

**ANALISA HASIL CACAHAN PLASTIK TERHADAP  
KEKUATAN TARIK MATERIAL PLASTIK JENIS PP DAN  
PET PADA MESIN PENGOLAH PLASTIK**

**Skripsi**



Disusun Oleh:

**RAKA IRAWAN**

**3331180009**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**CILEGON – BANTEN**

**2022**

**ANALISA HASIL CACAHAN PLASTIK TERHADAP  
KEKUATAN TARIK MATERIAL PLASTIK JENIS PP DAN  
PET PADA MESIN PENGOLAH PLASTIK**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagai persyaratan mencapai derajat Sarjana S1  
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

**RAKA IRAWAN**

**3331180009**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN**

**2022**

## TUGAS AKHIR

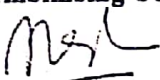
### Analisa Hasil Cacahan Plastik Terhadap Kekuatan Tarik Material Jenis PP dan PET Pada Mesin Pengolah Plastik


Dipersiapkan dan disusun oleh:

Raka Irawan  
3331180009

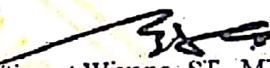
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 28 September 2022


Pembimbing Utama

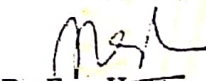
  
Dr. Eng. Hendra, S.T., M.T  
NIP.197311182003121002

  
Dr. Mektas Hermiana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002

Anggota Dewan Penguji

  
Slamet Wiyono, ST., MT.  
NIP.197312182005011001

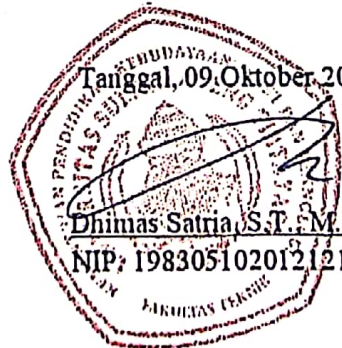
  
Ipriek Setiawan, ST., M.Eng.  
NIP. 197705012003121001

  
Dr. Eng. Hendra, S.T., M.T  
NIP. 197311182003121002

  
Dr. Mektas Hermiana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 09 Oktober 2022

  
Dhimas Satria, S.P., M.Eng.  
NIP: 198305102012121006

# PERSETUJUAN

Skripsi

## ANALISA HASIL CACAHAN PLASTIK TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL PLASTIK JENIS PP DAN PET PADA MESIN PENGOLAH PLASTIK

Yang dipersiapkan dan disusun oleh


**Raka Irawan**

**3331180009**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing Skripsi

Pada tanggal 21 September 2022

Dosen Pembimbing



**Dr. Eng. Hendra, ST., MT.**

**NIP. 197311182003121002**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 28 September 2022

**Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



**Dhimas Satria, S.T., M.Eng**

**NIP. 198305102012121006**

# PERSETUJUAN

Skripsi

## ANALISA HASIL CACAHAN PLASTIK TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL PLASTIK JENIS PP DAN PET PADA MESIN PENGOLAH PLASTIK

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Raka Irawan**

**3331180009**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing Skripsi


Pada tanggal 21 September 2022

Dosen Pembimbing 1,



**Dr. Eng. Hendra, ST., MT.**  
**NIP. 197311182003121002**

Dosen Pembimbing 2,




**Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T.**  
**NIP. 198902262015041002**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 28 September 2022

**Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



**Dhimas Satria, S.T., M.Eng**

**NIP. 198305102012121006**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Raka Irawan

NPM : 3331180009

Judul : Analisa Hasil Cacahan Plastik Terhadap Kekuatan Tarik  
Material Plastik Jenis PP Dan PET Pada Mesin Pengolah Plastik

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

### MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 18 Oktober 2022



**Raka Irawan**

**NPM. 3331180009**



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Hasil Cacahan Plastik Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik Jenis PP dan PET Pada Mesin Pengolah Plastik”. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Terwujudnya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Eng, Hendra, ST., MT. selaku dosen pembimbing satu yang telah menyediakan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Dr.. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dua yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Ipik Setiawan, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing akadiemik yang telah membimbing selama perkuliahan
5. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T. selaku koordinator tugas akhir yang telah banyak membantu dalam melaksanakan tugas akhir.
6. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis saat pelaksanaan penelitian sampai penyusunan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2018 atas bantuan doa dan semangatnya.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran agar penulis dapat menjadi lebih baik lagi kedepannya. Semoga tugas akhir ini dapat diterima dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Cilegon, September 2022

Penulis

## **ABSTRAK**

### **Analisa Hasil Cacahan Plastik Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik Jenis PP dan PET Pada Mesin Pengolah Plastik**

Disusun Oleh :

**RAKA IRAWAN**

**3331180009**

Plastik merupakan barang pengemas yang sering digunakan oleh masyarakat dalam berbagai kebutuhan sehari-hari. Plastik yang memiliki sifat yang ringan, fleksibel, tahan air, praktis dan juga harganya yang relative murah dibandingkan bahan kemasan lainnya membuat produk ini diminati oleh masyarakat. Namun sifat plastik yang sulit untuk diurai oleh alam meski sudah tertimbun bertahun-tahun, setidaknya limbah dapat terurai oleh tanah setidaknya 200 hingga 400 tahun lamanya. Oleh sebab itu perlu dilakukan system pengolahan limbah plastik untuk menjadi sebuah produk yang dapat digunakan Kembali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hasil potongan limbah plastik PP dan PET terhadap waktu pemanasan dengan kawat nikelin dan untuk mengetahui sifat mekanik dari produk yang dihasilkan dengan menggunakan uji tarik. Hasil yang didapat dari penelitian ini berupa waktu pemanasan pada setiap jenis plastic PP dan PET dengan variasi ukuran dimana waktu pemanasan terlama yaitu 193 detik pada plastic PP dengan cacahan 20 x 20 mm dan waktu pelelehan tercepat yaitu 110 detik pada plastic PET dengan variasi cacahan 10 x 10. Kemudian diperoleh nilai kekuatan Tarik tertinggi pada plastic PP yaitu 3.16 Mpa dengan nilai beban max 164 N . Sedangkan pada plastik PET mempunyai nilai kekuatan Tarik sebesar 1.6 MPa dengan beban max 83.5 N

**Kata Kunci :** Injeksi Molding, *Polyethylene, Polypropylene, Tensile Strage*



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Limbah Plastik.....	5
2.2 Plastik .....	6
2.3 <i>Polypropylene (PP)</i> .....	8
2.4 <i>Polyethylene (PET)</i> .....	10
2.5 Mesin Pengolah Plastik .....	10
2.6 Proses Injection .....	12
2.7 Uji Tarik .....	12
2.8 Desain of Eksperimen (DoE).....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17

3.2	Metode Penelitian .....	18
3.3	Tahapan Penelitian .....	18
3.4	Alat dan Bahan Penelitain .....	20
3.5	Persiapan Spesimen Uji .....	24
3.5.1	Prosedur Pembuatan Spesimen.....	24
3.5.2	Persiapan Pengujian Tarik .....	24
3.5.3	Proses Pembuatan Cetakan.....	26
3.6	Prosedur Pengujian tarik .....	26

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Waktu Pemanasan Plastik.....	28
4.2	Hasil Pembuatan Speimen .....	29
4.3	Pengujian Benda Uji Tarik .....	31
4.3.1	Hasil Pengujian Plastik <i>Polypropylene</i> .....	32
4.3.2	Hasil Pengujian Plastik <i>Polyethylene</i> .....	36
4.3.3	Foto Makro .....	40
4.4	Analisa Factorial Method DoE .....	42
4.5	Hasil dan Pembahasan .....	45

#### **BAB V KESIMPULAN**

5.1	Kesimpulan .....	48
5.2	Saran .....	48

#### **LAMPIRAN**

- A. Grafik Tegangan Regangan Hasil Uji Tarik Plastik *Polypropylene*
- B. Grafik Tegangan Regangan Hasil Uji Tarik Plastik *Polyethylene*
- C. Perhitungan Hasil Pengujian Tarik

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Kode Jenis Plastik .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Mesin Pengolah Plastik .....	12
<b>Gambar 2.3</b> Grafik Derofmasi tegangan renggangan.....	13
<b>Gambar 2.4</b> Grafik Derofmasi tegangan renggangan.....	14
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	16
<b>Gambar 3.2</b> Proses Pencacahan Limbah Plastik .....	17
<b>Gambar 3.3</b> Proses Pemanasan Plastik .....	18
<b>Gambar 3.4</b> Proses Cairan Plastik Keluar Melalui Nozel .....	18
<b>Gambar 3.5</b> Proses Pendinginan .....	19
<b>Gambar 3.6</b> Proses Pengujian Tarik.....	19
<b>Gambar 3.7</b> Jangka Sorong .....	20
<b>Gambar 3.8</b> Gerinda Mini .....	20
<b>Gambar 3.9</b> Gunting.....	21
<b>Gambar 3.10</b> Timbangan.....	21
<b>Gambar 3.11</b> Mesin Pengolah Plastik.....	22
<b>Gambar 3.12</b> Cetakan ASTM D638 Tipe 1 .....	22
<b>Gambar 3.13</b> Alat Uji Tarik Digital Force Gauge .....	23
<b>Gambar 3.13</b> Limbah plastic PP .....	23
<b>Gambar 3.14</b> Limbah Plastik PET .....	24
<b>Gambar 3.15</b> Minyak Sayur .....	24
<b>Gambar 3.16</b> Standar ASTM D638 .....	26
<b>Gambar 4.1</b> Grafik perbandingan waktu pemansan Plastik .....	28
<b>Gambar 4.2</b> Spesimen Uji Plastik Polyppropylene (a) 20 x 20 mm (b) 10 x 10 mm (c) 15 X 15 mm .....	30
<b>Gambar 4.3</b> Spesimen Uji Plastik Polyppropylene (a) 20 x 20 mm (b) 10 x 10 mm (c) 15 X 15 mm .....	30
<b>Gambar 4.4</b> Perbandingan plastic <i>polypropylene</i> murni dan daur ulang .....	34
<b>Gambar 4.5</b> Grafik perbandingan Tegangan plastic <i>polypropylene</i> murni dan daur ulang.....	35

<b>Gambar 4.6</b> Spesimen setelah dilakukan Uji Tarik Plastik Polyppropylene (a) 20 x 20 mm (b) 15 x 15 mm (c) 10 x 10 mm .....	36
<b>Gambar 4.7</b> Perbandingan Beban pada Plastik Polyethylene Murni dan Daur ulang .....	37
<b>Gambar 4.8</b> Perbandingan Tegangan pada Plastik Polyethylene Murni dan Daur ulang .....	38
<b>Gambar 4.9</b> Spesimen setelah dilakukan Uji Tarik Plastik Polyethylene (a) 20 x 20 mm (b) 15 x 15 mm (c) 10 x 10 mm .....	39
<b>Gambar 4.10</b> Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 20 x 20 .....	39
<b>Gambar 4.11</b> Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 15 x 15 .....	40
<b>Gambar 4.12</b> Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 10 x 10 .....	40
<b>Gambar 4.13</b> Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 20 x 20 .....	41
<b>Gambar 4.14</b> Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 15 x 15 .....	41
<b>Gambar 4.15</b> Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 10 x 10 .....	41
<b>Gambar 4.16</b> Grafik perbandingan tegangan dengan ukuran plastic dengan Waktu pemansan .....	42
<b>Gambar 4.17</b> Grafik perbandingan tegangan dengan ukuran plastic, suhu, dan waktu pemansan .....	43
<b>Gambar 4.18</b> Gambar Interaction effect .....	44

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.1</b> Properties bahan <i>Polypropylene</i> .....	9
<b>Tabel 1.2</b> Properties bahan <i>Polyethylene</i> .....	10
<b>Tabel 4.1</b> Tabel waktu pemanasan plastic.....	28
<b>Tabel 4.2</b> Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik PP variasi cacahan 20 x 20 mm .....	32
<b>Tabel 4.3</b> Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik PP variasi cacahan 15 x 15 mm .....	33
<b>Tabel 4.4</b> Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik PP variasi cacahan 10 x 10 mm .....	33
<b>Tabel 4.5</b> Tabel Tegangan Regangan dan modulus elastisitas Plastik PP.....	34
<b>Tabel 4.6</b> Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik PET variasi cacahan 20 x 20 mm .....	36
<b>Tabel 4.7</b> Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik PET variasi cacahan 15 x 15 mm .....	37
<b>Tabel 4.8</b> Beban Maximal Pengujian Tarik Plastik PET variasi cacahan 10 x 10 mm .....	37
<b>Tabel 4.9</b> Tabel Tegangan Regangan dan modulus elastisitas Plastik PET ....	38

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan barang pengemas yang sering digunakan oleh masyarakat dalam berbagai kebutuhan sehari-hari. Penggunaan plastik di Indonesia sangatlah tinggi, menurut data Badan Pusat Statistika (BSP) sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun dan 3,2 juta ton plastik dibuang ke laut dan terdapat 85 ribu ton kantong plastik terbuang ke lingkungan masyarakat. Faktor yang mempengaruhi meningkatnya jumlah sampah karena pertambahan penduduk di Indonesia yang mencapai 2,75% dan juga meningkatnya kebutuhan konsumsi masyarakat terhadap penggunaan produk plastik, maka diperlukan pengolahan sampah plastik yang tepat (Arini et al., 2017). Oleh karena itu berbagai inovasi – inovasi bermunculan untuk mengatasi persoalan limbah plastik di Indonesia, salah satunya dengan membuat alat Mesin Pencacah Plastik.

Plastik yang memiliki sifat yang ringan, fleksibel, tahan air, praktis dan juga harganya yang relative murah dibandingkan bahan kemasan lainnya membuat produk ini diminati oleh masyarakat. Namun sifat plastik yang sulit untuk diurai oleh alam meski sudah tertimbun bertahun-tahun, setidaknya limbah dapat terurai oleh tanah setidaknya 200 hingga 400 tahun lamanya (Prasanko et al., 2017). Dikarenakan lamanya sampah plastik terurai yang kemudian mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan sekitar, dan menyebabkan berkurangnya kesuburan pada tanah akibat pengaruh zat kimia pada plastik yang terimbun tanah. Terdapat tiga prinsip pengelolaan sampah dengan berwawasan lingkungan yang sistematis menyeluruh dan berkesinambungan, disebut dengan 3R yaitu (*reduce*) mereduksi timbulan, (*reuse*) pemanfaatan kembali dan, (*recycle*) daur ulang (Jazani et al., 2017).

