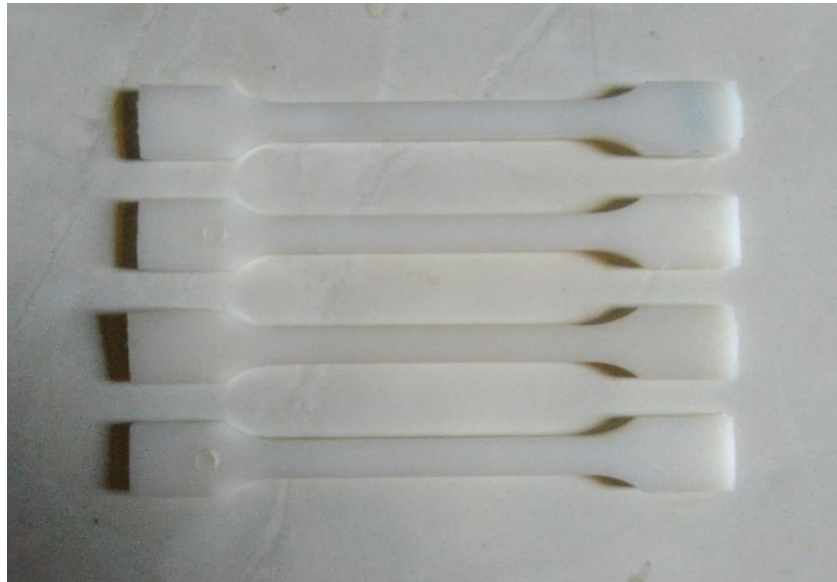


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Spesimen *Multipurpose*

Proses pembuatan spesimen *multipurpose* sudah memenuhi standar ISO 527-2 yang di produksi menggunakan mesin *injection molding*. Hasil spesimen dengan variasi treatmen kering MC 0,2%, udara terbuka MC 1%, uap MC 5%, dan rebus MC 5,5% pada Gambar 4.3 serta sudah disesuaikan dengan beberapa parameter yang digunakan pada saat produksi.



Gambar 4. 1 Spesimen *multipurpose*.

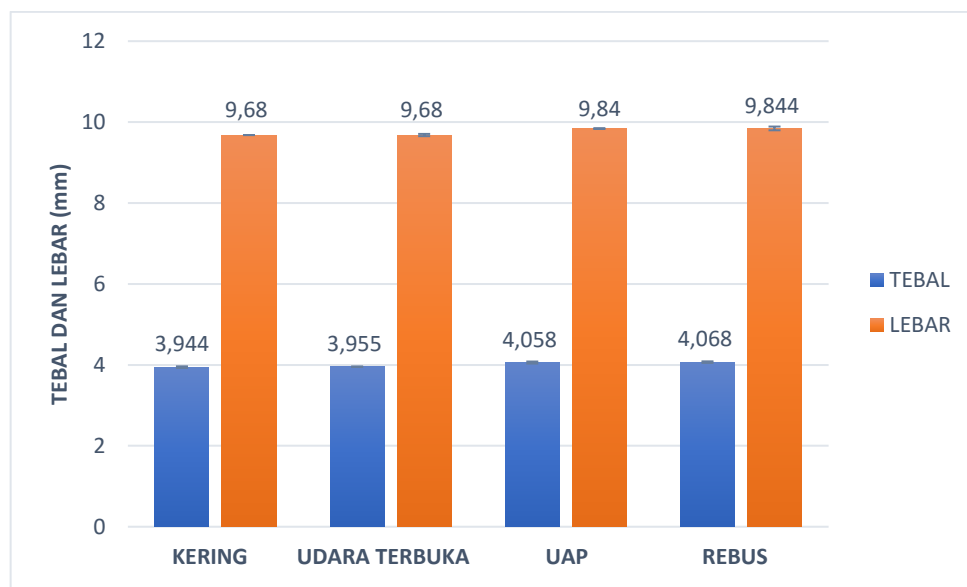
Keterangan:

- Produk : Spesimen *multipurpose polyamide 6*.
- Mesin : *Injection molding machine 70 MEIKI*
- Proses injeksi : 39,70 detik/spesimen
- Massa : 88,6 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	POLYAMIDE 6							
	MC 0,2%		MC 1%		MC 5%		MC 5,5%	
	Tebal	Lebar	Tebal	Lebar	Tebal	Lebar	Tebal	Lebar
	mm	mm	mm	mm	mm	Mm	mm	Mm
Spesimen 1	3,94	9,68	3,96	9,7	4,05	9,84	4,07	9,9
Spesimen 2	3,92	9,68	3,95	9,66	4,04	9,84	4,06	9,88
Spesimen 3	3,95	9,68			4,04	9,84	4,08	9,8
Spesimen 4	3,95	9,68			4,06	9,84	4,09	9,8
Spesimen 5	3,96	9,68			4,1	9,84	4,04	9,84
AVERAGE	3,944	9,68	3,955	9,68	4,058	9,84	4,068	9,844
STDEV	0,02	0	0,007	0,028	0,025	0	0,019	0,046
MAX	3,96	9,68	3,96	9,7	4,1	9,84	4,09	9,9
MIN	3,92	9,68	3,95	9,66	4,04	9,84	4,04	9,8



Gambar 4. 2 Grafik rata – rata tebal dan lebar *polyamide 6*.

