

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Spesimen *Multipurpose*

Proses pembuatan spesimen *multipurpose* sudah memenuhi standar ISO 294-1:2012 yang di produksi menggunakan mesin *injection molding*. Hasil spesimen PC/ABS (60/40), PC/ABS (70/30), PC/ABS (80/20), dan PC Murni pada Gambar 4.1 serta sudah disesuaikan dengan beberapa parameter yang digunakan pada saat produksi.



Gambar 4.1 Spesimen *Multipurpose*

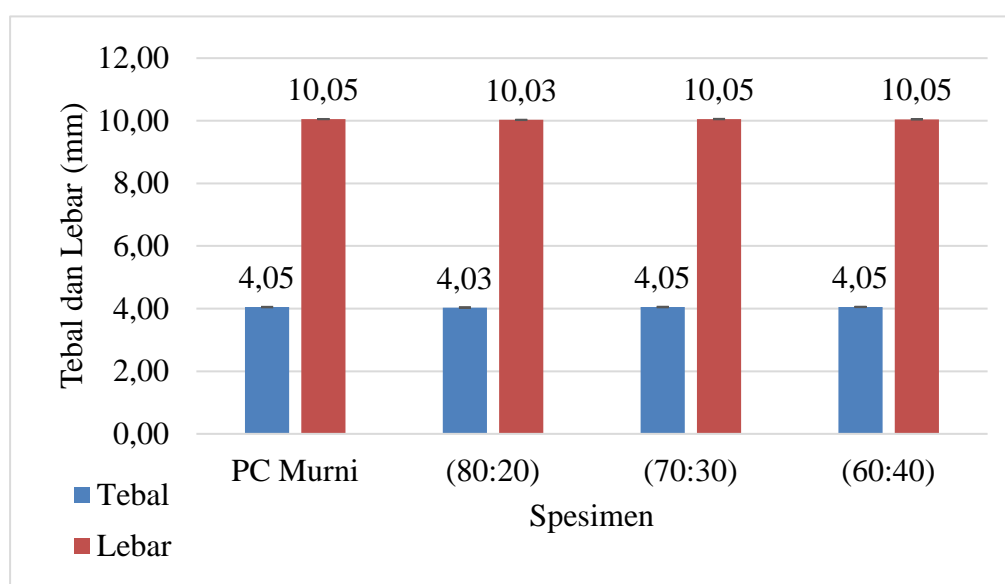
#### Spesifikasi:

- Produk : Spesimen *Multipurpose* PC murni dan PC/ABS
- Mesin : *Injection Molding Machine 70* MEIKI
- Proses injeksi : 39,70 detik/spesimen
- Massa : 89,2 gram
- Panjang : 150 mm
- Lebar : 10 mm
- Tebal : 4 mm

## 4.2 Hasil Pengukuran Spesimen

Tabel 4.1 Nilai rata – rata hasil pengukuran tiap variasi

No Spesimen	PC		PC dan ABS					
	Murni		80:20		70:30		60:40	
	Tebal	Lebar	Tebal	Lebar	Tebal	Lebar	Tebal	Lebar
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Spesimen 1	4,05	10,05	4,04	10,02	4,07	10,05	4,05	10,04
Spesimen 2	4,05	10,05	4,03	10,03	4,05	10,06	4,05	10,04
Spesimen 3	4,04	10,06	4,02	10,03	4,05	10,06	4,06	10,05
Spesimen 4	4,06	10,06	4,03	10,03	4,04	10,05	4,04	10,05
Spesimen 5	4,04	10,04	4,04	10,03	4,04	10,05	4,06	10,05
AVERAGE	4,05	10,05	4,03	10,03	4,05	10,05	4,05	10,05
STDEV	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
MAX	4,06	10,06	4,04	10,03	4,07	10,06	4,06	10,05
MIN	4,04	10,04	4,02	10,02	4,04	10,05	4,04	10,04