Terdapat banyak sekali cara dalam melakukan daur ulang (*Recycle*) salah satunya dengan menggunakan alat mesin pengolah plastik yang dilengkapi dengan pemanas untuk membentuk plastik dengan bentuk yang baru hingga memiliki nilai guna (Jazani et al., 2017). Mesin pencacah

plastik ini merupakan rangkaian dari mesin injeksi plastik sebagai awal dalam proses daur ulang limbah dengan cara merubah bentuk menjadi cacahan atau dengan menghancurkan limbah menjadi serpihan kecil, kemudian serpihan plastic akan dimasukan kedalam hopper yang kemudian plastik akan dipanaskan pada barrel kemudian hasil lelehan serpihan plastic tersebut didorong oleh screw untuk dilakukan proses injeksi yang kemudian akan dicetak didalam cetakan hingga terbentuk produk yang diinginkan.

Untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan perlu dilakukan proses pengujian material, terdapat banyak proses pengujian yang dapat dilakukan untuk melihat kualitas produk salah satunya yaitu dengan pengujian tarik atau *tensile strength*. Penelitian mengenai pengujian pada produk berbahan plastik sudah pernah ada yang meneliti sebelumnya, yaitu penelitian mengenai kualitas produk pada jenis High Density Polyethylene (HDPE) dan Low Density Polyethylene (LDPE). Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian tarik dengan bentuk bahan yang akan diuji (*specimen*) menggunakan standar ASTM D 638 tipe I dan metode pemanasan langsung menggunakan api dan panic sebagai alas pembakaran. sehingga diperoleh nilai tegangan maksimum rata – rata pada bahan High Density Polyethylene (HDPE) sebesar 95,7 N dan pada bahan plastic LDPE mempunyai kekuatan maksimal 112,9 N. (WINARNO, 2018)

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kekuatan kualitas dari produk plastic, salah satunya dengan mesin pengolah plastik ini dengan membedakan jenis sampah plastic yang akan digunakan kemudian dibentuk specimen uji untuk dilakukan proses pengujian tarik. Maka dari itu penelitian ini akan membahas pengaruh jenis plastic PP dan PET terhadap kekuatan tarik yang dihasilkan pada mesin pengolah plastic dengan variasi ukuran dari hasil proses pencacahan. Dengan tujuan mendapatkan kekuatan tarik yang terbaik dari proses pengolahan plastic menggunakan mesin pengolah plastic. Dengan harapan pada kemudian hari dapat dipergunakan dan mengurangi ketersediaan sampah dimasyarakat.



## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapat pada penelitaian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi ukuran cacahan limbah plastik jenis PP dan PET terhadap tempratur dan hasil produk yang dihasilkan ?
2. Bagaimana kekuatan mekanis dari produk yang dihasilkan dari pemanasan dengan menggunakan kawat nikelin ?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang didapat pada penelitaian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis plastik yang digunakan yaitu PET dan PP
2. Suhu yang digunakan konstan disuhu 350°C
3. Variasi ukuran yang digunkan 20x20 15x15 dan 10x10 mm dengan ketebalan 0.2 mm
4. Pengujian mekanik dilakukan dengan menggunakan uji tarik
5. Spesimen menggunakan standar ASTM D 638 tipe I

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang didapat pada penelitaian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh hasil potongan limbah platik PP dan PET terhadap waktu pemanasan dengan kawat nikelin
2. Mengetahui sifat mekanik dari produk yang dihasilkan dengan menggunakan uji tarik

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat pada penelitaian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui pengaruh variasi ukuran terhadap hasil produk yang dihasilkan
2. Dapat mengetahui kekuatan mekanik dari produk yang dihasilkan

3. Dapat menjadikan referensi dalam pengembangan alat pencacah plastik dalam ruang lingkup jurusan teknik mesin.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika yang ada pada penelitaian ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menggambarkan tentang arah dan perancangan penelitian yang meliputi, latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan skripsi

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang hasil penelitian yang berhubungan dengan teori - teori dasar seperti, Limbah Plastik, Plastik dan Jenisnya, Penjelasan jenis plastik *PP Polypropylene*, *PET Polyethylene Terephthalate*, teori mesin pengolah plastik dan prinsip kerjanya, proses Injection, Pengujian Tarik dan dan teori - teori yang berhubungan dengan pengambilan judul skripsi ini

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang Diagram alir penelitian, Tahapan Penelitian ,Alat dan bahan penelitian, persiapan specimen uji, Prosedur pembuatan spesimen, Persiapan pengujian tarik , Proses Pembuatan Cetakan,dan prosedur pengujian tarik

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang proses pengolahan data hasil pengujian berupa waktu pemasangan,pengujian benda uji Tarik, Hasil Pengujian Plastik *Polypropylene*, Hasil Pengujian Plastik *Polyethylene*, Hasil Rata-Rata Uji Tarik dan Hasil pembahasan Pengujian Tarik.

### **BAB V KESIMPULAN**

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Plastik**

Limbah merupakan material sisa atau material yang sudah tidak bisa dipakai yang berasal dari proses teknologi maupun alam yang keberaannya yang tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis (Nasution, 2015). Plastik merupakan sebuah material yang memiliki sifat yang ringan, elastis, fleksibel, kedap air praktis dan juga harganya yang relative murah dibandingkan bahan kemasan lainnya (Prasanko et al., 2017). Namun material plastik sulit untuk diurai oleh alam karena zat kimia yang terdapat didalamnya, bahkan limbah plastik baru dapat terurai setidaknya 200 hingga 400 tahun karena lamanya waktu penguraian limbah plastik terjadi penumpukan hingga menyebabkan tercemarnya lingkungan akibat penumpukan dan pembuangan limbah plastik secara sembarangan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yusari dan Purwohandoyo pada tahun 2020, Kawasan yang memiliki timbunan sampah plastik cukup tinggi adalah kawasan perumahan, cagar budaya, pariwisata, dan kawasan perdagangan dan jasa, dimana 10,79 persen dari total sampah permukiman merupakan sampah berjenis plastik. Sedangkan 16,24 persen dari total sampah nonpermukiman merupakan sampah berjenis plastik untuk kawasan nonpermukiman (Yusari & Purwohandoyo, 2020). Dari penelitian tersebut diketahui jika konsumsi masyarakat terhadap penggunaan bebahan plastik semakin sering digunakan oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian limbah plastik agar tidak terjadi penumpukan sehingga mencemari lingkungan sekitar, terdapat beberapa cara dalam pengendalian limbah plastik salah satunya dengan cara mendaur ulang (*recycle*) limbah plastik menjadi produk baru yang lebih bernilai ekonomis.

## 2.2 Plastik

Menurut jazani (2017) plastic merupakan material terbentuk dari turunan minyak bumi yang diperoleh dari proses penyulingan.(Jazani et al., 2017). Plastik adalah polimer, rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau "monomer".Pakar ilmu material, Van Vlack (1889) berpendapat “Polimer dihasilkan melalui penggabungan banyak unit tunggal (monomer) menjadi satu rantai molekuler”. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat hingga membuat material ini sering digunakan oleh masyarakat dalam berbagai kebutuhan, namun plastik yang tidak dapat terurai oleh alam setelah digunakan sehingga dapat mencemari lingkungan karena zat kimia yang terkandung didalamnya.

Plastik terbagi menjadi 7 berdasarkan jenisnya yaitu *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS) dan Other. (Jazani et al., 2017)

### a. PE / PET (*Polyethylene Terephthalate*)

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan Jenis plastik yang banyak digunakan di pasaran karena memiliki berbagai keunggulan dari segi sifat. diantaranya, mudah dibentuk, jenis plastik yang tahan terhadap bahan kimia, dapat digunakan pada suhu rendah, sangat halus dan fleksibel, tidak mudah sobek, tidak berbau aneh, memiliki ketahanan yang baik dan transmisi gas yang cukup tinggi, sehingga tidak cocok untuk kemasan bahan beraroma. Umumnya digunakan dalam kemasan makanan atau kemasan berbagai makanan olahan. Sesuai dengan karakteristik dan kinerjanya, PE/PET banyak digunakan dalam kemasan makanan atau minuman. Bahan yang digunakan dalam plastik PE/PET termasuk dalam jenis termoplastik

### b. HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan Jenis plastik,yang masih termasuk dalam keluarga PE. Untuk mendapatkan hasil HDPE saja membutuhkan proses yang sangat berbeda agar dapat dihasilkan

High Density Polyethylene yang berkualitas tinggi. Sehingga memperoleh ketahanan pada suhu sekitar 1200°C . Tidak hanya itu, transparansi bahan plastik jenis ini sedikit buruk, dan biasanya digunakan untuk kemasan keras atau bahkan sebagai bahan baku tutup wadah. Sangat cocok untuk mengemas makanan karena dapat melindungi produk dari gesekan atau tekanan. Dan dapat membuat produk tahan air dan tahan panas. Tak heran banyak pihak yang menggunakan tipe ini sebagai

c. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC (*Polyvinyl Chloride*) merupakan produk plastik yang umumnya digunakan untuk kemasan kaku dengan sifat yang dimilikinya, kemudian bahasn ini juga tahan terhadap asam dan alkali namun akan berwarna kuning apabila terkena pasnas tan PVC ini tidak mudah sobek. Biasanya digunakan untuk memproduksi profil pintu dan jendela, pipa, isolasi kawat dan kabel serta masih banyak lagi.

d. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE (*Low Density Polyethylene*) pada umumnya srering digunakan dalam proses pembungkusan sayur - sayuran, makanan atau buah – buahan. Kemudian jenis material LDPE terkenal dengan sifat yang dimilikinya yaitu berwarnabening jernih dan tidak tembbus pandang.

e. PP (*Polypropylene*)

PP (*Polypropylene*) Pada bahan ini termasuk jenis yang tahan lemak atau minyak, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap alkali dan asam dan memiliki bentuk yang lebih kaku dibandingkan jenis PE. Terkenal dengan keunggulannya dalam impact strength dan permukaan yang mengkilap. Sebagai contoh penggunaannya adalah kemasan rokok, keripik, roti dan masih banyak lainnya.

f. PS (*Polystyrene*)

PS (*Polystyrene*) merupakan jenis material platik yang tidak disarankan untuk digunakan bahkan sebaiknya dihindari karena

berpotensi merusak jaringan syaraf otak dan hanya boleh digunakan 1 kali saja untuk kemasan makanan dan juga minuman.

g. Other

Other merupakan jenis plastik yang tidak terbuat dari 6 jenis material plastik diatas Adapun jenis material other adalah *styrene acrylonitrile* (SAN), *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *polycarbonate* (PC) dan *Nylon*.



**Gambar 2.1** Kode Jenis Plastik

(Sumber : Jazani et al. 2017)

Pada dasarnya plastik secara umum digolongkan ke dalam 3 (tiga) macam dilihat dari temperturnya (Prasanko et al., 2017) yakni:

1. Bahan Thermoplastik (Thermoplastic) akan lentur apabila dipanaskan dan setelah didinginkan akan dapat mengeras. Contoh bahan thermoplastik adalah: Polistiren, Polietilen, Polipropilen, Nilon, Plastik fleksiglass dan Teflon
2. Bahan Thermoseting (Thermosetting) yaitu plastik dalam bentuk cair dan dapat dicetak sesuai yang diinginkan serta akan mengeras jika dipanaskan dan tetap tidak dapat dibuat menjadi plastik lagi. Contoh Bakelit, Silikon dan Epoksi.
3. Bahan Elastis (Elastomer) yaitu bahan yang sangat elastis. Contoh bahan elastis adalah : karet sintetis.

### 2.3 **Polypropylene (PP)**

*Polypropylene* (PP) adalah "*polimer adisi*" termoplastik yang terbuat dari kombinasi *monomer propilena*. Ini digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memasukkan kemasan untuk produk konsumen, komponen plastik untuk berbagai industri termasuk industri otomotif. *Polypropylene*

pertama kali dipolimerisasi pada tahun 1951 oleh sepasang ilmuwan minyak Phillips bernama Paul Hogan dan Robert Banks dan kemudian oleh ilmuwan Italia dan Jerman Natta dan Rehn. Natta menyempurnakan dan mensintesis resin *polypropylene* pertama di Spanyol pada tahun 1954, dan kemampuan *polypropylene* untuk mengkristal menciptakan banyak kegembiraan. Pada 1957, popularitasnya meledak dan produksi komersial meluas mulai di seluruh Eropa. Hari ini adalah salah satu plastik yang paling umum diproduksi di dunia. Pada saat ini bahan jenis *polypropylene* sering digunakan sebagai alat untuk membungkus makanan yang akan dihangatkan kembali.

*Polypropylene* (PP) yang memiliki masa jenis rendah (0,90-0,92) dan termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polymer, mempunyai tempratur leleh yang tinggi tahan terhadap zat kimia seperti *alcohol*, *hidrokarbon* Sifat bahan *polypropylene* yang memiliki kekuatan tarik, kelenturan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahas plastik jenis lainnya menjadikan bahan jenis ini sering digunakan, namun memiliki kekurangan pada suhu yang rendah terhadap ketahanan dalam menhahan beban impak dan dapat terdegradasi oleh UV dan mudah terbakar

**Tabel 1.1** Properties bahan *Polypropylene*

General Properties of Generic Unfilled PP Homopolimer	
Specific Gravity	0,9
Kekuatan Tarik (MPa)	30
Modulus tarik (MPa)	1500
Elongation (%)	20
$T_m$ (°C)	200-300



## 2.4 Polyethylene Terephthalate (PET)

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan jenis plastik polimer thermoplastic serbaguna yang termasuk dalam kelompok polimer polister dengan memiliki keunggulan sifat dalam segi mekanis, thermal dan juga resisten terhadap zat kimia. Untuk mengetahui suatu kemasan menggunakan Plastik *Polyethylene Terephthalate* dengan dasar melihat symbol daur ulang dengan angka 1 dan merupakan thermoplastic yang banyak dilakukan daur ulang dibandingkan plastic lainnya.

Pada umumnya plasti PET memiliki titik leleh sekitar 200°C - 250°C, kemudian plastic PET juga merupakan jenis plastic yang tahan terhadap reaksi kimia, Ketika suhu terlalu tinggi dan suhu terlalu rendah, PET dapat mempertahankan sifatnya. Biasanya jenis plastic PET banyak digunakn dalam kehidupan dan digunakan setiap hari seperti, botol minum kemasan, sedotan, kantong plastic, Kemasan makanan serta perlatan otomotif seperti tangkai wiper, headlamp, dan lain lain.

