

ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE (ABS) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT ALIR BLENDING POLYCARBONATE (PC) / ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE (ABS)

Ariza Umam^[a], Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc.^[b], Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.^[c]
^a Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, 55183
Telp. & Fax. 0274-387656
e-mail: arizaumam@gmail.com, Cahyobudi@umy.ac.id, hsosiati@ft.umy.ac.id

Abstract

Plastics is one of the most popular material in society, it is applied in the field of automotive, health-care, house ware, and research purpose. The benefit of this material are lightweight, strong, rust-free, easy to shape, and the cost is relative low. Diversity of plastic materials have a significant effect on the use and manufacturing process. In addition, the number of automotive products from pure PC materials can increase production costs thus the need for blending materials in the manufacture on order to reduce production costs. This study aims to know the influence of ABS material content on the mechanical properties and flow properties of blending PC / ABS.

This research was carried out by making multipurpose specimens according to ISO 294-1: 2012 standards from blending PC / ABS materials with variations of 80/20, 70/30, and 60/40 using injection molding machines. Injection molding process there were 4 stages, namely melting the material in the barrel, injected into the mold through the nozzle, then cooled using water as a hardener, and ended with the release of specimen (ejector). Specimen testing carried out included: tensile tests according to standards (ISO 527-1), impact tests according to standards (ISO 179-1), and melt flow index (MFI) tests according to standard (ISO 1133).

The results of this study obtained on the maximum tensile strength value on PC/ABS 80/20 variation is 58.4 MPa and the value of minimum tensile strength on PC/ABS 60/40 variation is 56.8 MPa. The maximum impact strength value on PC/ABS 80/20 variation is 31.49 kJ/m² and the value of minimum impact strength on PC/ABS 60/40 variation is 13.39 kJ/m². The minimum melt flow index (MFI) value on PC/ABS 80/20 variation is 10.09 gr/10 min and the value of maximum melt flow index (MFI) on PC/ABS 60/40 variation is 12.65 gr/10 min. It can be concluded that the more ABS material, it the minimum value of tensile strength, and impact strength, can be achieved. So in this study it is recommend to use PC / ABS 80/20 variation mixed material, evidenced by the value of tensile strength, and the impact that is close to the value of a Pure PC.

Keywords: PC/ABS, injection molding, tensile strength, impact strength, and MFI

1. PENDAHULUAN

Material jenis plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan bahan baku plastik sering digunakan di berbagai industri elektronik, otomotif, dan peralatan industri lainnya. Perkembangan industri plastik di dalam negeri masih sangat prospektif, mengingat industri ini merupakan sektor vital dengan ruang lingkup mulai dari hulu hingga hilir, yang selalu di butuhkan oleh industri lain dan memiliki variasi produk yang sangat luas. Kemenperin mencatat jumlah industri plastik di tanah air saat ini berjumlah 926 perusahaan yang memproduksi berbagai macam produk plastik dengan total produksi hingga 4,67 juta ton pertahun. Sementara permintaan produk plastik nasional sekitar 4,7 juta ton pertahun atau meningkat 5% dalam lima tahun terakhir (Endarwati, 2017).

Semakin banyak material polikarbonat pada campuran PC/ABS maka nilai kekuatan tarik yang didapat akan semakin tinggi. Krache (2011) melakukan penelitian pengujian tarik pada campuran PC/ABS dengan variasi 90/10, 80/20, 70/30, dan 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.

Material ABS dapat menurunkan nilai kekuatan impak pada campuran PC/ABS. Hassan (2005) melakukan penelitian pengujian impak pada campuran PC/ABS variasi

80/20, 60/40, 40/60, dan 20/80. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa campuran PC/ABS variasi 80/20 memiliki nilai kekuatan dampak paling tinggi sebesar 75 kJ/m², dan paling rendah pada campuran PC/ABS variasi 20/80 sebesar 18 kJ/m².

