

# **KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS DAN SIFAT THERMAL CAMPURAN DAUR ULANG ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE (ABS) DAN POLYCARBONATE (PC)**

**Tri Tabah Wicaksono<sup>1,a</sup>, Cahyo Budiyanoro<sup>1,b</sup>, Harini Sosiati<sup>1,c</sup>**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul. DI Yogyakarta, Indonesia, 55183  
Telp. & Fax. 0274-387656

e-mail: [tritabahwicaksono@gmail.com](mailto:tritabahwicaksono@gmail.com), [cahyobudi@umy.ac.id](mailto:cahyobudi@umy.ac.id), [hsosisati@ft.umy.ac.id](mailto:hsosisati@ft.umy.ac.id)

---

## **Abstract**

*Plastics material is one of the materials widely used by the public, ranging from electronics, automotive, household appliances, health, and research. The advantages of plastic material are easy to form, lightweight, anti-rust, and the price is relatively cheap. The diversity of plastic materials has an influence on usage, and the manufacturing process. In addition, the large number of recycled ABS / PC automotive products can increase production costs, so there is a need for other materials as alloys in making products to reduce production costs. This study aims to determine the effect of adding PC material to ABS material on mechanical properties and thermal properties*

*This research was conducted by making multipurpose specimens according to ISO 294-1: 2012 standards from ABS / PC recycled mixture with variations of 80/20, 70/30, and 60/40 using injection molding machines. In general, the injection molding process has 4 stages: melting plastic seeds in a barrel, injecting it into the mold through a nozzle, then cooling it using water as a hardener, and ending the ejector removal. Tests of specimens carried out include: tensile tests according to standards (ISO 527-1), impact tests according to standards (ISO 179-1), and thermal heat deflection tests according to standards (ISO 75).*

*The results of this study obtained the tensile strength values of the ABS / PC mixture of 80/20 variations of 51.2 MPa, 70/30 variations of 52.4 MPa, and 60/40 variations of 52.8 MPa. The impact value of the mix of ABS/PC variations of 80/20 is 18.08 kJ/m<sup>2</sup>, variation of 70/30 is 24.80 kJ/m<sup>2</sup>, and variation of 60/40 is 29.06 kJ/m<sup>2</sup>. The value of temperature heat deflection (HDT) in the ABS/PC mixture of 80/20 variation was 82.33°C, variation of 70/30 was 84.29°C, and variation of 60/40 was 87.35°C. It can be concluded that the more PC material can increase the value of tensile strength, and impact, and increase the HDT thermal value. So, this study recommends the use of a mixed 60/40 ABS/PC mixture.*

**Keywords:** *ABS/PC, Injection Molding, Tensile Strength, Impact, and HDT*

---

## **1. PENDAHULUAN**

Plastik merupakan suatu komoditi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan atau produk yang digunakan terbuat dari bahan plastik sebagai pengemas makanan atau minuman. Penggunaan barang-barang berbahan *plastic* semakin meningkat dengan berkembangnya teknologi, industri dan juga jumlah populasi penduduk. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari (Fahlevi, 2012).

Shin dkk (2013) melaporkan proses pembuatan material dari bahan plastik menjadi sebuah produk dengan menggunakan injeksi molding. Pada dunia industri dan otomotif, plastik jenis *Acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) dan *polycarbonate* (PC) paling banyak digunakan untuk pembuatan produk, pada penelitian ini akan menggunakan campuran bahan ABS dan PC

Semakin banyak material polikarbonat pada campuran ABS/PC maka nilai kekuatan tarik yang didapat akan semakin tinggi. Krache (2011) melakukan penelitian pengujian tarik pada campuran PC/ABS Murni dengan variasi 90/10, 80/20, 70/30, 60/40. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa campuran PC/ABS variasi 90/10 memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi sebesar 56 MPa, dan paling rendah pada campuran PC/ABS variasi 60/40 sebesar 40 MPa. Namun pada penelitiannya menggunakan material PC/ABS murni dan belum melakukan pengujian sifat thermal, maka dari itu penelitian ini akan menggunakan material daur ulang ABS/PC untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis dan sifat thermal.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene

*Acrylonitrile butadiene styrene* umumnya dikenal sebagai plastik ABS merupakan material thermoplastic yang mengandung acrylonitrile, butadiene dan styrene. Dengan rumus kimia  $(C_8H_8)_x (C_4H_6)_y (C_3H_3N)_z$ . Komposisi ketiga jenis monomer ini dapat bervariasi dari 15% - 35% akrilonitril, 5% - 30% butadiena, 40% - 60% stirena, dan kandungan monomer atau polimer lainnya. Akrilonitril bersifat stabil terhadap panas dan tahan terhadap bahan kimia, butadiena bersifat dapat memberikan perbaikan dalam sifat ketahanan pukul dan liat. Stirena mengatur kekakuan (*rigidity*) sehingga plastik mudah diproses.