**Tabel 1.2** Properties bahan *Polyethylene Terephthalate*

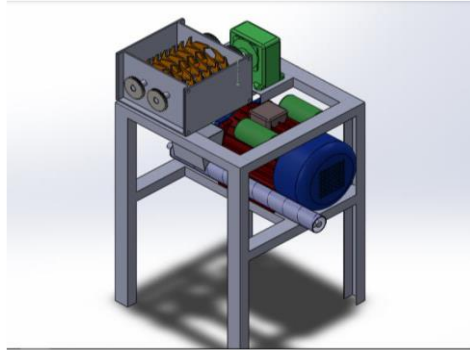
<i>General Properties of Generic Unfilled PET</i>	
Specific Gravity	0,96
Kekuatan Tarik (Mpa)	50
Modulus Tarik (Mpa)	1700
Elongation (%)	1
$T_m$ (°C)	200-300

## 2.5 Mesin Pengolah Plastik

Mesin pengolah plastik merupakan lanjutan dari ekperimen sebelumnya mesin pencacah plastic yaitu sebuah mesin yang berfungsi unuk mencacah atau memotong plastic menjadi bagian – bagian yang lebih kecil hingga berbentuk serpihan dengan variasi hasil ukuran yang beragam. Penggunaan material jenis platstik dalam kehidupan sehari hari menjadi

konsumsi yang cukup sering digunakan, bisa dilihat jika semua bentuk kemasan menggunakan material plastik dari membungkus makanan, minuman, sayur dan buah buahan semua menggunakan plastik. Namun penggunaan plastik yang berlebihan akan berdampak pada kerusakan pada lingkungan jika limbah yang sudah tidak terpakai dibuang begitu saja, karena sifat plastik yang tidak dapat terkomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan sampah plastik sulit diurai oleh mikroba tanah. Mesin pengolah plastik dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengatasi masalah penguraian limbah plastic, dengan adanya mesin pengolah plastic maka limbah plastic akan diubah menjadi serpihan kemudian dilakukan proses pemanasan untuk dibentuk menjadi produk yang bernilai dan bermanfaat [9].

Mesin pengolah plastik terdapat beberapa komponen yang digunakan untuk membuat plastic menjadi serpihan hingga terbentuk produk baru. Pada penelitian ini mesin pencacah plastik digerakan dengan menggunakan motor AC dengan penggerak transmisi menggunakan roda gigi, pully dan kompling sehingga dapat menggerakkan pisau pencacah (pemotong), kemudian terdapat *hopper* yang terpasang dengan barell yang telah terdapat lilitan kawat nikelin sebagai pemanas hasil dari cacahan pada pisau pemotong. Prinsip kerja dari mesin pencacah plastik ialah limbah plastic yang telah dibersihkan dan diremukan agar mudah pada saat proses pemotongan kemudian. Kemudian plastic akan di potong oleh mesin pencacah plastic hingga ukurannya menjadi kecil atau serbuk, yang kemudian hasil cacahan tersebut masuk kedalam *hopper*, didorong oleh *screw* untuk dilakukan proses pelelehan didalam *barrel* yang telah dililit oleh kawat nikelin hingga berubah bentuk menjadi cair, yang kemudian akan dilakukan pencetakan menggunakan cetakan.



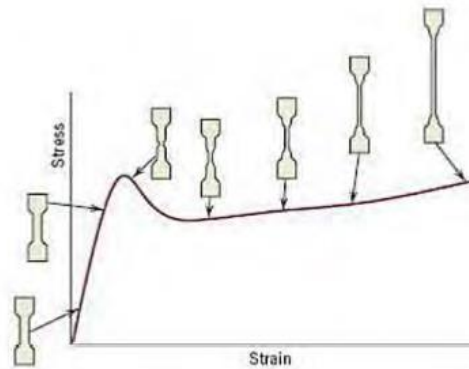
**Gambar 2.2** Mesin Pengolah Plastik

## 2.6 Proses Injection

Proses Injectoin atau *injection time* merupakan proses yang dibutuhkan oleh scew untuk menekan material plastic yang telah dilelehkan masuk kedalam cetakan (*mold*) dimana proses injeksi dipengaruhi oleh *injection stroke, injection speen dan injection pressure* (U. Wahyudi, 2015). Injection proses sangat berpengaruh terhadap produk hasil karena Kecepatan laju plastic yang telah meleleh pada saat pengisian rongga cetakan dapat mempengaruhi hasil yang didapat, jika pada prosesnya terdapat kesalahan atau kurangnya tekanan atau kurangnya waktu pendinginan maka akan menimbulkan kecacatan pada produk yang dibuat.

## 2.7 Uji Tarik

Pengujian Tarik merupakan salah satu metode pengujian untuk mengukur ketahanan material terhadap tarikan (kekuatan material). Uji tarik merupakan salah satu metode pengujian yang paling luas penggunaannya, pada pengujian uji tarik material di beri beban pada salah satu sumbu (*uniaxial loading*) yang mengakibatkan terjadinya deformasi elastis ataupun plastis, kemudian tegangan akibat tarikan akan menimbulkan rengangan elastis (defaormasi elastis). Rengangan elastis akan muncul ketika terdapat tegangan, apabila tegangan dihilangkan maka regangan akan hilang(TSANY, 2017).



**Gambar 2.3** Grafik Derofmasi tegangan renggangan

(Sumber : R. B. S. TSANY, 2017)

Kurva tegangan regangan yang terlihat pada gambar 2.3 didapat dari hasil pengukuran panjang benda uji. Proses pengujian tarik dilakukan dengan cara menarik spesimen uji hingga putus yang bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari proses pengujian tersebut. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau *universal testing standart*. Pada pengujian spesimen berbahan plastik standar yang dapat digunakan adalah standar ASTM D638

Apabila sebuah material ditarik oleh suatu gaya, maka akan terjadi pertambahan panjang (regangan) pada benda tersebut yang disebabkan oleh gaya luar, namun ketika material tersebut tidak dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya luar dihilangkan maka benda tersebut sudah kehilangan sifat elastisitasnya dan menjadi material tersebut menjadi plastis. Pada pemakaian produk, terjadinya deformasi plastis sangat tidak diinginkan sehingga perhitungan desain dilandaskan pada tegangan-tegangan di daerah elastis (proporsional).

Pada mesin uji tarik data output yang ada adalah hubungan antara gaya penarikan ( $F$ ) dan perubahan panjang spesimen ( $\Delta L$ ). Dari hubungan antara Gaya penarikan dan perubahan panjang ini selanjutnya diperoleh parameter lainnya seperti regangan dan tegangan. Regangan (*strain*) merupakan perpanjangan persatuan panjang dan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{L_0} \times 100\%$$

$$\sigma = \frac{\Delta L}{l_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

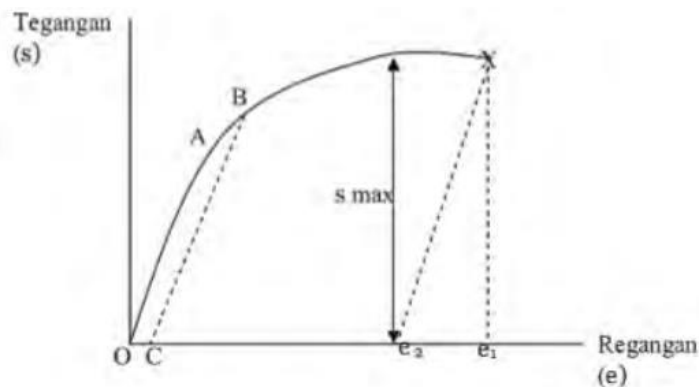
Dimana  $l_0$  adalah panjang mula-mula dari spesimen dan  $l_1$  adalah panjang akhir spesimen setelah penarikan. Dari regangan ini kita bisa mengetahui mampu bentuk suatu bahan. Semakin besar nilai regangan berarti bahan tersebut semakin baik mampu bentuknya. Disamping itu spesimen juga mendapatkan pembebanan ( $P$ ) per satuan luas ( $A$ ) yang disebut dengan tegangan ( $\sigma$ ), dan besarnya adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Pada pengujian tarik akan dihasilkan diagram hubungan antara tegangan dan regangan. Nilai perbandingan tegangan dan regangan tersebut disebut Modulus Elastisitas yang didapat dari persamaan berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(2.3)$$

Bentuk diagram tegangan-regangan pada tiap bahan adalah berbeda-beda, namun yang biasanya diperoleh dari pengujian tarik bahan yang ulet bisa dilihat pada gambar 2.4 berikut:



**Gambar 2.4** Grafik Derofmasi tegangan renggangan  
(Sumber : R. B. S. TSANY, 2017)

Pada garis linear OA merupakan bagian daerah elastis dan pada titik A merupakan batas elastis yang disebut sebagai tegangan terbesar yang dapat ditahan oleh bahan tanpa mengalami regangan permanen ketika beban dihilangkan. Lalu perpotongan antara garis *off set* dengan diagram ditentukan sebagai titik luluh bahan. Pada bahan yang bersifat ulet, biasanya setelah pembebanan dihilang, regangan total akan berkurang dari  $e_1$  menjadi  $e_2$ . Berkurangnya regangan ini disebut dengan *recoverable elastic strain*, maka kekuatan regangan yang diambil untuk menentukan *offset* adalah  $e_2$ . Kekuatan tarik suatu bahan ditunjukkan oleh nominal maksimum tegangan ( $s_{max}$ ) pada kurva tegangan-regangan. Sedangkan tegangan patah adalah tegangan dimana spesimen mengalami patah

## 2.8 Desain of Experimen

Desain of eksperimen (DoE) adalah suatu rancangan percobaan dengan setiap langkah tindakan yang terdefiniskan, sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang akan diteliti dapat dikumpulkan secara faktual. Dengan kata lain, desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa ke analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku dan tepat menjawab persoalan yang dibahas. Terdapat beberapa macam metode desain eksperimen salah satunya ialah metode faktorial.

Metode faktorial (*factorial method*) merupakan eksperimen yang menggunakan lebih dari satu perlakuan atau lebih dari satu variable bebas. Eksperimen faktorial minimal menggunakan 2 faktor. Istilah faktorial sebenarnya berhubungan dengan cara faktorial itu dibentuk. Karena itu, sejumlah ahli mengatakan bahwa faktorial adalah jenis eksperimen bukan desain eksperimen. Sejumlah ahli yang lain mengatakan bahwa faktorial merupakan desain yang khusus, dan banyak literature psikologi yang menyebut eksperimen yang menggunakan sejumlah faktor dengan nama desain faktorial. Sementara itu Nazir dalam Marliani (2013) menegaskan

bahwa tidak ada eksperimen desain factorial yang ada ekaperimen factorial dengan bermacam-macam desain. Paradigma design faktorial dapat digambarkan seperti berikut:

R	O1	X	Y1	O2
R	O3		Y1	O4
R	O5	X	Y2	O6
R	O7		Y2	O8

Desain Faktorial terbagi menjadi dua jenis yaitu salah satu variable bebas dimanipulasi, dan semua variable bebas dimanipulasi. Salah Satu Variable Bebas Dimani pulasi Seorang peneliti boleh tertarik pada pengaruh dari satu variable bebas, tetapi harus mempertimbangkan variable-vaibel lain yang mungkin dapat mempengaruhi variable terikat. Variable tersebut adalah variable atribut seperti jenis kelamin, kecerdasan, ras, status sosial, ekonomi, hasil belajar, dsb. Selain diteliti pengaruh variable atribut tersebut juga dapat dikendalikan dengan cara memasukkan variable atribut dalam eksperimen factorial. Pada setiap tingkatan variable terikat atribut, peneliti menilai pengaruh variable bebas.

Semua Variable Bebas Dimani pulasi Ketika eksperimenter tertarik pada 2 variabel bebas dan ia ingin menilai pengaruhnya terhadap variable terikat, baik secara terpisah maupun bersama-sama, kedua variable bebas dimanipulasi secara eksperimental. Biasanya pada eksperimen factorial sederhana, variable bebas yang dimanipulasi (faktor) merupakan variable eksperimen, sedangkan variable bebas (level) yang kedua merupakan variable atribut. Pengaruh perlakuan eksperimental terhadap variable terikat dinilai pada setiap level variable. Eksperimen factorial bisa dikembangkan menjadi eksperimen yang lebih kompleks, yaitu eksperimen yang mempunyai beberapa variable bebas. Eksperimen kompleks terdiri atas beberapa faktor dan beberapa level.

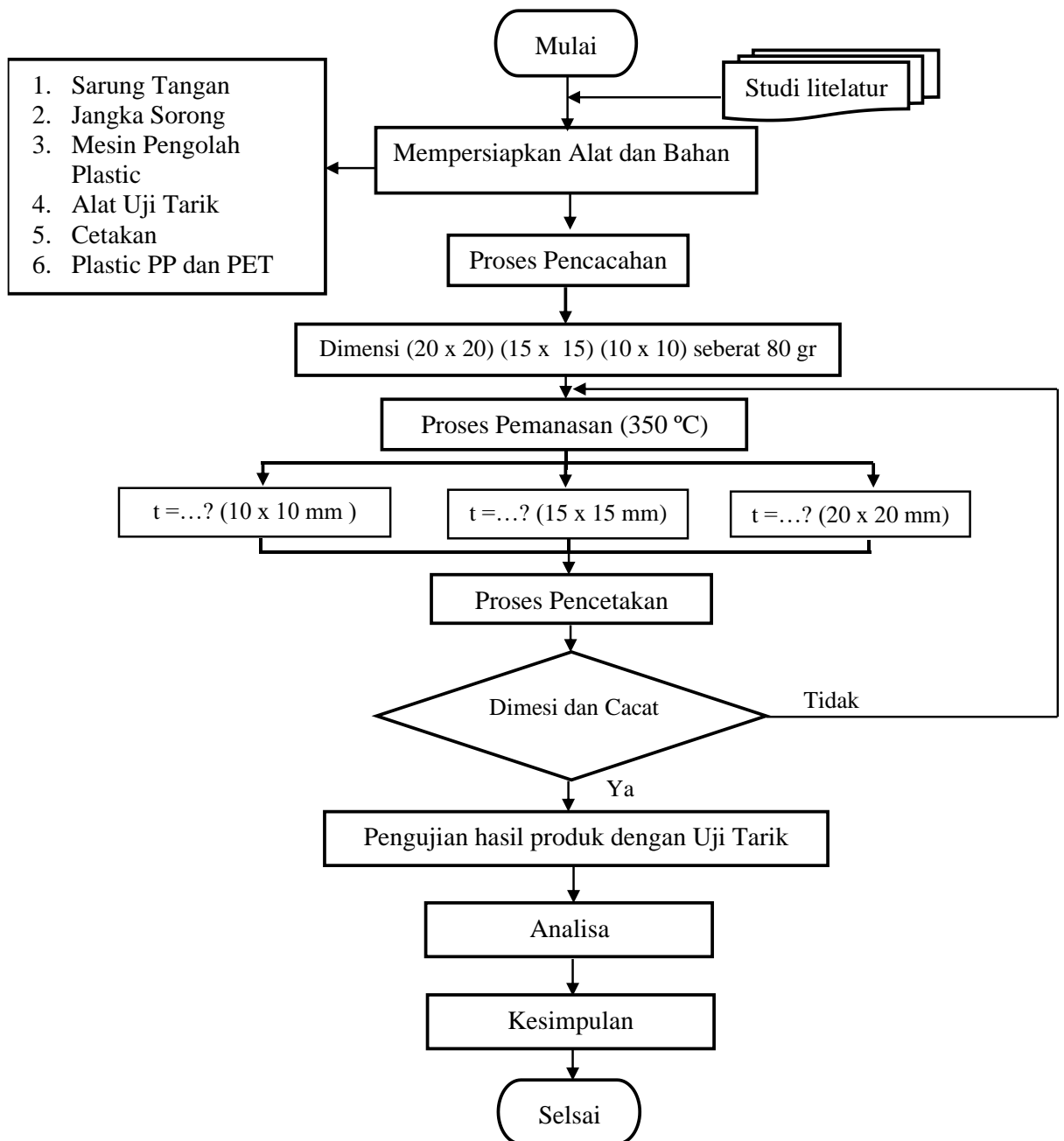


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan dalam beberapa tahapan proses, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir

### 3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan pembuatan produk dari sampah plastic dengan metode injection molding, dengan memvariasikan ukuran hasil potongan plastik terhadap tempratur pemanas yang ada pada mesin Pengolah plastik dengan membedakan 2 jenis plastic yaitu jenis plastik PP (*Polypropylene*) dan PET (*Polyethylene*). kemudian dilakukan pengujian dengan uji tarik pada produk hasil ekperimen untuk mengetahui kekuatan dari produk yang dihasilkan.

