

BAB IV

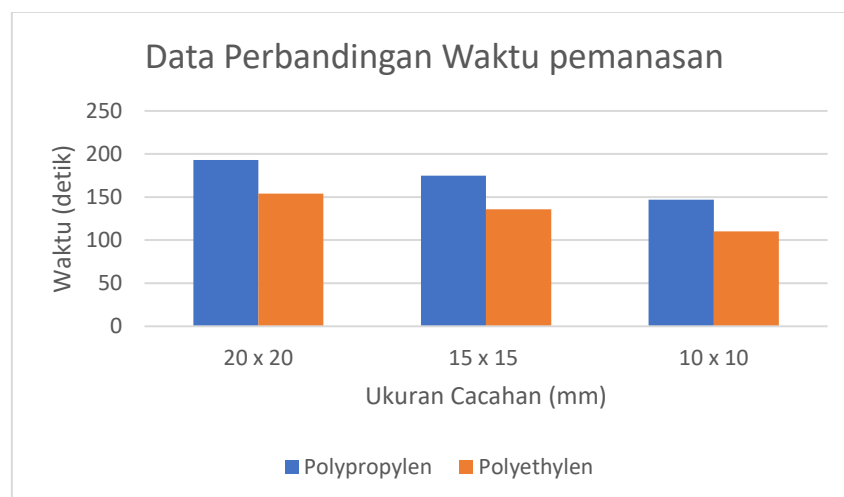
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Waktu Pemanasan Plastik

Dari hasil pengujian limbah plastik pada mesin pengolah plastik dengan memvariasikan jenis plastik dan ukuran cacahan plastik yang digunakan yaitu 20 x 20 mm, 15 x 15 mm dan 10 x 10 mm, diperoleh waktu pemanasan hingga limbah plastic keluar melewati *nozle* dengan menggunakan tiga pemanas dengan suhu 350°C disetiap elemennya.

Tabel 4.1 Tabel waktu pemanasan plastik

No	Jenis Plastik	Ukuran Cacahan (mm)	Suhu (°C)	Waktu (detik)
1		20 x 20		193
2	<i>Polypropylen</i>	15 x 15	350	175
3		10 x 10		147
4		20 x 20		154
5	<i>Polyethylen</i>	15 x 15	350	136
6		10 x 10		110



Gambar 4.1 Grafik perbandingan waktu pemansan Plastik

Dari tabel 4.1 dapat terlihat jika pada jenis plastik *Polypropylen* dengan ukuran cacahan 20 x 20 mm memiliki waktu pemanasan terlama yaitu membutuhkan waktu 193 detik hingga plastik keluar melalui *nozel* dan jenis plastik *Polyethylene* dengan ukuran cacahan 10 x 10 mm dengan waktu pemanasan terrendah yaitu 110 detik. Dari grafik pada gambar 4.1 diketahui jika semakin besar cacahan maka semakin lama waktu plastik untuk meleleh dan semakin kecil ukuran plastiknya maka semakin cepat waktu pemanasannya dan plastik *polypropylene* memiliki rentang waktu pemanasan yang lebih lama dari pada plastik *Polyethylene* yaitu terpatut 35 – 40 detik dari setiap ukuran cacahan. Perbedaan rentan waktu disebabkan oleh factor suhu peleburan dimana suhu lebur PET berkisar 200 °C - 250 °C sedangkan PP Memiliki ketahanan suhu mencapai 300 °C. selain itu juga factor ketebalan limbah plastic mempengaruhi lamanya waktu pemanasan dimana limbah plasti PET yang digunakan merupakan limbah botol minum yang memiliki tebal kurang dari 0,5 mm dan untuk plastic PP yang limbah yang digunakan yaitu cup minum dengan tebal lebih dari 0,5 mm sanmpai 1 mm.

4.2 Hasil Pembuatan Spesimen

Setelah dilakukan proses pencacahan yang kemudian dilakukan dilakukan proses pelelhan menggunakan mesin pengolah pelastik sesuai dengan variasi yang telah ditentukan yaitu 20 x 20 mm, 15 x 15 mm dan 10 x 10 mm diperoleh bentuk specimen sebelum dilakukan uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4.2





(c)

Gambar 4.2 Spesimen Uji Plastik Polypropylene (a) 20 x 20 mm (b) 10 x 10 mm (c) 15 X 15 mm

Jika dilihat dari tampilan visual jika pada specimen uji tarik dengan ukuran cacahan 10 x 10 masih terdapat cacat *flash* yang disebabkan karena ketidak rapat Ketika proses pencetakan dan viskositas hasil lelehan yang kurang sempurna. Menurut Ghilman (2014) cacat flash tidak berpengaruh terhadap specimen hanya perlu dilakukan pembersihan dengan menghilangkan cacat flash yang terdapat pada prduk hasil pencetakan. Oleh karena itu specimen dilakukan pembersihan pada area cacat tersebut dan tidak memperkecil ukuran specimen.



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.3 Spesimen Uji Plastik Polypropylene (a) 20 x 20 mm (b) 10 x 10 mm (c) 15 X 15 mm

Jika dilihat dari tampilan visual plastic daur ulang jenis *polyethylene* mengalami perubahan warna menjadi hitam menurut Nurhadi (2020) perubahan warna dapat disebabkan karena temperatur yang terlalu tinggi mengakibatkan specimen berubah warna disebabkan karena pengkristalan unsur yang terkandung pada sampah plastik tersebut. Kemudian pada gambar specimen (b) dan (c) terdapat cacat lubang lubang bulat pada permukaan sampel, hal tersebut disebabkan karena terdapat cacat yaitu cacat Sink mark. Cacat sink mark merupakan cekungan atau lengkungan yang terjadi pada permukaan luar pada komponen yang dibentuk. Terjadinya perbedaan ketebalan pada permukaan benda juga dapat disebut sebagai sink mark. Menurut Ghilman (2014) Sink bisa juga bukan termasuk defect. Tetapi lain lagi bila pengaruh pada penampilan, sink mark dapat diberlakukan pada produk yang memperhatikan kualitas penampilan. Fenomena ini sering menjadi masalah sebagai cacat tetapi masih tergantung pada kualitas produk. Fenomena sink mark tergantung dari pada shrinkage dari pada plastik sendiri, dalam hal tertentu fenomena ini terjadi selama masatransisi dari kondisi cair pada injektor dengan kondisi yang solid pada saat pendinginan.