### 2.2 Plastik Polycarbonate

*Polycarbonate* merupakan polimer termoplastik yang mudah dibetuk dengan panas. Polycarbonate merupakan plastik yang banyak di gunakan secara luas oleh industri kimia saat ini, polycarbonate memiliki keunggulan yaitu ketahanan terhadap termal jika dibandingkan dengan jenis plastik pada umumnya, tahan terhadap benturan, dan memiliki bahan yang transparan (bening).

### 2.3 Injection Molding

*Injection moulding* merupakan teknik menyuntikan plastik kedalam cetakan (*Mold*). Material yang digunakan pada *injection molding* berupa bijih-bijih *plastic*, Cacahan plastik atau bisa juga plastik dicampur dengan serat. Sebelum masuk kedalam proses, material harus dipanaskan terlebih dahulu dalam wadah yang bernama *hopper* atau *dehumidifier*. Pemanasan material ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung pada bijih plastik dan mengeringkan material dari uap air yang diserap (Hakim, Rahman, A.).

Oktem (2007) menyatakan bahwa plastik injeksi molding merupakan salah satu mesin berat yang digunakan sebagai pembuatan produk dengan material plastik dalam dunia industri. Mesin injeksi molding ini memiliki keunggulan yaitu siklus produk pendek, bagian permukaan berkualitas tinggi, bobot yang ringan, sifat mekanik yang baik, dan biaya yang sangat terjangkau sehingga memiliki peran penting dalam perusahaan industri plastik untuk sekarang ini. Plastik injeksi molding juga harus selalu diperbarui baik dalam proses maupun desain mengikuti kemajuan teknologi supaya membantu mencukupi kebutuhan pelanggan sesuai dengan fungsi dan kualitasnya.

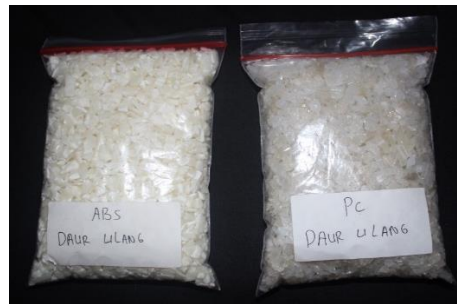
### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: mesin injection molding (gambar 3.1), alat uji tarik, alat uji dampak, alat uji thermal HDT, jangka sorong, thickness gauge, mold reales, thermo infrared, masker, sarung tangan, dan safety shoes. Sedangkan untuk bahan yang digunakan adalah material daur ulang ABS T700 314 NAT dan PC chimei Wonderlite 110 ditunjukkan pada gambar 3.2 yang diproduksi dengan variasi campuran 80/20, 70/30, 60/40.