Berdasarkan Tabel 4.1 menjelaskan bahwa sesuai dengan standar ISO 527-2 dapat ditetapkan toleransi untuk dimensi *specimen multipurpose* untuk nilai tebal $4 \text{ mm} \pm 0,2$, dan lebar $10 \text{ mm} \pm 0,2$. Setelah melakukan pengukuran ketebalan

dengan menggunakan alat ukur jangka sorong pada 5 sampel untuk variasi spesimen kering MC 0,2%, uap MC 5%, rebus MC 5,5% dan 2 sampel untuk variasi spesimen udara terbuka MC 1%, maka dapat disimpulkan nilai ketebalan minimum pada spesimen variasi kering MC 0,2 yaitu 3,92 mm, spesimen variasi udara terbuka MC 1% yaitu 3,95 mm, spesimen variasi uap MC 5% yaitu 4,04 mm dan untuk spesimen variasi rebus MC 5,5% yaitu 4,04 mm, sedangkan untuk nilai ketebalan maksimum pada spesimen variasi kering MC 0,2% yaitu 3,96 mm, spesimen variasi udara terbuka MC 1% yaitu 3,95 mm, spesimen variasi uap MC 5% yaitu 4,1 mm, dan spesimen variasi rebus MC 5,5% yaitu 4,09 mm.

Setelah melakukan pengukuran lebar dengan menggunakan alat ukur jangka sorong pada 5 sampel untuk variasi spesimen kering MC 0,2, uap MC 5%, rebus MC 5,5% dan 2 sampel untuk variasi spesimen udara terbuka MC 1%, maka dapat disimpulkan nilai lebar minimum spesimen variasi kering MC 0,2% yaitu 9,68 mm, spesimen variasi udara terbuka MC 1% yaitu 9,66 mm, spesimen variasi uap MC 5% yaitu 9,84 mm, dan spesimen variasi rebus MC 5,5% yaitu 9,8 mm, sedangkan untuk nilai lebar maksimum pada spesimen variasi kering MC 0,2% yaitu 9,68 mm, spesimen variasi udara terbuka MC 1% yaitu 9,7 mm, spesimen variasi uap MC 5% yaitu 9,84 mm, dan untuk spesimen variasi rebus MC 5,5% yaitu 9,9 mm.

4.3. Hasil Spesimen Setelah *Treatment*

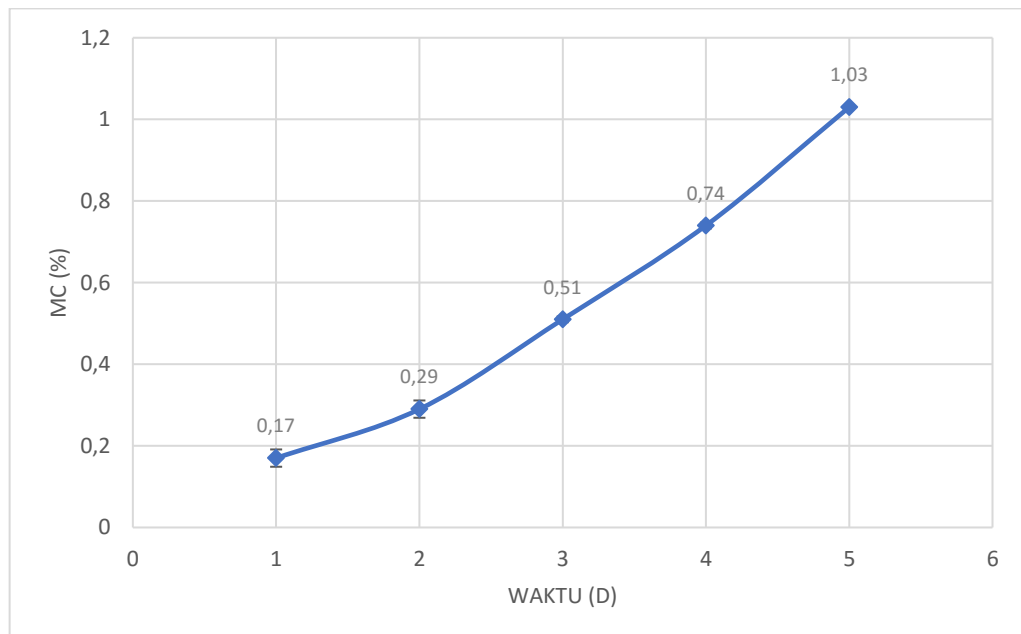


Gambar 4. 3 Spesimen *multipurpose* setelah di *treatment*.

4.3.1 Hasil Peningkatan *Moisture Content Treatment Udara Terbuka*.

Tabel 4. 2 Nilai peningkatan *moisture content treatment udara terbuka*.

TREATMENT UDARA TERBUKA							
NO	BERAT AWAL	BERAT KERING	HARI 1	HARI 2	HARI 3	HARI 4	HARI 5
1	8,9	8,73	8,74	8,75	8,78	8,8	8,83
2	9	8,75	8,77	8,78	8,79	8,81	8,83
RATA-RATA	8,95	8,74	8,76	8,77	8,79	8,81	8,83
STDEV	0,07	0,01	0,02	0,02	0,01	0,007	0
MAX	9	8,75	8,77	8,78	8,79	8,81	8,83
MIN	8,9	8,73	8,74	8,75	8,78	8,8	8,83
MC			0,17	0,29	0,51	0,74	1,03