4.3 Pengujian Benda Uji Tarik

pada penelitian ini hasil pengolahan limbah plasti kemudian dibentuk sesuai dengan standar Pengujian yang digunakan yaitu standar uji tarik ASTM D638 Tipe I. Pengujian tarik dilakukan pada specimen uji tarik dengan dua jenis limbah plastic yang berbeda yaitu *Polypropylene* dan *polyethylene* dengan memvariasikan ukuran cacahannya yaitu 20 x 20 mm, 15 x 15 mm dan 10 x 10 mm. setelah dilakukan proses uji tarik diperoleh hasil pengujian Plastik Jesin PP dan PET berupa data beban dan pertambahan panjang . Dari data tersebut dapat diperoleh nilai tegangan Tarik pada setiap sampel yang telah dilakukan proses pengujian. Berikut merupakan rumus – rumus yang digunakan.

1. Standar Ukuran uji tarik yang digunakan mengacu pada standar ASTM D638 Tipe I
2. Mencari besar luas penampang pada specimen uji tarik sebelum dilakukan perhitungan kekuatan tarik pada specimen uji dengan cara berikut:

$$A = \text{Luas Penampang Spesimen}$$

$$A = \text{Tebal} \times \text{Lebar}$$

$$= 4 \times 13$$

$$= 52 \text{ mm}^2 = 52 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Contoh perhitungan lain ditampilkan pada tabel

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{164.1 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 3155769.231 \text{ Pa} \\ &= 3.16 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan yang lain dilihat pada Lampiran hal 52-56

4.3.1. Hasil Pengujian Plastik *Polypropylene*

Dari hasil perhitungan maka didapat data hasil pengujian tarik pada produk limbah plastik *polypropylene*.

1. Hasil pengujian Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 20 x 20 mm
Dari hasil pengujian plastik dengan komposisi yang bervariasi dapat diperoleh hasil beban maksimal kekuatan uji tarik setiap specimen seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 20 x 20 mm

NO	Kode Spesimen	A (m ²)	Beban Max (N)
1	PP 20X20 S1	52 x 10 ⁻⁶	164.1
2	PP 20X20 S2	52 x 10 ⁻⁶	163.3
3	PP 20X20 S3	52 x 10 ⁻⁶	162
Rata - Rata			163.13

2. Hasil pengujian Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 15 x 15 mm
 Dari hasil perhitungan maka didapat data hasil pengujian tarik pada produk limbah plastik polypropylen dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 15 x 15 mm

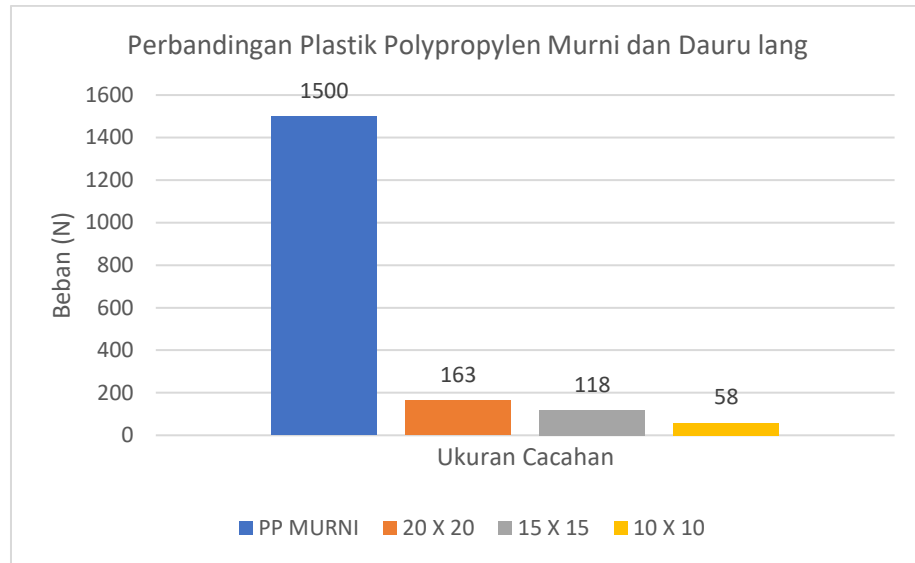
NO	Kode Spesimen	A (m ²)	Beban Max (N)
1	PP 15X15 S1	52 x 10 ⁻⁶	117.7
2	PP 15X15 S2	52 x 10 ⁻⁶	118.1
3	PP 15X15 S3	52 x 10 ⁻⁶	119.3
	Rata-Rata		118.3

3. Hasil pengujian Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 10 x 10 mm
 Dari hasil perhitungan maka didapat data hasil pengujian tarik pada produk limbah plastik polypropylen dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 10 x 10 mm

No	Kode Spesimen	A (m ²)	Beban Max (N)
1	PP 10X10 S1	52 x 10 ⁻⁶	59.4
2	PP 10X10 S2	52 x 10 ⁻⁶	58.6
3	PP 10X10 S3	52 x 10 ⁻⁶	57.1
	Rata-Rata		58.37

Perbandingan hasil beban maksimal rata-rata dari setiap specimen uji hasil pengujian tarik dengan perbandingan beban maksimal pada jenis plastik *polypropylene* murni.