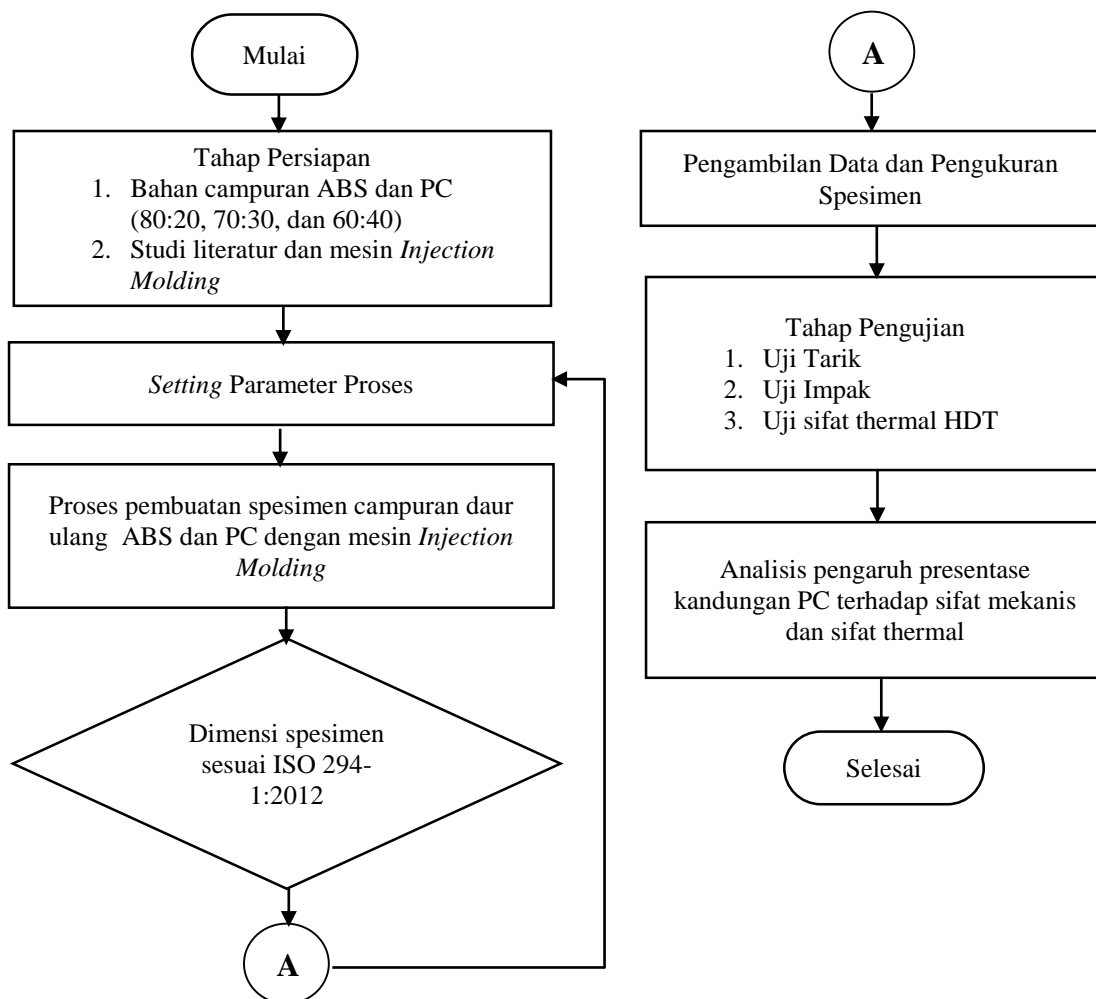


Gambar 3.1 mesin injection molding



Gambar 3.2 ABS dan PC DAUR ULANG

#### 3.2 diagram alir penelitian



#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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