Terdapat dua variabel penelitian, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah ukuran hasil potongan plastik, dan variabel terikat pada penelitian ini yaitu suhu pada saat plastik dilelehkan dan pengujian mekanis pada produk yang dihasilkan. Dimana pengujian yang dilakukan dengan menggunakan uji tarik.

Parameter dari penelitian ini yaitu mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yanel (2022) dengan persentase penurunan mencapai yang diharapkan kurang dari 94% atau lebih baik dari penelitian yang telah dilakukan

### 3.3 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan atau dipersiapkan. Berikut merupakan ini langkah kerja dan cara pembuatan specimen.

1. Persiapan

sebelum dilakukan proses pembuatan specimen benda kerja, limbah plastic yang sudah terkumpul disortir atau dikelompokan sesuai dengan jenis plastic pada setiap limbah, kemudian plastic tersebut dibersihkan menggunakan air bersih terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang masih tersisa. Kemudian dilakukan proses pengeringan dan pencacahan

## 2. Pencacahan

Proses pencacahan dilakukan setelah limbah plastic bersih dan membuang bagian limbah yang tidak dipakai. Kemudian dilakukan proses pencacahan menggunakan mesin pencacah plastic tipe *crusher*. Dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Mesin Pencacah Tipe *Crusher*

## 3. Pengelompokan hasil cacahan

Proses pengelompokan hasil cacahan ini bertujuan untuk mengelompokkan limbah hasil pencacahan sesuai dengan dimensi yang ditentukan yaitu 20 x 20 mm, 15 x 15 mm, dan 10 x 10 mm.

## 4. Pemanasan

Proses pemanasan limbah pada ruang barrel menggunakan pemanas kawat nikelin dimana proses pemanasan plastic berada pada ruang pipa *barrel*., tujuan proses pelelehan ini agar mempermudah limbah plastic untuk dilakukan proses pencetakan, dimana pemanasan menggunakan temperatur 350°C untuk plastic PP dan PET

## 5. Pencetakan

Pada proses pencetakan limbah plastic yang telah meleleh pada ruang barrel, kemudain lelehan plastic didorong oleh screw dan akan keluar pada lubang nozel yang telah terhubung dengan cetakan.

## 6. Pendinginan

Pada proses ini hasil lelehan plastik pada cetakan didinginkan pada suhu ruangan hingga hasil cetakan mengeras dan kemudian dilepas.



**Gambar 3.3** Proses Pendinginan

## 7. Pengujian Material

Pada proses pengujian material plastik dilakukan dengan metode pengujian uji tarik dengan standar ASTM D638 tipe I



**Gambar 3.4** Proses Pengujian Tarik

## 8. Analisa data

Tahap akhir dari proses penelitian ini yaitu Analisa data terhadap data pengujian yang didapatkan untuk mengetahui seberapa hasil dari pengujian yang diperoleh

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk membantu dalam proses pengambilan data diantaranya sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah

a. Jangka Sorong

Pada penelitian ini jangka sorong digunakan sebagai alat bantu untuk mengukur dimensi cacahan dan untuk mengukur dimensi produk hasil lelehan berupa specimen uji Tarik dengan bentuk ASTM D638 Tipe 1 dengan ketelitian 0.02 mm dapat dilihat pada Gambar 3.5



**Gambar 3.5** Jangka Sorong

b. Gerinda Tangan

Pada penelitian ini gerinda tangan digunakan sebagai alat bantu untuk merapihkan bagian yang tidak perlu pada specimen uji Tarik. Bentuk berinda mini dapat dilihat pada Gambar 3.6



**Gambar 3.6** Gerinda Mini

c. Timbangan

Pada penelitian ini timbangan digunakan untuk mengukur masa plastic sebelum dilakukan proses pelelehan pada mesin pengolah plastic dengan ketelitian 0.01 gr dapaat dilihat pada Gambar 3.8



**Gambar 3.8** Timbangan

d. Mesin Pengolah Plastik

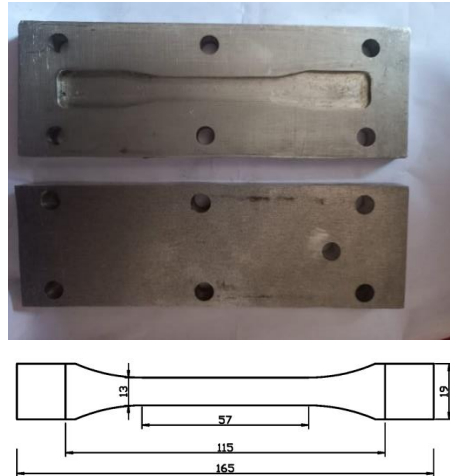
Pada penelitian mesin pengolah plastic digunakan sebagai alat untuk melelehkan limbah plastic hingga mencair agar mudah dilakukan proses pencetakan bentuk mesin pengolah plastic dapat dilihat pada Gambar 3.9



**Gambar 3.9** Mesin Pengolah Plastik

e. Cetakan

Pada penelitian ini cetakan digunakan sebagai tempat untuk menampung cairan dari hasil pengolahan limbah plastic pada mesin pengolah plastic, yang kemudian akan dilakukan proses pengujian Tarik setelah cairan mengeras. Bentuk cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.10



**Gambar 3.10** Cetakan ASTM D638 Tipe 1

f. Alat Uji Tarik

Pada penelitian ini alat uji Tarik digunakan untuk menguji ketahanan produk hasil daur ulang menggunakan mesin pengolah plastic terhadap kekuatan Tarik dari alat uji Tarik untuk mengetahui kekuatan yang dapat diterima dari hasil pengolahan limbah palstik. Alat uju tarik memiliki kapasitas pengujian mecapai 500 N, bentuk alat uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.11



**Gambar 3.11** Alat Uji Tarik Digital Force Gauge



2. Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah

a. Plastic PP

Limbah plastik polypropylene yang digunakan pada penelitian ini berupa cup minum yang biasa digunakan untuk sekali pakai dan sering dipakai pada café café dan minimarket. Dapat dilihat pada Gambar 3.12



**Gambar 3.12** Limbah plastic PP

b. Plastik PET

Limbah plastic polyethylene yang digunakan pada penelitian berupa botol minum dan biasa digunakan untuk sekali pakai yang sering dipasarkan pada minimarket. Dapat dilihat pada Gambar 3.13



**Gambar 3.13** Limbah Plastik PET

c. Plat Alumunium

Plat alumunium digunakan sebagai bahan plat cetakan

d. Minyak Sayur

Minyak sayur digunakan sebagai pelapis aluminium agar mudah saat plastic dikeluarkan dalam cetakan. Dapat dilihat pada Gambar 3.14



**Gambar 3.14** Minyak Sayur

### 3.5 Persiapan Spesimen Pengujian

#### 3.5.1 Prosedur Pembuatan Spesimen

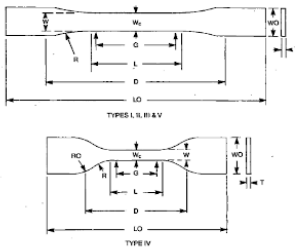
Berikut ini merupakan prosedur pembuatan spesimen uji tarik dengan bahan dasar limbah plastic PP dan PET, sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan pengujian lakukan pengecekan komponen pemanas pada mesin pengolah plastik seperti dan pastikan mesin pemanas dalam keadaan aman.
- b. Setelah pemanas sudah dalam kondisi yang aman, nyalakan pemanas kemudian tunggu hingga suhu ruangan pada barel sesuai yang diinginkan
- c. Setelah itu, nyalakan motor untuk menggerakkan scrow
- d. Kemudian masukan hasil cacahan plastic tersebut kedalam hopper untuk dilakukan proses pemanasan pada ruang barel.
- e. Tunggu beberapa menit hingga lelehan plastic keluar melalui nozel dan masuk kedalam cetakan

- f. Jika lelehan plastic sudah memenuhi cetakan matikan motor scew lalu dilakukan proses pendinginan hasil lelehan plastik dengan udara.
- g. Setelah plastik hasil lelehan sudah mengering, keluarkan hasil lelehan tersebut dari cetakan
- h. Simpan specimen tersebut pada tempat yang aman sebelum dilakukan proses pengujian
- i. Lakukan proses tersebut secara berulang dengan variasi jenis plastik PP dan PET dan ukuran hasil cacahan. 20 x 20 mm, 15 x 15 mm, dan 10 x 10 mm.

### 3.5.2 Persiapan Pengujian Tarik

Pada penelitian ini digunakan proses pengujian uji tarik, sebelum dilakukan proses pengujian tarik kita perlu mengetahui ukuran specimen yang akan dilakukan uji tarik. Pada pengujian ini digunakan standar uji tarik ASTM D638 tipe I. Dimana standar ASTM D 638 tipe I merupakan standar pengujian tarik yang biasa digunakan pada bahan polymer atau plastic.



Specimen Dimensions for Thickness,  $T$ , mm (in.)<sup>a</sup>

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl		4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV <sup>b</sup>	Type V <sup>c,d</sup>	Type V <sup>c,d</sup>	
$W$ —Width of narrow section <sup>e,f</sup>	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	3.18 (0.125)	$\pm 0.5$ ( $\pm 0.02$ ) <sup>g</sup>
$L$ —Length of narrow section	57 (2.25)	67 (2.65)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	9.53 (0.375)	$\pm 0.5$ ( $\pm 0.02$ ) <sup>g</sup>
$W_0$ —Width overall, min <sup>g</sup>	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	...	+ 6.4 (+ 0.25)
$L_0$ —Length overall, min <sup>h</sup>	...	...	...	...	9.53 (0.375)	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
$G$ —Gage length <sup>i</sup>	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	116 (4.5)	63.5 (2.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
$G_0$ —Gage length <sup>j</sup>	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	7.62 (0.300)	$\pm 0.25$ ( $\pm 0.010$ ) <sup>g</sup>
$D$ —Distance between grips	116 (4.5)	136 (5.3)	116 (4.5)	25 (1.00)	...	...	$\pm 0.13$ ( $\pm 0.005$ )
$R$ —Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	65 (2.5) <sup>k</sup>	25.4 (1.0)	25.4 (1.0)	$\pm 2$ ( $\pm 0.2$ )
$RO$ —Outer radius (Type IV)	...	...	...	14 (0.56)	12.7 (0.5)	12.7 (0.5)	$\pm 1$ ( $\pm 0.04$ ) <sup>g</sup>
	...	...	...	25 (1.00)	...	...	$\pm 1$ ( $\pm 0.04$ )

**Gambar 3.15** Standar ASTM D638

### 3.5.3 Proses Pembuatan Cetakan

Sebelum memulai pembentukan specimen uji maka diperlukan mold atau cetakan yang berfungsi untuk menampung cairan atau lelehan

plastic dari hasil pemanasanyang kemudian akan dilakukan pengujian dengan standar ASTM D638 Tipe I. Cetakan yang digunakan menggunakan bahan Alumunium dengan dimensi 190 mm x 59 mm x 10 mm

### **3.6 Prosedur Pengujian Tarik**

Proses uji tarik dilakukan dengan menarik specimen dengan arah gaya berlawanan adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Panjang awal (gauge length) diukur dan lebar serta tebal diukur menggunakan jangka sorong
2. Buka aplikasi material testing pada monitor masukan input data seperti jenis material dan lain sebagainya untuk informasi awal
3. Masukan nilai besaran dimensi yang dibutuhkan untuk dimasukan dalam input monitor seperti gauge length, Width dan thickness nya
4. Spesimen dipasang pada pegangan (grip) atas dan bawah mesin uji tarik
5. Mesin uji tarik dioperasikan dengan mengatur panjang awal serta luas spesimen
6. Setelah specimen dijepit lalu reset pembebanan Tarik pastikan masih berada di titik nol setelah semua data input dan specimen terpasang klik start untuk melakukan pembebanan
7. Pembebanan dilakukan secara kontinu pada spesimen hingga putus
8. Lakukan pengamatan nilai kekuatan tarik dan ditentukan dengan
9. melihat hasil rekaman dsisplay mesin uji tarik
10. Spesimen dilepaskan dari mesin uji tarik lalu diamati bentuk patahan yang terjadi
11. Percobaan dilakukan dengan spesimen yang berbeda

## BAB IV

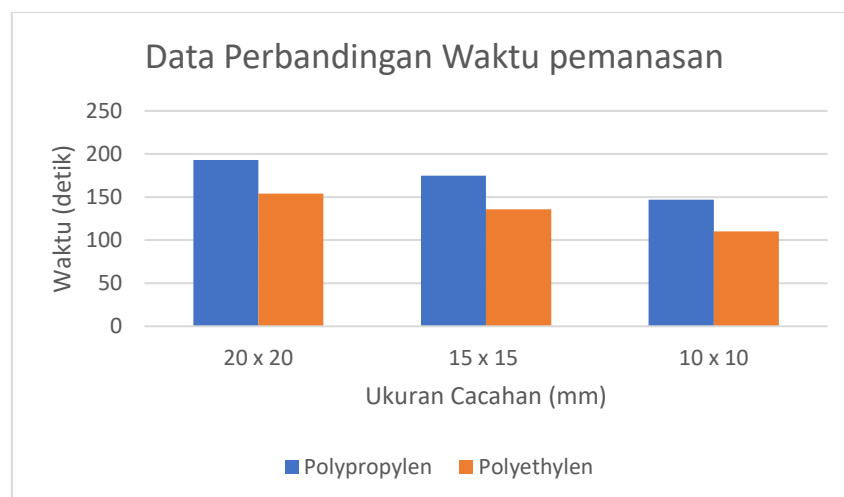
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 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 *nozel* 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 <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PP 20X20 S1	52 x 10 <sup>-6</sup>	164.1
2	PP 20X20 S2	52 x 10 <sup>-6</sup>	163.3
3	PP 20X20 S3	52 x 10 <sup>-6</sup>	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