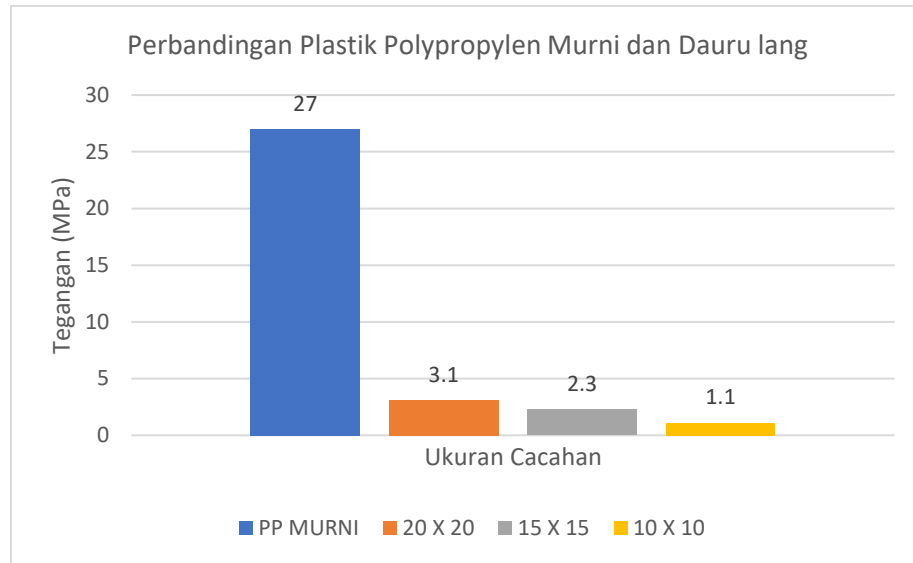


Gambar 4.4 Perbandingan plastic *polypropylene* murni dan daur ulang

Dari hasil pengujian beban didapat perbandingan plastic *polypropylene* murni dengan hasil daur ulang dimana diperoleh nilai beban maksimal rata-rata dari setiap specimen mengalami penurunan dari nilai beban plastic *polypropylene* murni, dimana pada ukuran cacahan 20 x 20 mm memiliki nilai beban maksimal rata-rata sebesar 163 N atau dengan penurunan kualitas sebesar 89.13%, kemudian pada ukuran cacahan 15 x 15 didapatkan nilai beban maksimal rata-rata sebesar 118 N atau mengalami penurunan kualitas sebesar 92%, lalu pada ukuran cacahan 10 x 10 diperoleh nilai beban maksimal rata-rata sebesar 58 N atau mengalami penurunan kualitas sebesar 96%.

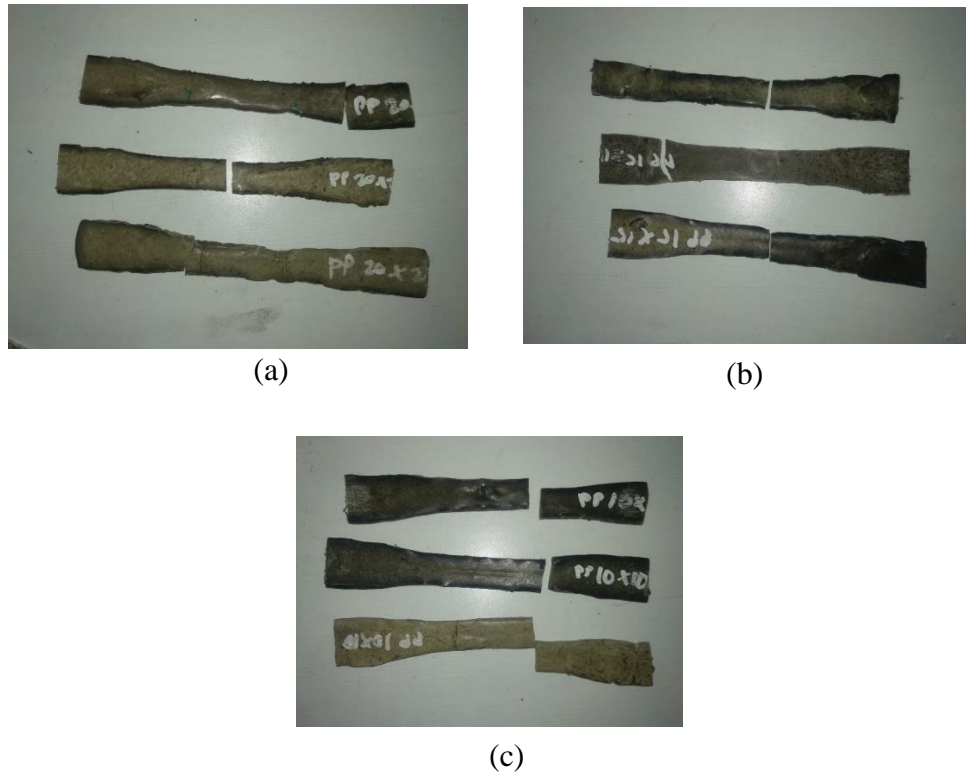
Tabel 4.5 Tabel Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas

NO	Kode Spesimen	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	PP Murni	27	9 %	1500
2	PP 20 X 20 mm	3.1	0.56	56.2
3	PP 15 X 15 mm	2.3	0.84	27.3
4	PP 10 X 10 mm	1.1	0.47	24.3



Gambar 4.5 Grafik perbandingan Tegangan plastic *polypropylene* murni dan dau ulang

Dari hasil pengujian beban didapat perbandingan plastic *polypropylene* murni dengan hail daur ulang dimana diperoleh nilai baban maksimal rata-rata dari setiap specimen mengalami penurunan dari nilai beban plastic *polypropylene* murni, dimana pada ukuran cacahan 20 x 20 mm memiliki nilai beban maksimal rata-rata sebesar 3.1 MPa atau dengan penurunan kualitas sebesar 88.5%, kemudian pada ukuran cacahan 15 x 15 didapatkan nilai beban maksimal rata-rata sebesar 2.3 MPa atau mengalami penurunan kualitas sebesar 91.5%, lalu pada ukuran cacahan 10 x 10 diperoleh nilai beban maksimal rata-rata sebesar 1.1 Mpa atau mengalami penurunan kualitas sebesar 96%. Menurut Ghiliman (2014) penurunan kualitas uji tarik pada plastic daur ulang disebabkan berkurangnya sifat elastis pada plastic daur ulang, karena plastic daur ulang sebelumnya telah diolah menjadi produk yang mengalami proses pemanasan pada pembentukan sebelumnya sehingga mengalami degredasi sifat – sifatnya dan menurunkan kekuatan tarik. Hasil uji tarik pada salpah plastic Polypropylene dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Spesimen setelah dilakukan Uji Tarik Plastik Polypropylene (a) 20 x 20 mm (b) 15 x 15 mm (c) 10 x 10 mm

4.3.2. Plastik *Polyethylene*

Dari hasil perhitungan maka didapat data hasil pengujian tarik pada produk limbah plastik polyetylen dapat dilihat pada Tabel 4.6.