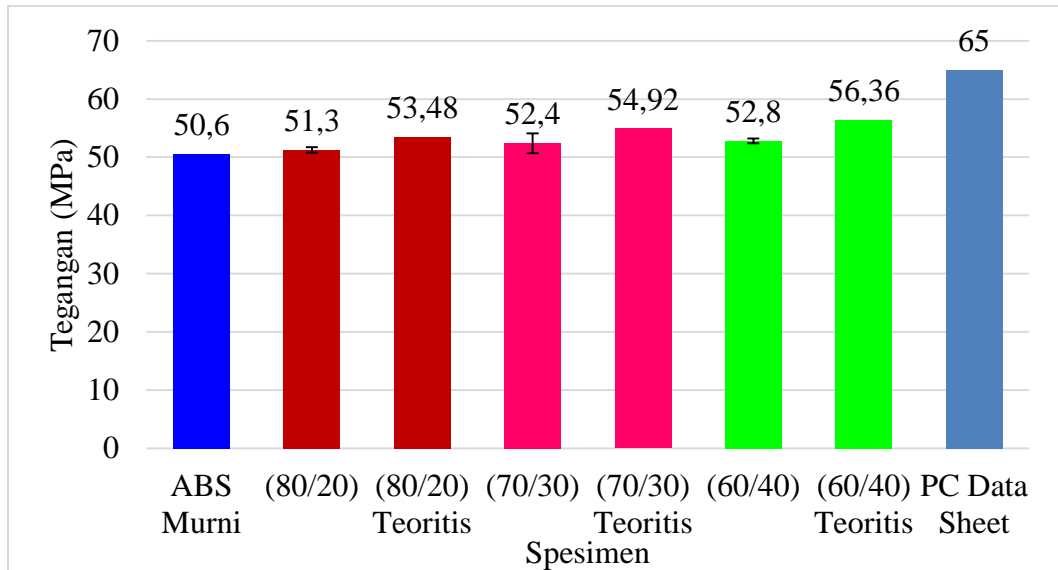
Gambar 4.1 Spesimen Multipurpose

##### 4.1 Uji Tarik

###### a. Tegangan

Tabel 4.1 Hasil perhitungan nilai tegangan material ABS Murni, dan ABS/PC

No spesimen	Nilai kuat tarik $\sigma$ (MPa)			
	Murni	ABS: PC		
	ABS	80:20	70:30	60:40
1	50,6	50,7	52,0	54,1
2	-	51,4	52,2	54,1
3	-	51,4	52,6	52,5
5	-	51,9	52,5	53,5
6	-	50,9	52,7	50,1
AVERAGE	50,6	51,2	52,4	52,8
STDEV	0	0,4	0,2	1,6
MAX	-	51,9	52,7	54,1
MIN	-	50,7	52,0	50,1



Gambar 4.2 Grafik tegangan uji tarik ABS, PC, ABS/PC

**Analisis:**

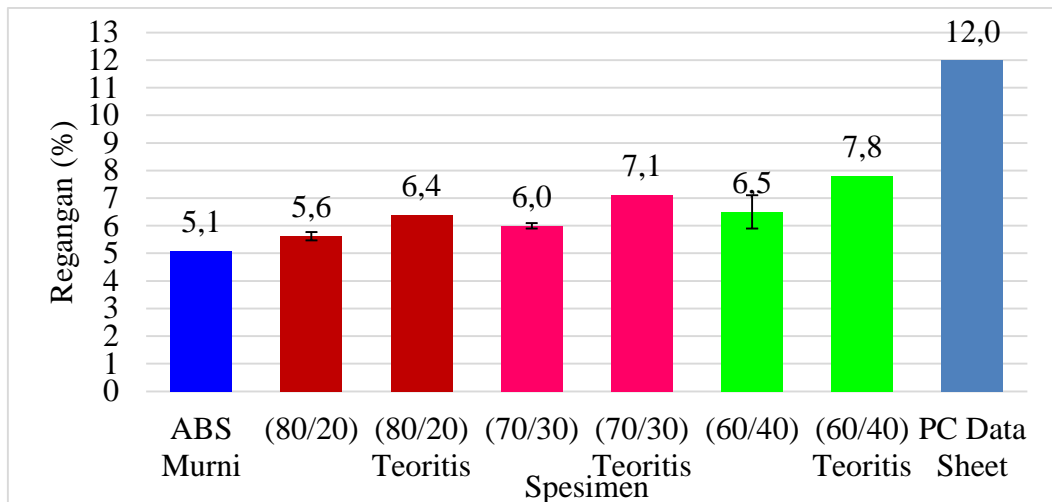
Nilai teoritis pada tegangan tarik campuran ABS/PC variasi 80/20 sebesar 53,48 MPa, variasi 70/30 sebesar 54,92 MPa, dan variasi 60/40 sebesar 56,36 MPa. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai tegangan tarik lebih kecil dibandingkan dengan nilai tegangan tarik secara teoritis. Pada gambar 4.4 dijelaskan hasil dari data pengujian spesimen ABS Murni, dan ABS/PC.

Pada Gambar 4.4 dijelaskan hasil dari data pengujian spesimen ABS Murni memiliki nilai tegangan sebesar 50,6 MPa, ABS/PC variasi 80/20 sebesar 51,2 MPa, variasi 70/30 sebesar 52,4 MPa, dan variasi 60/40 sebesar 52,8 MPa. Dari 3 variasi tersebut dapat di analisis tidak mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan dengan material ABS murni. Nilai tegangan tarik tertinggi pada campuran bahan daur ulang ABS/PC 60/40, kenaikan terjadi disebabkan oleh material PC yang memiliki sifat ulet. Semakin banyak kandungan material PC yang ditambahkan maka semakin besar sifat keuletan dari material campuran ABS/PC. Menurut Setiawan (2016) menjelaskan bahwa semakin banyak material ABS yang ada pada proses injeksi maka nilai *tensile strength* semakin rendah.

