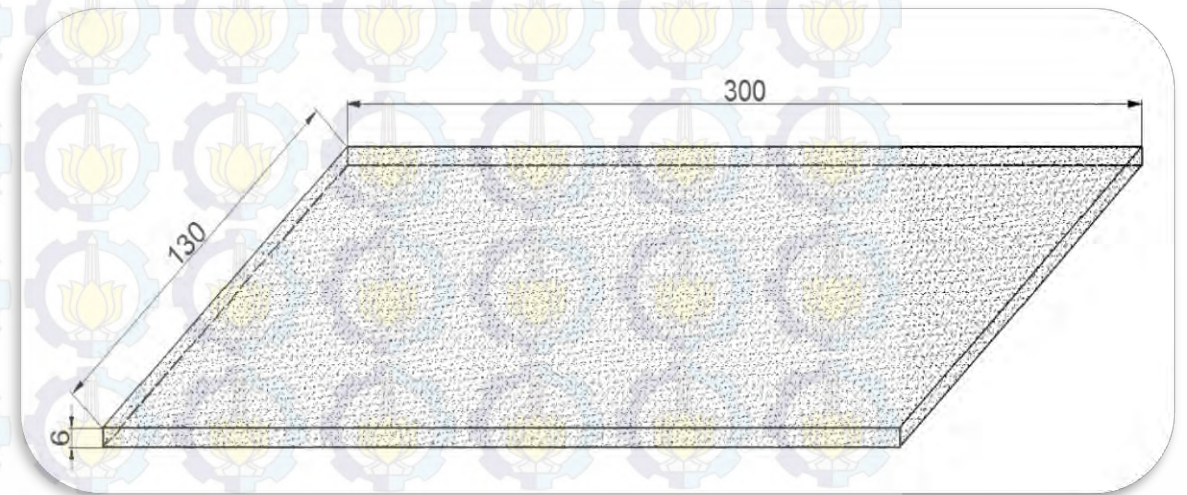
Material :