Gambar 4.2 Grafik tebal dan lebar PC Murni, dan PC/ABS

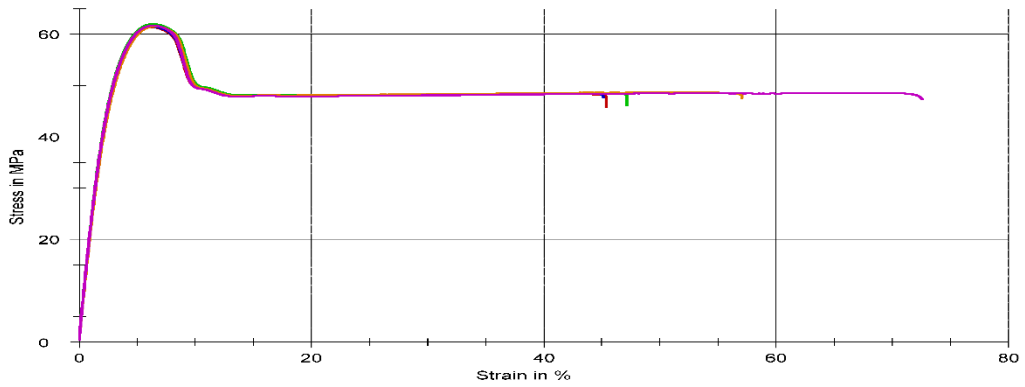
Tabel 4.1 menjelaskan bahwa dimensi spesimen telah sesuai dengan standar ISO 527-1 dapat ditetapkan toleransi untuk dimensi *specimen multipurpose* tersebut adalah nilai tebal  $4 \text{ mm} \pm 0,5$ , dan lebar  $10 \text{ mm} \pm 0,5$ . Syarat lain untuk melakukan pengujian selain dimensi ukuran adalah bentuk spesimen yang tidak memiliki cacat, karena bentuk spesimen yang memiliki cacat akan menghasilkan nilai kekuatan uji

yang kurang optimal. Jenis cacat yang dapat mempengaruhi nilai pada saat dilakukan pengujian adalah cacat bubbles. Penyebab cacat bubbles adalah gas yang masih terperangkap didalam cilinder atau udara yang masih terjebak didalam cavity.

