

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Alat Dan Material Penelitian

1. Material penelitian

Tipe Baja : AISI 1045
Bentuk : Pelat

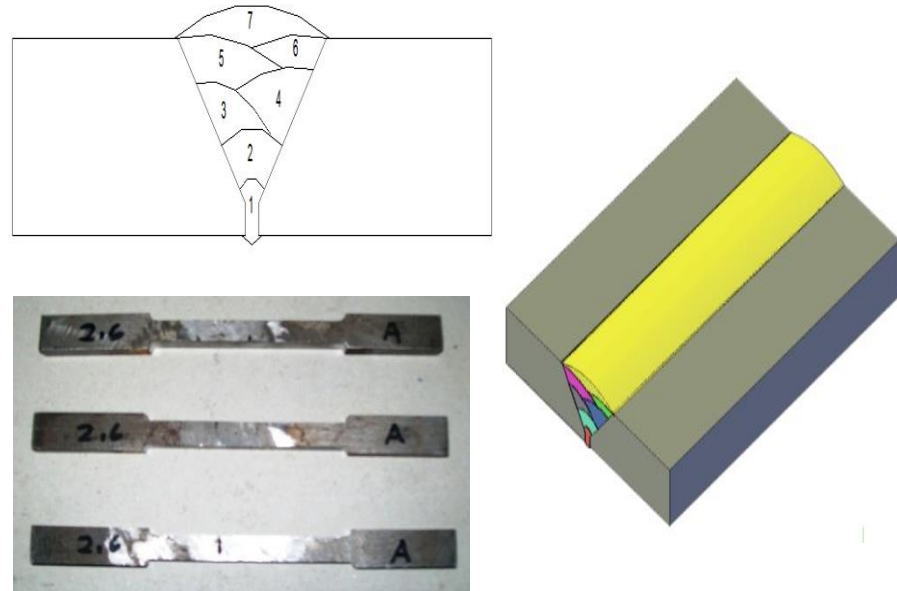
Tabel 3. Komposisi kimia baja AISI 1045

Pelat AISI 1045		
Unsur	Nilai Kandungan Unsur (%)	
	Raw Material	Welding Metal
Fe	98.58	97.97
C	0.51	0.10
Si	0.26	0.51
Mn	0.63	1.08
Cr	< 0.0027	0.026
Ni	< 0.018	< 0.018
Mo	< 0.0018	< 0.0018
Cu	0.018	0.016
Al	0.00	0.00
V	0.0065	0.014
W	0.063	0.081
Ti	0.00	0.021
Nb	0.01	0.01
B	0.00	0.00
S	0.011	0.14
P	0.0042	0.026

2. Material hasil pengelasan

Proses pengelasan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Elektroda dengan diameter 2.6 mm