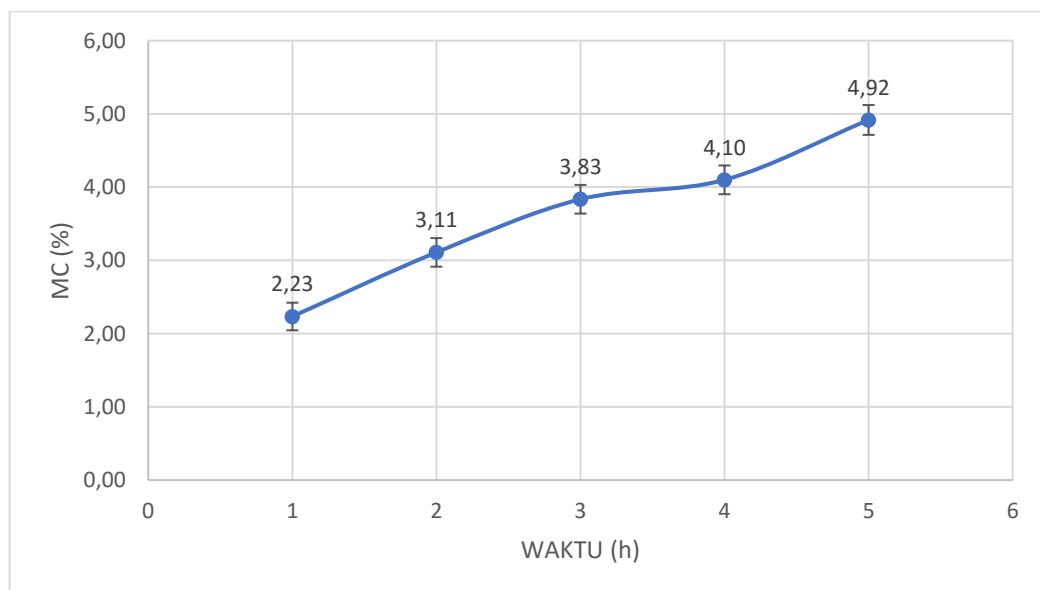


Gambar 4. 4 Grafik rata-rata peningkatan *moisture content treatment udara terbuka*.

4.3.2 Hasil Peningkatan *Moisture Content* Setelah di *Treatment Uap*.

Tabel 4. 3 Nilai peningkatan *moisture content treatment uap*.

TREATMENT UAP							
NO	BERAT AWAL	BERAT KERING	JAM 1	JAM 2	JAM 3	JAM 4	JAM 5
1	8,37	8,17	8,37	8,44	8,5	8,52	8,58
2	8,85	8,64	8,82	8,87	8,93	8,96	9,02
3	8,92	8,71	8,89	8,94	9,02	9,03	9,09
4	8,96	8,73	8,92	8,98	9,03	9,07	9,12
5	8,98	8,76	8,95	9,01	9,07	9,09	9,14
6	8,95	8,76	8,97	9,1	9,13	9,15	9,24
7	8,91	8,7	8,89	8,98	9,05	9,07	9,16
8	9,03	8,83	9,04	9,1	9,19	9,21	9,29
9	8,92	8,75	8,95	9,03	9,11	9,13	9,22
10	8,98	8,79	8,98	9,09	9,14	9,17	9,25
RATA-RATA	8,89	8,68	8,88	8,95	9,02	9,04	9,11
STDEV	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
MAX	9,03	8,83	9,04	9,1	9,19	9,21	9,29
MIN	8,17	8,17	8,37	8,44	8,5	8,52	8,58
MC			2,23	3,11	3,83	4,10	4,92

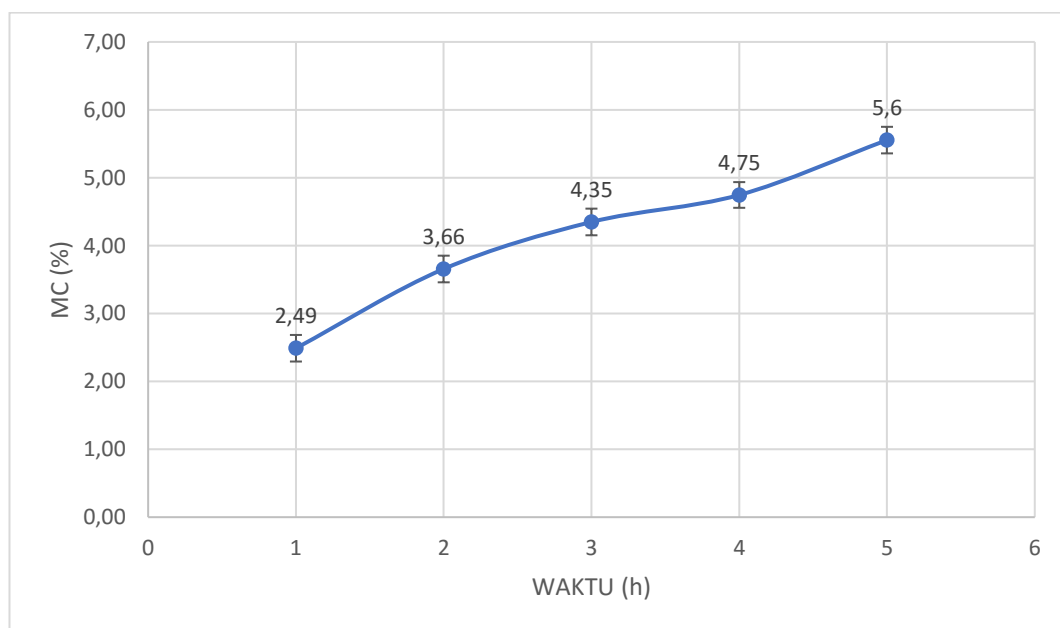


Gambar 4. 5 Grafik rata – rata peningkatan *moisture content treatment uap*.

4.3.3 Hasil Peningkatan *Moisture Content* Setelah di *Treatment* Rebus.

Tabel 4. 4 Nilai peningkatan *moisture content* treatment rebus.