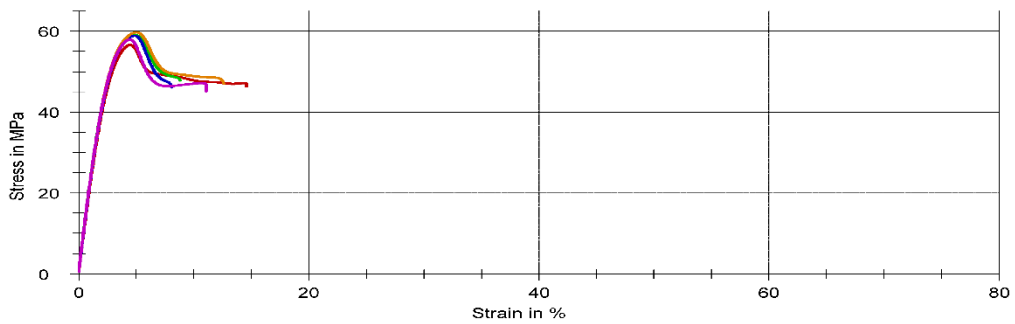
### 4.3 Hasil Pengujian Tarik

#### 4.3.1 Grafik PC Murni, PC/ABS (80:20), (70:30), dan (60:40)

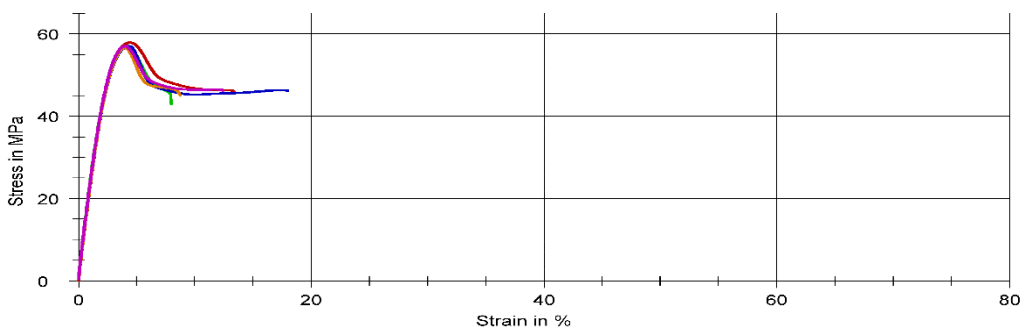
Series graph: PC Murni



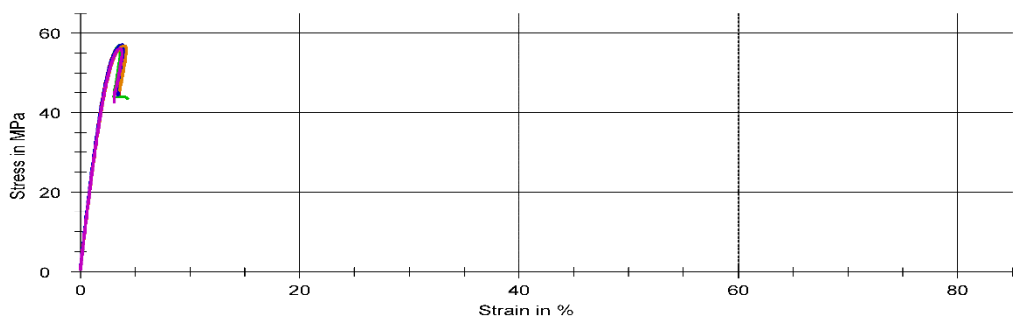
Series graph: PC/ABS variasi 80/20



Series graph: PC/ABS variasi 70/30



Series graph: PC/ABS variasi 60/40



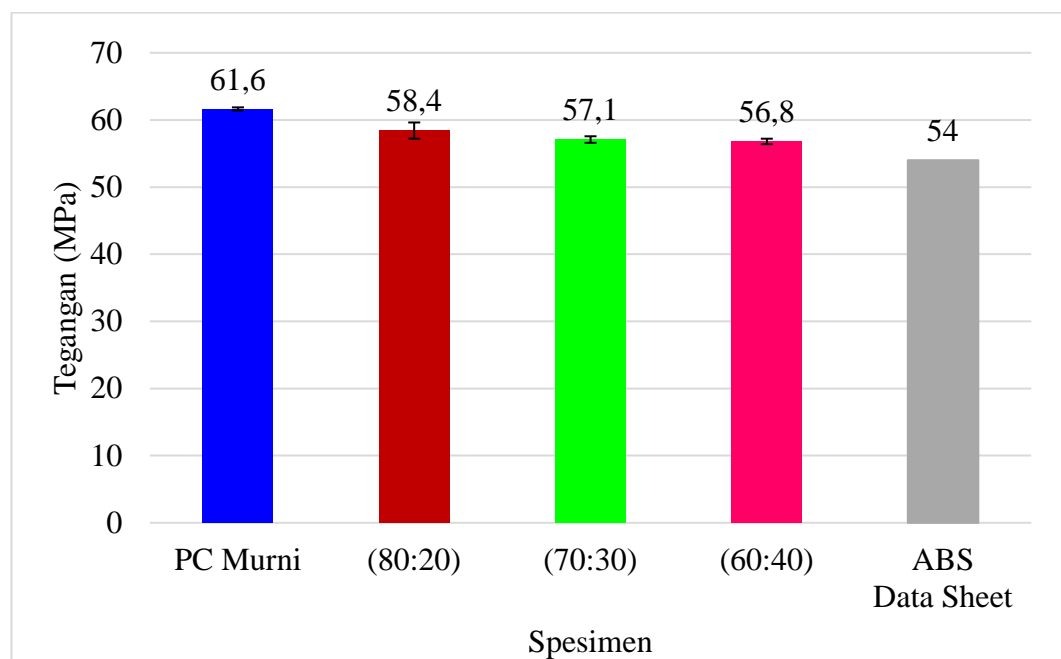
Gambar 4.3 Grafik Uji tarik

### 4.3.2 Hasil Tabel dan Grafik

#### a. Tegangan

Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai tegangan material PC Murni, dan PC/ABS

Nilai kuat tarik $\sigma$ (MPa)				
No spesimen	Murni	PC : ABS		
	PC	80:20	70:30	60:40
Spesimen 1	61,4	56,6	57,9	57,0
Spesimen 2	62,0	59,0	56,9	57,0
Spesimen 3	61,5	58,9	57,0	57,1
Spesimen 4	61,6	59,7	56,6	56,8
Spesimen 5	61,7	57,9	57,0	56,1
AVERAGE	61,6	58,4	57,1	56,8
STDEV	0,2	1,2	0,5	0,4
MAX	62,0	59,7	57,9	57,1
MIN	61,4	56,6	56,6	56,1

