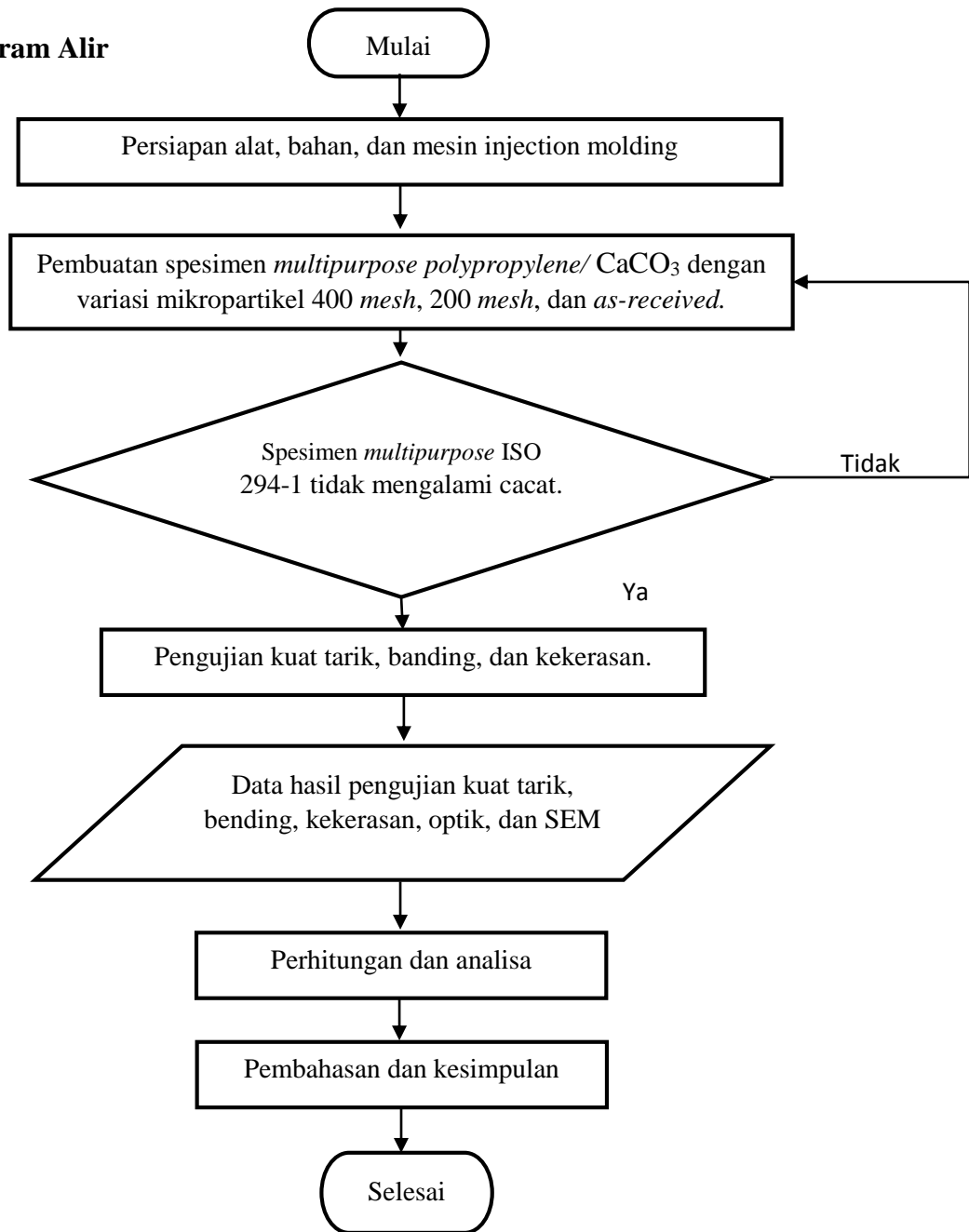


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1. Diagram Alir**



**Gambar 3.1.** Diagram alir

## 3.2. Bahan dan alat

### 3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *polypropylene* dan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

a. *polypropylene*

Material polypropylene homopolymer trilene HI10HO ditunjukkan pada Gambar 3.2, merupakan biji plastik yang berbentuk bulat dan berwarna bening, *polypropylene* merupakan biji plastik yang mudah diproses dan juga multifungsi. Pengaplikasian di industri juga sudah banyak dijumpai, contohnya pada komponen elektronik, komponen otomotif, dan wadah kemasan. Metode manufaktur yang digunakan dalam pembuatan produk yaitu *injection molding*. Pada Tabel 3.1 menunjukkan data *sheet* uji mekanis material *polypropylene* HI10HO.