1. Hasil pengujian Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 20 x 20 mm

Tabel 4.6 Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 20 x 20 mm

No	Kode Spesimen	A (m ²)	Beban Max (N)
1	PET 20X20 S1	52 x 10 ⁻⁶	83.5
2	PET 20X20 S2	52 x 10 ⁻⁶	81.6
3	PET 20X20 S3	52 x 10 ⁻⁶	80.8
	Rata-Rata		81.97

2. Hasil pengujian Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 15 x 15 mm
 Dari hasil perhitungan maka didapat data hasil pengujian tarik pada produk limbah plastik polyetylen dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.7 Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik Plastik *Polyethylene* variasi cacahan 15 x 15 mm

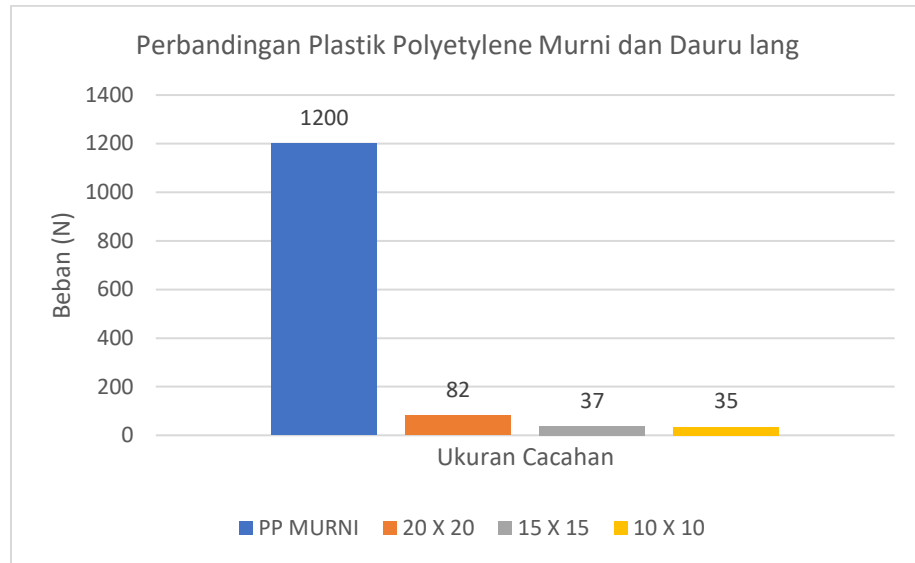
No	Kode Spesimen	A (m ²)	Beban Max (N)
1	PET 15X15 S1	52 x 10 ⁻⁶	35.4
2	PET 15X15 S2	52 x 10 ⁻⁶	36.2
3	PET 15X15 S3	52 x 10 ⁻⁶	38.4
	Rata-Rata		36.67

3. Hasil pengujian Plastik *Polypropylene* variasi cacahan 10 x 10 mm
 Dari hasil perhitungan maka didapat data hasil pengujian tarik pada produk limbah plastik polyetylen dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.8 Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik Plastik *Polyethylene* variasi cacahan 10 x 10 mm

No	Kode Spesimen	A (m ²)	Beban Max (N)
1	PET 10X10 S1	52 x 10 ⁻⁶	26.3
2	PET 10X10 S2	52 x 10 ⁻⁶	25.3
3	PET 10X10 S3	52 x 10 ⁻⁶	22.3
	Rata-Rata		25.3

Perbandingan hasil beban maksimal rata-rata dari setiap specimen uji hasil pengujian tarik dengan perbandingan beban maksimal pada jenis plastik *polyethylene* murni.

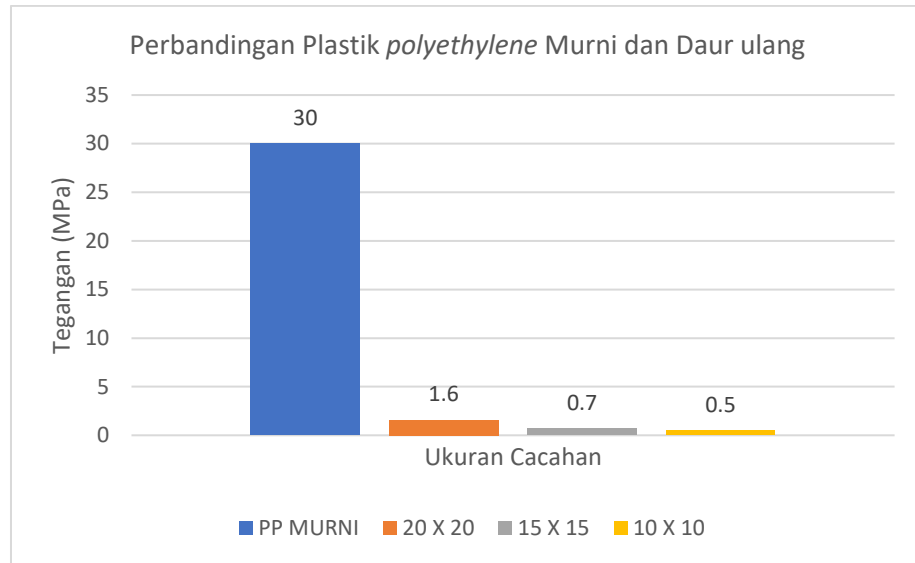


Gambar 4.7 Perbandingan Beban pada Plastik Polyethylene Murni dan Daur ulang

Dari hasil pengujian beban didapat perbandingan plastic *polyethylene* murni dengan hasil daur ulang dimana diperoleh nilai beban maksimal rata-rata dari setiap specimen mengalami penurunan dari nilai beban plastic *polyethylene* murni, dimana pada ukuran cacahan 20 x 20 mm memiliki nilai beban maksimal rata-rata sebesar 82 N atau dengan penurunan kualitas sebesar 93%, kemudian pada ukuran cacahan 15 x 15 didapatkan nilai beban maksimal rata-rata sebesar 37 N atau mengalami penurunan kualitas sebesar 96%, lalu pada ukuran cacahan 10 x 10 diperoleh nilai beban maksimal rata-rata sebesar 35 N atau mengalami penurunan kualitas sebesar 97%.