**b. Regangan**

Tabel 4.3 hasil nilai regangan material ABS urni, dan ABS/PC

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



Gambar 4.3 Grafik regangan pengujian tarik ABS Murni dan ABS/PC

Analisis:

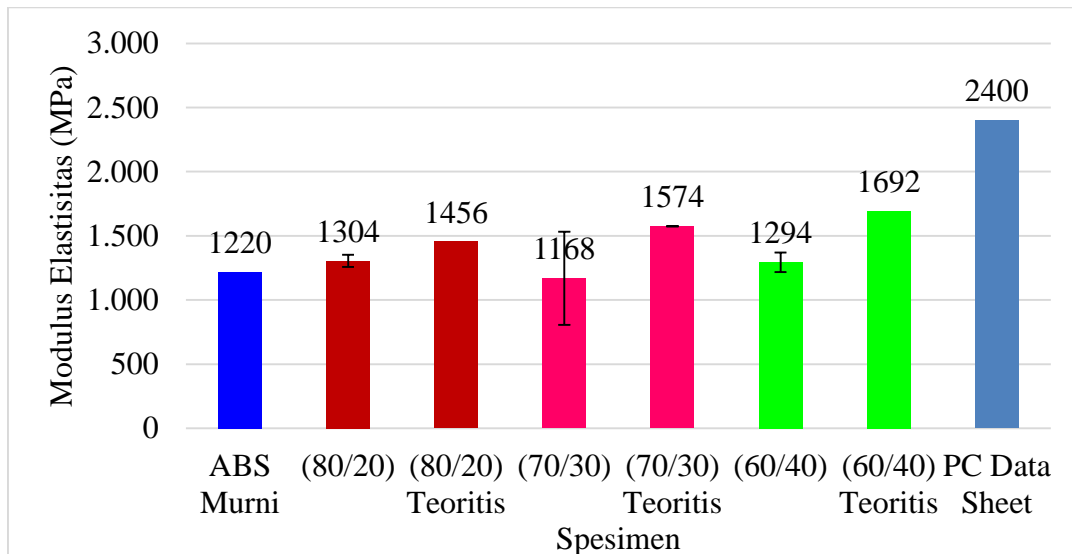
Nilai teoritis pada regangan campuran ABS/PC variasi 80/20 sebesar 6,48 %, variasi 70/30 sebesar 7,17 %, dan variasi 60/40 sebesar 7,86 %. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai kenaikan yang tidak jauh berbeda dengan nilai regangan teoritis.

Pada Gambar 4.8 dijelaskan hasil rata-rata nilai regangan dari data pengujian spesimen ABS Murni, dan ABS/PC variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 mendapat nilai sebesar 5,1%, 5,6%, 6,0%, dan 6,5%. Dapat dianalisis bahwa semakin besar nilai tegangan dapat mengakibatkan spesimen menjadi ulet. Material PC mempengaruhi naiknya nilai regangan, karena semakin banyak material PC yang ditambahkan kedalam campuran ABS/PC, maka nilai regangan menjadi semakin naik.

c. Moudulus Elastisitas

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

Nilai Modulus Elastisitas (MPa)				
No spesimen	Murni	ABS: PC		
	ABS	80:20	70:30	60:40
1	1220	1270	520	1220
2	-	1260	1330	1390
3	-	1380	1330	1360
5	-	1300	1290	1270
6	-	1300	1370	1230
AVERAGE	1220	1304	1168	1294
STDEV	0	47	363	77
MAX	-	1380	1370	1390
MIN	-	1260	520	1220



Gambar 4.4 Grafik Modulus Elastisitas pengujian tarik ABS Murni dan ABS/PC

Analisi:

Nilai teoritis pada modulus elastisitas campuran ABS/PC variasi 80/20 sebesar 1456 MPa, variasi 70/30 sebesar 1574 MPa, dan variasi 60/40 sebesar 1692 MPa. Dari nilai teoritis tersebut dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai modulus elastisitas yang kenaikannya tidak signifikan dibandingkan dengan nilai teoritis yang kenaikan nilai modulus elastisitasnya meningkat secara signifikan.

Pada Gambar 4.4 dijelaskan hasil rata-rata dari data pengujian spesimen ABS Murni, dan ABS/PC variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 adalah 1220 MPa, 1304 MPa, 1168 MPa, dan 1294 MPa. dapat di analisis bahwa semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya maka berpengaruh terhadap sifat kekakuan material tersebut. Kandungan material PC dapat meningkatkan modulus elastisitas pada campuran ABS/PC, karena material ABS memiliki sifat kaku.