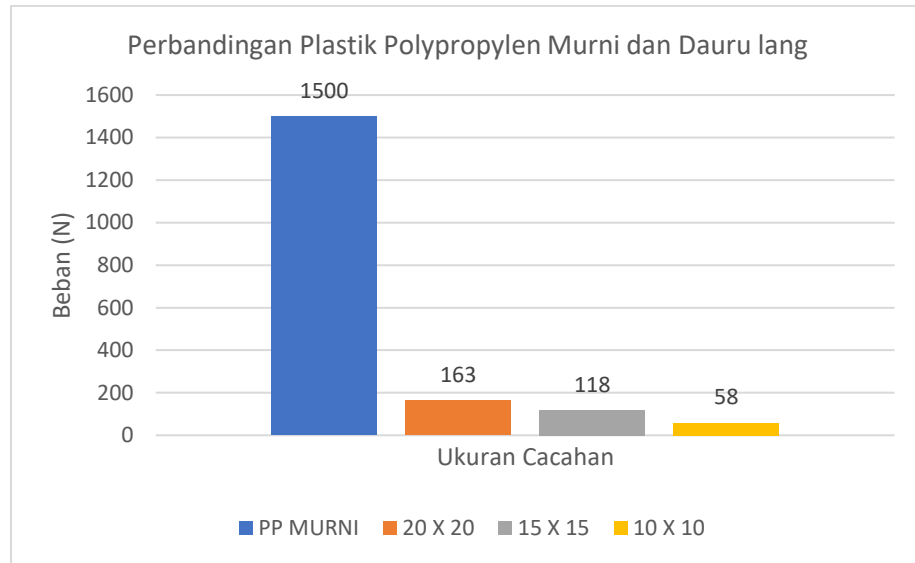
NO	Kode Spesimen	A (m <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PP 15X15 S1	52 x 10 <sup>-6</sup>	117.7
2	PP 15X15 S2	52 x 10 <sup>-6</sup>	118.1
3	PP 15X15 S3	52 x 10 <sup>-6</sup>	119.3
	Rata-Rata		118.3

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 <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PP 10X10 S1	52 x 10 <sup>-6</sup>	59.4
2	PP 10X10 S2	52 x 10 <sup>-6</sup>	58.6
3	PP 10X10 S3	52 x 10 <sup>-6</sup>	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.

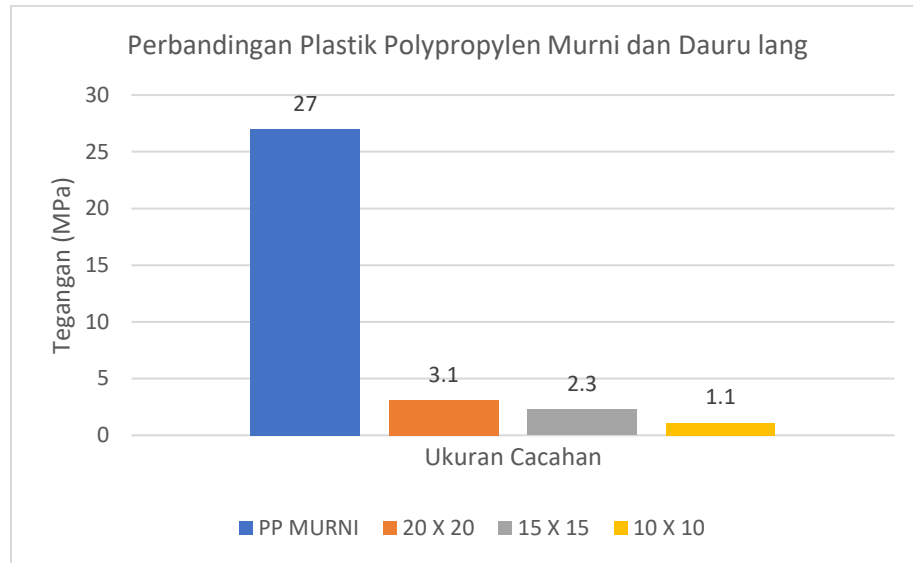


**Gambar 4.4** Perbandingan plastic *polypropylene* murni dan daur ulang

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%.

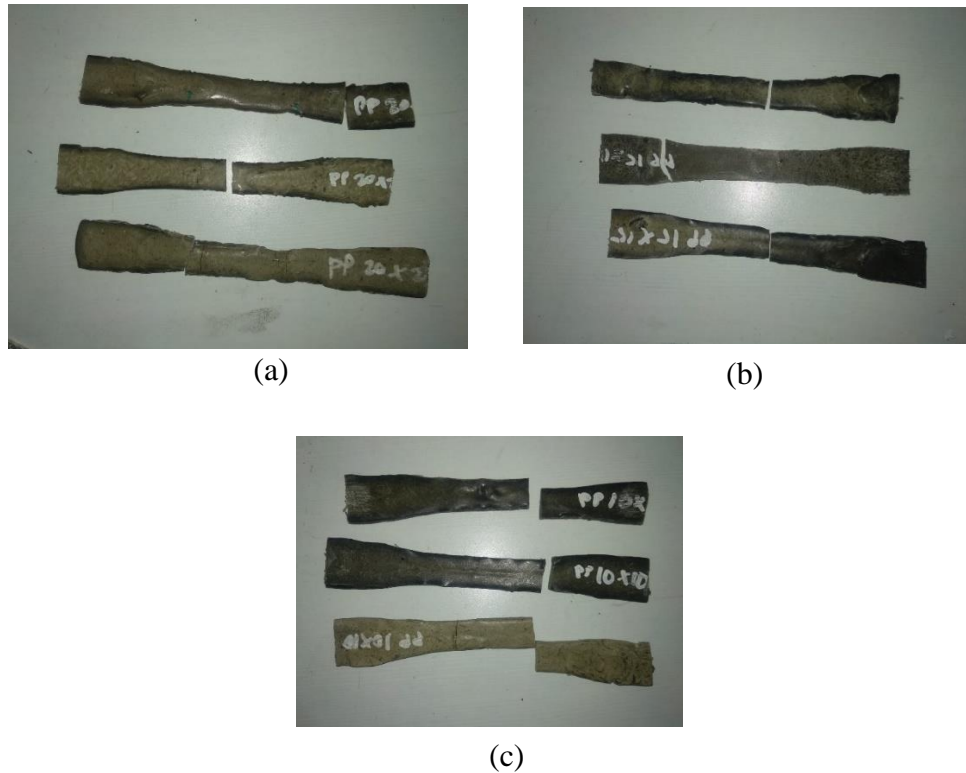
**Tabel 4.5** Tabel Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas

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 <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PET 20X20 S1	52 x 10 <sup>-6</sup>	83.5
2	PET 20X20 S2	52 x 10 <sup>-6</sup>	81.6
3	PET 20X20 S3	52 x 10 <sup>-6</sup>	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

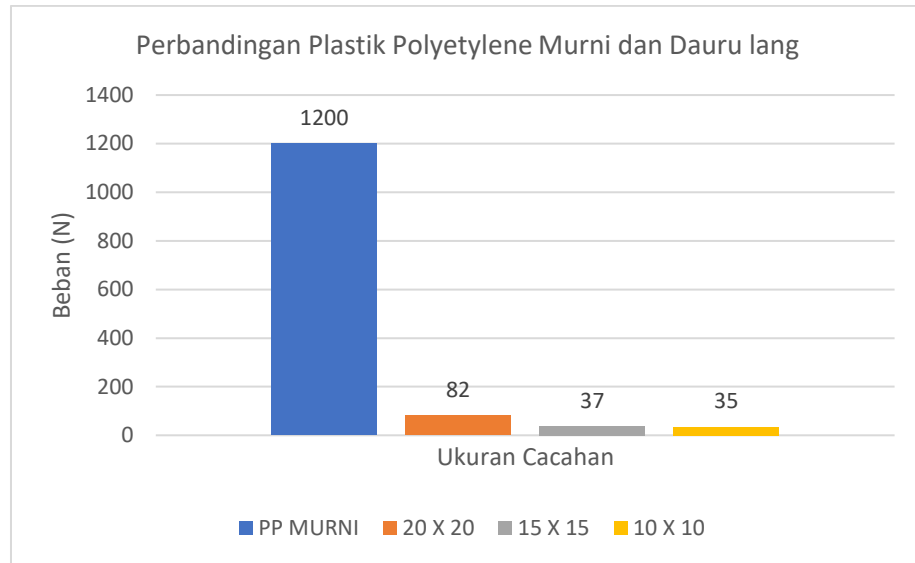
No	Kode Spesimen	A (m <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PET 15X15 S1	52 x 10 <sup>-6</sup>	35.4
2	PET 15X15 S2	52 x 10 <sup>-6</sup>	36.2
3	PET 15X15 S3	52 x 10 <sup>-6</sup>	38.4
Rata-Rata			36.67

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 <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PET 10X10 S1	52 x 10 <sup>-6</sup>	26.3
2	PET 10X10 S2	52 x 10 <sup>-6</sup>	25.3
3	PET 10X10 S3	52 x 10 <sup>-6</sup>	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.

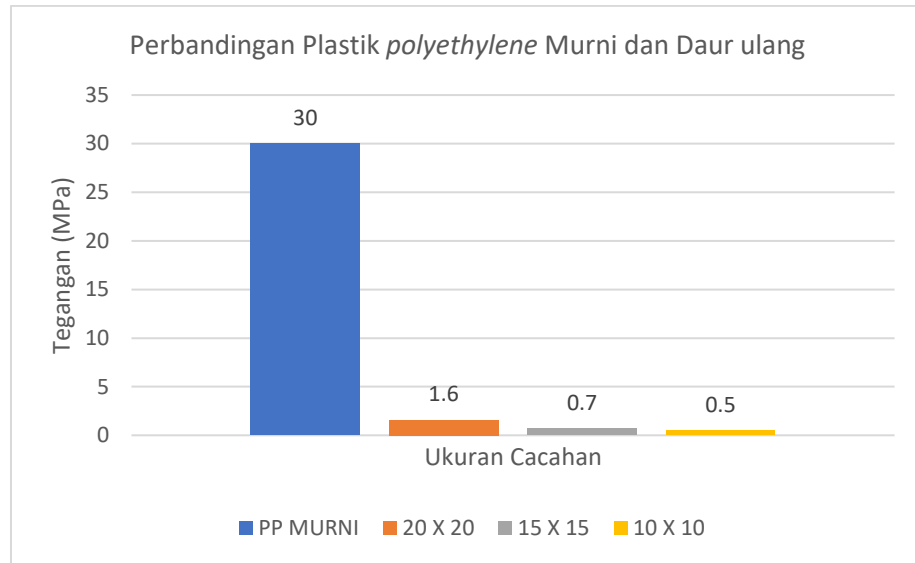


**Gambar 4.7** Perbandingan Beban pada Plastik Polyethylene Murni dan Daur ulang

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

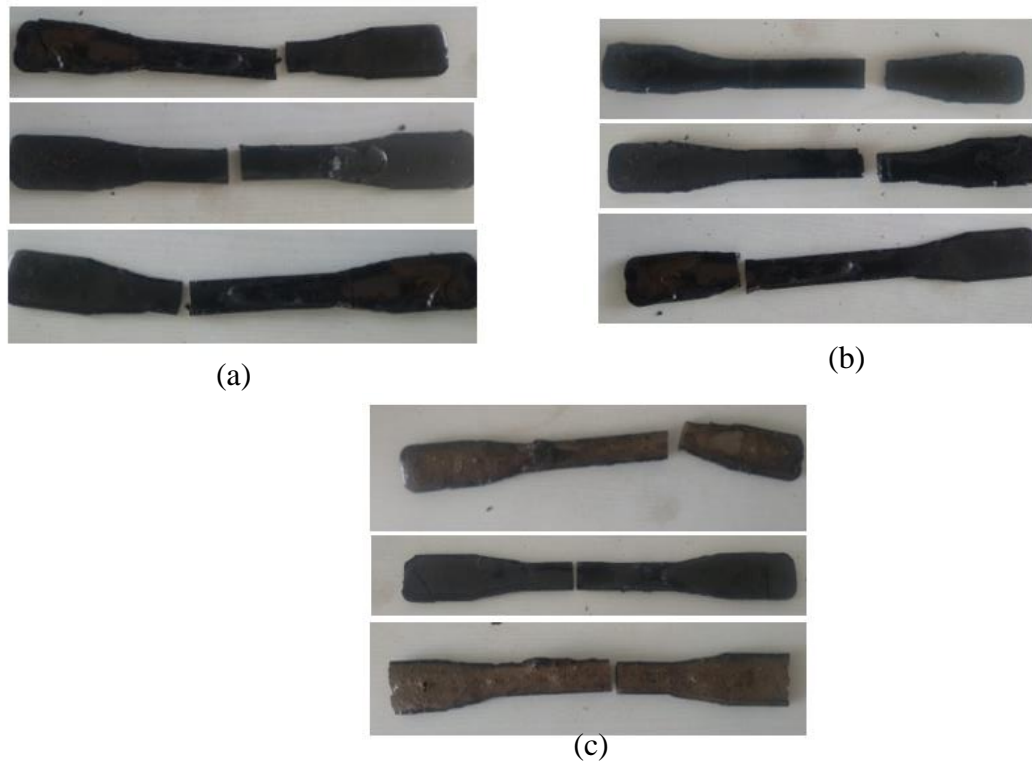
NO	Kode Spesimen	Tegangan Tarik (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1	PP Murni	30	11	1700
2	PET 20 X 20 mm	1.6	0.293	54.7
3	PET 15 X 15 mm	0.7	0.293	24.1
4	PET 10 X 10 mm	0.5	0.280	17.6