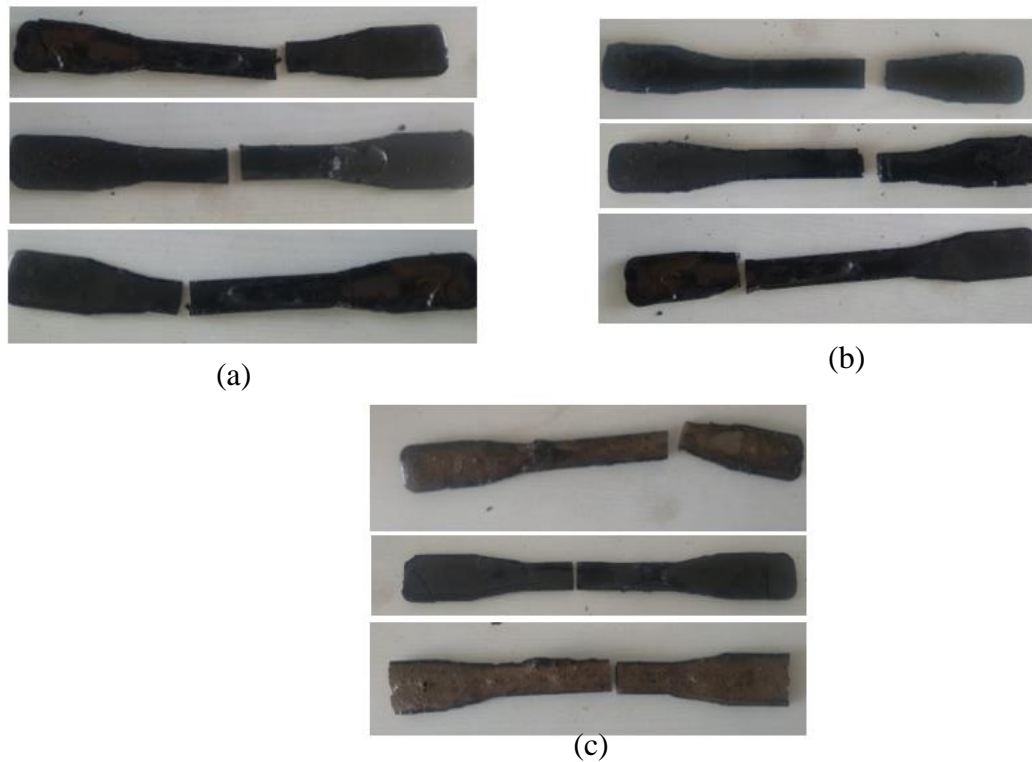
Tabel 4.9 Tabel Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas

NO	Kode Spesimen	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	PP Murni	30	11	1700
2	PET 20 X 20 mm	1.6	0.293	54.7
3	PET 15 X 15 mm	0.7	0.293	24.1
4	PET 10 X 10 mm	0.5	0.280	17.6



Gambar 4.8 Perbandingan Tegangan pada Plastik Polyethylene Murni dan Daur ulang

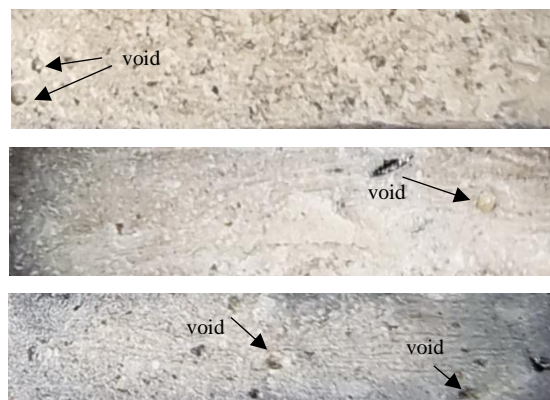
Dari hasil pengujian beban didapat perbandingan plastic *polyethylene* murni dengan hasil daur ulang dimana diperoleh nilai beban maksimal rata-rata dari setiap specimen mengalami penurunan dari nilai beban plastic *polyethylene* murni, dimana pada ukuran cacahan 20 x 20 mm memiliki nilai beban maksimal rata-rata sebesar 1.6 MPa atau dengan penurunan kualitas sebesar 94%, kemudian pada ukuran cacahan 15 x 15 didapatkan nilai beban maksimal rata-rata sebesar 0.7 MPa atau mengalami penurunan kualitas sebesar 97%, lalu pada ukuran cacahan 10 x 10 diperoleh nilai beban maksimal rata-rata sebesar 0.5 Mpa atau mengalami penurunan kualitas sebesar 98%. Menurut Ghiliman (2014) penurunan kualitas uji tarik pada plastic daur ulang disebabkan berkurangnya sifat elastis pada plastic daur ulang, karena plastic daur ulang sebelumnya telah diolah menjadi produk yang mengalami proses pemanasan pada pembentukan sebelumnya sehingga mengalami degradasi sifat – sifatnya dan menurunkan kekuatan tarik. Gambar specimen hasil pengujian tarik pada sampah plastic jenis *polyethylene* dapat dilihat pada Gambar 4.7