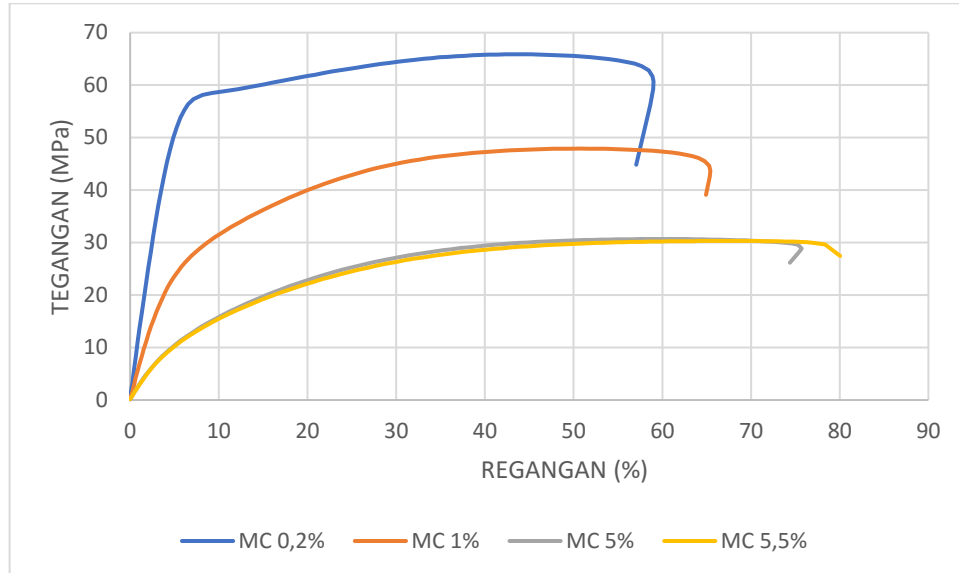
TREATMENT REBUS							
NO	BERAT AWAL	BERAT KERING	JAM 1	JAM 2	JAM 3	JAM 4	JAM 5
1	8,97	8,77	8,99	9,13	9,2	9,2	9,28
2	8,94	8,74	8,97	9,08	9,14	9,18	9,27
3	8,96	8,75	8,97	9,09	9,15	9,19	9,26
4	8,89	8,67	8,89	9,02	9,07	9,12	9,2
5	8,94	8,71	8,91	9,01	9,08	9,12	9,2
6	8,37	8,13	8,37	8,48	8,54	8,59	8,65
7	8,9	8,67	8,86	8,92	8,99	9,02	9,07
8	8,81	8,76	8,97	9,04	9,09	9,12	9,18
10	8,97	8,76	8,97	9,04	9,09	9,12	9,18
RATA-RATA	8,86	8,66	8,88	8,98	9,04	9,07	9,14
STDEV	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,20
MAX	8,97	8,77	8,99	9,13	9,2	9,2	9,28
MIN	8,37	8,13	8,37	8,48	8,54	8,59	8,65
MC			2,48	3,65	4,34	4,74	5,55



Gambar 4. 6 Grafik rata-rata peningkatan *moisture content* treatment rebus.

4.4 Hasil Pengujian Tarik

4.4.1 Hasil Pengujian Tarik Variasi MC 0,2%, 1%, 5%, dan 5,5%.



Gambar 4. 7 Grafik kekuatan uji tarik.

Analisa dari gambar 4.7 dapat dilihat *polyamide 6* dengan *treatment* kering variasi MC 0,2% menghasilkan nilai tegangan tarik tertinggi dan *treatment* rebus variasi MC 5,5% menghasilkan nilai tegangan tarik terendah. Nilai regangan tertinggi dihasilkan *treatment* variasi rebus MC 5,5% dan nilai regangan terendah dihasilkan *treatment* variasi kering MC 0,2%. Nilai modulus elastisitas tertinggi dihasilkan *treatment* kering variasi MC 0,2% dan nilai modulus elastisitas terendah pada *treatment* uap variasi MC 5%. Jadi semakin tinggi kandungan *moisture content* pada *polyamide 6* akan berdampak kekuatan akan semakin berkurang namun akan semakin ulet, apabila nilai *moisture content* semakin rendah pada *polyamide 6* akan berdampak spesimen semakin kuat namun cenderung getas (*brittle*).

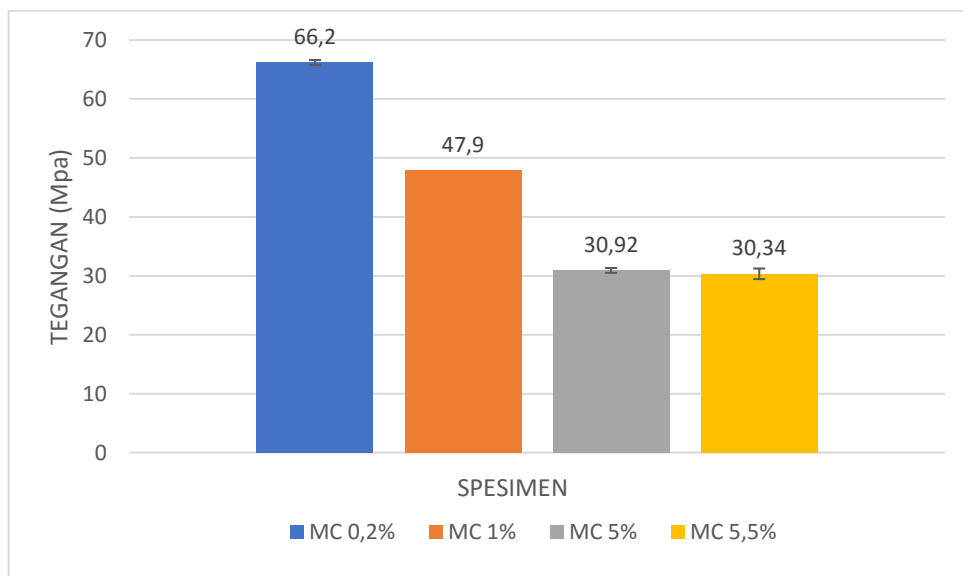
4.4.2 Hasil Tabel dan Grafik

a. Tegangan

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan nilai tegangan maksimum material *polyamide 6*.

Nilai Tegangan σ (MPa)				
No spesimen	POLYAMIDE 6			
	MC 0,2%	MC 1%	MC 5%	MC 5,5%
Spesimen 1	*37,8	47,9	30,6	29,8
Spesimen 2	66,5		31,2	30
Spesimen 3	*38,3		31,5	30,3
Spesimen 4	*40,9		30,6	29,7
Spesimen 5	65,9		30,7	31,9
AVERAGE	66,2	47,9	30,92	30,34
STDEV	0,42		0,41	0,90
MAX	66,5	47,9	31,5	31,9
MIN	37,8	47,9	30,6	29,7

* Spesimen mengalami cacat.