**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

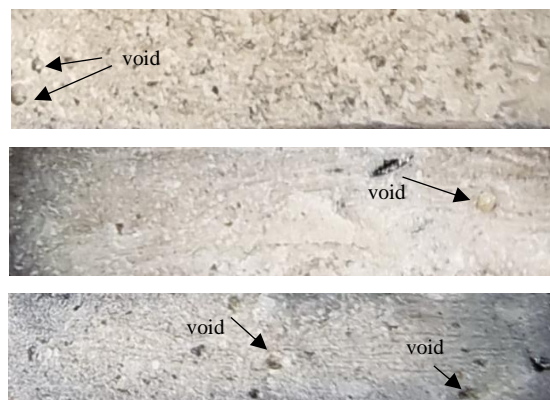




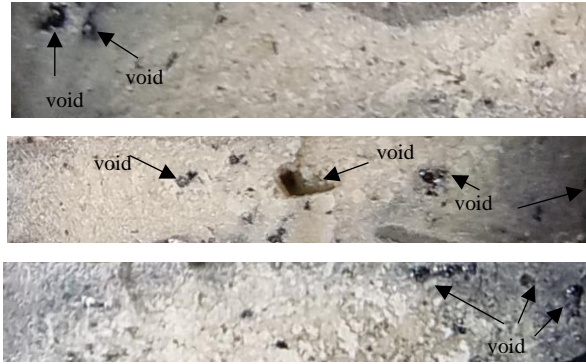
**Gambar 4.9** Spesimen setelah dilakukan Uji Tarik Plastik Polyethylene (a) 20 x 20 mm (b) 15 x 15 mm (c) 10 x 10 mm

#### 4.3.3. Foto Makro

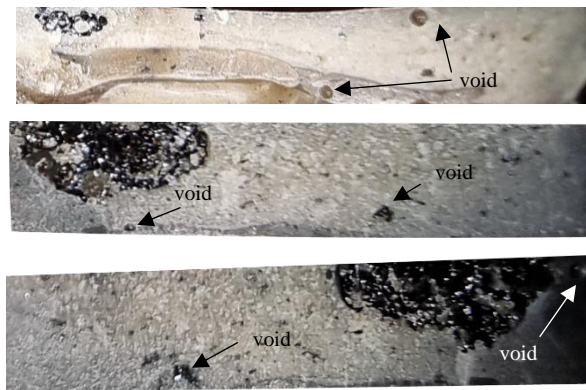
Setelah dilakukan proses uji tarik, hasil perpatahan dari proses uji tarik kemudian dilakukan foto makro pada area patahan hasil uji tarik tersebut untuk mengetahui apakah pada spesimen uji terdapat rongga / *vloit* yang menjadi salah satu factor penyebab penurunan kualitas uji tarik.



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

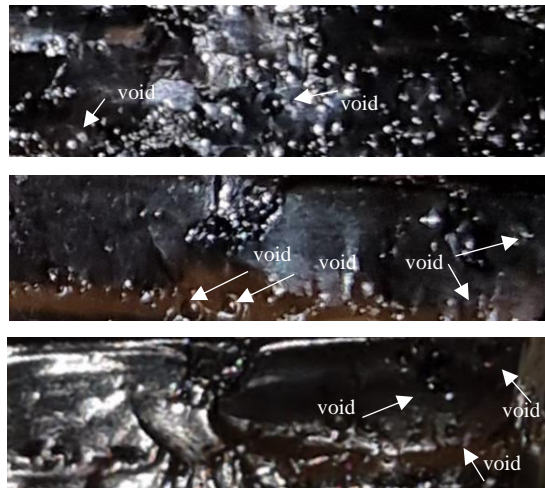


**Gambar 4.11** Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 15 x 15

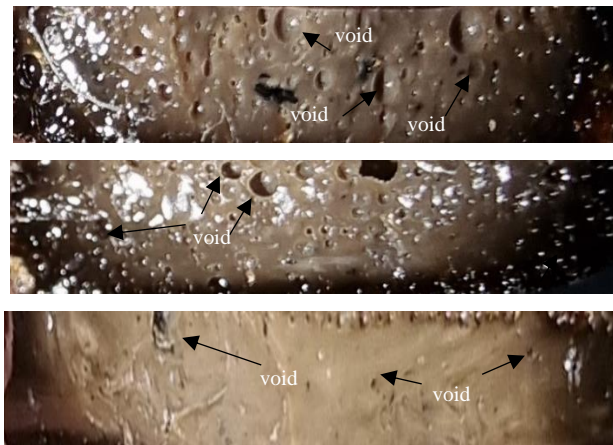


**Gambar 4.12** Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polypropylene 10 x 10

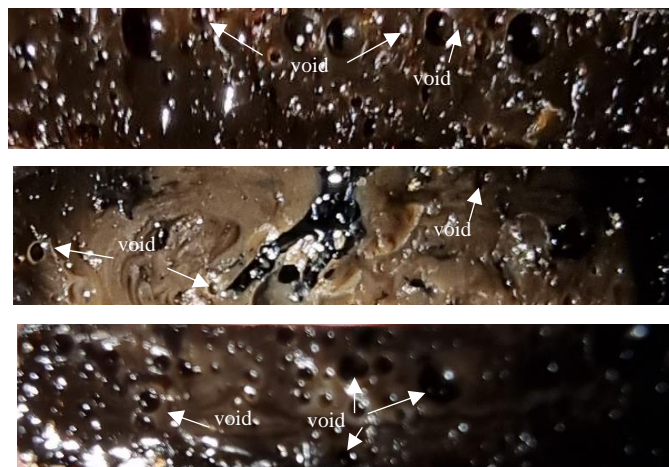
Dari hasil foto makro pada specimen perpatahan hasil uji tarik didapat jika pada variasi ukuran 20 x 20, 15 x 15 dan 10 x 10 terdapat vloid atau lubang lubang kecil yang disebabkan karena cairan yang masuk kedalam cetakan masih terdapat udara yang terperangkap didalamnya. Kemudian pada ukuran cacahan 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

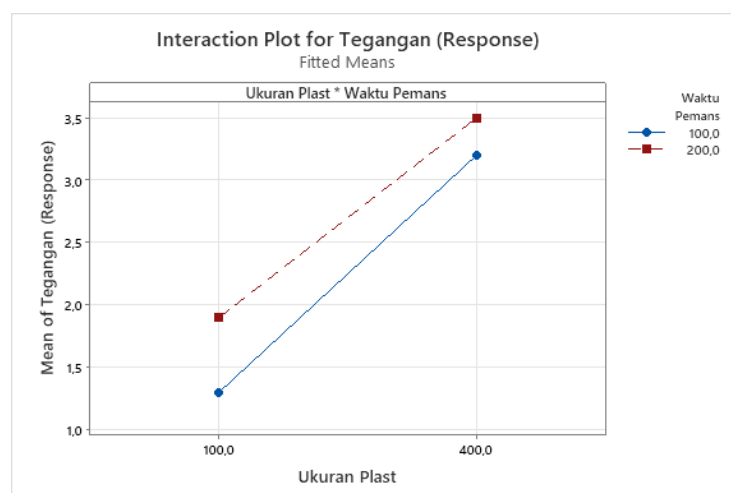


**Gambar 4.15** Foto Makro hasil uji tarik Plastik Polyethylene 10 x 10

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.

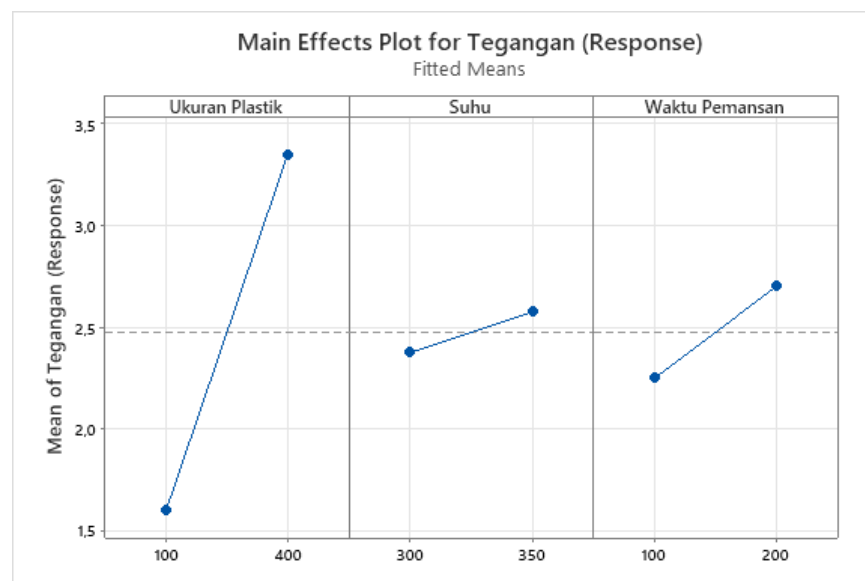
#### 4.4 Analisa Factorial Method DoE

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

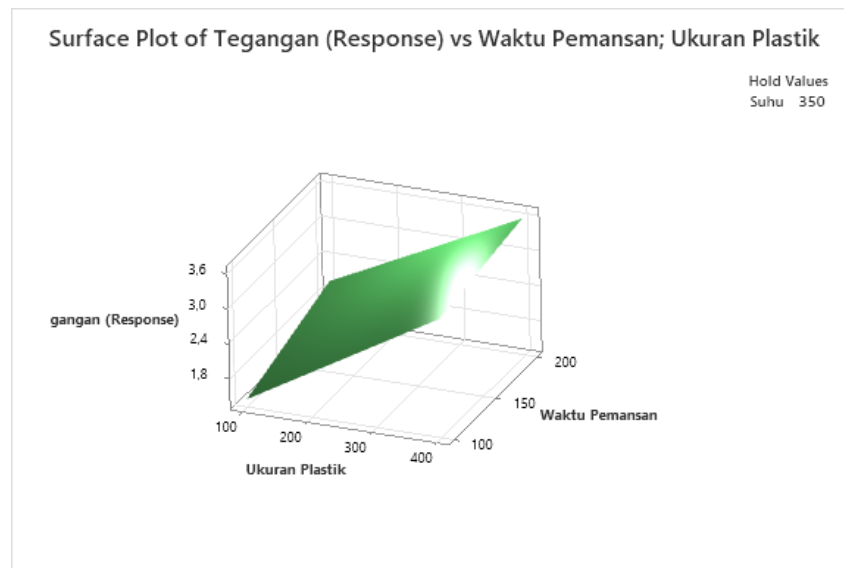
Terlihat pada gambar 4.16 Tegangan tarik yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh ukuran, waktu pemansan. Dari gambar tersebut terlihat jika nilai kekuatan tarik mengalami peningkatan seiring dengan besarnya ukuran cacahan plastic dan semakin lama proses pemanasan plastic. Oleh karena itu semakin besar 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

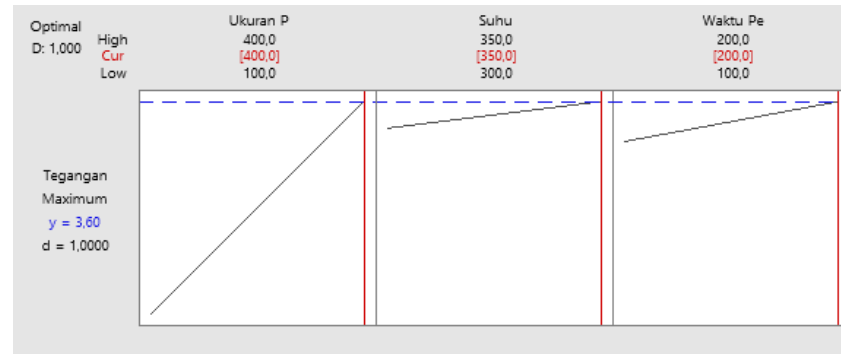
Terlihat pada gamabr 4.17 jika peningkatan kekuatan seiring dengan peningkatan waktu pemanasan dan juga tempratur yang digunakan. Jika tempratur tinggi dan waktu pemansannya lama hasil kekuatan yang didapat

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 mm<sup>2</sup>) 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.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan proses penelitian didapatkan beberapa kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Diperoleh waktu pemanasan pada setiap jenis plastic PP dan PET dengan variasi ukuran dengan waktu pemanasan terlama pada plastic PP dengan waktu pemanasan 193 detik pada variasi cacahan 20 x 20 mm dan waktu pelelehan tercepat dengan waktu pemanasan 110 detik pada plastic PET dengan variasi cacahan 10 x 10. Maka dari itu semakin besar ukuran plastic Ketika dilakukan proses pemanasan maka waktu yang dibutuhkan semakin lama, dan semakin kecil ukuran cacahan plastic maka waktu yang pemanasan yang dibutuhkan semakin singkat.
2. Dari hasil pengujian Tarik diperoleh nilai kekuatan Tarik tertinggi pada plastic PP yaitu 3.16 Mpa dengan nilai beban max 164 N . Sedangkan pada plastik PET mempunyai nilai kekuatan Tarik sebesar 1.6 MPa dengan beban max 83.5 N
3. Plastik daur ulang jenis PP lebih kuat dari pada plastik daur ulang jenis PET. Karena produk yg dihasilkan pada daur ulang plastic ini bersifat getas maka plastik daur ulang bisa digunakan untuk kerajinan tangan sepeeti vas bunga figura, dan lainnya.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran pada laporan penelitian tugas akhir yang dimaksudkan untuk hal hal yang harus bahas Kembali yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian pada jenis limbah plastic lainnya seperti jenis plastic HDPE dan LDPE.
2. Perlu meningkatkan kekuatan tarik dan kualitas produk pada limbah plastic PET dengan menambahkan unsur lain contohnya serabut kayu atau serbuk Jerami.