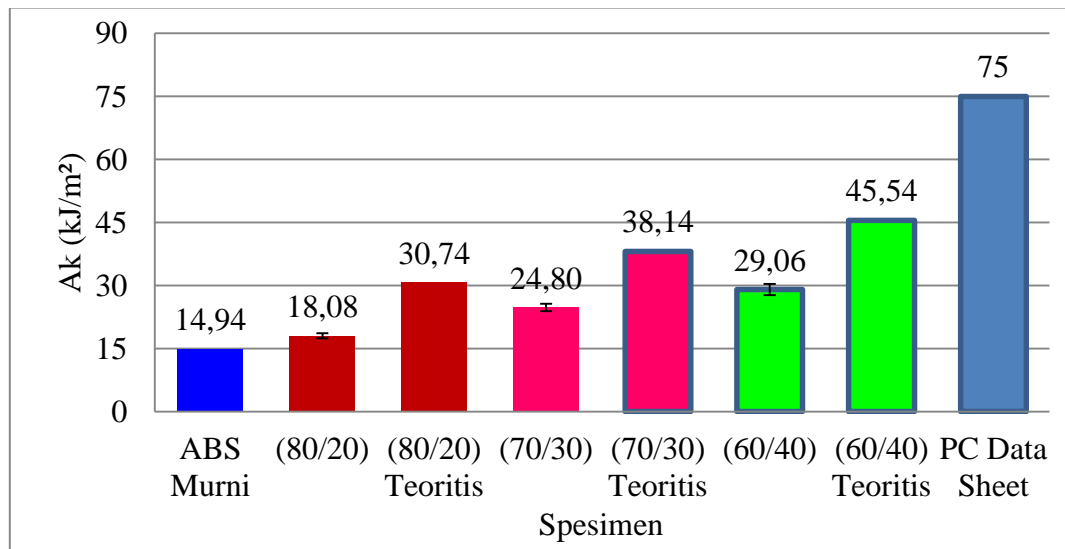


Gambar 4.5 Spesimen hasil pengujian tarik

4.2 Uji Impak

Tabel 4.8 Hasil perhitungan nilai energi material ABS Murni, dan ABS/PC

Nilai Energi impak ( $A_k = \text{kJ/m}^2$ )								
No spesimen	ABS		ABS: PC					
	Murni	Tipe	80:20	Tipe	70:30	Tipe	60:40	Tipe
Spesimen 1	14,94	C	18,78	C	23,55	C	28,51	H
Spesimen 2	-	-	17,19	C	24,67	C	29,94	H
Spesimen 3	-	-	18,54	C	25,21	C	27,47	H
Spesimen 4	-	-	17,98	C	24,57	C	30,89	H
Spesimen 5	-	-	17,89	C	25,98	C	28,51	H
AVERAGE	14,94	C	18,08	C	24,80	C	29,06	H
STDEV	0		0,62		0,89		1,35	
MAX	-		18,78		25,98		30,89	
MIN	-		17,19		23,55		27,47	



Gambar 4.6 Grafik nilai rata – rata uji impak ABS Murni, dan ABS/PC

**Analisis:**

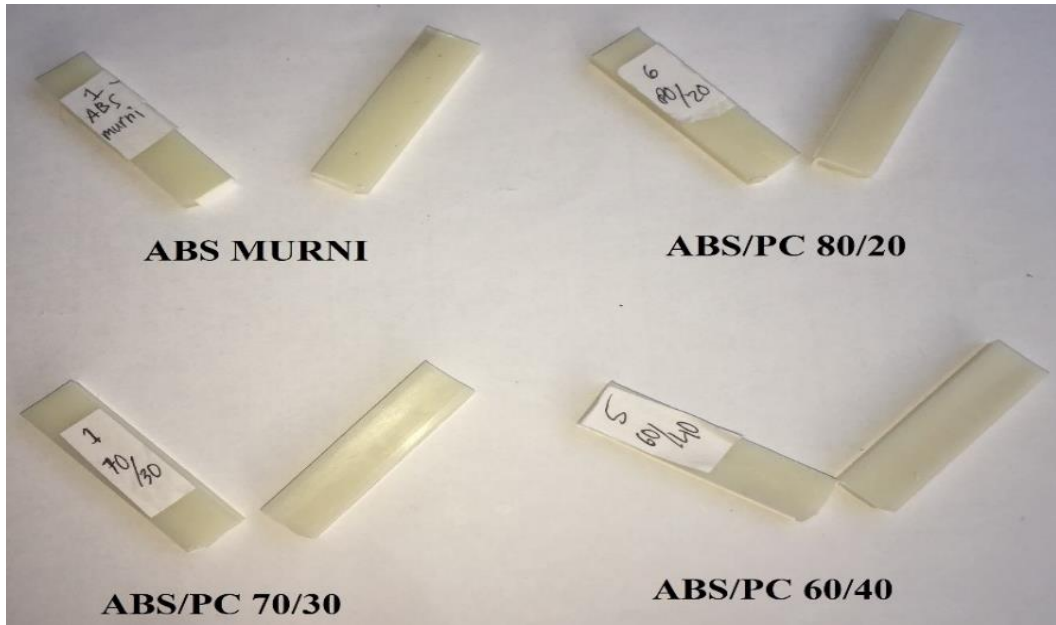
Nilai teoritis pada pengujian impak campuran ABS/PC variasi 80/20 sebesar 30,74 kJ/m<sup>2</sup>, variasi 70/30 sebesar 38,14 kJ/m<sup>2</sup>, variasi 60/40 sebesar 45,54 kJ/m<sup>2</sup>. Dari nilai teoritis tersebut maka dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai uji impak yang mengalami perbedaan yang sangat signifikan dari nilai uji impak secara teoritis, akan tetapi nilai pengujian impak dengan nilai uji impak secara teoritis mengalami kenaikan yang stabil.