Mild Steel A36

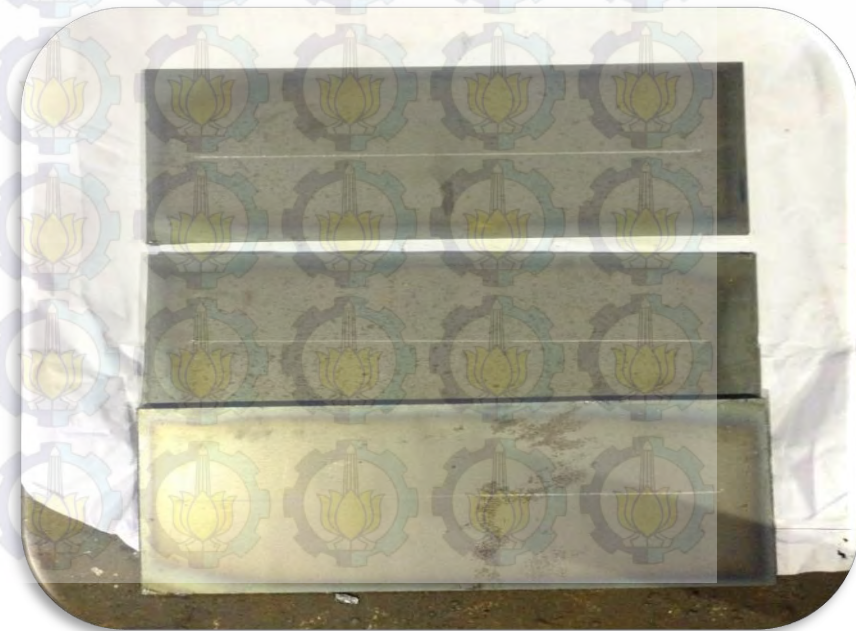
300 x 130 x 6 mm

5 spesimen

Model Spesimen Uji



Spesimen Uji Setelah Dipotong





# pembuatan alur las



Pembuatan alur sebelum pengelasan



Spesimen yang telah diberi alur



Spesimen setelah dilakukan pengelasan

## SPESIFIKASI PROSEDUR PENGELASAN :

*Welding process : Shield Metal Arc Welding (SMAW)*

*Type : Manual*

*Filler Metal : E 6013*

*Diameters : 2.6 mm*

*Current (AC or DC) : DC*

*Polarity : DCEP*

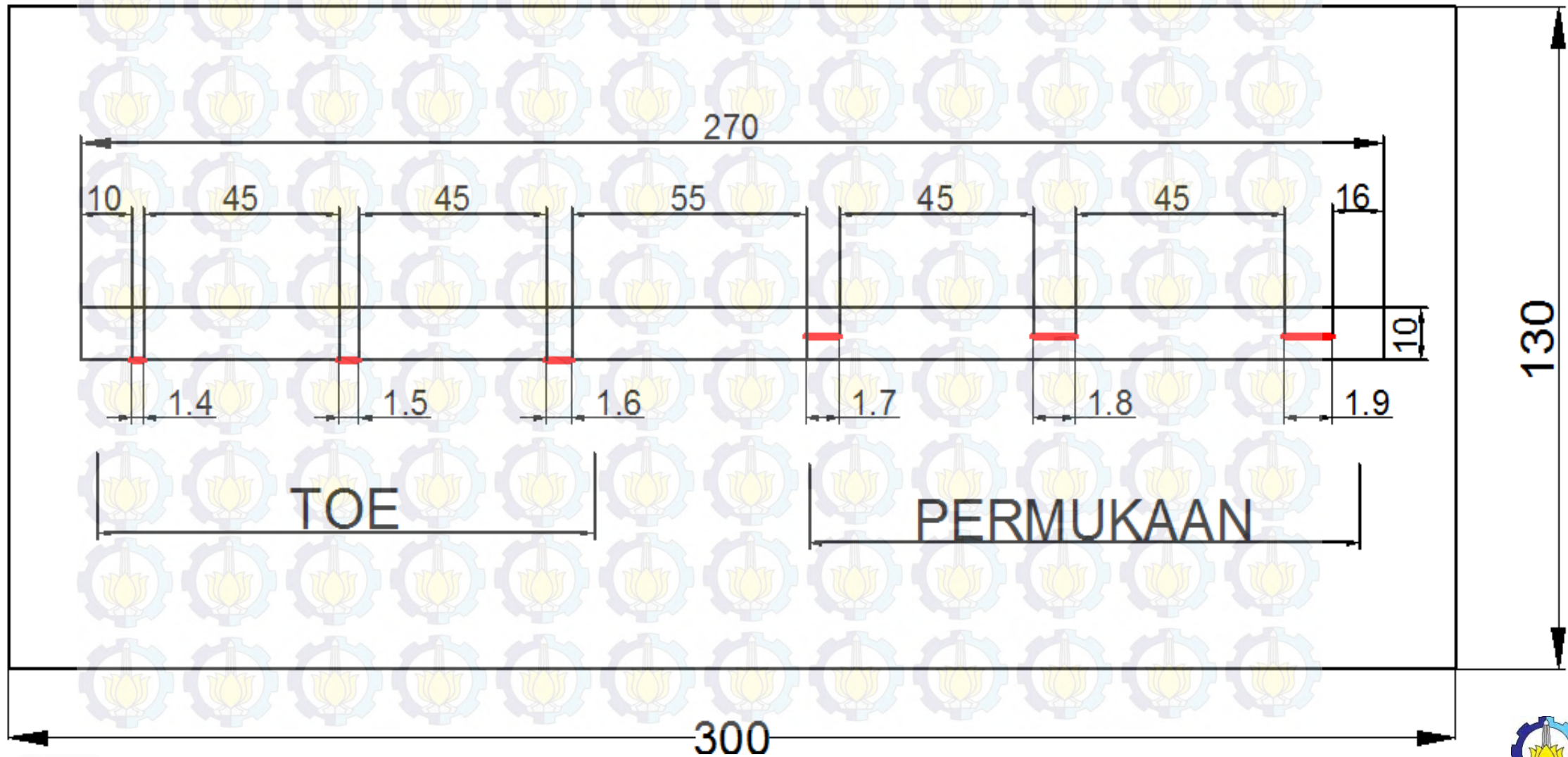
*Weld length : 270 mm*