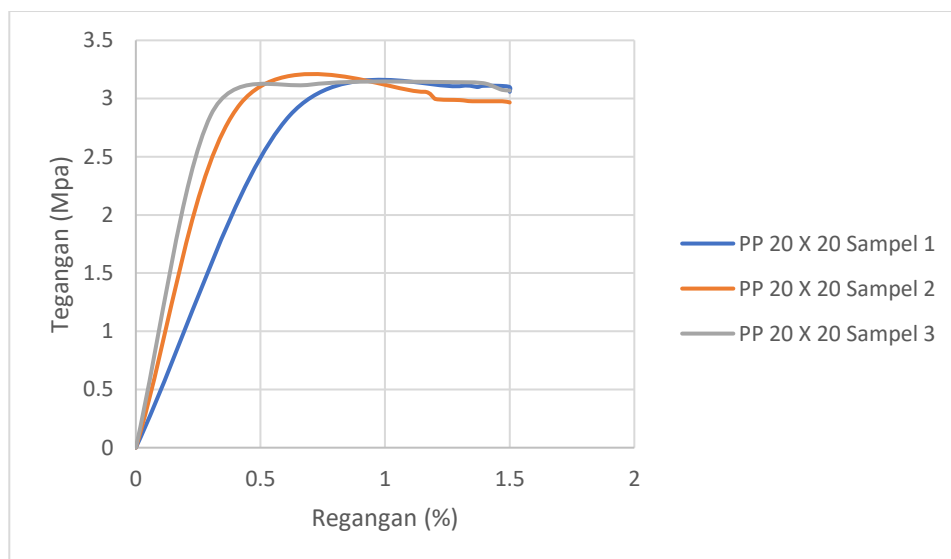
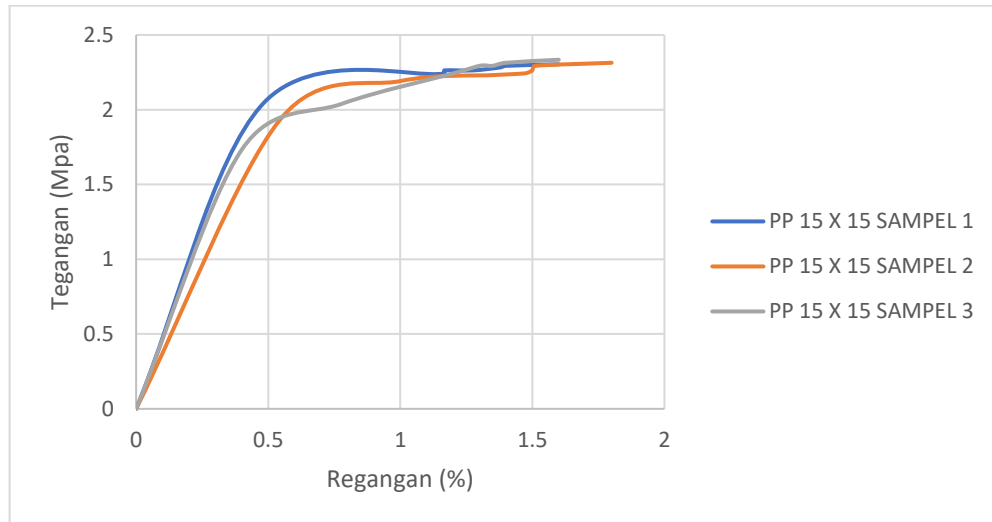
## DAFTAR PUSTAKA

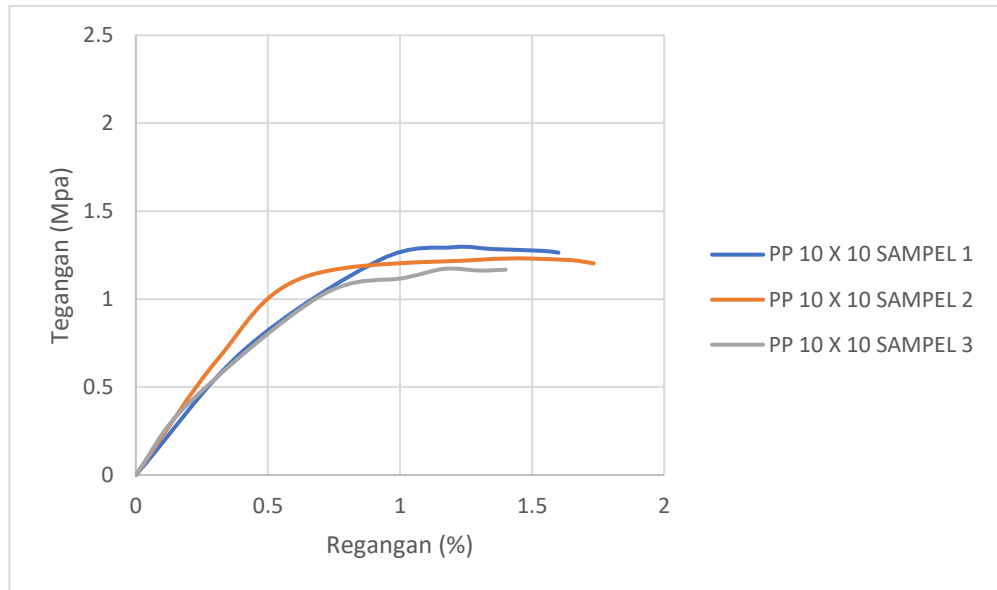
- Arini, D., Ulum, M. S., & Kasman, K. (2017). Pembuatan dan Pengujian Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Tepung Biji Durian. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 6(3), 276–283. <https://doi.org/10.22487/25411969.2017.v6.i3.9202>
- Dielectric Manufacturing. (2021). Material Properties of Polyethylene (PE) Thermoplastic - Polymer. *Polyethylene Thermoplastic Characteristics*, 3. <https://dielectricmfg.com/knowledge-base/polyethylene/>
- Ghilman Badri, M., Darsin, M., & Dwilaksana, D. (2014). Sifat Mekanik Dan Cacat Penyusutan (Shrinkage) Akibat Variasi Komposisi Campuran Daur Ulang Polyethylene Pada Injection Moulding. *Jurnal ROTOR*, 7(1).
- Hakim, J., Joharwan, J. W., & Heru Palmiyanto, M. (2020). Pengaruh Beda Temperatur Proses Injeksi Terhadap Sifat Mekanis Bahan Polypropylene (PP) Daur Ulang. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 4(2), 124–135. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v4i2.10758>
- Husen, A., & Yuliono, R. (n.d.). *Pengaruh Penambahan Cacahan Gelas Plastik Terhadap Kuat Tarik Belah Beton ( The Effect of Additional Shredded Plastic Cup on Split Tensile Strength of Concrete )*. 44–48.
- Jazani, O. M., Rastin, H., Formela, K., Hejna, A., Shahbazi, M., Farkiani, B., & Saeb, M. R. (2017). An investigation on the role of GMA grafting degree on the efficiency of PET/PP-g-GMA reactive blending: morphology and mechanical properties. *Polymer Bulletin*, 74(11), 4483–4497. <https://doi.org/10.1007/s00289-017-1962-x>
- Jun, B. J. H., & Juwono, A. L. (2011). Studi Perbandingan Sifat Mekanik Polypropylene Murni Dan Daur Ulang. *MAKARA of Science Series*, 14(1), 95–100. <https://doi.org/10.7454/mss.v14i1.461>
- Montgomery, D. C. (2013). Design and Analysis of Experiments Eighth Edition. Arizona State University. In *Copyright* (Vol. 2009, Issue 2005).
- Nasution, R. S. (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 97–104. <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawanie/article/view/522>. Diakses 01 Januari 2021

- Nurhadi, D., Purwanto, H., & Dzulfikar, M. (2020). Pengaruh Suhu Injection Moulding Terhadap Minimalisasi Sink Marks Pada Material Limbah Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs). *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(1), 41–46. <https://doi.org/10.36499/mim.v16i1.3353>
- Nurhadi, T., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2017). Identifikasi Mechanical Properties Dari Bahan Daur Ulang Polystyrene. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 1(1), 36–40. <https://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm/article/view/2758>
- Ridwan, F. F., Subari, & Elma, Y. (2014). 357-Article Text-916-1-10-20180305. *Pengaruh Penggunaan Cacahan Gelas Plastik Polypropylene (Pp) Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton*, 2(1), 24–37.
- Simangunsong, N. S., & Simamora, P. (2021). Sintesis Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Komposit Polypropylene (PP) Dengan Filler Serat Pinang. *Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika*, 9(3), 6–11.
- Suyadi. (2007). Kaji Eksperimen Kekuatan Tarik Produk-Produk Berbahan Plastik Daur Ulang Gambar 1 . Sampel uji tarik plastik SII 0431 – 81. *Tek. Mesin Polines*, 104–111.
- TSANY, R. B. S. (2017). *Studi Eksperimental Variabel Proses Injeksi Dan Pengaruh Komposisi Material Biokomposit (Serat Sisal, Maleic Anhydride Polipropylene, Polypropylene) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak*.
- U. Wahyudi. (2015). Pengaruh Injection Molding dan Backpressure Terhadap Cacat Penyusutan pada Produk Kemasan Toples Dengan Injection Molding Menggunakan Material Polystyren\_ \_\_\_\_\_. *Program Studi Teknik Mesin, Falkutas Teknik, Universitas Marcu Buana, Jakarta*, 2, 0–9.
- WINARNO, W. (2018). *Analisa Kekuatan Tarik Sampel Plastik Daur Ulang Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Dan Low Density Polyethylene (Ldpe)*.
- Almukti, L.H. And A.E.J.J.S. Purkuncoro, Perancangan Konstruksi Mesin Pencacah Limbah Plastik. 2018. 1(02): P. 18-22.

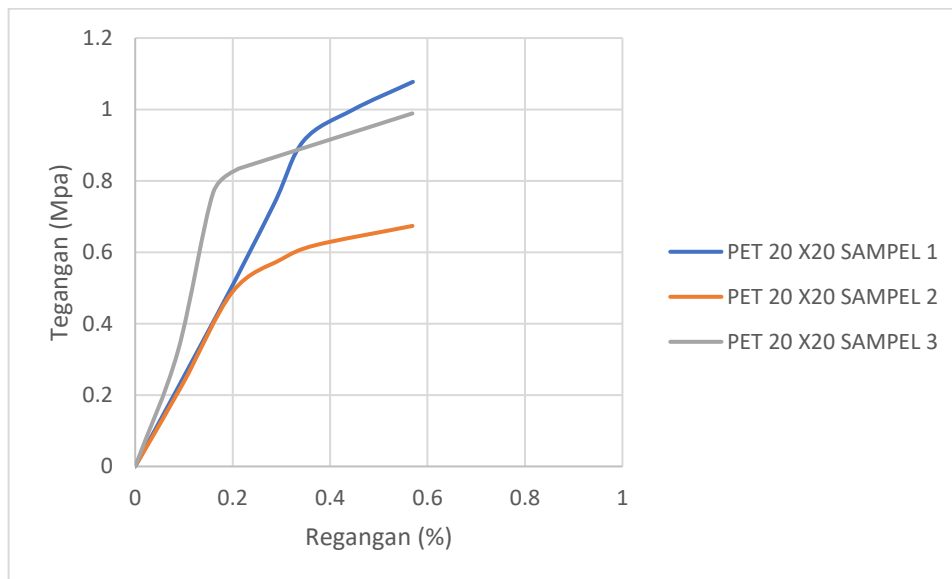
**LAMPIRAN**

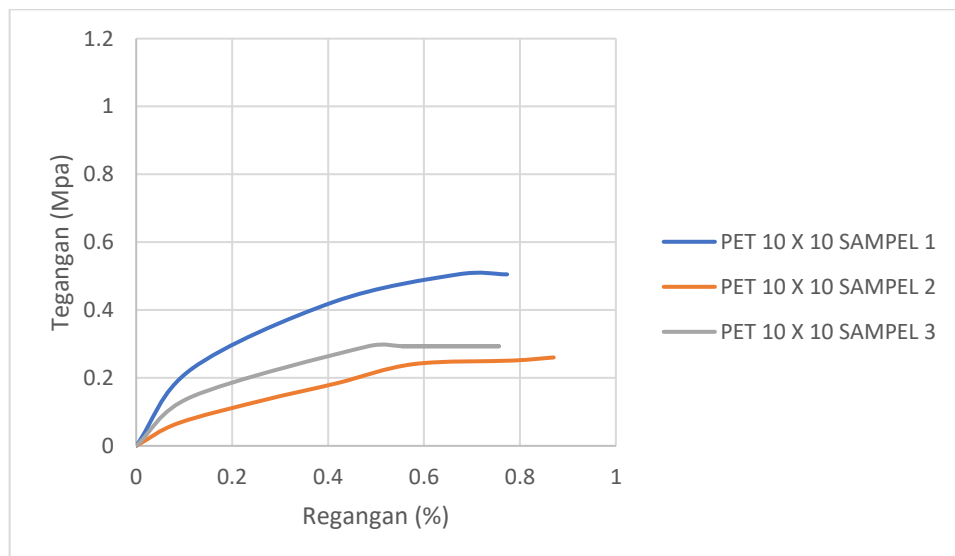
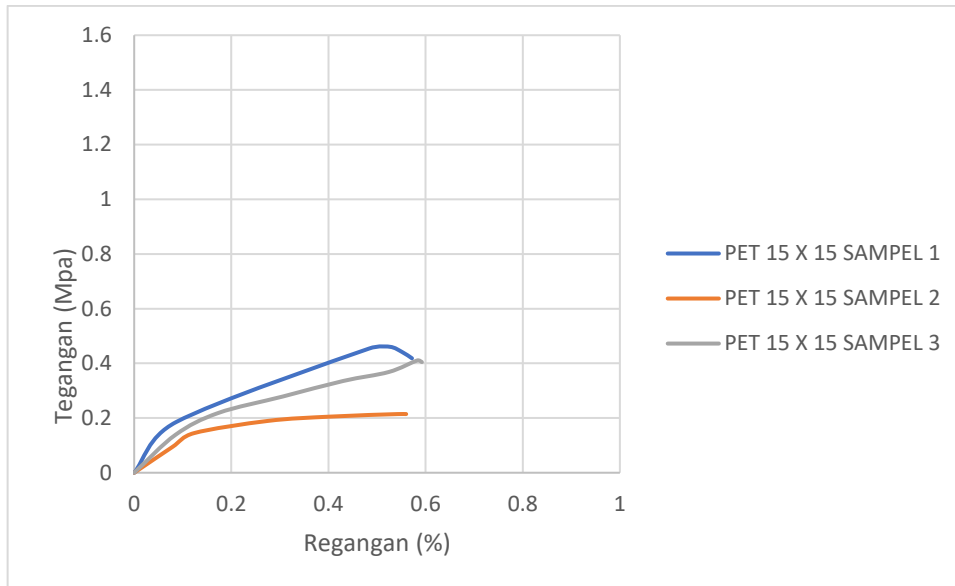
## A. Gambar Grafik Tegangan Regangan Pengujian Tarik Plastik *Polypropylen* (PP)





### B. Gambar Grafik Tegangan Regangan Pengujian Tarik Plastik *Polyethylene* (PET)





## C. PERHITUNGAN

### I. Perhitungan Spesimen Uji Material Plastik *Polypropylene* 20 x 20 mm

#### 1. menghitung Luas Penampang

A = Luas Penampang Spesimen

A = Tebal x Lebar

= 4 x 13

= 52 mm<sup>2</sup> = 52 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>

#### 2. Menghitung Tegangan Tarik

Spesimen 1

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

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{163 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 3140384.615 \text{ Pa} \\ &= 3.14 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{142 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 3115384.615 \text{ Pa} \\ &= 3.12 \text{ MPa}\end{aligned}$$

## II. Perhitungan Spesimen Uji Material Plastik *Polypropylene* 15 x 15 mm

1. menghitung Luas Penampang

$$\begin{aligned}A &= \text{Luas Penampang Spesimen} \\ A &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 4 \times 19 \\ &= 52 \text{ mm}^2 = 52 \times 10^{-6} \text{ m}^2\end{aligned}$$