Pada gambar 4.6 dijelaskan hasil dari data spesimen ABS Murni, dan ABS/PC variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40 dapat di analisis bahwa semakin rendah nilai kekuatan impak yang dihasilkan pada spesimen ABS/PC maka semakin buruk ketahanan dalam menerima beban kejut yang datang dan semakin lunak. Bentuk patahan dari spesimen ABS Murni, dan PC/ABS variasi 80/20 70/30 di kategorikan C (*Complete break*) (Gambar 4.7), artinya pendulum sangat kuat melukai spesimen hingga spesimen tersebut mengalami putus yang sempurna. Spesimen yang mengalami patahan *Complete Break* memiliki sifat yang getas. Bentuk patahan spesimen ABS/PC Variasi 60/40 di kategorikan H (*Hinge*) (Gambar 4.7), Spesimen yang mengalami patahan *Hinge* memiliki sifat yang ulet,



artinya pendulum cukup kuat untuk melukai spesimen, tetapi tidak sampai putus atau bentuk patahannya seperti engsel.

Tekanan pada saat melakukan proses injeksi material ABS/PC mempengaruhi kekuatan energi impact menjadi turun. Menurut Asror (2003) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa nilai kekuatan energi impact dengan standar ISO 179-1 berpengaruh dengan tekanan injeksi pada proses pembuatan spesimen. Semakin besar tekanan injeksi pada saat proses produksi, maka semakin meningkat amorphous yang terbentuk pada material plastik tersebut.