# pembuatan cacat buatan

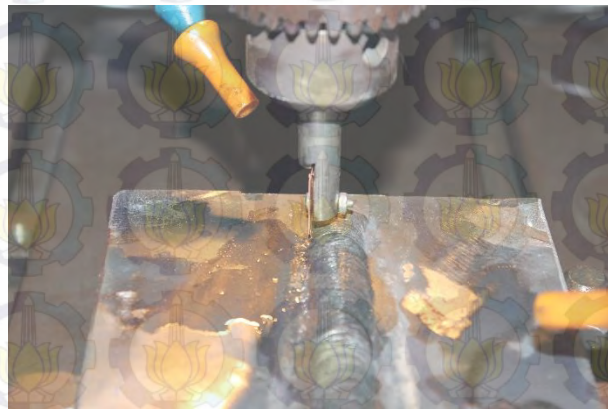
Model Retak Buatan





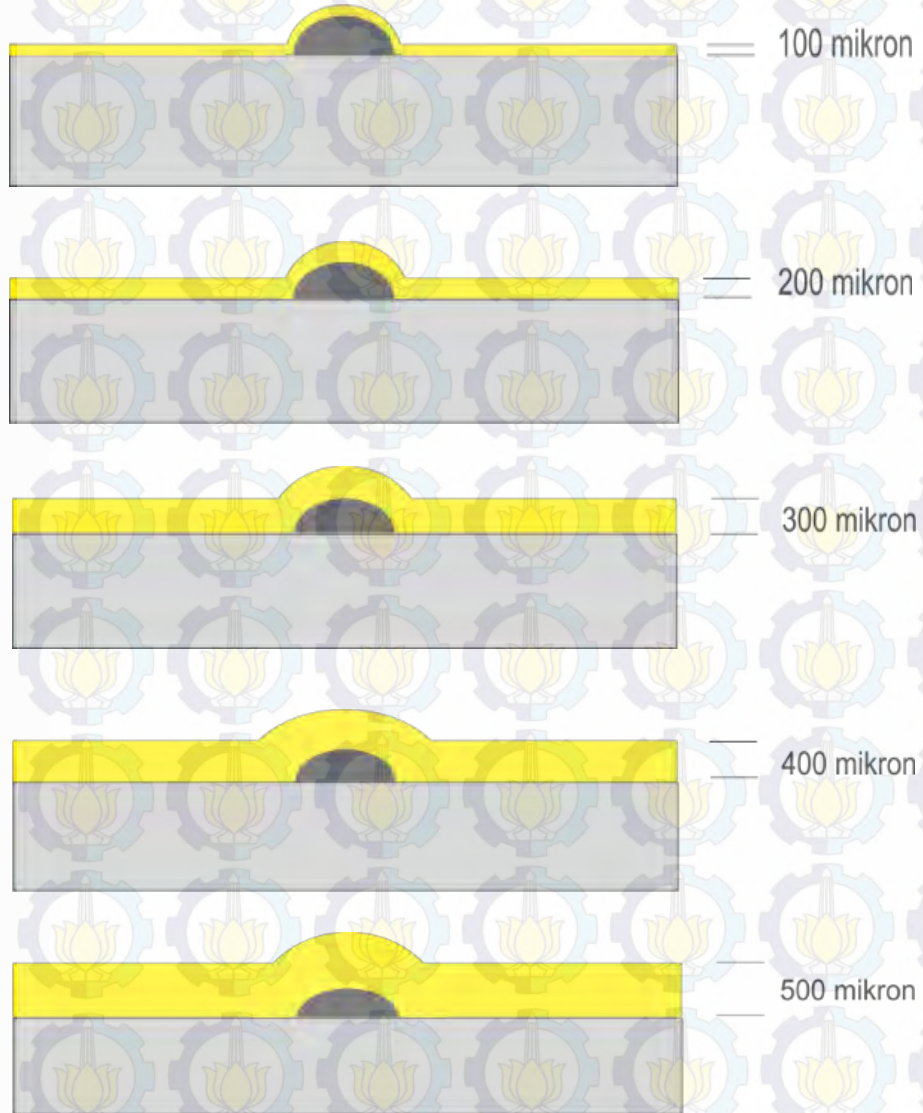
# pembuatan cacat buatan

Proses Pembuatan Retak Buatan Menggunakan EDM





# pemberian *coating*





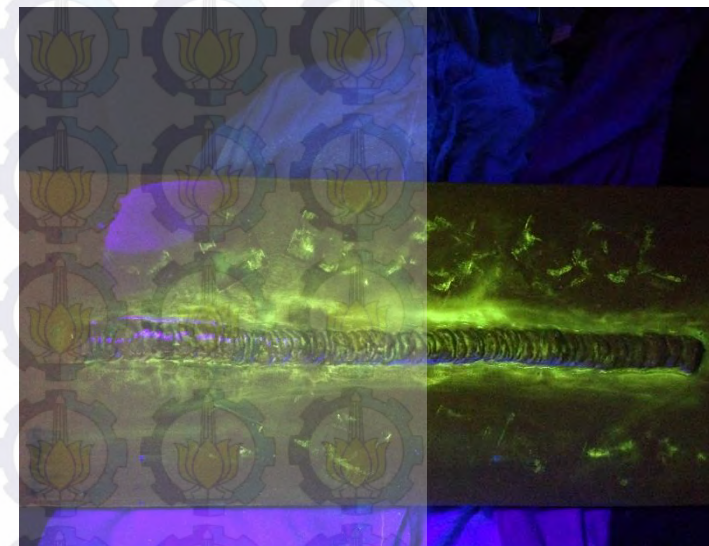
# pengujian *magnetic*



Persiapan Peralatan



Proses Pengujian



Intepretasi Hasil



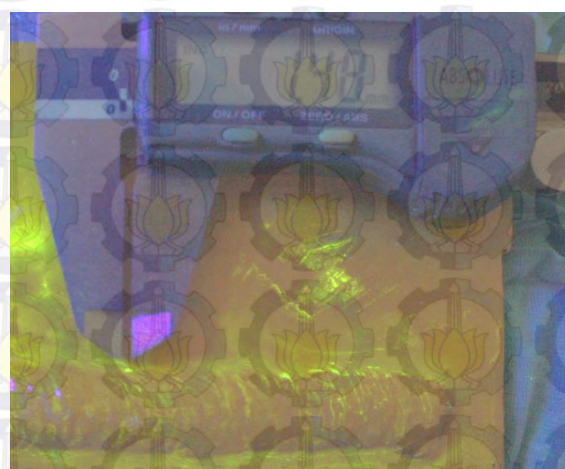


# analisa data

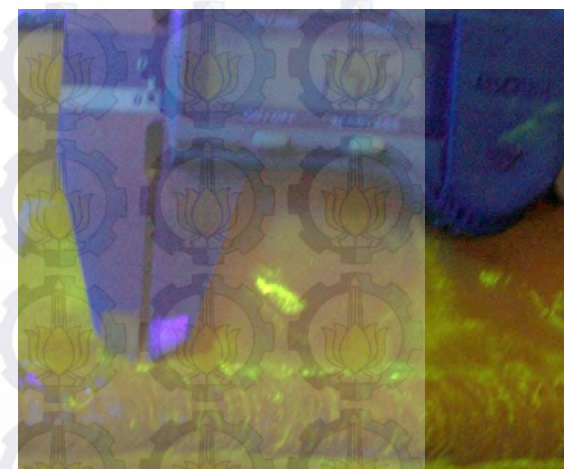
Pengujian *wet fluorescent* (Ketebalan *coating* = 100 mikron )