2. Menghitung Tegangan Tarik

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{117.7 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 2263461.538 \text{ Pa} \\ &= 2.26 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{118.1 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 2271153.846 \text{ Pa} \\ &= 2.27 \text{ MPa}\end{aligned}$$



Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{120.9 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 2325000 \text{ Pa} \\ &= 2.33 \text{ MPa}\end{aligned}$$

### III. Perhitungan Spesimen Uji Material Plastik *Polypropylene* 10 x 10 mm

1. menghitung Luas Penampang

$$\begin{aligned}A &= \text{Luas Penampang Spesimen} \\ A &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 4 \times 19 \\ &= 52 \text{ mm}^2 = 52 \times 10^{-6} \text{ m}^2\end{aligned}$$

2. Menghitung Tegangan Tarik

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{59.4 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1142307.692 \text{ Pa} \\ &= 1.14 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{93.6 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1126923.077 \text{ Pa} \\ &= 1.13 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{57.1 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1098076.923 \text{ Pa} \\ &= 1.10 \text{ MPa}\end{aligned}$$

#### IV. Perhitungan Spesimen Uji Material Plastik *Polyethylene* 20 x 20 mm

##### 1. menghitung Luas Penampang

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

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

$$= 4 \times 19$$

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

##### 2. Menghitung Tegangan Tarik

###### Spesimen 1

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}}$$

$$= \frac{83.5 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1605769.231 \text{ Pa}$$

$$= 1.61 \text{ MPa}$$

###### Spesimen 2

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}}$$

$$= \frac{81.6 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1569230.769 \text{ Pa}$$

$$= 1.57 \text{ MPa}$$

###### Spesimen 3

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}}$$

$$= \frac{80.8 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 1553846.154 \text{ Pa}$$

$$= 1.55 \text{ MPa}$$

#### V. Perhitungan Spesimen Uji Material Plastik *Polypropylene* 15 x 15 mm

##### 1. menghitung Luas Penampang

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

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

$$= 4 \times 19$$

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

##### 2. Menghitung Tegangan Tarik

###### Spesimen 1

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}}$$

$$= \frac{35.4 (N)}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 680769.2308 \text{ Pa}$$

$$= 0.68 \text{ MPa}$$

Spesimen 2

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A (mm^2)}$$

$$= \frac{36.2 (N)}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 696153.8462 \text{ Pa}$$

$$= 0.70 \text{ MPa}$$

Spesimen 3

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A (mm^2)}$$

$$= \frac{38.4 (N)}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 738461.5385 \text{ Pa}$$

$$= 0.74 \text{ MPa}$$

## VI. Perhitungan Spesimen Uji Material Plastik *Polyethylene* 10 x 10 mm

1. menghitung Luas Penampang

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

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

$$= 4 \times 19$$

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

2. Menghitung Tegangan Tarik

Spesimen 1

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A (mm^2)}$$

$$= \frac{26.3 (N)}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 505769.2308 \text{ Pa}$$

$$= 0.51 \text{ MPa}$$

Spesimen 2

$$\sigma = \frac{\text{beban (N)}}{A (mm^2)}$$

$$= \frac{25.3 (N)}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 486538.4615 \text{ Pa}$$

$$= 0.49 \text{ MPa}$$

## Spesimen 3

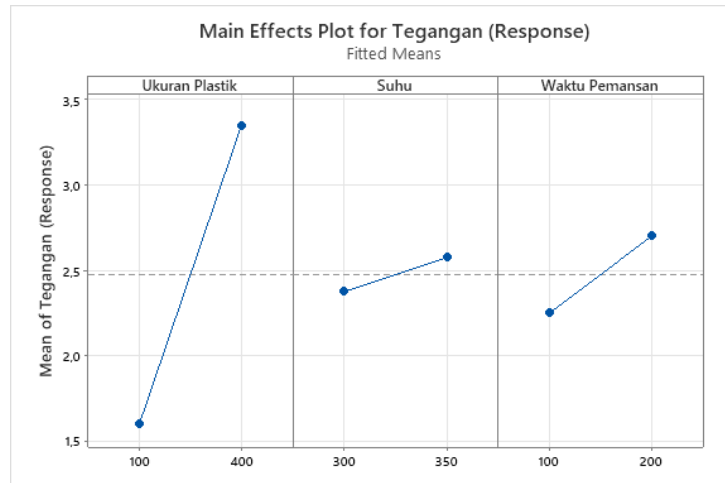
$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\text{beban (N)}}{A \text{ (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{24.3 \text{ (N)}}{52 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 467307.6923 \text{ Pa} \\ &= 0.47 \text{ MPa}\end{aligned}$$

KODE SPESIMEN	Elongasi (mm)	Kekuatan Tarik (Mpa)	Renggang (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
PP 20X20 S1	3	3.16	0.60	52.60
PP 20X20 S2	2.6	3.14	0.52	60.39
PP 20X20 S3	2.8	3.12	0.56	55.63
PP 15X15 S1	4	2.26	0.80	28.29
PP 15X15 S2	4.6	2.27	0.92	24.69
PP 15X15 S3	4	2.29	0.80	28.68
PP 10X10 S1	2.6	1.14	0.52	21.97
PP 10X10 S2	2	1.13	0.40	28.17
PP 10X10 S3	2.4	1.10	0.48	22.88

KODE SPESIMEN	Elongasi (mm)	Kekuatan Tarik (Mpa)	Renggang (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
PET 20X20 S1	1.6	1.61	0.32	50.18
PET 20X20 S2	1.2	1.57	0.24	65.38
PET 20X20 S3	1.6	1.55	0.32	48.56
PET 15X15 S1	1.4	0.68	0.28	24.31
PET 15X15 S2	1.4	0.70	0.28	24.86
PET 15X15 S3	1.6	0.74	0.32	23.08
PET 10X10 S1	1.4	0.51	0.28	18.06
PET 10X10 S2	1.2	0.49	0.24	20.27
PET 10X10 S3	1.6	0.47	0.32	14.60

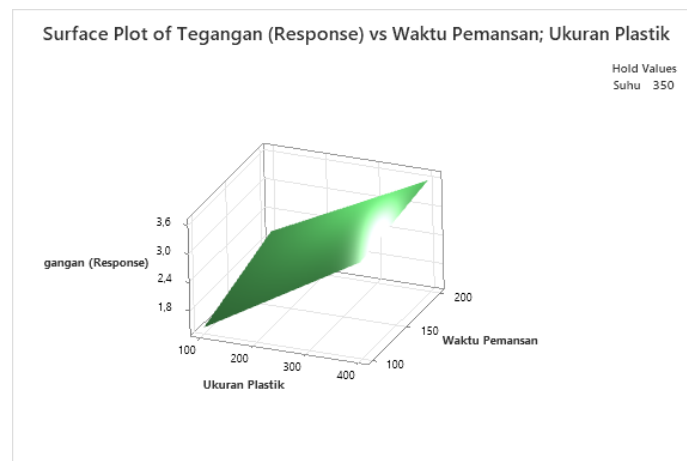
WORKSHEET 3

## Factorial Plots for Tegangan (Response)



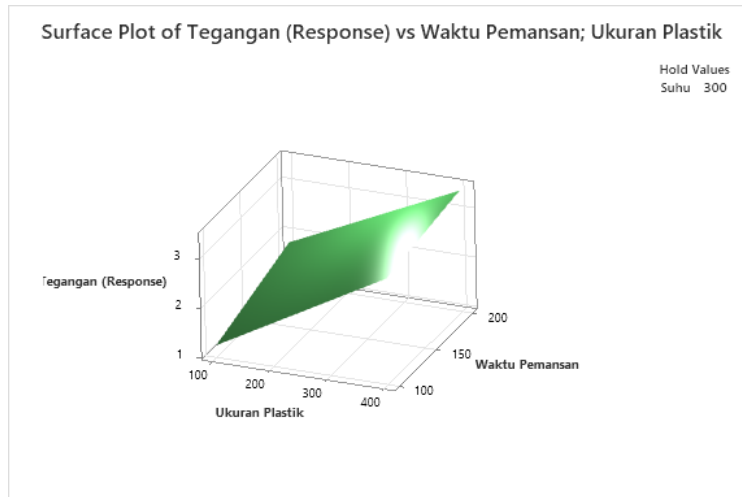
WORKSHEET 3

## Surface Plot of Tegangan (Response) vs Waktu Pemansan; Ukuran Plastik



WORKSHEET 3

## Surface Plot of Tegangan (Response) vs Waktu Pemansan; Ukuran Plastik



WORKSHEET 3

## Factorial Regression: Tegangan (Response) versus Ukuran Plastik; Suhu; Waktu Pemansan

### Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		2,4750	0,0433	57,16	0,000	
Ukuran Plastik	1,7500	0,8750	0,0433	20,21	0,000	1,00
Suhu	0,2000	0,1000	0,0433	2,31	0,104	1,00
Waktu Pemansan	0,4500	0,2250	0,0433	5,20	0,014	1,00
Ukuran Plastik*Suhu	0,0000	0,0000	0,0433	0,00	1,000	1,00

### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,122474	99,32%	98,42%	95,19%

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	6,61000	1,65250	110,17	0,001
Linear	3	6,61000	2,20333	146,89	0,001
Ukuran Plastik	1	6,12500	6,12500	408,33	0,000
Suhu	1	0,08000	0,08000	5,33	0,104
Waktu Pemansan	1	0,40500	0,40500	27,00	0,014
2-Way Interactions	1	0,00000	0,00000	0,00	1,000
Ukuran Plastik*Suhu	1	0,00000	0,00000	0,00	1,000
Error	3	0,04500	0,01500		
Total	7	6,65500			

## Regression Equation in Uncoded Units

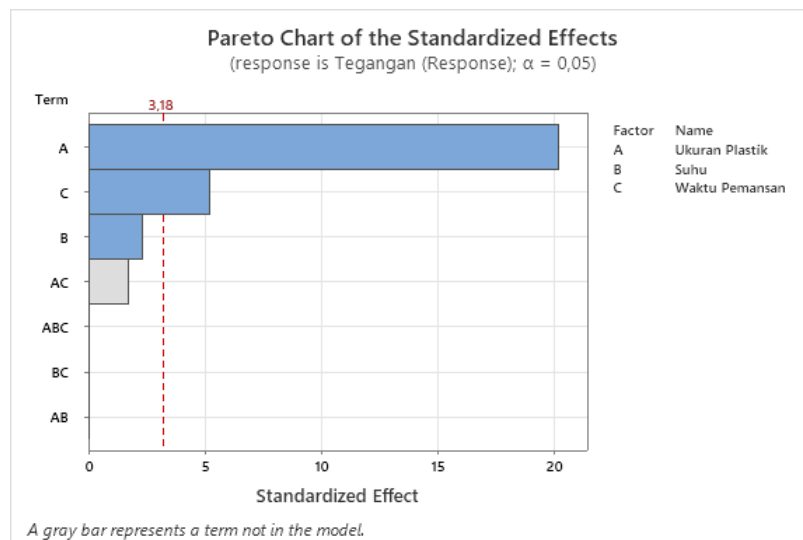
$$\begin{aligned} \text{Tegangan} &= -0,96 + 0,00583 \text{ Ukuran Plastik} + 0,00400 \text{ Suhu} \\ \text{(Response)} &+ 0,004500 \text{ Waktu Pemansan} \\ &+ 0,000000 \text{ Ukuran Plastik*Suhu} \end{aligned}$$

## Alias Structure

Factor	Name
A	Ukuran Plastik
B	Suhu
C	Waktu Pemansan

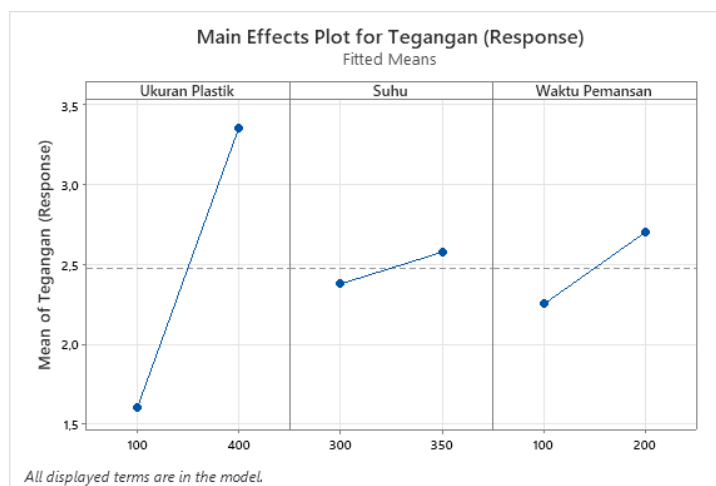
### Aliases

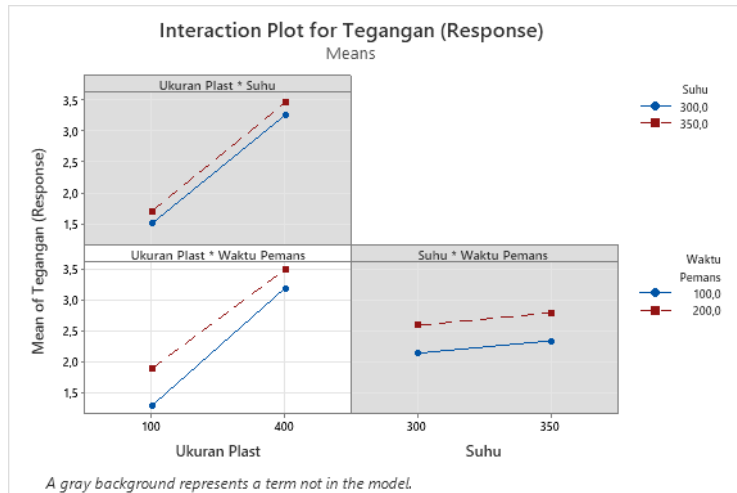
I  
A  
B  
C  
AB



## WORKSHEET 3

## Factorial Plots for Tegangan (Response)





WORKSHEET 3

## Response Optimization: Tegangan (Response)

### Parameters

Response	Goal	Lower Target	Upper	Weight	Importance
Tegangan (Response)	Maximum	1,2	3,6	1	1

### Solution

Solution	Ukuran Plastik		Waktu (Response)		Composite Desirability
	Suhu	Pemansan	Fit	Desirability	
1	400	350	200	3,6	1

### Multiple Response Prediction

Variable	Setting
Ukuran Plastik	400
Suhu	350
Waktu Pemansan	200

Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Tegangan (Response)	3,600	0,000	(3,600; 3,600)	(3,600; 3,600)