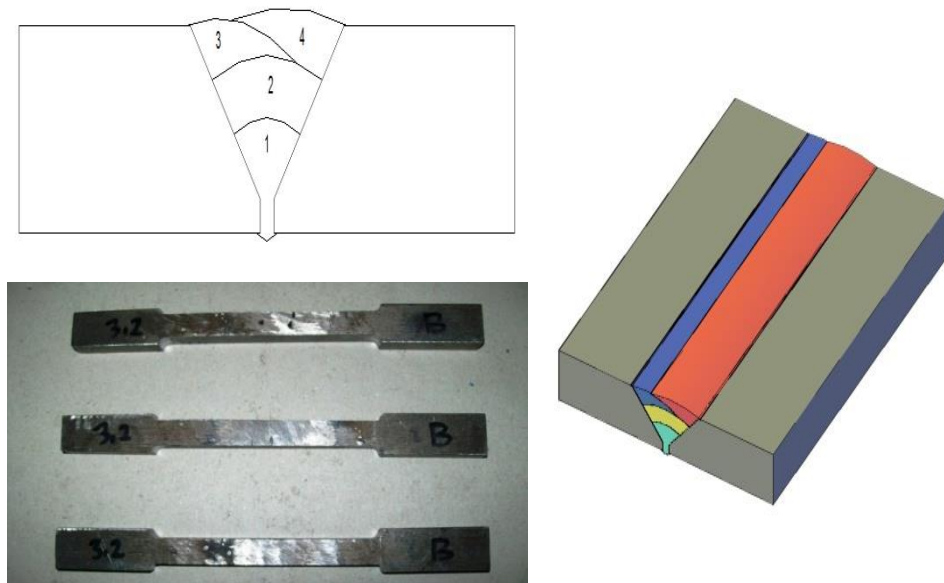


Gambar 24. Jumlah *Multypass* Pada Elektroda 2.6 mm

Arus Pengelasan	: 80 Ampere
Tegangan Pengelasan	: 380 / 400 Volt
Posisi Pengelasan	: Mendatar, <i>Downhand</i>
Elektroda Las	: E7016 LB-52
Lapisan Las	: <i>Multypass</i>
Jumlah Lapisan Las	: 7 Lapisan las

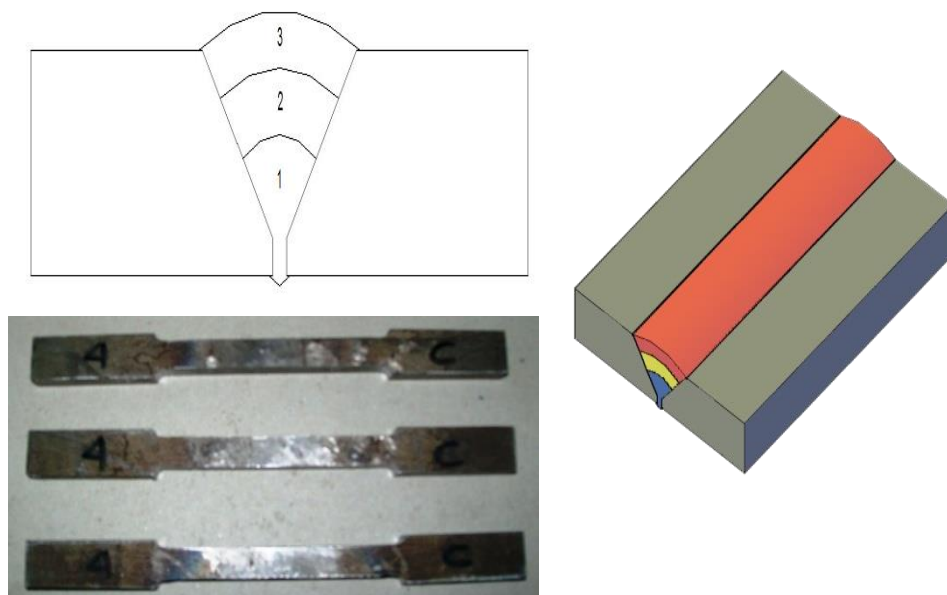
b. Elektroda dengan diameter 3.2 mm

Arus Pengelasan	: 110 Ampere
Tegangan Pengelasan	: 380 / 400 Volt
Posisi Pengelasan	: Mendatar, <i>Downhand</i>
Elektroda Las	: E7016 LB-52
Lapisan Las	: <i>Multypass</i>
Jumlah Lapisan Las	: 4 Lapis las



