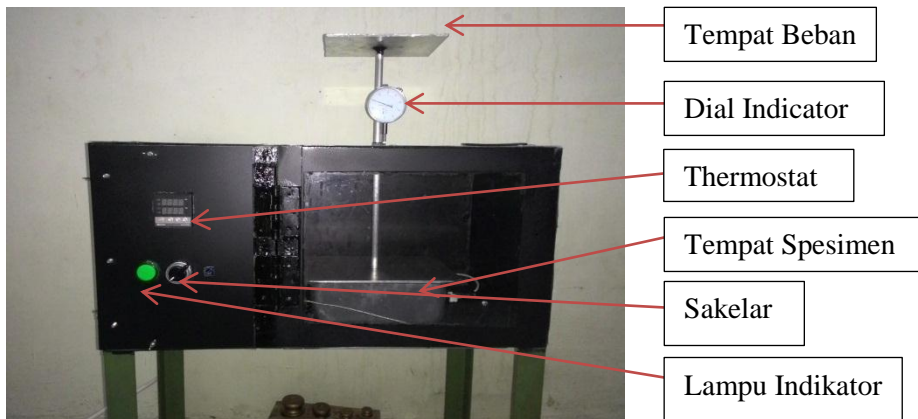


**BAB IV**  
**HASIL PEMBUATAN**

**4.1 Hasil Pembuatan Alat Uji Suhu Defleksi**

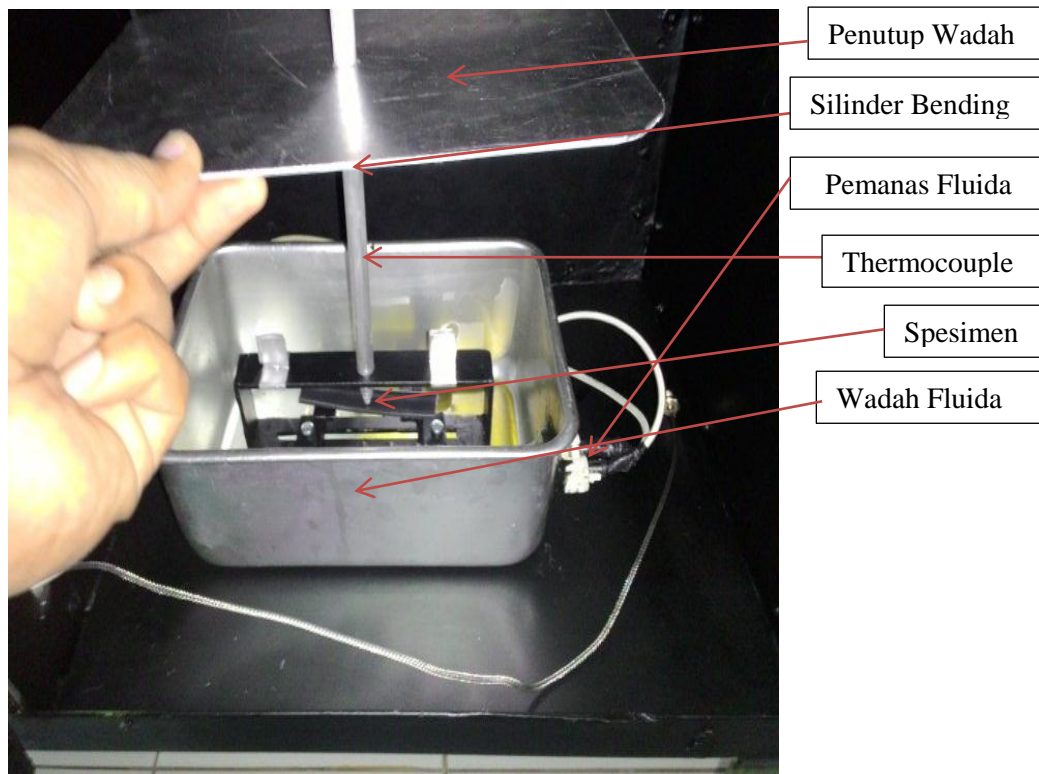
Alat uji suhu defleksi yang sudah selesai dibuat dan siap dilakukan pengujian untuk mengetahui suhu defleksi dengan variasi jenis-jenis plastik ditunjukkan pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.1 Alat Uji Suhu Defleksi



Gambar 4.2 Bagian Rangkaian Listrik



Gambar 4.3 Bagian Tempat Spesimen

Dari Gambar diatas, komponen alat uji suhu defleksi yang digunakan dalam pengujian, adapun bagian-bagian alat uji suhu defleksi dijelaskan sebagai berikut:

1. Tempat beban, komponen ini digunakan sebagai dudukan beban pada saat pengujian dilakukan.
2. Silinder bending, komponen ini digunakan sebagai tumpuan utama pada saat beban diberikan ke bagian tengah spesimen.
3. *Dial indicator*, alat ini digunakan untuk mengukur defleksi yang terjadi pada spesimen.
4. Tempat fluida, komponen ini adalah tempat fluida yang dipanaskan untuk pengujian.
5. Lampu Indikator, komponen listrik ini berfungsi sebagai indikator ketika alat uji dalam kondisi hidup
6. Sakelar, komponen listrik ini digunakan untuk mematikan/menghidupkan alat uji.

7. *Thermostat*, alat ini digunakan untuk mengatur suhu dan menampilkan bacaan suhu spesimen pada proses pengujian.
8. *MCB (Miniature Circuit Breaker)*, alat ini digunakan untuk memutuskan aliran listrik yang masuk ketika terjadinya korsleting listrik.
9. *Magnetic Contactor*, Alat listrik ini berfungsi sebagai pemutus aliran listrik ke pemanas secara otomatis yang diperintahkan oleh *thermostat*.
10. Kipas pendingin, digunakan untuk mendinginkan ruang elektronik.
11. *Thermocouple*, digunakan untuk membaca suhu pada fluida cair yang dipanaskan.