Penggunaan bahan ABS sebagai campuran pembuatan produk *toe cap* untuk mengurangi biaya produksi secara ekonomis telah dilakukan oleh Nurhajati (2016) yang telah melakukan penelitian tentang pengaruh material ABS pada kekuatan dampak terhadap material campuran PC/ABS. Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen material PC murni, ABS murni dan campuran PC/ABS 75/25. Hasil pengujian menunjukkan PC/ABS yang diproses pada suhu 280°C, dan tekanan injeksi 95 mendapatkan hasil dampak paling tinggi sebesar 26,04 kJ/m². Dibandingkan dengan PC Murni, dan ABS Murni.

Pada penelitian ini dilakukan pencampuran material plastik PC/ABS untuk mengetahui pengaruh kandungan material ABS, dengan referensi sebelumnya peneliti melakukan pencampuran bahan PC/ABS dengan variasi 80/20, 70/30, dan 60/40. Untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan dampak, dan leleh material pada saat proses injeksi (MFI).

2. DASAR TEORI

2.1 Plastik Polycarbonate (PC)

Polycarbonate merupakan suatu kelompok polimer termoplastik amorf yang mudah dibentuk dengan menggunakan temperatur panas yang tinggi. Plastik jenis ini banyak digunakan dalam industri kimia untuk saat ini. *Polycarbonate* memiliki sifat impact strength yang tinggi, ketahanan termal, tahan terhadap benturan, mudah diproses, dan sangat bening. Dalam identifikasi plastik, polikarbonat berada pada nomor 7 (other).

2.2 Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)

ABS merupakan kelompok *engineering termoplastik* yang terdiri dari 3 monomer pembentuk. *Acrylonitrile* memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. *Butadiene* mempunyai sifat ketahanan pukul dan sifat *toughness*, dan *styrene* memiliki sifat kaku dan mudah diproses. Proporsi dapat bervariasi mulai dari 15-35% *acrylonitrile*, 5-30% *butadiene*, dan 40-60% *styrene* ABS memiliki sifat karakteristik yang bervariasi, mulai dari kilap tinggi sampai kilap rendah dan dari *impact resistance* tinggi sampai yang lebih rendah. ABS dapat digunakan melalui proses cetak injeksi, *thermoforming*, ekstrusi, cetak tiup dan cetak kompresi. ABS bersifat higroskopis, oleh sebab itu harus melalui proses pengeringan dahulu sebelum dilakukan proses pelelehan material.

2.2 Injection Molding

Injection molding merupakan teknik plastik kedalam cetakan (*Mold*). Material yang digunakan pada *injection molding* berupa biji-biji plastik, cacahan plastik atau bisa juga plastik dicampur dengan serat. Sebelum masuk kedalam proses, material harus dipanaskan terlebih dahulu dalam wadah yang disebut *hopper*. Pemanasan material ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung pada biji plastik dan mengeringkan material dari uap air yang diserap (Mark, H, F, 2005).

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 mfi, jangka sorong, *thickness gauge*, *mold release*, *thermo infrared*, masker, sarung tangan, dan *safety shoes*. Sedangkan untuk bahan yang digunakan adalah PC Chimei Wonderlite 110 dan ABS T 700 314 NAT ditunjukkan pada Gambar 3.2 yang diproduksi dengan variasi campuran 80/20, 70/30, dan 60/40.