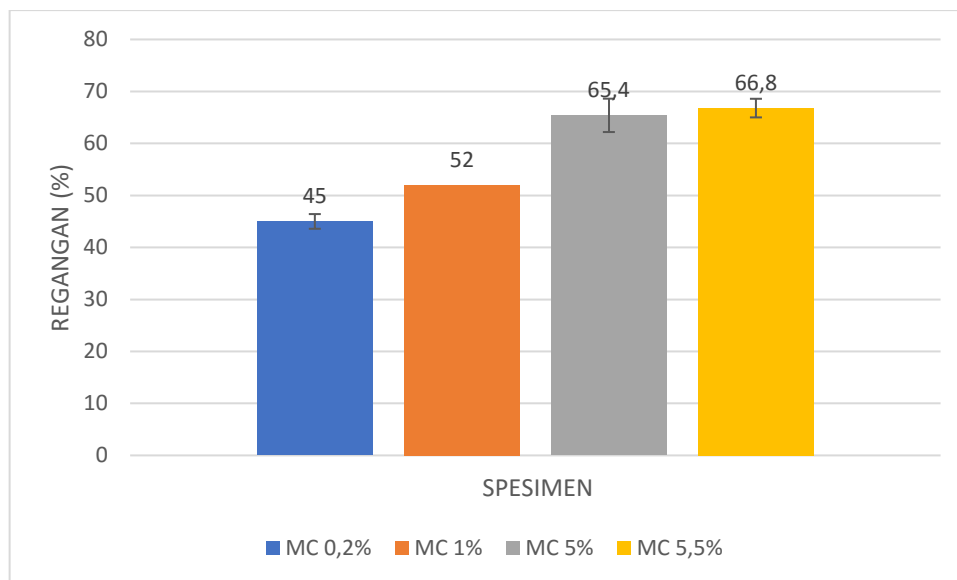
Gambar 4. 8 Grafik tegangan uji tarik *polyamide 6*.

b. Regangan

Tabel 4. 6 Hasil perhitungan nilai regangan pada tegangan maksimum material *polyamide 6*.

Nilai Regangan ϵ (%)				
No spesimen	<i>POLYAMIDE 6</i>			
	MC 0,2%	MC 1%	MC 5%	MC 5,5%
Spesimen 1	*3,4	52	67	67
Spesimen 2	46		65	69
Spesimen 3	*3,5		68	67
Spesimen 4	*3,6		67	67
Spesimen 5	44		60	64
AVERAGE	45	52	65,4	66,8
STDEV	1,41		3,21	1,79
MAX	46	52	68	69
MIN	3,4	52	60	64

* Spesimen mengalami cacat.



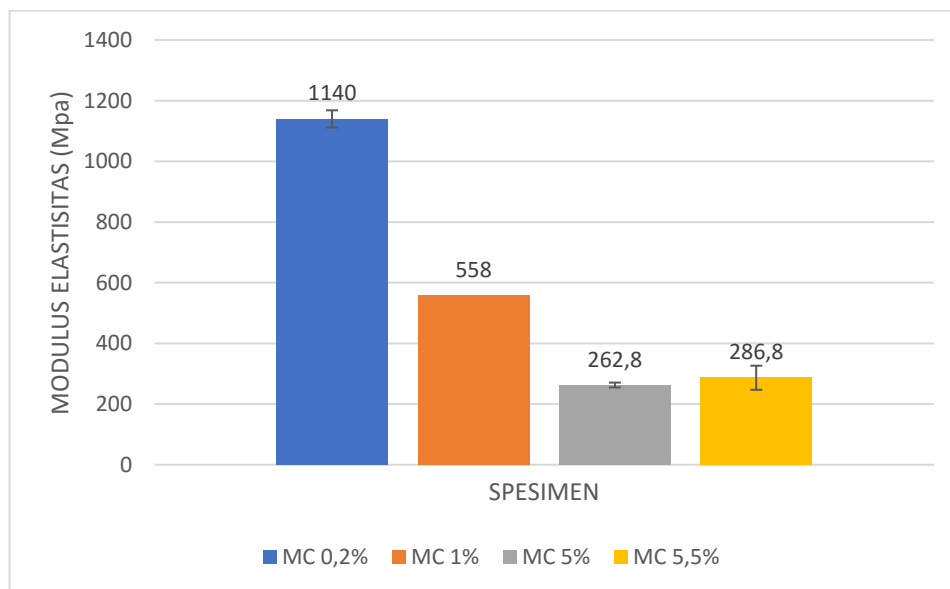
Gambar 4. 9 Grafik regangan pada tegangan maksimum uji tarik *polyamide 6*.

c. Modulus Elastisitas

Tabel 4. 7 Hasil perhitungan nilai modulus elastisitas material *polyamide 6*.

Nilai Modulus Elastisitas (MPa)				
No spesimen	<i>POLYAMIDE 6</i>			
	MC 0,2%	MC 1%	MC 5%	MC 5,5%
Spesimen 1	*1050	558	264	354
Spesimen 2	1160		265	253
Spesimen 3	*1130		268	275
Spesimen 4	*1180		249	264
Spesimen 5	1120		268	288
AVERAGE	1140	558	262,8	286,8
STDEV	28,28		7,92	39,75
MAX	1180	558	268	354
MIN	1050	558	249	253

* Spesimen mengalami cacat.

**Gambar 4. 10** Grafik modulus elastisitas uji tarik *polyamide 6*.

4.4.3 Pembahasan Uji Tarik

Gambar 4.8 dijelaskan hasil dari data spesimen *polyamide 6* dengan variasi *treatment* kering MC 0,2%, udara terbuka MC 1%, uap MC 5%, dan rebus MC 5,5% dapat dianalisis telah terjadi penurunan nilai tegangan. Hal ini disebabkan karena semakin rendah kandungan *moisture content* pada *polyamide 6* akan semakin tinggi nilai tegangannya, namun tingkat keuletannya akan semakin rendah dan menyebabkan spesimen menjadi getas (*brittle*). Menurut Gutiérrez (2019) semakin tinggi nilai *moisture content* dalam *polyamide 6* yang diperkuat serat gelas yang sama akan menyebabkan semakin rendah nilai tegangannya.