Gambar 25. Jumlah *Multypass* Pada Elektroda 3.2 mm

c. Elektroda dengan diameter 4 mm

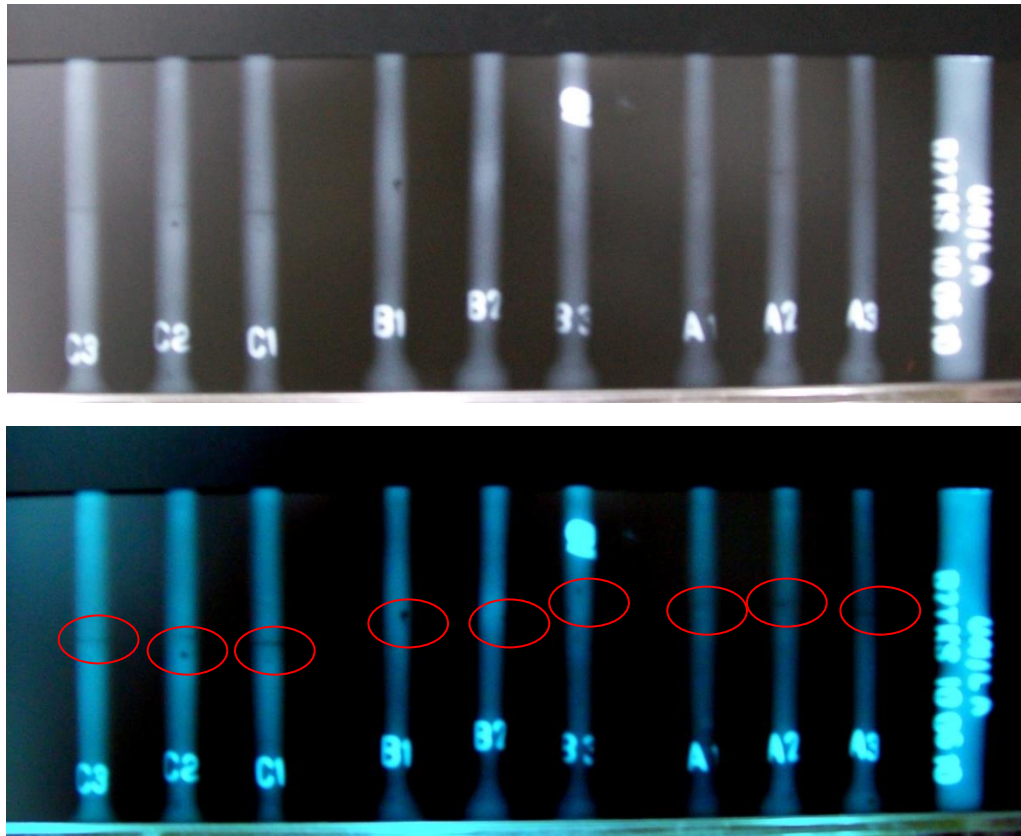


Gambar 26. Jumlah *Multypass* Pada Elektroda 4 mm

Arus Pengelasan	: 130 Ampere
Tegangan Pengelasan	: 380 / 400 Volt
Posisi Pengelasan	: Mendatar, <i>Downhand</i>
Elektroda Las	: E7016 LB-52
Lapisan Las	: <i>Multypass</i>
Jumlah Lapisan Las	: 3 Lapis las

B. Data Hasil Pengujian

Pada gambar 26 dapat dilihat hasil uji sinar-x yang telah dilakukan di BPPT-B2TKS PUSPITEK Serpong-tangerang. Pada hasil film dapat terlihat beberapa cacat yang terjadi pada hasil pengelasan yang telah dilakukan.



Gambar 27. Hasil uji sinar-x spesimen uji

Tabel 4. Data hasil sinar-x

No.	IDENTIFIKASI FILM	CACAT		PENILAIAN	
		TIPE	DIMENSI (mm)	DITERIMA	DIPERBAIKI
1	Spesimen A-1	IP & P	5 & $\phi \leq 1$	-	√
2	Spesimen A-2	IP & P	7 & $\phi \leq 1$	-	√
3	Spesimen A-3	IP & P	12 & $\phi \leq 1$	-	√
4	Spesimen B-1	SI	$\phi \leq 3$	-	√
5	Spesimen B-2	P	$\phi \leq 1, L=10$	-	√
6	Spesimen B-3	P	$\phi 1-2$	√	-
7	Spesimen C-1	IP & SI	12 & $\phi \leq 1$	-	√
8	Spesimen C-2	IP & SI	6 & $\phi \leq 2$	-	√
9	Spesimen C-3	IP & P	12 & $\phi \leq 1$	-	√

Setelah material dibentuk sesuai dengan standar uji tarik, kemudian material di uji sinar-x untuk mengetahui profil cacat yang terjadi pada hasil pengelasan.

Pada tabel 4 dapat dilihat data hasil pengujian sinar - x yang telah diujikan, dengan variasi diameter elektroda A (2,6 mm), B (3,2 mm) dan C (4 mm).