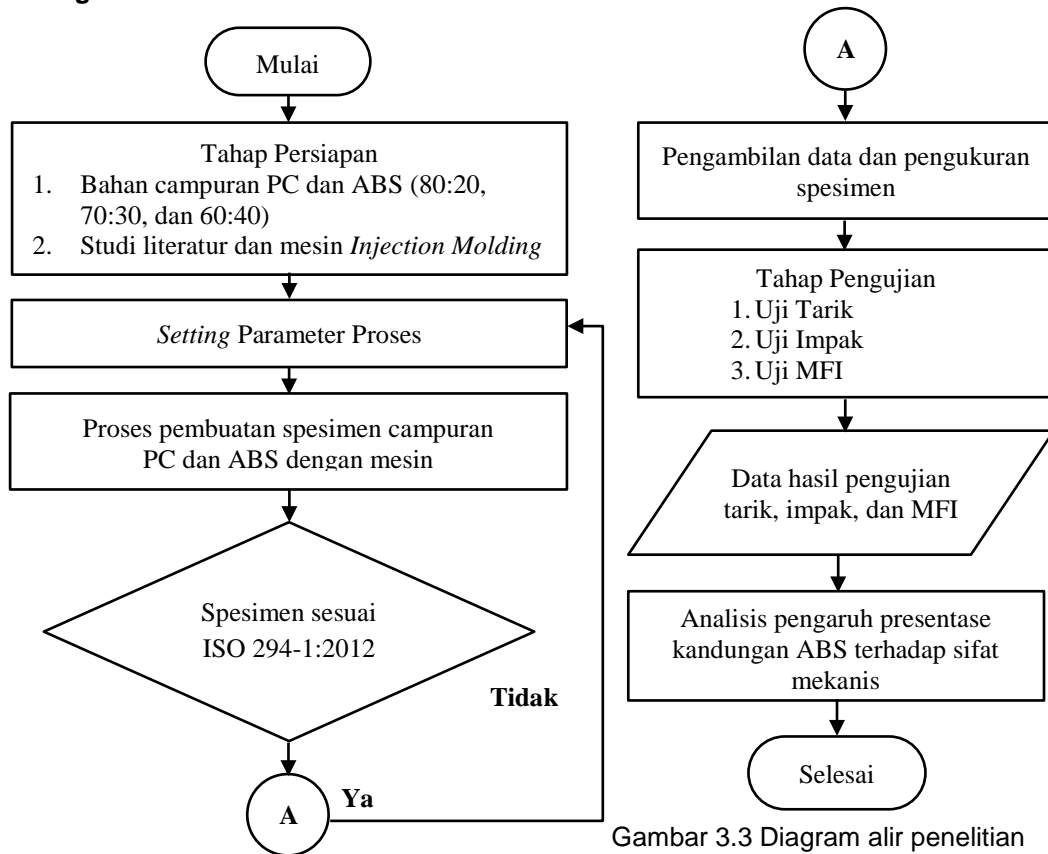


Gambar 3.1 Mesin *Injection Molding*



Gambar 3.2 polikarbonat dan ABS

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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.



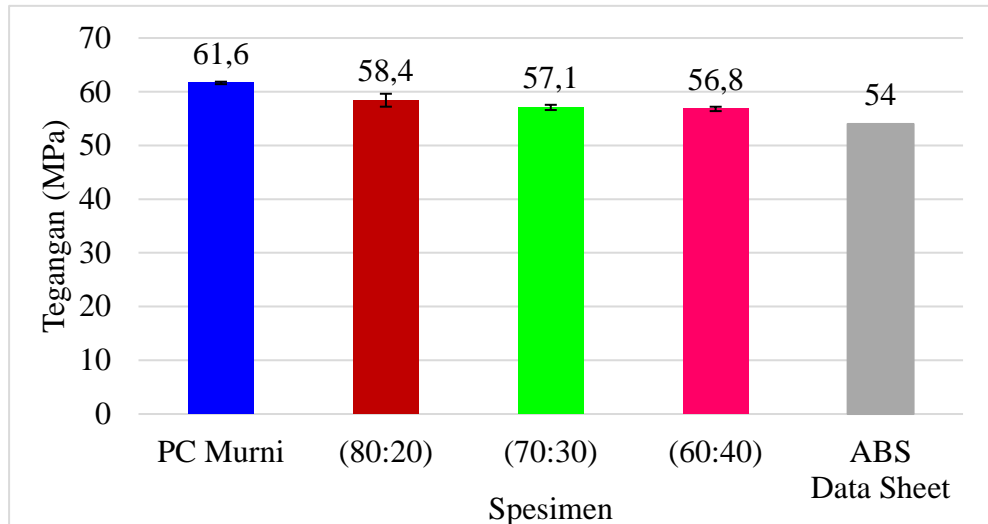
Gambar 4.1 Spesimen *multipurpose*

4.1 Uji Tarik

a. Tegangan

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

No spesimen	Nilai kuat tarik σ (MPa)			
	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 4.2 Grafik Tegangan Uji tarik PC, ABS, dan PC/ABS