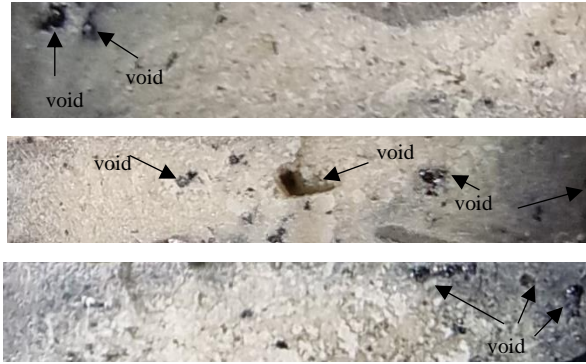
Gambar 4.9 Spesimen setelah dilakukan Uji Tarik Plastik Polyethylene (a) 20 x 20 mm (b) 15 x 15 mm (c) 10 x 10 mm

4.3.3. Foto Makro

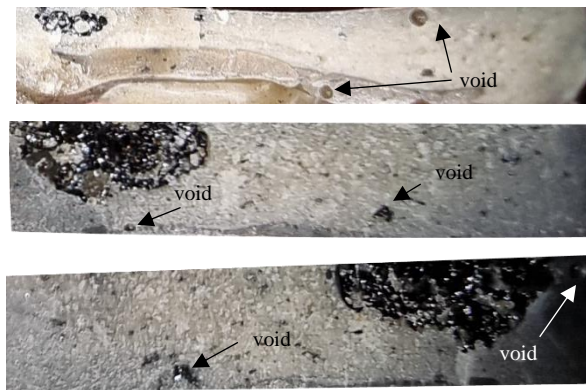
Setelah dilakukan proses uji tarik, hasil perpatahan dari proses uji tarik kemudian dilakukan foto makro pada area patahan hasil uji tarik tersebut untuk mengetahui apakah pada spesimen uji terdapat rongga / *vloit* yang menjadi salah satu factor penyebab penurunan kualitas uji tarik.



Gambar 4.10 Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 20 x 20

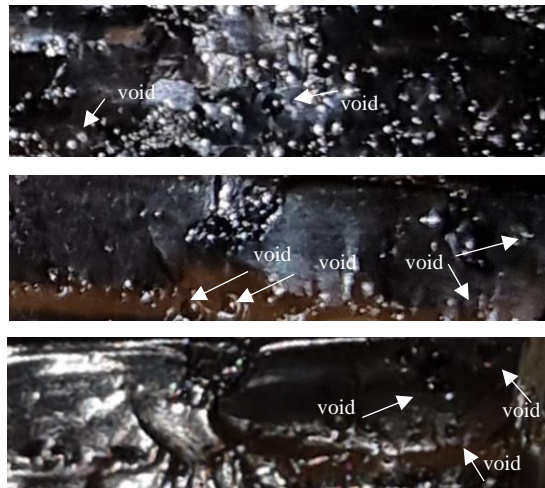


Gambar 4.11 Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 15 x 15

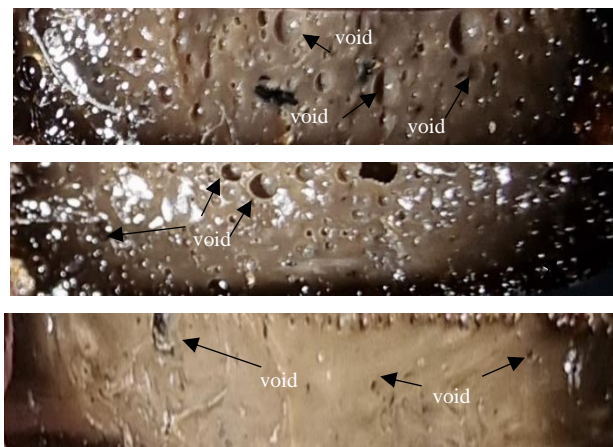


Gambar 4.12 Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polypropylene 10 x 10

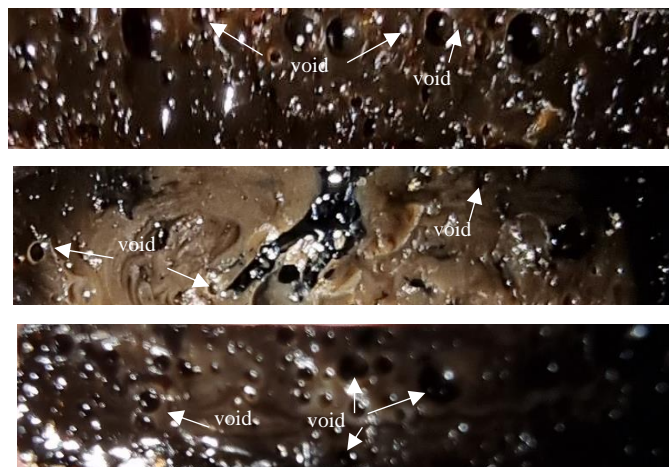
Dari hasil foto makro pada specimen perpatahan hasil uji tarik didapat jika pada variasi ukuran 20 x 20, 15 x 15 dan 10 x 10 terdapat vloid atau lubang lubang kecil yang disebabkan karena cairan yang masuk kedalam cetakan masih terdapat udara yang terperangkap didalamnya. Kemudian pada ukuran cacahan 15 x 15 dan 10 x 10 mm terdapat gumpalan hitam yang merupakan sebuah lelehan plastik yang belum sempurna mencair masuk kedalam cetakan sehingga mengurangi kekuatan tarik dari sampel uji.