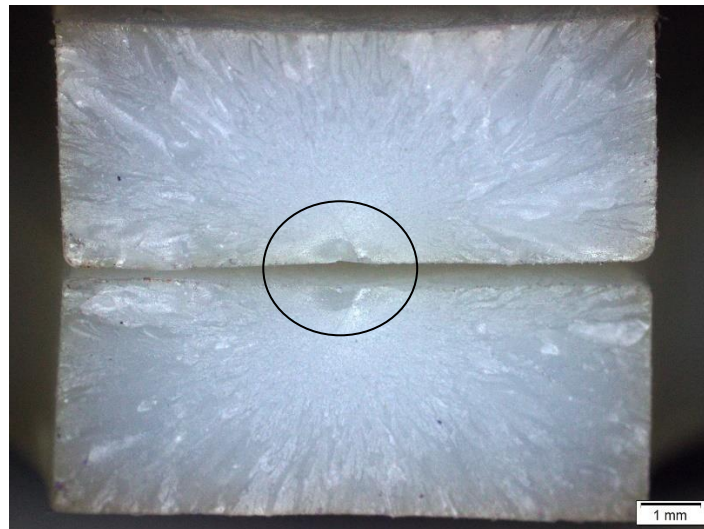
Gambar 4.9 dijelaskan dari data spesimen *polyamide 6* dengan variasi *treatment* kering MC 0,2%, udara terbuka MC 1%, uap MC 5%, dan rebus MC 5,5% dapat dianalisis telah terjadi kenaikan nilai regangan. Kenaikan nilai regangan terjadi karena semakin tinggi nilai *moisture content* pada *polyamide 6* akan semakin tinggi nilai regangannya. Hal ini disebabkan karena kandungan *moisture content* yang tinggi dalam sebuah material akan mengakibatkan semakin tinggi juga sifat keuletan dari material tersebut. Namun jika kandungan *moisture content* dari sebuah material itu rendah, maka material tersebut akan menjadi getas (*brittle*). Menurut Gutiérrez (2019) semakin tinggi nilai *moisture content* dalam *polyamide 6* yang diperkuat serat gelas yang sama menyebabkan semakin tinggi nilai regangannya, hal ini terjadi karena semua poliamida membentuk ikatan hidrogen antara gugus amida, dan air dapat mengikat di antara gugus ikatan hidrogen ini.

Gambar 4.10 dijelaskan dari data spesimen *polyamide 6* dengan variasi *treatment* kering MC 0,2%, udara terbuka MC 1%, uap MC 5%, dan rebus MC 5,5% dapat dianalisis telah terjadi penurunan nilai modulus elastisitas dari variasi kering MC 0,2%, udara terbuka MC 1%, uap MC 5%, namun ada sedikit kenaikan dari variasi uap MC 5% ke variasi rebus MC 5,5%.

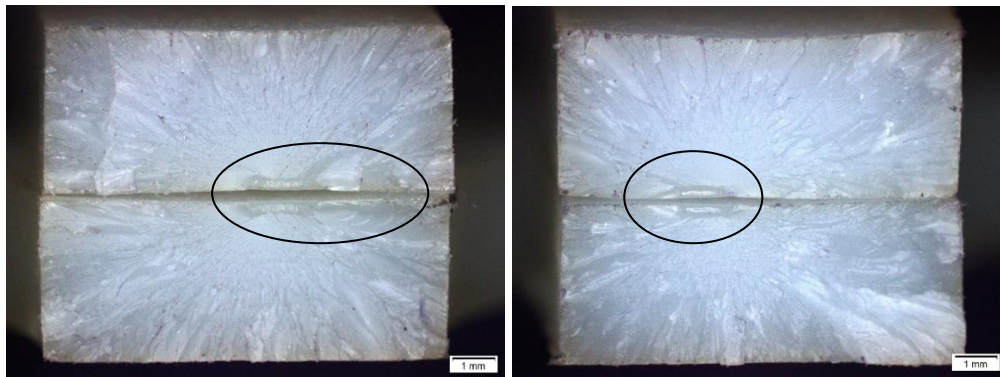


Gambar 4. 11 Patah uji tarik *polyamide 6* variasi MC 0,2%.

Pada pengujian tarik spesimen variasi kering diidentifikasi terdapat cacat pada spesimen nomor 1,3, dan 4. Cacat tersebut disebabkan karena tidak sempurnanya proses injeksi pada cetakan, cacat tersebut berpengaruh terhadap hasil nilai pengujian tarik. Cacat spesimen dapat dilihat pada gambar 4.12, 4.13a, 4.13b, dan 4.14.

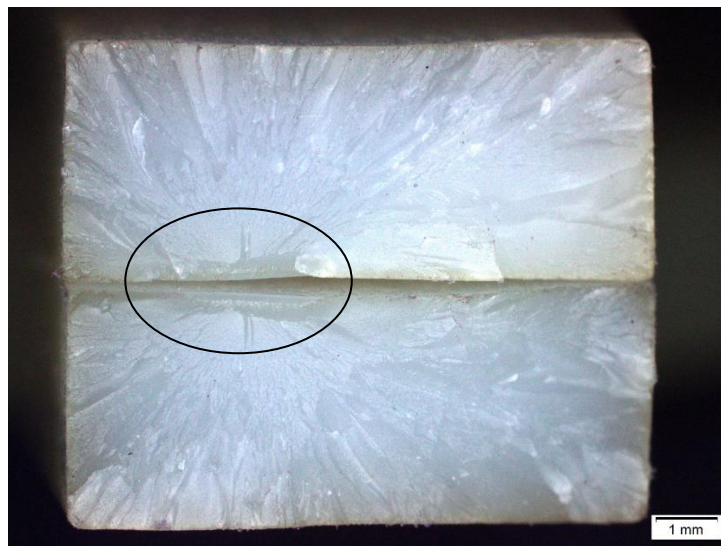


Gambar 4. 12 Cacat spesimen nomor 1 variasi MC 0,2%.