**Gambar 3.2.** Biji *polypropylene* HI10HO

**Tabel 3.1.** Material data *sheet polypropylene HI10HO*

(Iides,2012)

| <b><i>Physical</i></b>  | <b><i>Nominal value<br/>unit</i></b> | <b><i>Test method</i></b> |
|---|--------------------------------------|---------------------------|
| <i>Specific gravity</i>   | 0.903g/cm <sup>3</sup>               | ASTM D 792                |
| <i>Melt mass-flow rate</i>  | (230°C/2 16kg)<br>10g/10min          | ASTM D 1238               |
| <b><i>Mechanical</i></b>  |                                      |                           |
| <i>Tensile strength</i>   | 34.0 MPa                             | ASTM D 638                |
| <i>Tensile elongation</i>   | 13%                                  | ASTM D638                 |
| <i>Flexural Modulus-1% secant<sup>3</sup></i>                     | 1280 MPa                             | ASTM D 790 A              |
| <b><i>Impact</i></b>  |                                      |                           |
| <i>Notched izod impact (23°C)</i>                                 | 35j/m                                | ASTM D 256                |
| <b><i>Hardness (R-Scale)</i></b>                                  |                                      |                           |
| <i>Rockwell Hardness (R-Scale)</i>                                | 100                                  | ASTN D 785                |
| <b><i>Thermal</i></b>   |                                      |                           |
| <i>Deflection Temperature Under<br/>Load 0.45 MPa, Unannealed</i> | 104°C                                | ASTM D 648                |
| <i>Vicat Softening Temperature</i>                                | 152°C                                | ASTM D 1525 <sup>4</sup>  |
| <i>Melting Temperature</i>  | 163°C                                | ASTN D 3418               |
| <b><i>Injection</i></b>   |                                      |                           |
| <i>Processing (Melt) Temp</i>                                     | 220 to 250°C                         |                           |
| <i>Mold Temperature</i>   | 20.0 to 40.0°C                       |                           |

b. kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

Kalsium karbonat adalah senyawa kimia dengan formula  $\text{CaCO}_3$  lihat Gambar 3.3, mempunyai sifat *hygroscopic* (mudah menyerap air). Kalsium karbonat berbentuk serbuk dengan warna putih, tidak berbau dan berasa. Aplikasi di industri biasanya digunakan untuk pahan pembuatan pipa PVC, pasta gigi, cat, *pulm* dan kertas. Pada Tabel 3.2 menunjukkan data *sheet* kalsium karbonat

**Tabel 3.2.** Data *sheet* kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| Berat molekul | 100,09 gr/mol          |
| Massa jenis   | 2,8 gr/cm <sup>3</sup> |
| Titik lebur   | 825°C                  |
| Pengeringan   | 30-55 °C               |



**Gambar 3.3.** Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

### 3.2.2. Mesin dan alat

Mesin dan alat yang digunakan dalam penelitian adalah:

a. Mesin *Injection molding*

Mesin *injection molding* lihat Gambar 3.4, digunakan untuk membuat spesimen *multipurpose* standar ISO 294 untuk pembuatan material *polymer polypropylene* dengan *filler*  $\text{CaCO}_3$ . Spesifikasi mesin *injection molding* ditunjukkan pada Tabel 3.3.