Gambar 4.13 Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 20 x 20



Gambar 4.14 Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 15 x 15

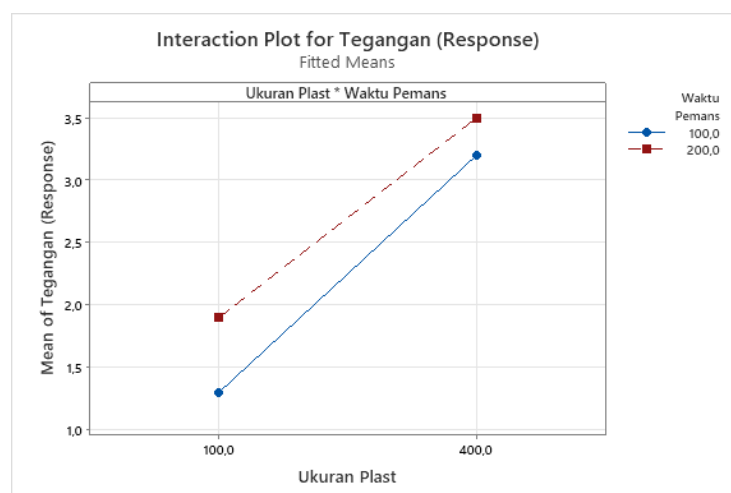


Gambar 4.15 Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 10 x 10

Dari hasil foto makro pada specimen perpatahan hasil uji tarik didapat jika pada variasi ukuran 20 x 20, 15 x 15 dan 10 x 10 terdapat vloid atau lubang lubang kecil yang disebabkan karena cairan yang masuk kedalam cetakan masih terdapat udara yang terperangkap didalamnya. Kemudian pada ukuran cacahan 15 x 15 dan 10 x 10 mm llubang atau vloid semakin banyak dan ukurannya cukup besar yang menyebabkan berkurangnya kekuatan tariknya. Kemudian pada cacahan ukuran 10 x 20 terdapat gumpalan plastic yang disebabkan waktu pemanasan yang kurang sehingga lelehan yang belum sempurna masuk kedalam cetakan hingga mengeras.

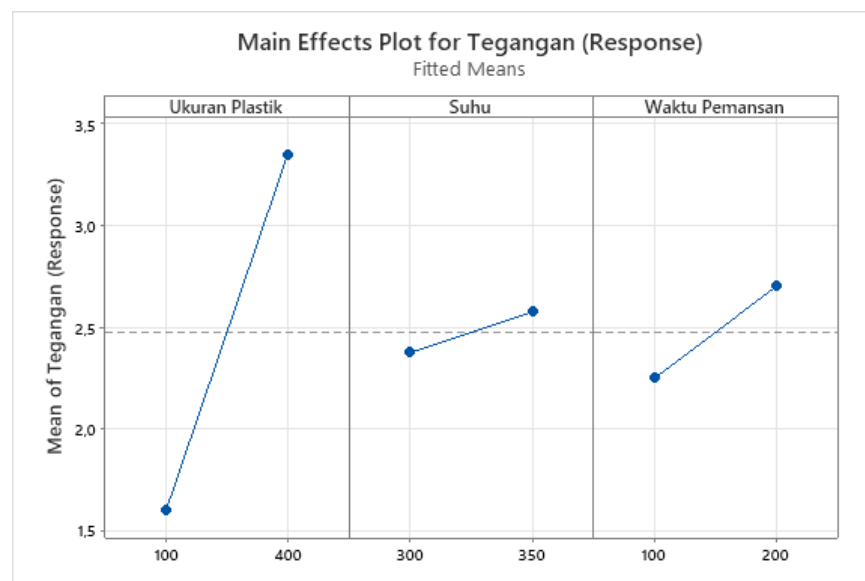
4.4 Analisa Factorial Method DoE

Menurut Sugiyono (2010), desain faktorial yaitu modifikasi dari desain true experimental, dengan memperhatikan kemungkinan adanya variabel moderator yang mempengaruhi perlakuan (variabel independen) terhadap hasil (variabel dependen). Variable independent pada penelitian ini berupa ukuran cacahan plastic dan variable dependen yaitu hasil uji tarik dari proses pemansan plastic. Didapat gravik perbandingan antara tegangan tarik dengan ukuran cacahan, kemudian tegangan dengan suhu pemanasan, dan tegangan dengan waktu pemanasan. Grafik perbandingan dapat dilihat pada Gambar 4.16



Gambar 4.16 Grafik perbandingan tegangan dengan ukuran plastic dengan Waktu pemansan

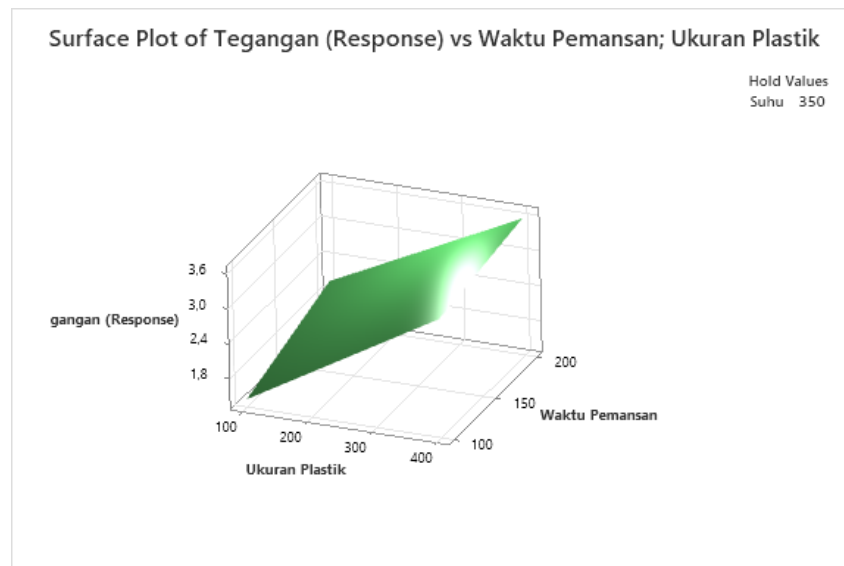
Terlihat pada gambar 4.16 Tegangan tarik yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh ukuran, waktu pemansan. Dari gambar tersebut terlihat jika nilai kekuatan tarik mengalami peningkatan seiring dengan besarnya ukuran cacahan plastic dan semakin lama proses pemanasan plastic. Oleh karena itu semakin besar ukuran plastic dan semakin lama waktu pemansannya kekuatan tarik yang dihasilkan akan semakin baik, kemudian pada ukuran cacahan yang kecil dengan waktu pemansa yang singkat menyebabkan berkurangnya kekuatan tariknya yang disebabkan ketidak sempurn pelehan plastic yang menyebabkan terjadinya void padspesimen uji tarik. Void biasanya terjadi disebabkan karena adanya udara pada lelehan plastic yang masih terperangkap pada hasil lelehan plastic, sehingga Ketika specimen mengeras udara yang teperangkan tersebut menjadi rongga- rongga yang dapat mengurangi nilai tegangan tarik dari specimen uji.