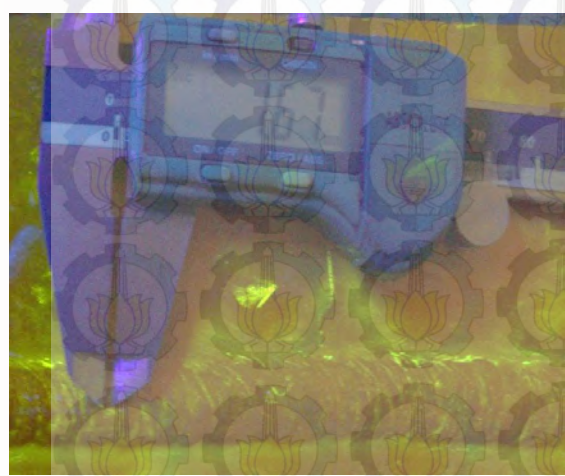
Posisi : *toe* alur las  
Panjang retak aktual : 1.4 mm



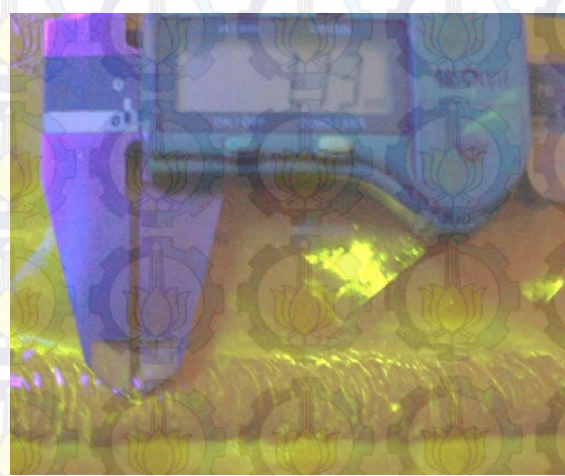
Posisi : *toe* alur las  
Panjang retak aktual : 1.5 mm



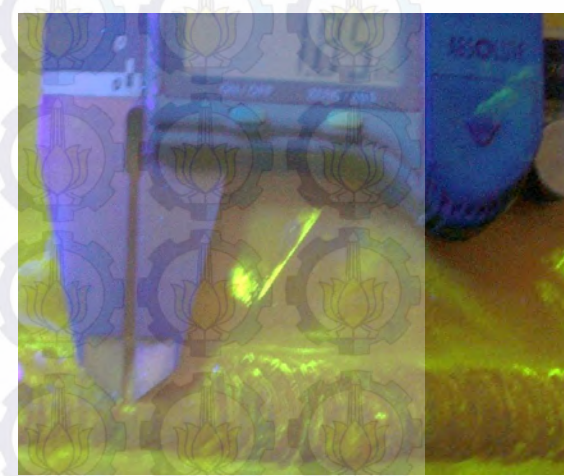
Posisi : *toe* alur las  
Panjang retak aktual : 1.6 mm



Posisi : permukaan alur las  
Panjang retak aktual : 1.7 mm



Posisi : permukaan alur las  
Panjang retak aktual : 1.8 mm



Posisi : permukaan alur las  
Panjang retak aktual : 1.9 mm





# analisa data

## Pengujian *wet fluorescent*

No	Retak Aktual (mm)	Panjang Indikasi Retak Setelah Diaplikasikan <i>Nonconductive Coating</i> (mm)				
		100 mikron	200 mikron	300 mikron	400 mikron	500 mikron
1	1.4	1.38	1.18	0.98	0.73	0.52
2	1.5	1.48	1.27	1.07	0.82	0.58
3	1.6	1.56	1.29	1.1	0.85	0.62
4	1.7	1.67	1.39	1.17	0.93	0.67
5	1.8	1.73	1.49	1.26	0.96	0.75
6	1.9	1.85	1.61	1.4	1.02	0.81
<b>Rata-rata Persentase (%)</b>		<b>97.74</b>	<b>83.14</b>	<b>70.43</b>	<b>53.61</b>	<b>39.71</b>





# analisa data

Rekapitulasi perbandingan sensitivitas keempat partikel

No	Ketebalan Coating	Wet Fluorescent (%)	Dry Fluorescent (%)	Visible Wet (%)	Visible Dry (%)
1	100 mikron	<b>97.74</b>	<b>95.74</b>	<b>95.88</b>	<b>94.26</b>
2	200 mikron	<b>83.14</b>	<b>81.83</b>	<b>80.31</b>	<b>78.93</b>
3	300 mikron	<b>70.43</b>	<b>67.94</b>	<b>67.26</b>	<b>66.53</b>
4	400 mikron	<b>53.61</b>	<b>52.38</b>	<b>51.05</b>	<b>51.03</b>
5	500 mikron	<b>39.71</b>	<b>37.67</b>	<b>36.84</b>	<b>37.20</b>