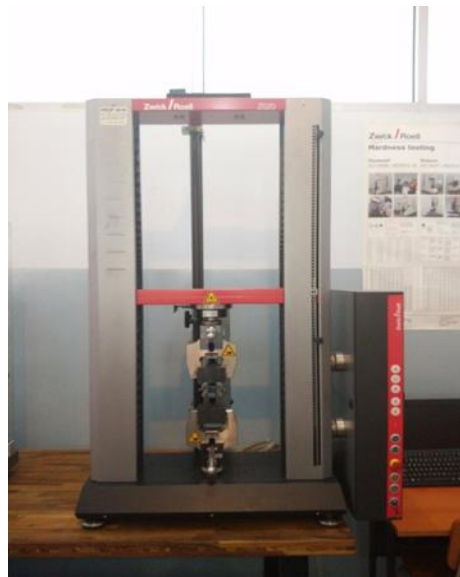
**Tabel 3.3.** Spesifikasi mesin *injection molding*

| Nama Bagian dan Kapasitas |                    |      |      | Satuan             |
|---------------------------|--------------------|------|------|--------------------|
| <i>Screw</i>              | 28                 | 32   | 36   | Mm                 |
| <i>Injection pressure</i> | 2640               | 2020 | 1590 | Kg/cm <sup>2</sup> |
| <i>Injection volume</i>   | 89                 | 116  | 147  | cm <sup>3</sup>    |
| <i>Injection speed</i>    | 104                | 136  | 176  | mm/sec             |
| <i>Clamping force</i>     | 70                 |      |      | Kn                 |
| <i>Open daylight</i>      | 630                |      |      | Mm                 |
| <i>Mold open stroke</i>   | 460                |      |      | Mm                 |
| <i>Mold height</i>        | 170                |      |      | Mm                 |
| <i>Plate size (HxV)</i>   | 560 x 560          |      |      | Mm                 |
| <i>Machine dimentions</i> | 3850 x 1100 x 1600 |      |      | Mm                 |

**Gambar 3.4.** Mesin *injection molding* 70B

b. *Alat uji tarik dan uji bending*

Pada penelitian ini spesimen akan dilakukan uji tarik dan *bending* menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan standar ISO 527-1 pada uji tarik dan ISO 178 pada pengujian *bending* di Politeknik ATMI Surakarta. Adapun alat uji tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 3.5 dan Tabel 3.4.



**Gambar 3.5.** *Universal Testing Machine (UTM)*

**Tabel 3.4.** Spesifikasi Alat uji tarik dan *bending* Zwick Roell Z020

|                   |   |
|-------------------|---|
| Tipe              | Z020  |
| Prabrikan         | Zwick / Roell (Germany)   |
| Fungsi            | Tensile, compression, flexural, computer controlled, universal materials testing, interlaminar, tear tests. |
| Kisaran kecepatan | 0.001 – 750 mm/min  |
| Kapasitas beban   | -20 – +20   |
| Perlengkapan      | Tensile Head (10 kN)  |
|                   | 3 point bending head  |
|                   | 4 point bending head  |
|                   | Zwick TestXpert 11.0 Program  |

c. Alat uji kekerasan

Pada pengujian kekerasan menggunakan jenis Shore D dengan standar ASTM D 2244. Pengujian ini dilakukan di Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP), Yogyakarta. Spesifikasi alat yang digunakan uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Tabel 3.5.



**Gambar 3.6.** Alat uji kekerasan model *Shore D*

**Tabel 3.5.** Spesifikasi alat uji kekerasan *Shore D*

|                    |  |
|--------------------|--|
| Tipe               | Digi test II   |
| Pabrikan           | <i>BAREISS (Germany) tahun 2007</i>                                    |
| Fungsi             | <i>Harness Testing</i>   |
| Model              | Shore D  |
| Ketebalan material | <i>For molded 4 – 6 mm</i>   |
| Standar            | DIN EN ISO 868 DIN ISO 7619, ASTM D 2240, NFT 51-174, BS903 Part. A 26 |

d. Alat uji optik dan SEM

Pengujian SEM dilakukan di PT Fajar Mas Murni sedangkan uji optik dilakukan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.2.3. Alat bantu penunjang

1. Oven digunakan untuk mengeringkan serbuk kalsium karbonat, agar kandungan air didalamnya berkurang.



**Gambar 3.7.** Oven

2. Ayakan digunakan untuk menghaluskan dan memisahkan kalsium karbonat yang masih menggumpal.

a.



b.