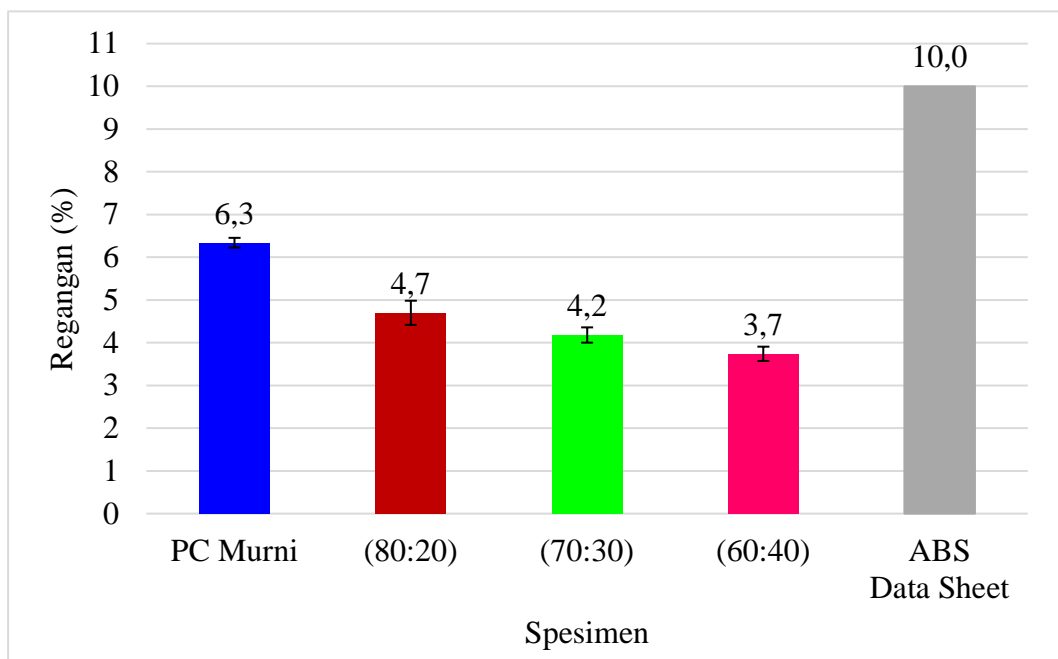


Gambar 4.4 Grafik Tegangan Uji tarik PC, ABS, dan PC/ABS

## b. Regangan

Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai regangan material PC Murni, dan PC/ABS

Nilai regangan $\epsilon$ (%)				
No spesimen	Murni	PC : ABS		
	PC	80:20	70:30	60:40
Spesimen 1	6,2	4,4	4,4	3,7
Spesimen 2	6,3	4,9	4,2	3,6
Spesimen 3	6,3	4,8	4,3	3,8
Spesimen 4	6,5	5,0	4,0	4,0
Spesimen 5	6,4	4,4	4,0	3,6
AVERAGE	6,3	4,7	4,2	3,7
STDEV	0,1	0,3	0,2	0,2
MAX	6,5	5,0	4,4	4,0
MIN	6,2	4,4	4,0	3,6

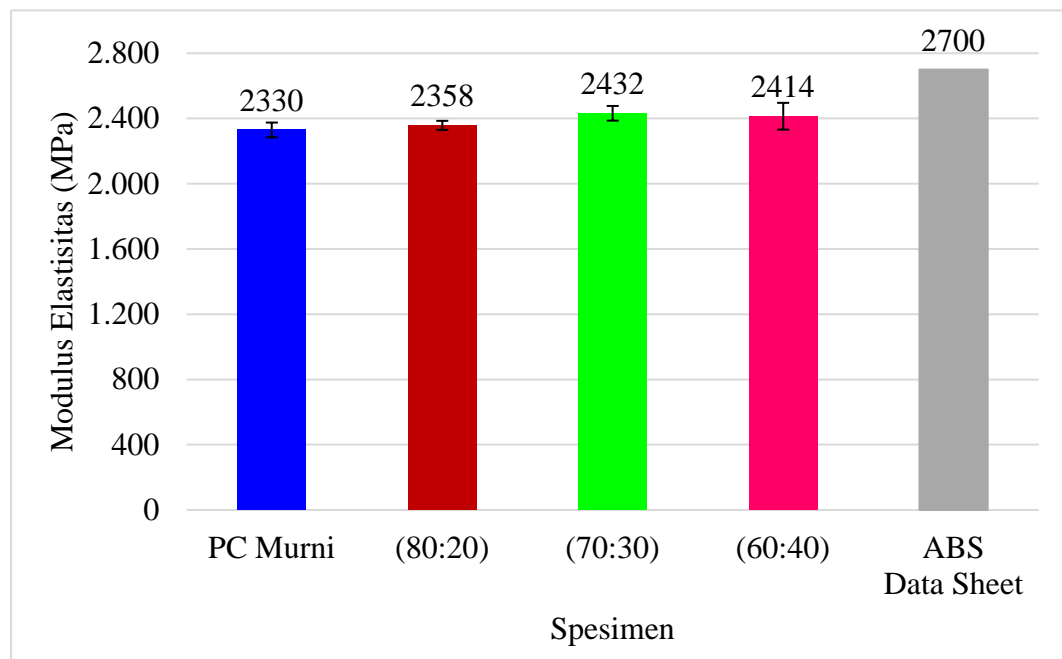


Gambar 4.5 Grafik Regangan Uji tarik PC, ABS, dan PC/ABS

## c. Modulus Elastisitas

Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai modulus elastisitas material PC Murni, dan PC/ABS.