Gambar 4.17 Grafik perbandingan tegangan dengan ukuran plastic, suhu, dan waktu pemansan

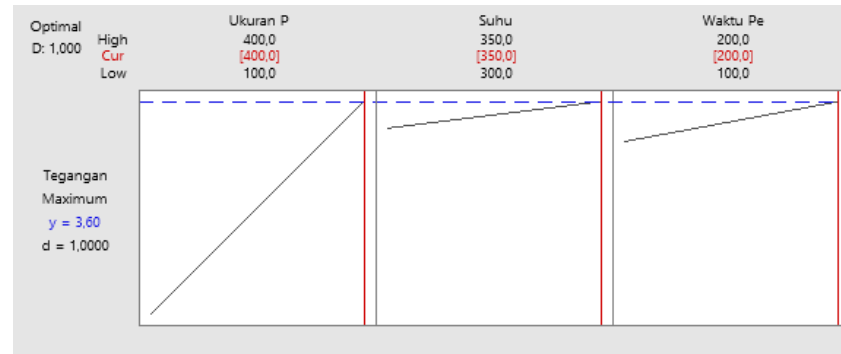
Terlihat pada gamabr 4.17 jika peningkatan kekuatan seiring dengan peningkatan waktu pemanasan dan juga tempratur yang digunakan. Jika tempratur tinggi dan waktu pemansannya lama hasil kekuatan yang didapat

semakin tinggi namun jika waktu pemanasan dipercepat nilai kekuatan tarik mengalami penurunan seiring dengan suhu yang menurun. Hal tersebut dijelaskan juga pada penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2020) pada pengujian temperatur yang rendah diperoleh nilai kekuatan tarik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan temperatur yang tinggi hal tersebut disebabkan karena meingkatnya atom atom yang tersusun secara tidak teratur (*amorphous*) yang terbentuk pada material plastic.



Gambar 4.18 Gambar Interaction effect

Pada gambar 4.18 terlihat faktor - factor yang mempengaruhi nilai kekuatan tarik factor tertinggi yang mempengaruhi kekuatan tarik ukuran cacahan, semakin besar ukurannya dan semakin lama waktu proses pemanasannya kualitas tegangan yang dihasilkan semakin besar, hal tersebut disebabkan karena semakin lama proses pemanasan plastiknya cairan plastic yang keluar akan semakin baik dan juga udara yang terperangkap pada cairan juga semakin kecil. Hal tersebut jug adibahas pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhadi (2020) menjelaskan adanya lubang yan cukup besar disebabkan temperatur yang tinggi membuat material leebih mencari sehingga pada proses injeksi udara masuk pada bagian specimen dan menyebabkan cacat berlubang di tengah specimen. Banyaknya lubang *void* akan mengurangi luas penampang spesiemn yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan material tersebut.



Gambar 4.19 Data Optimalisasi

Dari Gambar 4.19 diperoleh nilai optimum yang didapat pada penelitian ini dengan memvariasikan ukuran cacahan plastic dengan temperatur 350°C . dimana pada waktu pemansan 200 detik dan dengan ukuran cacahan 20 x 20 mm (400 mm²) diperoleh nilai kekuatan tarik maksimal dengan nilai 3.6 MPa.

4.4 Analisa dan Pembahasan

Pada gambar 4.4 dan 4.5 dijelaskan dari hasil tersebut data pengujian variasi cacahan material plastic PP daur ulang. Diketahui bahwa terjadi penurunan tegangan dari material PP daur ulang, jika dibandingkan dengan PP Murni nilai tegangan sebesar 27 MPa, penurunan tegangan dari variasi ukuran cacahan 20 x 20 dengan nilai rata – rata dari 3 spesimen pengujian yaitu 3.1 MPa dan 163 N (penurunan 85%), kemudian nilai tegangan terendah pada variasi cacahan 10 x 10 mm dengan nilai rata rata dari 3 spesimen 1.1 MPa dan 58 N (penurunan 96%). Penurunan nilai kekuatan tarik juga terjadi pada material plastic PET penurunann nilai tegangan dan beban tarik sebesar 94% (1.6 MPa dan 82 N) dan penurunan tertinggi sebesar 98% (0.5 MPa dan 25 N). Penurunan kekuatan tarik dan beban tarik disebabkan tingginya tempratur pada proses pemanasan menyebabkan rendahnya nilai ketahanan mekanis pada material daur ulang. Jika dilihat dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yanel (2022) plastic daur ulang PP mengalami penurunan tegangan degan persentase penurunan terkecil yaitu 94.1 % dan persentase penurunan terbesar yaitu 97,8% yang digunakan sebagai pot bunga.

Dari gambar 4.10 sampai 4.15 dapat dikatakan bahwa semakin besar ukuran cacahan maka waktu yang dibutuhkan untuk plastic mencair semakin lama dan semakin lama proses pemanasan plastic yang mencair akan semakin baik sehingga memiliki kekuatan tarik yang semakin baik. Jika dilihat pada gambar 4.12 dengan variasi cacahan 10 x 10 terdapat gumpalan hitam yang merupakan hasil pelelehan plastic yang belum mencair yang masuk kedalam cetakan hal tersebut disebabkan karena waktu pemanasan yang kurang lama kemudian masih terdapat vloid atau lubang pada specimen uji. menurut Hakim (2020) besar dan banyaknya jumlah vloid akan mengurangi luas penampang specimen yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan material tersebut, semakin besar rongga (vloid) yang terdapat pada specimen maka akan mengurangi nilai kekuatan tariknya, yang mengakibatkan specimen lebih getas. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian ini dimana pada specimen uji material plasti PET masih terdapat banyak rongga (vloid) yang menyebabkan nilai kekuatan tariknya menurun.