**Gambar 3.8.** Ayakan 400 (a) dan 200 (b) mesh

3. Toples plastik digunakan untuk mencampur material *polypropilene* dengan kalsium karbonat.



**Gambar 3.9.** Toples pencampur material



- Alumunium foil digunakan sebagai alas kalsium karbonat saat didalam oven, agar panas lebih merata dan mempercepat pengeringan kalsium karbonat.



**Gambar 3.10.** Alumunium foil

- Timbangan digunakan untuk menghitung berat dari material yang akan digunakan untuk pembuatan material.



**Gambar 3.11.** Alat ukur timbangan

- Kantong plastik di gunakan untuk wadah *polypropylene* dan kalsium karbonat



**Gambar 3.12.** Kantong plastik ukuran 23 x 40 cm

### 3.3. Proses Pengovenan pada kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

Proses pengovenan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalamnya, karena sifat kalsium karbonat yang higroskopis yaitu mudah menyerap air. Proses ini berlangsung selama 15 menit dengan suhu  $50^\circ\text{C}$ , proses selanjutnya adalah penyaringan.

### 3.4. Proses pengayakan dan penimbangan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

Setelah proses oven selanjutnya adalah proses pengayakan dan penimbangan, pengayakan dilakukan untuk menghaluskan dan menghilangkan gumpalan- gumpalan pada kalsium karbonat. Proses pengayakan dibedakan dalam dua saringan yaitu 400 dan 200 *mesh*, setelah pengayakan kalsium karbonat proses selanjutnya adalah penimbangan. Proses penimbangan bertujuan untuk menimbang berat material kalsium karbonat dan *polypropylene*.

### 3.5. Proses pencampuran material *polypropylene* dan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

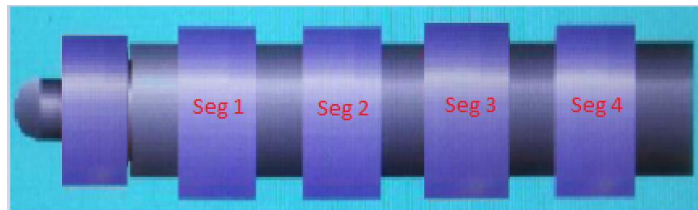
Langkah yang harus dilakukan sebelum proses *injection molding* adalah proses pencampuran material *polypropylene* dengan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), adapun presentasinya adalah sebagai berikut :

- a. *Polypropylene* dengan kandungan filler  $\text{CaCO}_3$  15% dengan ukuran mikropartikel ayakan 400 *mesh*, jumlah material 500 gram dengan perbandingan 425 gram *polypropylene* dicampur 75 gram kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) di dalam plastik berukuran 23 cm x 40 cm lalu dicampurkan didalam wadah toples dan dikocok selama 5 menit.
- b. *Polypropylene* dengan kandungan filler  $\text{CaCO}_3$  15% dengan ukuran mikropartikel ayakan 200 *mesh*, jumlah material 500 gram dengan perbandingan 425 gram *polypropylene* dicampur 75 gram kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) di dalam plastik berukuran 23 cm x 40 cm lalu dicampurkan didalam wadah toples dan dikocok selama 5 menit.

c. *Polypropylene* dengan kandungan filler  $\text{CaCO}_3$  15% tanpa dilakukan pengayakan, jumlah material 500 gram dengan perbandingan 425 gram *polypropylene* dicampur 75 gram kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) di dalam plastik berukuran 23 cm x 40 cm lalu dicampurkan didalam wadah toples dan dikocok selama 5 menit.

### 3.6. Proses produksi spesimen *multipurpose* dengan *injection molding*.

Pembuatan spesimen dalam kondisi optimal tidak lepas dari parameter yang sesuai dalam pembuatan spesimen material polipropilen untuk mengurangi terjadinya cacat yang terjadi pada spesimen (Firdaus, 2002). Berikut merupakan parameter yang digunakan dalam pembuatan spesimen *multipurpose polypropylene* menggunakan mesin *injection molding*.