Nilai Modulus Elastisitas (MPa)				
No spesimen	Murni	PC : ABS		
	PC	80:20	70:30	60:40
Spesimen 1	2360	2320	2400	2470
Spesimen 2	2340	2370	2490	2360
Spesimen 3	2350	2340	2410	2530
Spesimen 4	2250	2370	2390	2370
Spesimen 5	2350	2390	2470	2340
AVERAGE	2330	2358	2432	2414
STDEV	45,3	28	45	82
MAX	2360,0	2390	2490	2530
MIN	2250,0	2320	2390	2340



Gambar 4.6 Grafik Modulus Elastisitas Uji tarik PC, ABS, dan PC/ABS

### 4.3.3 Pembahasan Uji Tarik

Nilai teoritis pada tegangan tarik campuran PC/ABS variasi 80/20 sebesar 60,08 MPa, variasi 70/30 sebesar 59,32 MPa, dan variasi 60/40 sebesar 58,56 MPa. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai tegangan tarik lebih kecil dibandingkan dengan nilai tegangan tarik secara teoritis. Pada Gambar 4.4 dijelaskan hasil dari data pengujian spesimen PC Murni, dan PC/ABS.

Dari 3 variasi tersebut dapat di analisis tidak mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan material PC murni. Penurunan terjadi disebabkan oleh material ABS yang memiliki sifat *brittle* atau getas. Semakin banyak kandungan material ABS yang ditambahkan maka semakin kecil sifat keuletan dari material campuran PC/ABS. Menurut Setiawan (2016) menjelaskan bahwa semakin banyak material ABS yang ditambahkan pada proses injeksi maka nilai *tensile strength* semakin rendah. Nilai penurunan pada pengujian PC/ABS memiliki tren penurunan yang sama dengan hasil penelitian setiawan. Namun hasil dari pengujian ini memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan oleh setiawan.

Nilai teoritis pada regangan campuran PC/ABS variasi 80/20 sebesar 7,04 %, variasi 70/30 sebesar 7,41 %, dan variasi 60/40 sebesar 7,8 %. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai regangan yang semakin menurun dibandingkan dengan nilai regangan secara teoritis yang semakin meningkat.

Pada Gambar 4.5 dijelaskan hasil dari data pengujian spesimen PC Murni, dan PC/ABS variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 dapat dianalisis bahwa semakin kecil nilai tegangan dapat mengakibatkan spesimen menjadi getas. Material ABS mempengaruhi turunnya nilai regangan, karena semakin banyak material ABS yang ditambahkan kedalam campuran PC/ABS, maka nilai regangan menjadi semakin turun. Menurut Hassan (2005) menjelaskan apabila nilai tegangan turun maka nilai regangan juga mengalami penurunan, yang disebabkan oleh kandungan ABS yang semakin meningkat dalam campuran PC/ABS.



Nilai teoritis pada modulus elastisitas campuran PC/ABS variasi 80/20 sebesar 2404 MPa, variasi 70/30 sebesar 2441 MPa, dan variasi 60/40 sebesar 2478 MPa. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai modulus elastisitas yang fluktuasi dibandingkan dengan nilai modulus elastisitas secara teoritis yang semakin meningkat.

Pada Gambar 4.6 dijelaskan hasil dari data pengujian spesimen (Gambar 4.10) PC Murni, dan PC/ABS variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 dapat di analisis bahwa semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya maka berpengaruh terhadap sifat kekakuan material tersebut. Kandungan material ABS dapat meningkatkan modulus elastisitas pada campuran PC/ABS, karena material ABS memiliki sifat kaku. Perubahan terjadi pada material PC/ABS variasi 60/40 yaitu mengalami penurunan yang tidak signifikan. Menurut Asror (2003) menjelaskan perubahan temperatur dan tekanan injeksi pada proses injeksi molding jenis material campuran memiliki pengaruh terhadap nilai modulus elastisitasnya.