Gambar (a) Patahan bagian pertama Gambar (b) Patahan bagian kedua

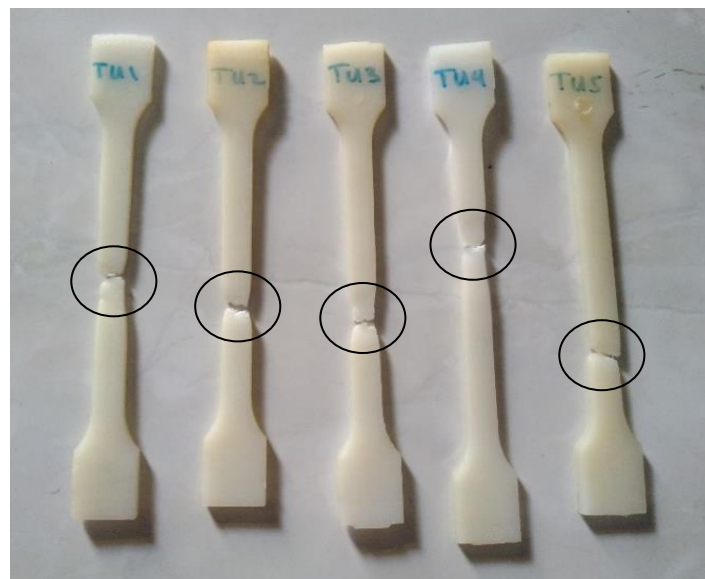
Gambar 4. 13 Cacat spesimen nomor 3 variasi MC 0,2%.



Gambar 4. 14 Cacat spesimen nomor 4 variasi MC 0,2%.



Gambar 4. 15 Patah uji tarik *polyamide 6* variasi MC 1%.



Gambar 4. 16 Patah uji tarik *polyamide 6* variasi MC 5%.



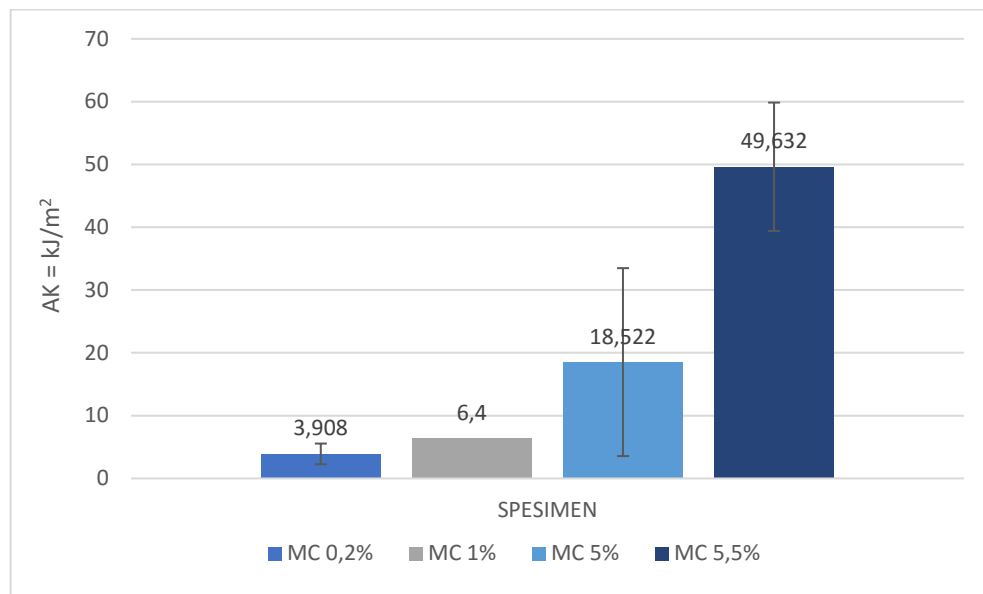
Gambar 4. 17 Patah uji tarik *polyamide 6* variasi MC 5,5%.

4.5 Hasil Pengujian Ketahanan Kejut

4.5.1 Hasil Tabel dan Grafik

Tabel 4. 8 Hasil perhitungan nilai ketahanan kejut material *polyamide 6*.

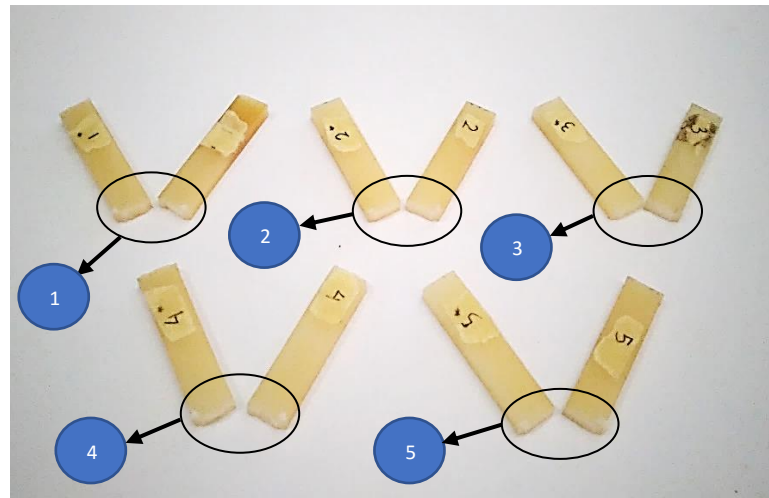
Nilai Ketahanan Kejut ($A_k = \text{kJ/m}^2$)								
No spesimen	<i>POLYAMIDE 6</i>							
	MC 0,2%	Tipe	MC 1%	Tipe	MC 5%	Tipe	MC 5,5%	Tipe
Spesimen 1	6,45	C	6,4	C	9,03	C	39,37	C
Spesimen 2	3,05	C		C	19,96	C	59,31	C
Spesimen 3	4,65	C		C	8,11	C	43,05	C
Spesimen 4	2,99	C		C	11,56	C	44,55	C
Spesimen 5	2,4	C		C	43,95	C	61,88	N
AVERAGE	3,908		6,4		18,522		49,632	
STDEV	1,65				14,96		10,22	
MAX	6,45		6,4		43,95		61,88	
MIN	2,4		6,4		8,11		39,37	