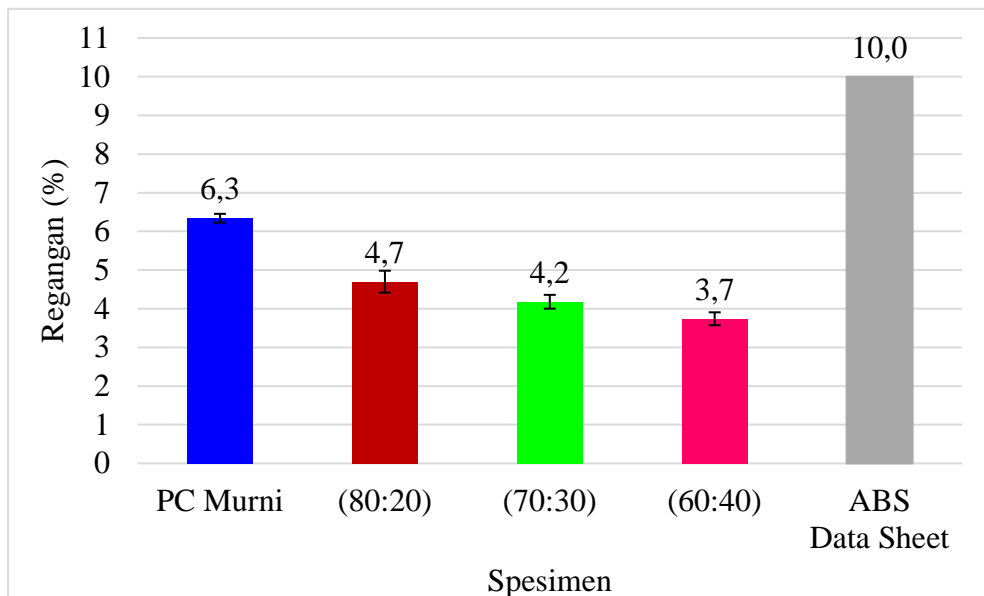
Analisis:

Pada Gambar 4.2 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.

b. Regangan

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

No spesimen	Nilai regangan ϵ (%)			
	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 4.3 Grafik Regangan Uji tarik PC, ABS, dan PC/ABS

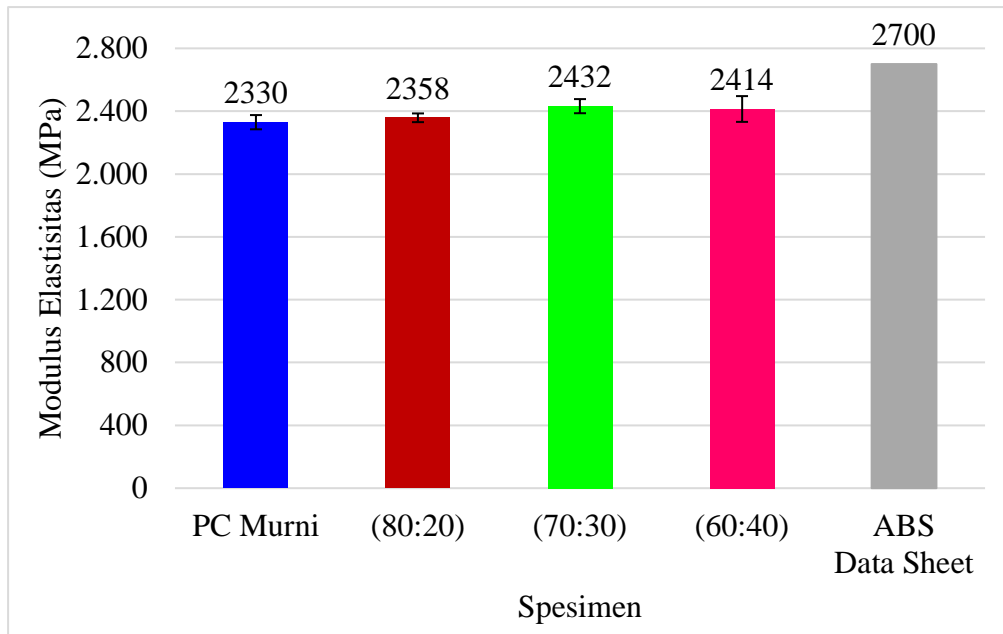
Analisis:

Pada Gambar 4.3 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 Hasan (2005) menjelaskan apabila nilai tegangan turun maka nilai regangan juga mengalami penurunan, yang disebabkan oleh kandungan ABS yang semakin meningkat dalam campuran PC/ABS.