**Gambar 3.13.** temperatur seting

**Tabel 3.6.** Temperatur proses *injection molding*

| Temperatur Seting |            |            |            |            |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| Ejec              | 1 Seg (°C) | 2 Seg (°C) | 3 Seg (°C) | 4 Seg (°C) |
| Set               | 200        | 185        | 170        | 150        |

Temperatur barrel terbagi atas 4 segmen (lihat Gambar 3.13) yang mana setiap segmen memiliki temperatur yang berbeda-beda, segmen pertama temperatur lebih tinggi dibandingkan dengan segmen setelahnya guna mempermudah material *polypropylene* meleleh saat diinjeksikan kedalam cetakan. Sesuai dengan material data sheet *polypropylene* akan meleleh ditemperatur 150°- 250°C. ditunjukkan pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.7.** Parameter *injection press, flux* dan *total time*

| <i>Injection</i>      |       |       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Press (Bar)</i>    | 5 Seg | 4 Seg | 3 Seg | 2 Seg | 1 Seg |
|                       | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   |
| <i>Flux (%)</i>       | 40    | 50    | 60    | 75    | 85    |
| <i>Total Time (s)</i> | 6.50  |       |       |       |       |

Pada *injection molding* tekanan injeksi menggunakan 120 bar seperti ditunjukkan pada Tabel 3.7. Tekanan *injection* sangat berpengaruh dengan hasil spesimen, tekanan *injection* yang rendah dapat menjadikan spesimen *short shot* atau spesimen cacat dikarenakan adanya bagian yang tidak terbentuk sempurna. Sedangkan temperatur yang rendah berpengaruh pada tidak melelehnya materil plastik didalam barrel.

**Tabel 3.8.** *Melting*

| <i>Press (Bar)</i>   | Melt1 | Melt2 |
|----------------------|-------|-------|
|                      | 100   | 50    |
| <i>Cool time (s)</i> | 15    |       |
| <i>MeltLmt (s)</i>   | 28    |       |

Pada seting parameter *melting* menunjukkan waktu *melting time* dan *coll time* dari biji *polypropylene*. Ditunjukkan pada tabel 3.8.

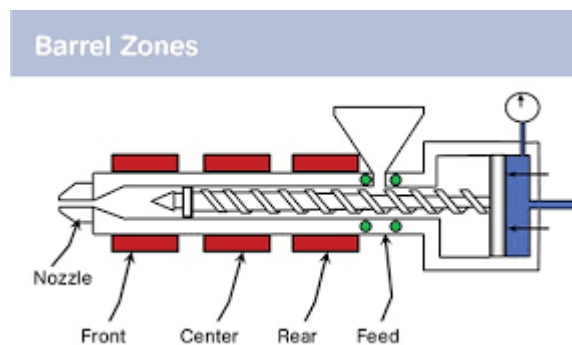
**Tabel 3.9.**  *Holding*

| <i>Hold Press</i>  |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Press (Bar)</i> | 4 Lev | 3 Lev | 2 Lev | 1 Lev |
|                    | 70    | 75    | 85    | 90    |
| <i>Flux (%)</i>    | 20    | 20    | 35    | 20    |
| <i>Time (s)</i>    | 1     | 1.10  | 2.50  | 4     |

Pada setting parameter *holding press* terbagi atas 4 bagian dan 3 komponen utama yaitu tekanan, *flux* (kecepatan) dan time ditunjukkan pada Tabel 3.9 diatas. Pengaturan *holding press*  $\frac{1}{2}$  dari tekanan injeksi untuk menghindari spesimen cacat. Cacat yang ditimbulkan karena tekanan holding rendah yaitu flashing atau keluarnya material dari parting line dalam jumlah sedikit. Flashing dapat diatasi dengan menaikkan tekanan injeksi atau dengan cara lain menaikkan tekanan holding pada bagian pertama sampai bagian ke empat secara bertahap dan menambahkan 2-3 digit disetiap bagiannya.

### 3.7. Siklus Proses *Injection Molding*

Material dimasukan ke dalam *hopper* secara berlahan kemudian material masuk kedalam *barrel* untuk proses pelelehan atau plastisasi, disetiap barel memiliki temperatur yang berbeda beda.