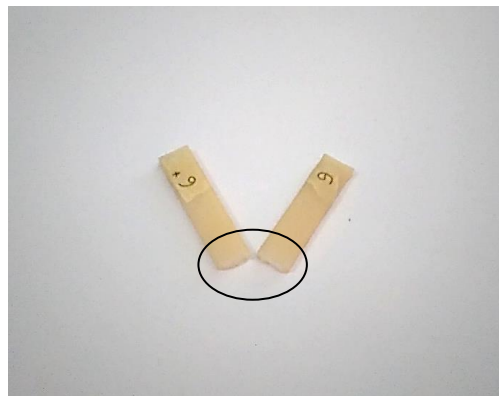
Gambar 4. 18 Nilai rata – rata uji ketahanan kejut *polyamide 6*.

4.5.2 Pembahasan Uji Ketahanan Kejut

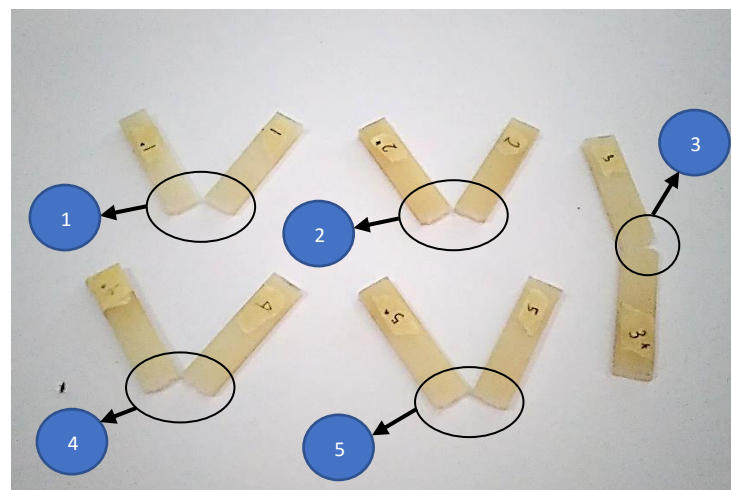
Gambar 4.18 dijelaskan dari data spesimen *polyamide 6* dengan variasi *treatment* kering MC 0,2%, udara terbuka MC 1%, uap MC 5%, dan rebus MC 5,5% dapat dianalisis telah terjadi kenaikan nilai ketahanan kejut dimana nilai ketahanan kejut paling rendah pada spesimen *treatment* kering MC 0,2% dengan nilai rata-rata ketahanan kejut 3,90 kJ/m² dan nilai ketahanan paling tinggi pada spesimen *treatment* rebus MC 5,5% dengan nilai rata-rata 49,63 kJ/m². Semakin tinggi nilai ketahanan kejut yang dihasilkan maka semakin baik ketahanan dalam menerima beban kejut yang datang dan spesimen akan semakin ulet. Tabel 4.8 menjelaskan ada beberapa tipe patahan pada pengujian ketahanan kejut seperti tipe C (*Complete break*) yang artinya spesimen mengalami patah yang sempurna dan spesimen tersebut memiliki sifat cenderung getas ditunjukkan pada gambar 4.19, 4.20, gambar 4.21 nomor 1, 2, 4, 5, dan gambar 4.22 nomor 1, 2, 3, 4, tipe H (*Hinge*) artinya spesimen mengalami patah tapi tidak mengalami putus dengan sempurna dan spesimen tersebut memiliki sifat ulet ditunjukkan pada gambar 4.21 nomor 3, tipe N (*Not complete break*) artinya spesimen tidak mengalami patah dan spesimen tersebut memiliki sifat ulet ditunjukkan pada gambar 4.22 nomor 5.



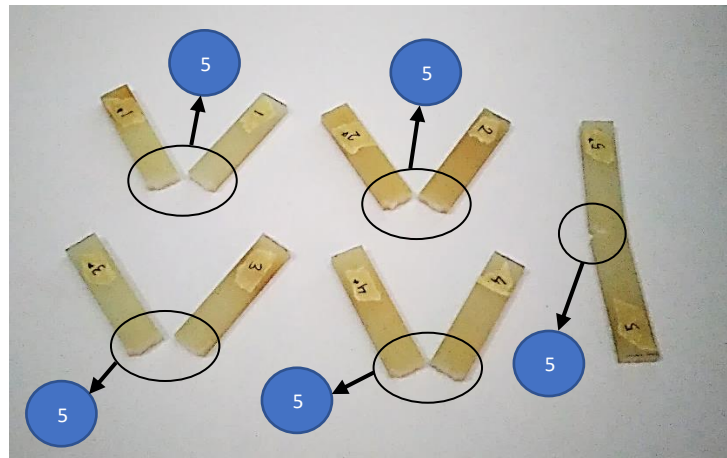
Gambar 4.19 Hasil uji ketahanan kejut *polyamide 6* variasi MC 0,2%.



Gambar 4.20 Hasil uji ketahanan kejut *polyamide 6* variasi MC 1%.



Gambar 4.21 Hasil uji ketahanan kejut *polyamide 6* variasi MC 5%.



Gambar 4. 22 Hasil uji ketahanan kejut *polyamide 6* variasi MC 5,5%.