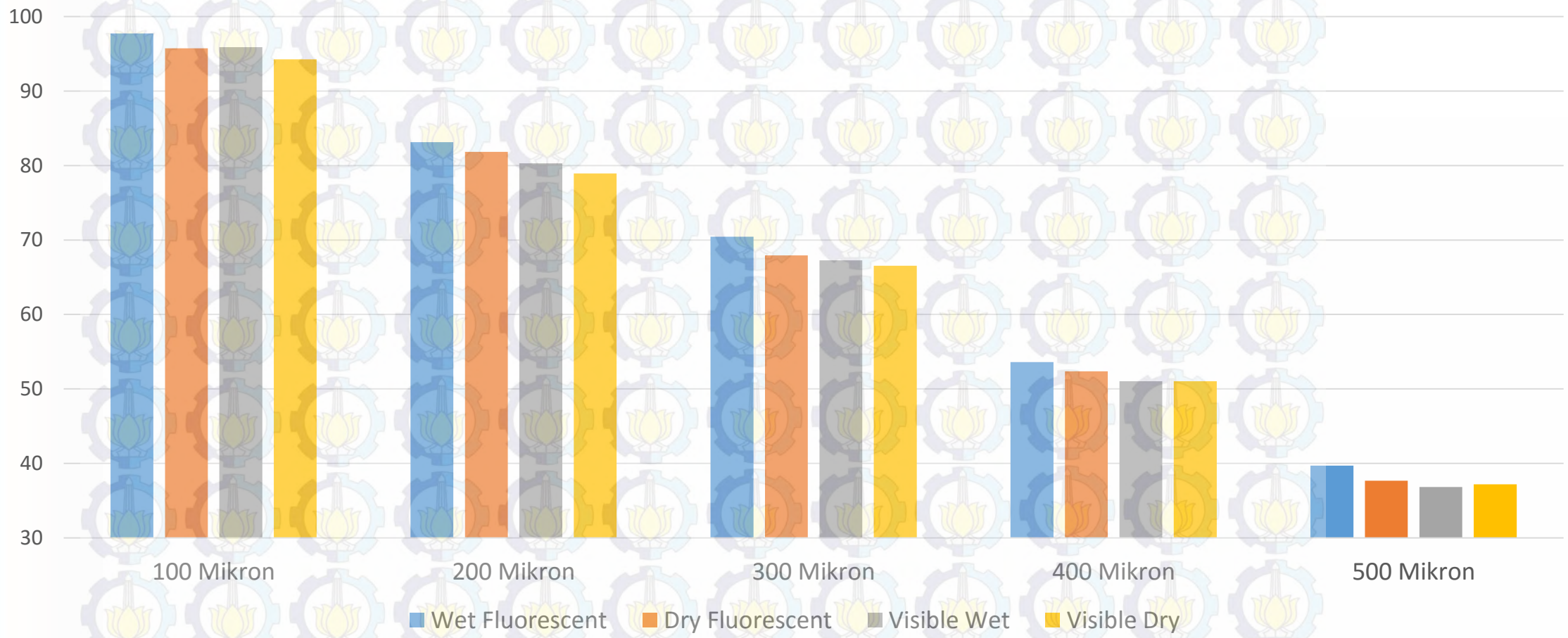
- *Wet fluorescent* sensitivitas paling baik, kemudian *dry fluorescent*, *visible wet* dan *visible dry*.





# analisa data

Rekapitulasi perbandingan sensitivitas keempat partikel



■ *Wet fluorescent* sensitivitas paling baik, kemudian *dry fluorescent*, *visible wet* dan *visible dry*.





# analisa data

Perbandingan pembacaan pada posisi *toe* dan permukaan alur las (wet fluorescent)

No	Posisi	100 mikron (%)	Rata-rata (%)	200 Mikron (%)	Rata-rata (%)	300 Mikron (%)	Rata-rata (%)	400 Mikron (%)	Rata-rata (%)	500 Mikron (%)	Rata-rata (%)
1	Toe	98.57		84.29		70.00		52.14		37.14	
2	Toe	98.67	<b>98.25</b>	84.67	<b>83.20</b>	71.33	<b>70.03</b>	54.67	<b>53.31</b>	38.67	<b>38.19</b>
3	Toe	97.50		80.63		68.75		53.13		38.75	
4	Permukaan	98.24		81.76		70.83		54.71		39.41	
5	Permukaan	96.11	<b>97.24</b>	82.78	<b>83.09</b>	70.00	<b>70.83</b>	53.33	<b>53.91</b>	41.67	<b>41.24</b>
6	Permukaan	97.37		84.74		73.68		53.68		42.63	

Perbandingan pembacaan pada posisi *toe* dan permukaan alur las (dry fluorescent)

No	Posisi	100 mikron (%)	Rata-rata (%)	200 Mikron (%)	Rata-rata (%)	300 Mikron (%)	Rata-rata (%)	400 Mikron (%)	Rata-rata (%)	500 Mikron (%)	Rata-rata (%)
1	Toe	97.14		82.14		68.57		50.71		35.71	
2	Toe	97.33	<b>96.28</b>	84.00	<b>82.26</b>	67.33	<b>67.80</b>	53.33	<b>51.97</b>	36.67	<b>36.42</b>
3	Toe	94.38		80.63		67.50		51.88		36.88	
4	Permukaan	95.88		79.41		66.47		53.53		40.00	
5	Permukaan	94.44	<b>95.19</b>	81.67	<b>81.41</b>	67.22	<b>68.07</b>	52.22	<b>52.79</b>	38.33	<b>38.92</b>
6	Permukaan	95.26		83.16		70.53		52.63		38.42	