Setelah spesmen di uji sinar-x kemudian dilakukan uji tarik untuk memperoleh kekuatan tarik maksimum dengan variasi diameter elektroda dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai kekuatan tarik maksimum (Ultimate Tensile Strength)

Jenis Elektroda Las	Diameter Elektroda	Nomor Spesimen	Kekuatan Tarik (MPa)	Rata-rata Kekuatan Tarik (MPa)
E 7016 LB-52	2.6 mm	A1	540.0	560.0
		A2	593.3	
		A3	546.7	
	3.2 mm	B1	586.7	613.3
		B2	653.3	
		B3	600.0	
	4.0 mm	C1	540.0	524.4
		C2	533.3	
		C3	500.0	

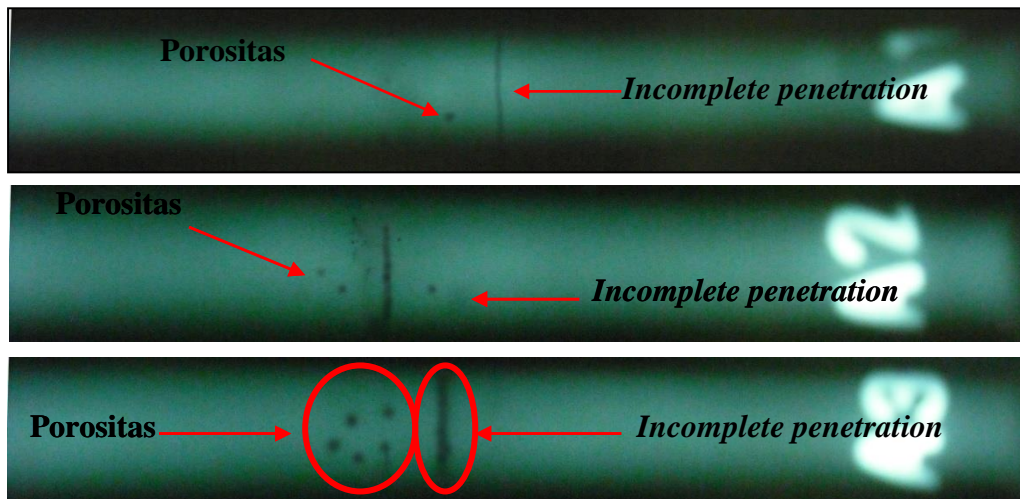
C. Analisis Profil Cacat

Setelah dilakukan uji sinar-x pada hasil pengelasan baja AISI 1045 diperoleh data hasil pengujian pada tabel 4 serta gambar 28, 29 dan 30. Dari data yang diperoleh untuk spesimen uji tarik A dengan diameter elektroda 2,6 mm terdapat cacat pengelasan berupa *incomplete penetration* (IP) dan porositas (P). Pada hasil film bentuk cacat IP terlihat sebagai garis yang tegak lurus dengan bentuk kampuh dan cacat P seperti titik-titik hitam, dapat dilihat pada gambar 28.

Seperti yang telah diketahui porositas merupakan cacat hasil pengelasan berupa lubang-lubang halus atau pori-pori yang biasanya terbentuk di dalam logam las akibat terperangkapnya gas yang terjadi ketika proses pengelasan. Disamping itu, porositas dapat pula terbentuk akibat kekurangan logam cair karena penyusutan ketika logam membeku (*shrinkage porosity*). Sedangkan IP terjadi disebabkan kurangnya penetrasi pada saat dilakukannya pengelasan, sehingga ada bagian yang tidak menyatu antara logam induk dengan logam pengisi. Faktor lain terjadinya IP pada penelitian ini dikarenakan tidak tepatnya penggunaan diameter elektroda terhadap ruang yang akan diisi oleh logam las sehingga perlu dilakukannya perbaikan (*repair welding*) kembali terhadap hasil pengelasan.

Pada spesimen A1 cacat IP memiliki kedalaman hingga 5 mm sehingga pada film terlihat garis lurus yang tipis dibandingkan dengan spesimen A3 yang memiliki IP dengan kedalaman 12 mm sehingga terlihat garis lurus yang lebih tebal. Pada spesimen A cacat IP (*incomplete penetration*) yang terjadi