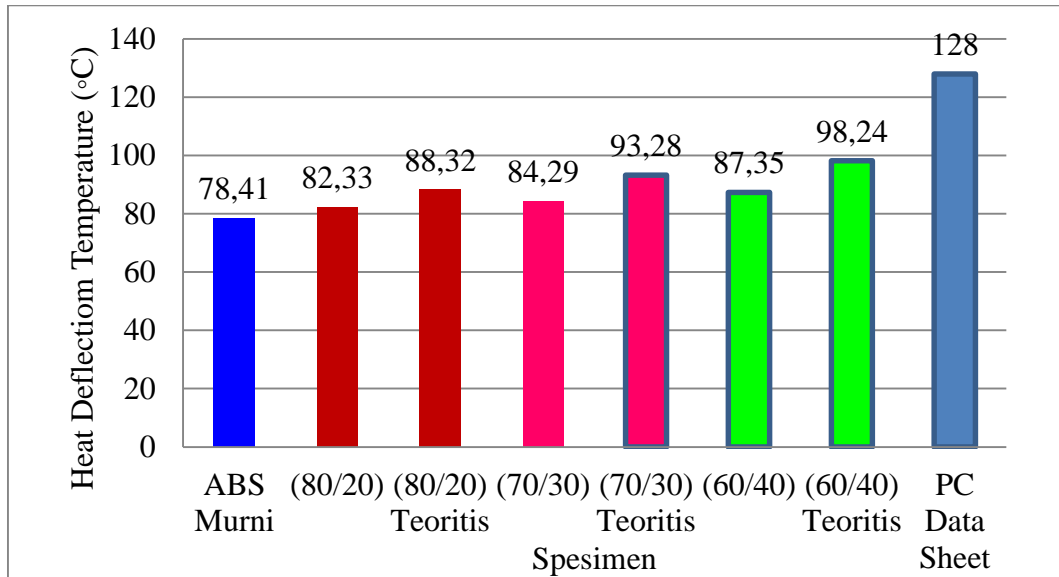


Gambar 4.7 Spesimen hasil pengujian impact

### 4.3 Uji Thermal Hdt

Tabel 4.9 hasil pengujian HDT ABS Murni, dan ABS/PC

Variasi	HDT °C	Average Value	Load MPa	Set travel mm	h mm	b mm
ABS murni	78,41	78,41	1,82	0,34	4,03	9,95
ABS/PC 80/20	82,33	82,33	1,82	0,34	4,035	9,96
ABS/PC 70/30	84,29	84,29	1,82	0,34	4,045	9,96
ABS/PC 60/40	87,35	87,35	1,82	0,34	4,04	9,95



Gambar 4.8 Grafik pengujian HDT ABS Murni, dan ABS/PC

**Analisis:**

Nilai teoritis pada uji HDT campuran ABS/PC variasi 80/20 sebesar 88,32 C, variasi 70/30 sebesar 93,28 C, variasi 98,24 C. Dari nilai teoritis tersebut dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini memiliki nilai uji HDT mengalami kenaikan yang stabil dan tidak berbeda jauh dari nilai uji HDT secara teoritis.

Pada Gambar 4.16 dijelaskan dari data spesimen ABS Murni, ABS/PC variasi campuran 80/20, 70/30, 60/40. Dari grafik dapat analisis semakin tinggi campuran *polycarbonate* maka akan mempengaruhi nilai defleksi dari bahan ABS. Semakin banyak bahan campuran *polycarbonate* yang ditambahkan maka suhu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu defleksi semakin tinggi, ini dikarenakan suhu defleksi dari *polycarbonate* tinggi nilai suhu defleksi bahan ABS.

Nilai HDT yang baik adalah nilai yang mendekati atau lebih tinggi dari nilai suhu standar (tabel 2.3), nilai parameter suhu dengan suhu aktual yang berbeda membuat laju aliran dan tekanan injeksi pada proses *injection molding* berpengaruh terhadap nilai defleksi pada sikap mekanis dan ketahanan terhadap beban terpusat.



Gambar 4.17 spesimen pengujian thermal HDT

## DAFTAR PUSTAKA

- (1) Nurhajati, D. W., Sholeh, M., Indrajati, I. N., dan Setyorini, I. 2017. "Pengaruh Bahan Pengisi Serat Kaca Terhadap Sifat Fisik dan Kristalinitas Polipaduan PC/ABS". *Jurnal Penelitian Majalah Kulit, Karet, dan Plastik Vol-33 No.1 Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik Yogyakarta*, 01-06.
- (2) Ahamed, A. R., Shaik, D., and Karthikeyan. 2013. "Designing and Optimizing the Parameters Which Affect the Molding Process Using of Experiment". *IASTER Vol-1 No.2*, 116-122
- (3) Maulana, M. P. I. M. 2017. "Optimalisasi Parameter Proses Injeksi Pada ABS Recycle Material Untuk Memperoleh Shrinkage Minimum". *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, Vol-1 No.1, 1-10
- (4) Krache, R., and Debbah, I. 2011. Some Mechanical and Thermal Properties of PC/ABS Blends, *Materials Sciences and Applications*, 2, 404-410.
- (5) Setiawan B., dan Eko, P. 2016. "Analisa Pengaruh Campuran Bahan Styrene Acrylonitrile (SAN) dan Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Terhadap Setingan Mesin Injeksi, Sifat Mekanik dan Kualitas Dari Produk Injection Molding". *Jurnal Sintek Vol-10 No.1*, 1-10.
- (6) Anonim. 2012. *ABS Resin TOYOLAC®*. Diakses pada 14 April 2018, dari <http://www.torayplastics.com.my/ourbusiness/toyolac/index.html> Tentang-Blog. Pada pukul 09.15.
- (7) Anonim. 2014. *Resin PC Wonderlite CHIMEI*. Diakses pada 14 April 2018, dari <http://www.chimeicorp.com/en-us/index.html> Tentang-Blog. Pada pukul 09.00
- (8) Hylton, Donald.C. 2004. "Understanding Plastic Testing". *Munich: Hanser Publisher*. 978-3-446-22246-5.