# analisa data

Perbandingan pembacaan pada posisi *toe* dan permukaan alur las (*visible dry*)

No	Posisi	100 mikron (%)	Rata-rata (%)	200 Mikron (%)	Rata-rata (%)	300 Mikron (%)	Rata-rata (%)	400 Mikron (%)	Rata-rata (%)	500 Mikron (%)	Rata-rata (%)
1	Toe	94.29	<b>95.54</b>	82.14	<b>80.12</b>	67.86	<b>67.36</b>	47.86	<b>50.59</b>	33.57	<b>35.87</b>
2	Toe	97.33		81.33		67.33		52.67		34.67	
3	Toe	95.00		76.88		66.88		51.25		39.38	
4	Permukaan	93.53	<b>92.98</b>	76.47	<b>77.75</b>	64.71	<b>65.70</b>	51.18	<b>51.48</b>	38.82	<b>38.52</b>
5	Permukaan	92.78		78.89		65.56		51.67		38.33	
6	Permukaan	92.63		77.89		66.84		51.58		38.42	

Perbandingan pembacaan pada posisi *toe* dan permukaan alur las (*visible wet*)

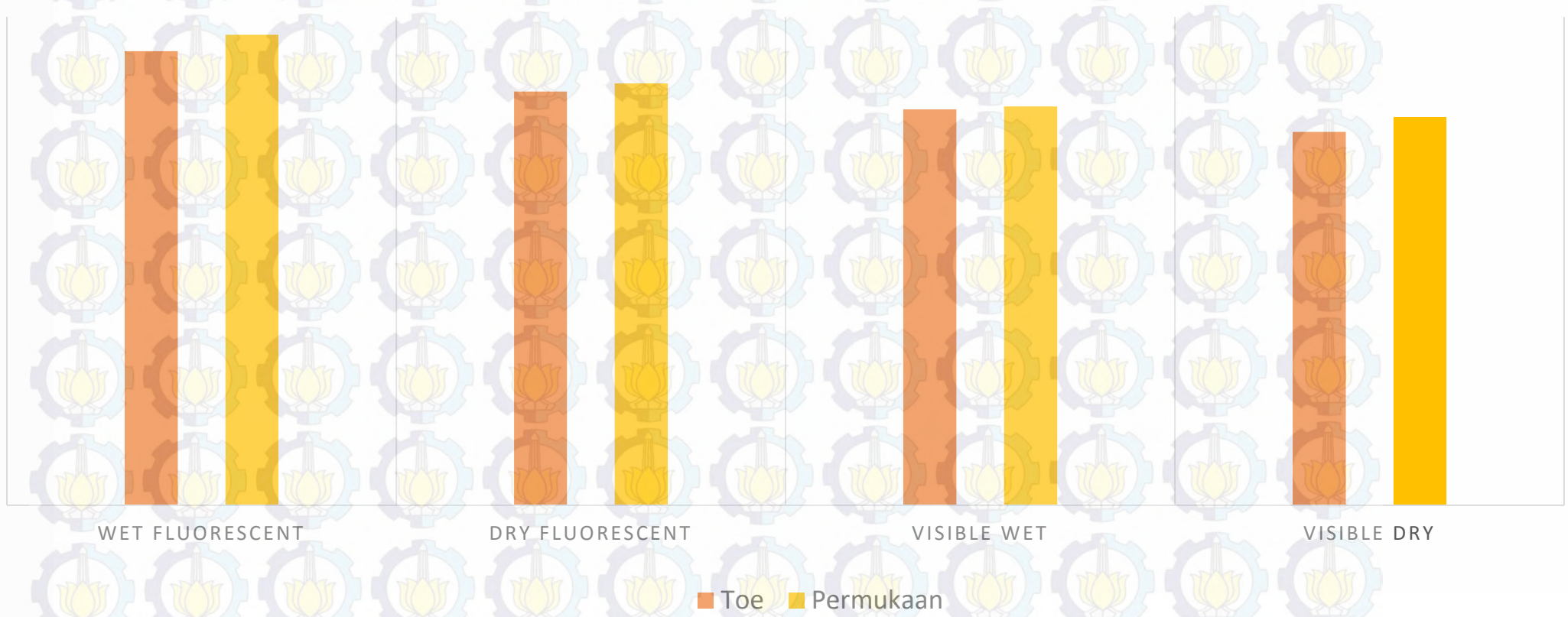
No	Posisi	100 mikron (%)	Rata-rata (%)	200 Mikron (%)	Rata-rata (%)	300 Mikron (%)	Rata-rata (%)	400 Mikron (%)	Rata-rata (%)	500 Mikron (%)	Rata-rata (%)
1	Toe	96.43	<b>97.30</b>	82.86	<b>81.22</b>	68.57	<b>66.96</b>	45.00	<b>49.86</b>	34.29	<b>35.71</b>
2	Toe	97.33		82.67		66.67		53.33		35.33	
3	Toe	98.13		78.13		65.63		51.25		37.50	
4	Permukaan	95.29	<b>94.46</b>	77.65	<b>79.41</b>	67.06	<b>67.56</b>	52.94	<b>52.24</b>	38.24	<b>37.98</b>
5	Permukaan	93.89		81.11		66.67		51.67		38.33	
6	Permukaan	94.21		79.47		68.95		52.11		37.37	