C. Modulus Elastisitas

Tabel 4.3 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 4.4 Grafik Modulus Elastisitas Uji tarik PC, ABS, dan PC/ABS

Analisis:

Pada Gambar 4.4 dijelaskan hasil dari data pengujian spesimen (Gambar 4.5) 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.

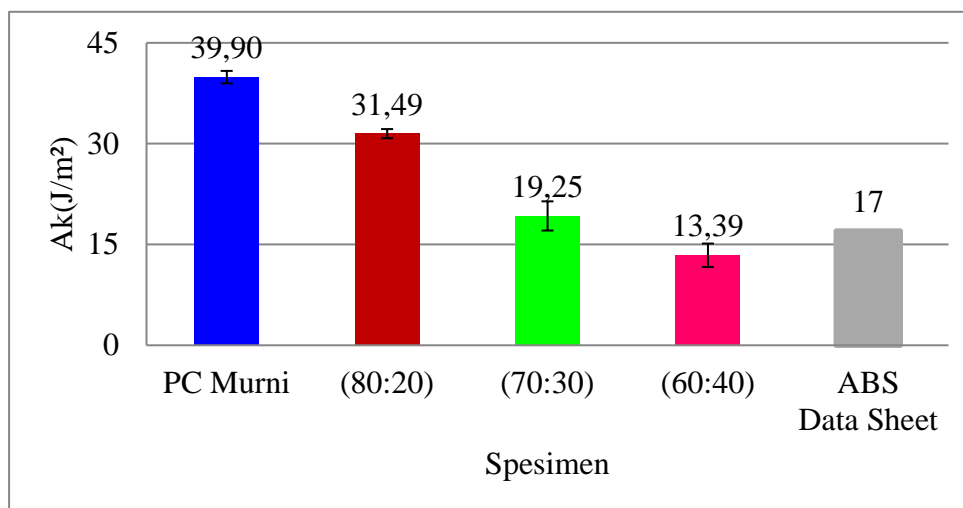


Gambar 4.5 Spesimen hasil pengujian tarik

4.2 Uji Impak

Tabel 4.4 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	

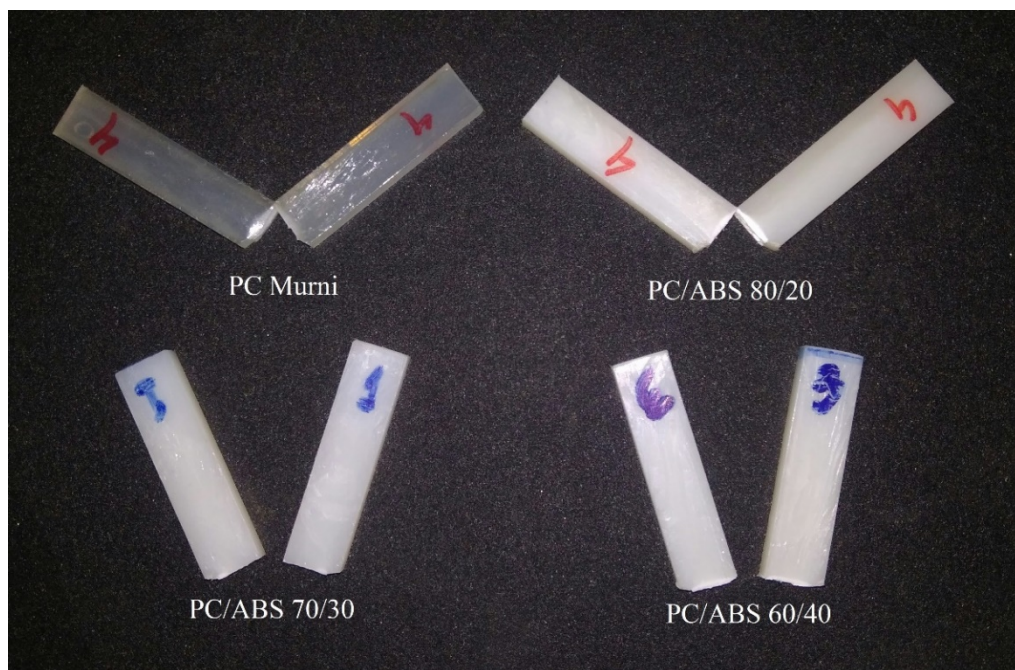


Gambar 4.6 Grafik nilai uji impak PC, ABS, dan PC/ABS

Analisis:

Pada Gambar 4.6 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..