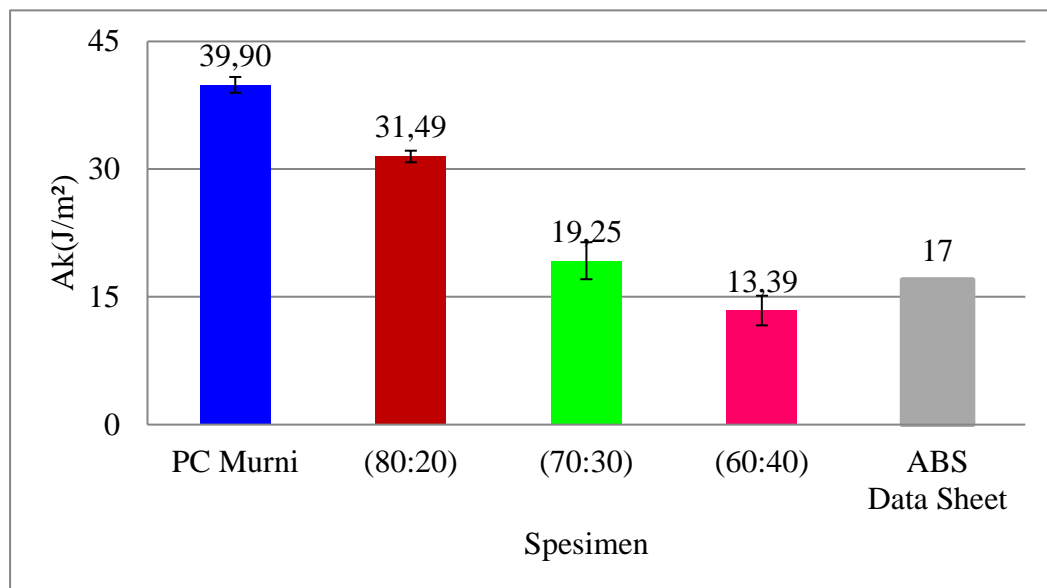
Gambar 4.7 Spesimen hasil pengujian tarik

#### 4.4 Hasil Pengujian Impak

##### 4.4.1 Hasil Tabel dan Grafik

Tabel 4.5 Hasil perhitungan nilai energi material PC Murni, dan PC/ABS

Nilai Energi impak ( $A_k = \text{kJ/m}^2$ )								
No spesimen	PC		PC : ABS					
	Murni	Tipe	80:20	Tipe	70:30	Tipe	60:40	Tipe
Spesimen 1	41,17	H	32,04	H	19,59	C	13,26	C
Spesimen 2	38,85	H	30,42	H	18,23	C	13,49	C
Spesimen 3	39,21	H	31,57	H	18,45	C	11,05	C
Spesimen 4	40,40	H	32,1	H	17,15	C	13,21	C
Spesimen 5	39,86	H	31,31	H	22,81	C	15,96	C
AVERAGE	39,90	H	31,49	H	19,25	C	13,39	C
STDEV	0,93		0,68		2,17		1,74	
MAX	41,17		32,10		22,81		15,96	
MIN	38,85		30,42		17,15		11,05	



Gambar 4.8 Grafik nilai uji impak PC, ABS, dan PC/ABS

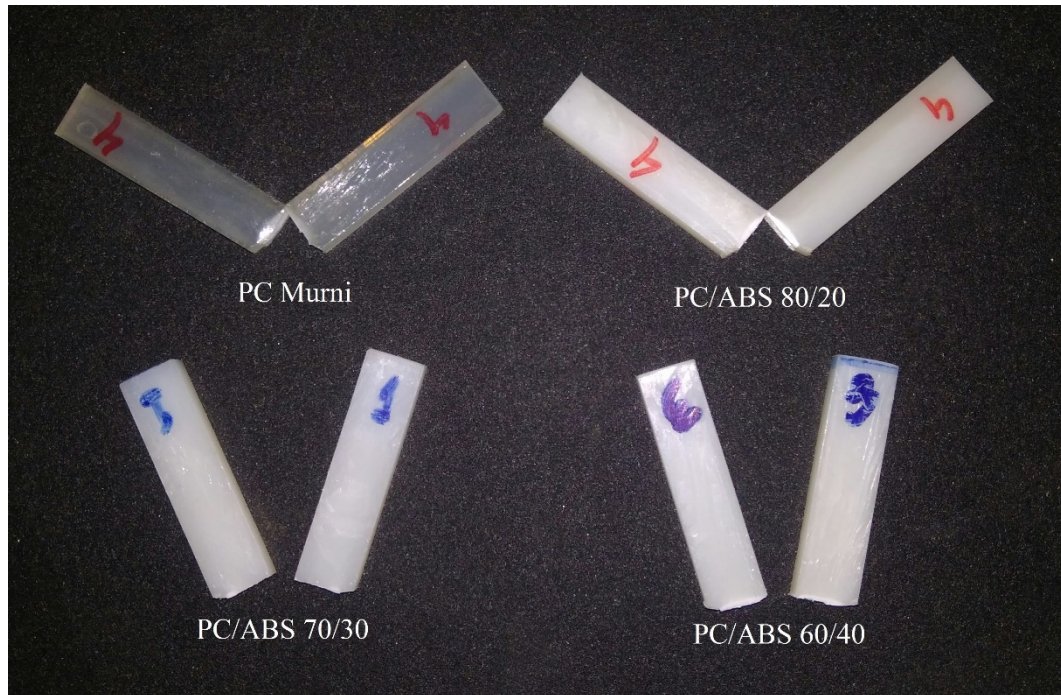
#### 4.4.2 Pembahasan Uji Impak

Nilai teoritis pada uji impak campuran PC/ABS variasi 80/20 sebesar 35,32 kJ/m<sup>2</sup>, variasi 70/30 sebesar 33,03 kJ/m<sup>2</sup>, variasi 60/40 sebesar 30,74 kJ/m<sup>2</sup>. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai uji impak yang mengalami turun secara signifikan dibandingkan dengan nilai uji impak secara teoritis yang mengalami penurunan stabil.