**Gambar 3.14.** Zona Barrel (sumber : sinotech.com)

Pada bagian *barrel* yang pertama termperaturnya harus lebih tinggi dari bagian *barrel* yang lainnya agar memudahkan proses injeksinya, pada saat *mold close* sudah berjalan dan sudah menyetuh *cavity* maka akan mengunci otomatis ditunjukkan pada Gambar 3.14.

Untuk melihat tekanan *mold open* dan *mold close* dapat diketahui melalui *pressure gouge* yang terdapat pada ujung *cylinder hydrolis clamp*.

Material didalam *barrel* yang sudah meleleh diinjeksikan ke dalam  *mold* melalui  *nozzle* yang terletak diujung  *barrel*, material masuk ke dalam  *mold* melewati  *sprue* menuju ke  *core*. Pada saat proses injeksi membutuhkan waktu 6 detik dimulai dari masuknya material masuk kedalam  *sprue* sampai ke  *core mold*. Setelah proses  *injection* proses selanjutnya adalah  *holding*, proses  *hilding* membutuhkan tekanan sebesar 90 bar pada segmen pertama. Pada saat proses  *holding* terjadi juga pengambilan material melauai  *screw*.  *Screw* memiliki dua fungsi yaitu, mendorong material yang sudah meleleh saat proses plastisasi dan membawa kembali material yang belum meleleh saat proses  *holding*.

Setelah proses  *holding* langkah selanjutnya adalah proses  *cooling*, proses  *cooling* terjadi didalam  *mold*. Proses  *cooling* membutuhkan waktu 8 detik untuk membuat spesimen dingin dan mengeras, proses ini bisa diatur sesuai kebutuhan. Setelah proses  *cooling mold* akan terbuka dan spesimen akan didorong dengan  *ejector* secara otomatis atau dengan manual.

### **3.8. Proses pengujian kuat tarik**

Langkah- langkah pada proses pengujian kuat tarik meliputi :

- a. Melakukan pengukuran pada spesimen  *multipurpose*
- b. Menyalakan alat uji tarik  *zwick roell* dan komputer untuk operasional mesin
- c. Memasang spesimen uji dalam cekam mesin uji tarik, sesuai dengan tanda yang telah ditentukan dengan menekan UP atau DOWN untuk menarik dan menurunkan cekam.
- d. Menjalakan program  *Zwick TestXpert 11.0* pada komputer
- e. Mengisi data spesimen uji tarik pada  *Method Window*.
  - i.  *Sample*, untuk data material uji meliputi :  *Shape, Gauge, Grip, Leght*.
  - ii.  *Prepare Test*, untuk menentukan mode pengujian pada benda uji

- j. Membuat *display* pengujian pada *Report Screen*, meliputi : *test no*, *test date*, nama material.
- k. Melakukan pengujian dengan cara klik *TEST* pada *tool box*.
- l. Mencetak hasil dengan cara menekan *PRINT* pada aplikasi.
- m. Melepaskan material pada cekam alat uji tarik dan melakukan pengukuran pada benda uji.

### **3.9. Proses pengujian *bending***

Langkah- langkah proses pengujian *bending* adalah sebagai berikut :

- a. Mengukur dimensi pada spesimen meliputi panjang, lebar, dan tebal.
- b. Menyalakan UTM *Zwick Roell* untuk memulai pengujian *bending*.
- c. Meletakkan spesimen bahan uji pada tumpuan dan memastikan indenter berada diposisi tengah kedua tumpuan.
- d. Menentukan kepala silang pada spesimen uji.
- e. Setelah dilakukan pengujian mendapatkan data hasil kemudian dilanjutkan dengan perhitungan karakteristik kekuatan *bending*.

### **3.10. Proses pengujian kekerasan**

Langkah – langkah proses pengujian kekerasan adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan spesimen uji kekerasan.
- b. Menekan tombol *power ON* untuk mengaktifkan layar monitor.
- c. Mengatur jarak penekanan 10 cm dari Shore D terhadap permukaan benda uji.
- d. Melakukan pengujian pada spesimen uji di 5 titik.
- e. Menekan tombol *start* untuk menjalankan pengujian.
- f. Menunggu selama 15 detik, lalu hasil pengujian akan muncul pada monitor.
- g. Mencatat hasil pengujian.