# analisa data

Perbandingan pembacaan pada posisi *toe* dan permukaan alur las





# analisa data

Perbandingan jumlah *relevant indication* setelah dan sebelum *coating*.  
(*wet fluorescent*)

100 mikron		200 mikron		300 mikron		400 mikron		500 mikron	
Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating
4	4	4	1	4	0	4	0	4	0
(1.6, 1.7, 1.8 & 1.9 mm)	(1.56, 1.67, 1.73 & 1.85 mm)	(1.6, 1.7, 1.8 & 1.9 mm)	(1.61 mm)	(1.6, 1.7, 1.8 & 1.9 mm)		(1.6, 1.7, 1.8 & 1.9 mm)		(1.6, 1.7, 1.8 & 1.9 mm)	





# analisa data

Perbandingan jumlah *relevant indication* setelah dan sebelum *coating*.  
(*dry fluorescent*)

100 mikron		200 mikron		300 mikron		400 mikron		500 mikron	
Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	<b>(1.51, 1.63, 1.7 &amp; 1.81 mm)</b>	<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	<b>(1.58 mm)</b>	<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	





# analisa data

Perbandingan jumlah *relevant indication* setelah dan sebelum *coating*.  
(*visible dry*)

100 mikron		200 mikron		300 mikron		400 mikron		500 mikron	
Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	<b>(1.52, 1.59, 1.67 &amp; 1.76 mm)</b>	<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	





# analisa data

Perbandingan jumlah *relevant indication* setelah dan sebelum *coating*.  
(*visible wet*)

100 mikron		200 mikron		300 mikron		400 mikron		500 mikron	
Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating	Jumlah Relevant Indication Sebelum coating	Jumlah Relevant Indication Setelah coating
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	<b>(1.57, 1.62, 1.69 &amp; 1.79 mm)</b>	<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	<b>(1.51 mm)</b>	<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>		<b>(1.6, 1.7, 1.8 &amp; 1.9 mm)</b>	





# analisa data

- Pada ketebalan cat 100 mikron untuk semua metode  
Indikasi *relevant* sebelum dicat = 4 indikasi & setelah dicat = 4 indikasi
- Pada ketebalan cat 200 mikron untuk metode *wet fluorescent*, *dry fluorescent* dan *wet visible* sebelum dicat = 4 indikasi *relevant* & setelah dicat = 1 indikasi. sedangkan pada metode *dry fluorescent* = 0 indikasi *relevant*.
- Ketebalan cat 300-500 mikron untuk semua metode menunjukkan bahwa indikasi *relevant* sebelum dicat = 4 indikasi & setelah dicat = 0 indikasi.





# kesimpulan

1. Berdasarkan jenis partikel yang digunakan metode dengan sensitivitas pembacaan **paling baik adalah metode *wet fluorescent*** kemudian ***dry fluorescent, visible Wet*** dan **terakhir *visible dry***.
2. Berdasarkan posisi retak buatan, sensitivitas terbaik adalah posisi retak **pada permukaan alur lasan** dibanding pada *toe* lasan.
3. Berdasarkan dari hasil uji hipotesis diperoleh bahwa variasi penambahan ketebalan *nonconductive coating* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan **pembacaan jika ketebalan coating hanya 100 mikron** namun sangat berpengaruh signifikan jika ketebalan coating  $\geq 200$  mikron.





# saran

Penelitian ini masih menggunakan *Yoke AC* sedangkan dalam metode MPI bisa menggunakan *permanent magnet yoke*.

Untuk penelitian selanjutnya bisa dikaji lebih lanjut sensitivitas pembacaan kemampuan partikel dengan *permanent magnet yoke* tersebut.