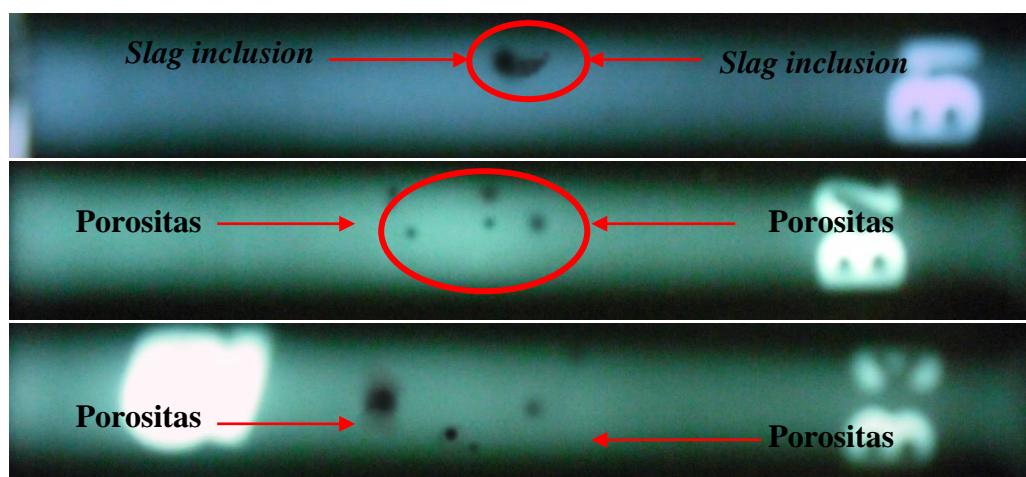
disebabkan oleh penggunaan diameter elektroda AWS E 7016 sebesar 2,6 mm terlalu kecil, karena dengan diameter ini arus listrik yang harus diberikan pada saat pengelasan sebesar 80 A menyebabkan kurangnya penetrasi busur las dari permukaan hingga ke *root penetration* daerah pengelasan sehingga terjadilah *incomplete penetration*.



Gambar 28. Hasil uji sinar-x untuk spesimen A (diameter elektroda 2,6 mm)

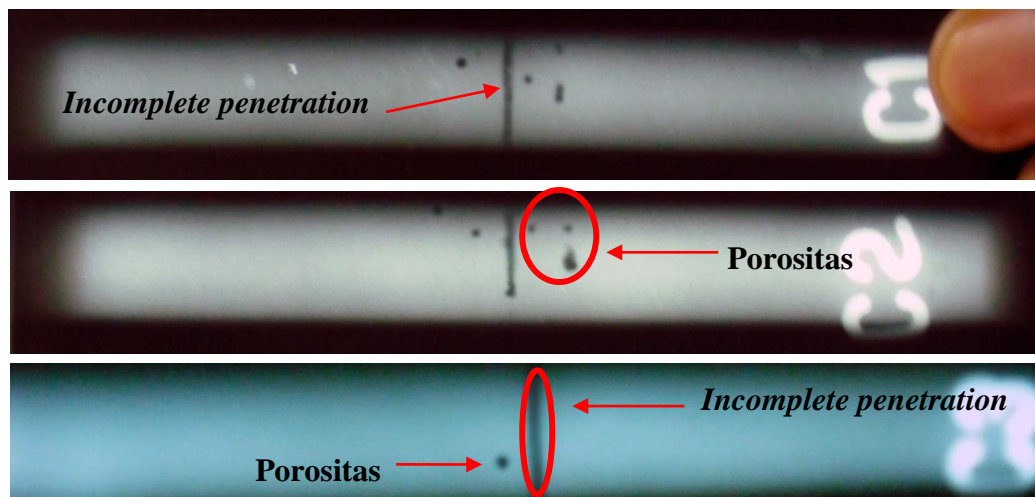
Sedangkan untuk spesimen B digunakan diameter elektroda 3,2 mm dan kuat arus yang diberikan sebesar 110 A. Pada gambar 29 dapat dilihat semua spesimen B tidak mengalami cacat *incomplete penetration* (IP). Ini berarti penetrasi busur las dari permukaan hingga ke *root penetration* daerah pengelasan cukup bagus, dikarenakan kuat arus listrik yang diberikan mampu melakukan penetrasi ke *root* daerah pengelasan dengan baik. Dimana kuat arus yang diberikan pada masing-masing elektroda disesuaikan dengan diameter dari elektroda itu sendiri. Profil cacat yang terjadi pada spesimen B hanyalah porositas (P) dan *slag inclusion* (SI) tanpa adanya *incomplete penetration* (IP) seperti pada spesimen A dan C. *Slag Inclusion* (SI) pada film

terlihat seperti titik atau garis yang mengalami perpanjangan secara kontinu atau terputus-putus, penyebabnya adalah karena terjebaknya logam yang telah mencair namun belum sepenuhnya membeku pada lapisan berikutnya. Pada gambar 29 dapat dilihat hasil film berupa titik noda hitam dengan diameter 1-3 mm.