Pada Gambar 4.8 dijelaskan hasil dari data spesimen PC Murni, dan PC/ABS variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 dapat di analisis bahwa semakin tinggi nilai kekuatan impak yang dihasilkan pada spesimen PC/ABS maka semakin baik ketahanan dalam menerima beban kejut yang datang dan semakin lunak. Bentuk patahan dari spesimen PC Murni, dan PC/ABS variasi 80/20 di kategorikan H (*Hinge*) artinya pendulum cukup kuat untuk melukai spesimen, tetapi tidak sampai putus atau bentuk patahannya seperti engsel. Spesimen yang mengalami patahan *Hinge* memiliki sifat yang ulet. Bentuk patahan spesimen PC/ABS Variasi 70/30, dan PC/ABS variasi 60/40 di kategorikan C (*Complete break*) artinya pendulum sangat kuat melukai spesimen hingga spesimen tersebut mengalami putus yang sempurna. Spesimen yang mengalami patahan *Complete Break* memiliki sifat yang getas.

Tekanan pada saat melakukan proses injeksi material PC/ABS (pada Tabel 3.7, Tabel 3.8, Tabel 3.9, dan Tabel 3.10) mempengaruhi kekuatan energi impak menjadi turun. Menurut Asror (2003) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa nilai kekuatan energi impak dengan standar ISO 179-1 dipengaruhi oleh tekanan injeksi pada proses pembuatan spesimen.

Pada spesimen PC Murni patahan sudutnya lebih kecil dibandingkan dengan PC/ABS variasi 80/20 (Gambar 4.9). Material ABS mempengaruhi hasil patahan pada pengujian impak. Semakin banyak material ABS maka dapat menyebabkan spesimen menjadi getas, seperti pada material campuran PC/ABS variasi 70/30, dan 60/40 yang mengalami patah dengan sempurna.