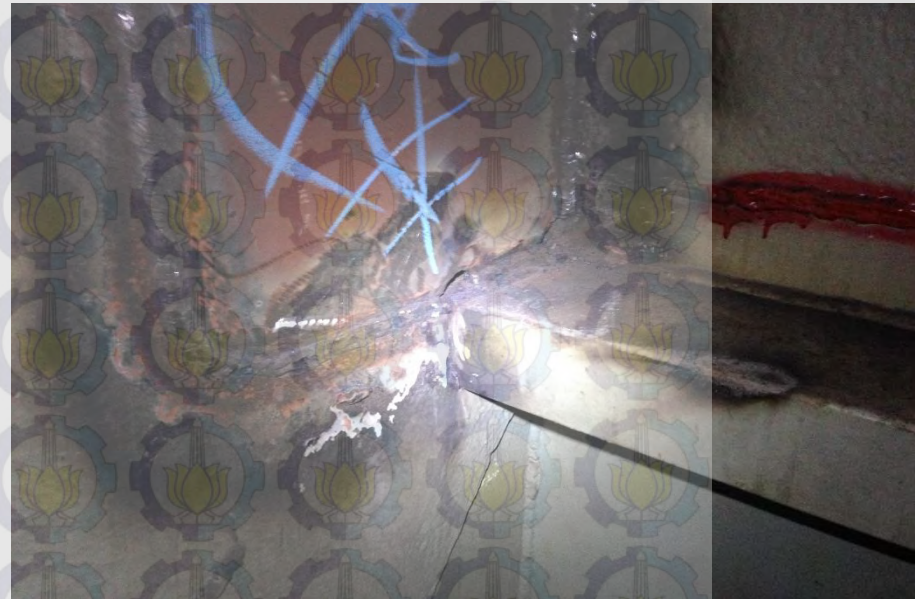


Terima kasih





# Crack pada permukaan dan *toe alur las*

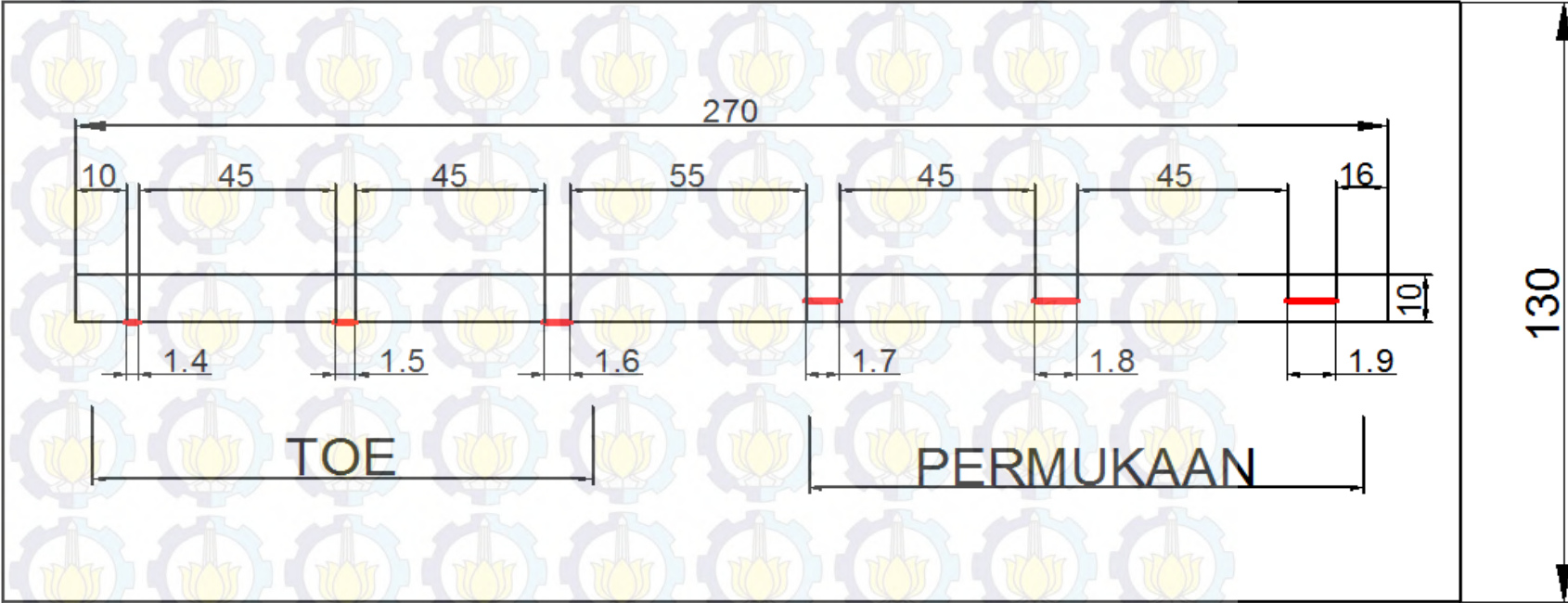
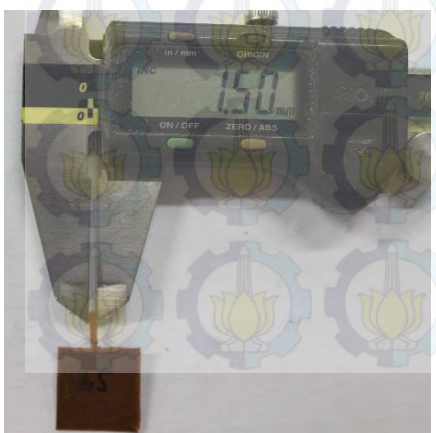
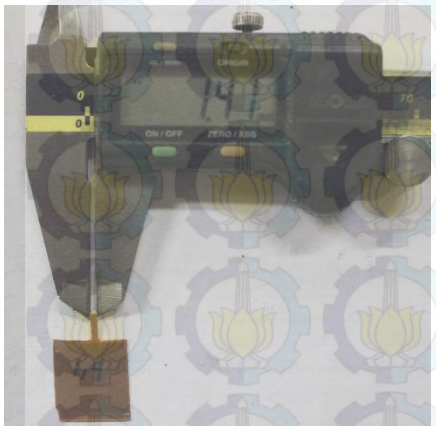




# metodologi

## Model Retak Buatan

pembuatan cacat buatan



300