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.

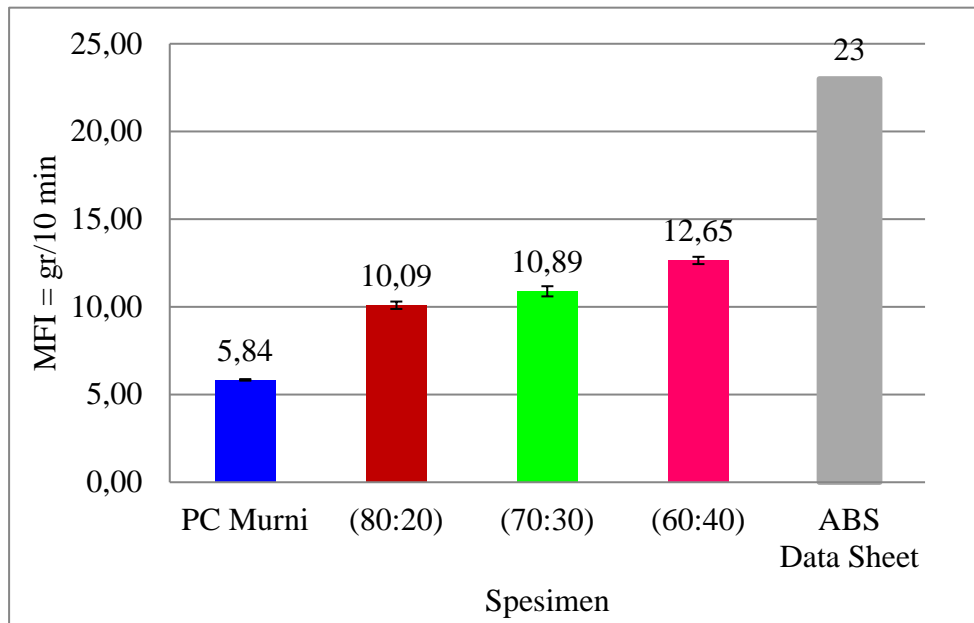


Gambar 4.1 Hasil patahan uji impak

4.3 Uji MFI

Tabel 4.5 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

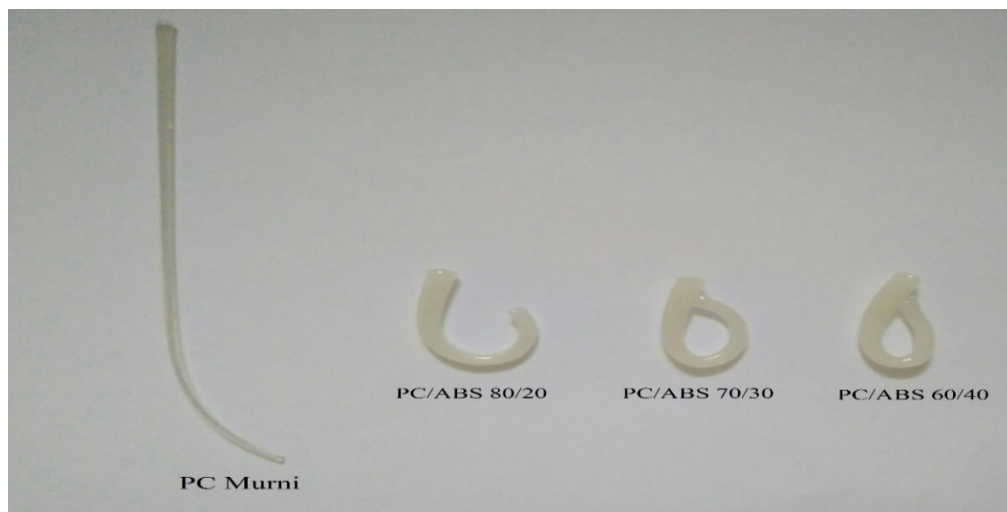


Gambar 4.9 Grafik nilai uji MFI PC, ABS, dan PC/ABS

Analisis:

Pada Gambar 4.9 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 kekentalan laju aliran material pada saat proses injeksi. Kandungan material ABS mempengaruhi kekentalan laju aliran terhadap material PC. Semakin banyak material ABS pada campuran PC/ABS maka kekentalan laju aliran akan semakin meningkat. Laju aliran MFI yang baik adalah yang memiliki tingkat kekentalan yang rendah karena untuk memudahkan proses injeksi molding.

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. Pada Gambar 4.10 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.



Gambar 4.10 Ekstrudat hasil uji MFI PC Murni, dan PC/ABS

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang analisis pengaruh kandungan *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) terhadap sifat mekanis dan sifat alir *blending polycarbonate* (PC) / *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis pengujian mekanis menunjukkan bahwa material ABS mempengaruhi penurunan kekuatan tarik, dan kekuatan impact. Material PC/ABS variasi 80/20 yang paling mendekati nilai kekuatan tarik, dan kekuatan impact dari PC murni. Hal ini dibuktikan dengan nilai kekuatan tarik sebesar 58,4 MPa, nilai kekuatan impact 31,49 kJ/m² dibandingkan dengan PC/ABS variasi 70/30, dan 60/40.
2. Hasil analisis pengujian *Melt Flow Index* (MFI) menunjukkan bahwa material ABS mempengaruhi peningkatan (kekentalan) laju aliran material. Pada material PC/ABS variasi 80/20 yang paling mendekati PC murni. Hal ini dibuktikan dengan nilai MFI sebesar 10,09 gr/10 min dibandingkan dengan PC/ABS variasi 70/30, dan 60/40 yang memiliki nilai viskositas lebih tinggi.
3. Hasil analisis pengujian mekanis dan pengujian alir menunjukkan bahwa rekomendasi pemakaian PC/ABS variasi 80/20 untuk produksi *spare part* otomotif, sedangkan untuk PC/ABS variasi 70/30, dan 60/40 masih dapat digunakan sesuai produk dan aplikasinya.

Untuk keperluan penelitian selanjutnya diperlukan uji SEM dan DSC untuk mengetahui kandungan dari struktur material dan mengetahui sifat thermal pada material campuran PC/ABS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] Asror, M. F., dan Torno, H. S. S. 2003. "Pengaruh Suhu Proses dan Tekanan *Injection Moulding* Terhadap Kekuatan Benturan dan Kekerasan Pada Material *High density polyethylene*", 188-192.
- [3] Chimeicorp. 2014. *Resin PC Wonderlite CHIMEI*. Diakses pada 14 Juni 2018, dari <http://www.chimeicorp.com/en-us/index.html> Tentang-Blog. Pada pukul 09.00.
- [4] Hassan, Azman, and Wong Yean J. 2005. "Mechanical Properties of High Impact PC/ABS Blends – Effect of Blend Ratio". *Symposium polimer kebangsaan ke-V*, 65-76.
- [5] Krache, R., and Debbah, I. 2011. "Some Mechanical and Thermal Properties of PC/ABS Blends", *Material Sciences and Applications*, No.2, 404-410.
- [6] Nurhajati, D. W., Arum Y., Hardjaka., dan Ihda N. I. 2016. "Analisa *Toe Cap* Plastik Hasil Cetak Injeksi". *Jurnal Penelitian Majalah Kulit, Karet, dan Plastik Vol-32*. No.5, 95-103.
- [7] Setiawan B., dan Eko, P. 2016. "Analisa Pengaruh Campuran Bahan Styrene Acrylonitrile (SAN) dan Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Terhadap Settingan Mesin Injeksi, Sifat Mekanik dan Kualitas Dari Produk *Injection Molding*". *Jurnal Sintek Vol-10 No.1 1-10*.
- [8] Toray. 2012. *ABS Resin TOYOLAC®*. Diakses pada 14 Juni 2018, dari <http://www.torayplastics.com.my/ourbusiness/toyolac/index.html> Tentang-Blog. Pada pukul 09.15.