Gambar 29. Hasil uji sinar-x untuk spesimen B (diameter elektroda 3,2 mm)

Dari sembilan spesimen yang telah di uji dengan sinar-x, spesimen B3 merupakan hasil terbaik dari proses pengelasan yang telah dilakukan dengan alasan pada spesimen B3 hanya terdapat cacat porositas saja. Dimana cacat pada B3 ini dimensi cacatnya paling kecil dengan diameter 1-2 mm dibandingkan dengan B2 dan porositasnya tidak terlokalisasi pada satu tempat dibanding dengan B2 yang cacat porositasnya terlokalisasi pada satu titik atau tempat sehingga secara visual hasil pengelasan spesimen B3 dapat diterima. Meskipun secara mekanis nilai uji tarik B2 lebih besar dari B3.



Gambar 30. Hasil uji sinar-x untuk spesimen C (diameter elektroda 4 mm)

Kemudian pada gambar 30 dapat dilihat hasil pengelasan pada spesimen C diperoleh cacat porositas (P) dan *incomplete penetration* (IP) dimana cacat ini menyebabkan material tidak tersambung sepenuhnya sehingga sangat mempengaruhi fungsi mekanis dari hasil pengelasan. Hal ini terjadi dikarenakan penggunaan diameter elektroda 4 mm dan kuat arus 130 A terlalu besar sehingga mengakibatkan penetrasi yang berlebih terhadap daerah pengelasan. Beda halnya pada spesimen A, dimana cacat *incomplete penetration* terjadi karena kurangnya penetrasi sedangkan pada spesimen C terjadi penetrasi yang berlebih.

Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan diameter elektroda mempengaruhi kuat arus yang harus diberikan untuk masing-masing elektroda sesuai dengan diameternya. Sedangkan penetrasi dari busur las yang dihasilkan dipengaruhi oleh kuat arus yang diberikan. Semakin besar diameter elektroda semakin besar juga kuat arus yang harus diberikan dan sebanding juga dengan penetrasi dari busur listrik yang dihasilkan Sehingga diameter yang tepat digunakan pada

penelitian ini untuk hasil pengelasan spesimen uji tarik baja AISI 1045 dengan kampuh V adalah elektroda dengan diameter 3,2 mm dan kuat arus 110 A. Dimana pada spesimen B ini tidak terjadi penetrasi yang kurang ataupun berlebih yang akan menyebabkan timbulnya cacat *incomplete penetration* (IP) pada hasil pengelasan.

D. Analisis Hasil Uji Tarik dan Sinar -X

Dari hasil uji tarik yang telah dilakukan diperoleh nilai rata-rata tegangan tarik terbesar terdapat pada spesimen B yaitu sebesar 613,3 Mpa. Dimana secara visual oleh hasil uji sinar-x juga menyatakan bahwa spesimen B dapat diterima hasil pengelasannya, dengan cacat porositas dan *slag inclusion*. Kedua hasil uji menyatakan bahwa spesimen B merupakan hasil pengelasan yang terbaik dari enam spesimen lainnya yaitu (A dan C). Hal ini terjadi dikarenakan pada spesimen B tidak terdapat cacat IP (*incomplete penetration*) yaitu cacat yang menyebabkan hasil pengelasan tidak tersambung sepenuhnya sehingga diperoleh nilai rata-rata kekuatan tarik terbesar ada pada spesimen B. Dimana pada spesimen B diameter elektroda yang digunakan adalah sebesar 3,2 mm.

Sedangkan untuk spesimen A dan C secara visual memiliki cacat yang sama yaitu *incomplete penetration* (IP) dimana cacat ini menyebabkan nilai kekuatan tarik spesimen A dan C lebih kecil dari spesimen B. Namun demikian spesimen A memiliki nilai kekuatan tarik lebih besar dari spesimen C, hal ini dapat dijelaskan oleh hasil uji sinar-x yang memvisualisasikan cacat

IP (*incomplete penetration*) pada Spesimen A lebih tipis garisnya daripada spesimen C dimana rata-rata panjang cacat IP pada A sebesar 8 mm sedangkan pada spesimen C sebesar 10 mm dan lebih tebal.