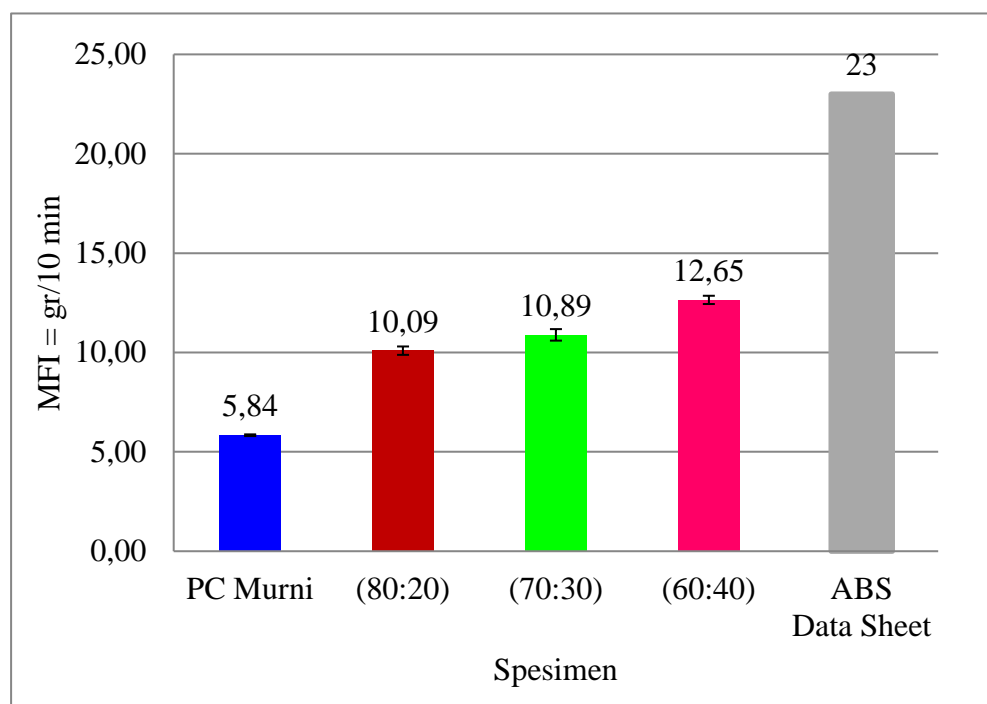
Gambar 4.9 Hasil patahan uji impak

## 4.5 Hasil Pengujian MFI

### 4.5.1 Hasil Tabel dan Grafik

Tabel 4.6 Hasil perhitungan nilai MFI material PC Murni, dan PC/ABS

Nilai <i>Melt Flow Index</i> (g/10 min)				
<i>Cut off time</i>	Murni	PC : ABS		
	PC	80:20	70:30	60:40
Ekstrudat 1	5,77	9,94	10,5	12,93
Ekstrudat 2	5,85	9,8	10,66	12,83
Ekstrudat 3	5,89	10,01	10,8	12,4
Ekstrudat 4	5,87	10,2	10,97	12,49
Ekstrudat 5	5,83	10,23	11,11	12,53
Ekstrudat 6	5,81	10,37	11,28	12,7
AVERAGE	5,84	10,09	10,89	12,65
STDEV	0,04	0,21	0,29	0,21
MAX	5,89	10,37	11,28	12,93
MIN	5,77	9,80	10,50	12,40



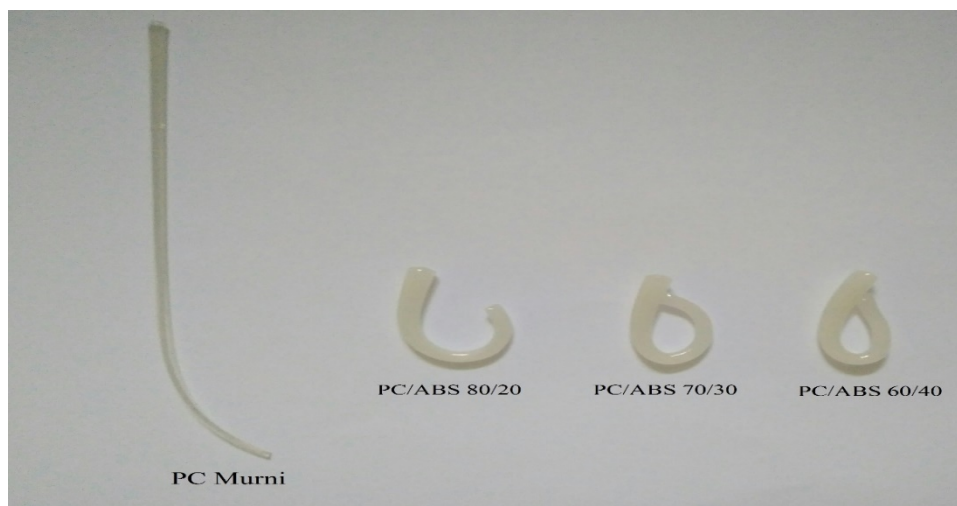
Gambar 4.10 Grafik nilai uji MFI PC, ABS, dan PC/ABS

#### 4.5.2 Pembahasan Uji MFI

Nilai teoritis pada uji MFI campuran PC/ABS variasi 80/20 sebesar 9,27 gr/10 min, variasi 70/30 sebesar 10,98 gr/10 min, variasi 60/40 sebesar 12,70 gr/10 min. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai uji MFI yang mengalami kenaikan stabil dan tidak berbeda jauh dari nilai teoritis.

Pada Gambar 4.10 dijelaskan hasil dari data spesimen PC Murni, dan PC/ABS variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 dapat dianalisis bahwa semakin tinggi nilai MFI berpengaruh terhadap viskositas laju aliran material pada saat proses injeksi. Kandungan material ABS mempengaruhi viskositas laju aliran terhadap material PC. Semakin banyak material ABS pada campuran PC/ABS maka laju aliran menjadi semakin encer.

Menurut Asror (2003) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kenaikan viskositas aliran material terjadi mulai dari nilai normal yang disebabkan adanya penurunan temperatur, dan tekanan injeksi pada saat proses injeksi molding sehingga nilai *Melt Flow Index* (MFI) berpengaruh terhadap sifat mekanis yaitu pada ketahanan benturan dan kekerasan suatu produk.



Gambar 4. 11 Ekstrudat hasil uji MFI PC Murni, dan PC/ABS

Pada Gambar 4.11 menjelaskan bahwa *melt flow rate* PC murni lebih kental sehingga menghasilkan ekstrudat yang lebih panjang dibandingkan dengan *melt flow rate* campuran PC/ABS yang lebih encer sehingga menghasilkan ekstrudat yang lebih padat.