#### 4.1.1 Pengujian kinerja alat ukur suhu dan defleksi

Percobaan kinerja alat pengatur suhu beserta bacaan suhu dan alat ukur defleksi ketika percobaan sedang berlangsung.



Gambar 4.4 Percobaan alat ukur

#### 4.2 Spesifikasi Alat Uji Suhu Defleksi

Spesifikasi dan parameter yang dipakai antara alat uji suhu defleksi buatan dengan alat uji suhu defleksi pabrikan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Spesifikasi Alat Uji Suhu Defleksi Buatan

Kisaran Suhu	250 °C
Laju Pemanasan	3°C/Min
Kesalahan Suhu	2°C
Max. Kesalahan Defleksi	0,1 mm
Jumlah Tempat Sampel	1 buah
Berat Tiang dan <i>Pallet</i>	512 gram
Metode Pendinginan	Tidak Ada
Voltase	Fase Tunggal, 220V, 50 Hz
Dimensi	600 mm, 300 mm, 600 mm

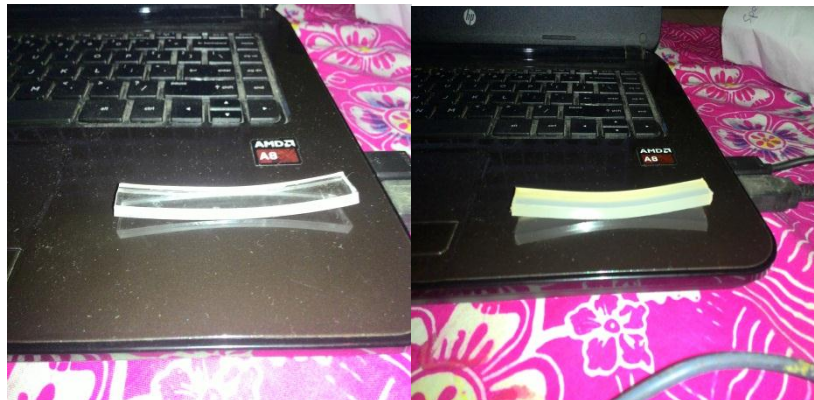
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Uji Suhu Defleksi Pabrik

Kisaran Suhu	300 °C
Laju Pemanasan	2°C/Min
Kesalahan Suhu	0,1 °C
Max. Kesalahan Defleksi	0,1 mm
Jumlah Tempat Sampel	3 Buah
Berat Tiang dan <i>Pallet</i>	68 gram
Metode Pendinginan	Ada
Voltase	Fase Tunggal, 220V, 50 Hz
Dimensi	528 mm, 545 mm, 37 mm

#### 4.3 Pengujian Alat Suhu defleksi Pada Spesimen

1. Ukur spesimen dengan ukuran panjang 80 mm, lebar 10 mm dan tebal 4 mm.
2. Tempatkan spesimen pada dudukan yang jarak antar kedua dudukan 64 mm diposisi tengah-tengah antara kedua dudukan.
3. Tekan spesimen dengan silinder bending yang telah diberikan beban.
4. Arahkan *thermocouple* pada posisi dengan jarak 20 mm dari spesimen.

5. Taruh spesimen kedalam wadah fluida dengan posisi tegak.
6. Tuang fluida cair kedalam wadah spesimen dan rendam spesimen dengan jarak permukaan fluida 50 mm dari posisi spesimen.
7. Tutup pintu ruang pemanas.
8. Atur posisi *dial indicator* tepat diatas permukaan alat uji dengan posisi jarum panjang menunjukkan 0,00 mm.
9. Pastikan suhu awal fluida 27°C.
10. Tarik tuas MCB ke arah ON.
11. Putar sakelar ke posisi ON.
12. Atur suhu yang diinginkan dengan cara menekan tombol “Set” pada *thermostat*.
13. Tunggu dan baca pada suhu berapa spesimen mengalami defleksi serta baca pada *dial indicator* berapa mm spesimen mengalami defleksi
14. Setelah pengujian selesai, tunggu sampai suhu fluida dibawah 40°C, lalu kuras fluida dan ambil spesimen yang telah mengalami defleksi.



Gambar 4.5 Hasil spesimen yang mengalami defleksi (a) Acrylic, suhu defleksi 42 °C (b) Polypropelene, suhu defleksi 38 °C.

Setelah pengujian selesai dan data yang didapat, kemudian menghitung nilai defleksi, konsumsi daya laju, perpindahan panas dan analisa hasil pengujian dan kinerja alat uji.

#### 4.4 Perbandingan Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang diukur meliputi suhu defleksi dan waktu mengalami defleksi. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termokopel tipe E yang mempunyai suhu antara 0 °C – 800 °C. Suhu yang diukur yaitu suhu fluida dan ketika mencapai defleksi.

Spesimen yang digunakan diukur terlebih dahulu menggunakan jangka sorong untuk mengetahui ukuran secara presisi sebelum pengujian defleksi dilakukan. Ukuran masing-masing spesimen berbeda dengan ukuran standar yang dianjurkan dikarenakan proses pembuatan spesimen dengan menggunakan proses *machining*. Pembuatan spesimen menggunakan proses *machining*, karena proses *machining* paling mudah dilakukan dibandingkan proses lainnya, namun memiliki tingkat presisi ukuran yang rendah. Berikut data spesimen beserta ukurannya:

Tabel 4.3 Data hasil spesimen yang Dibuat

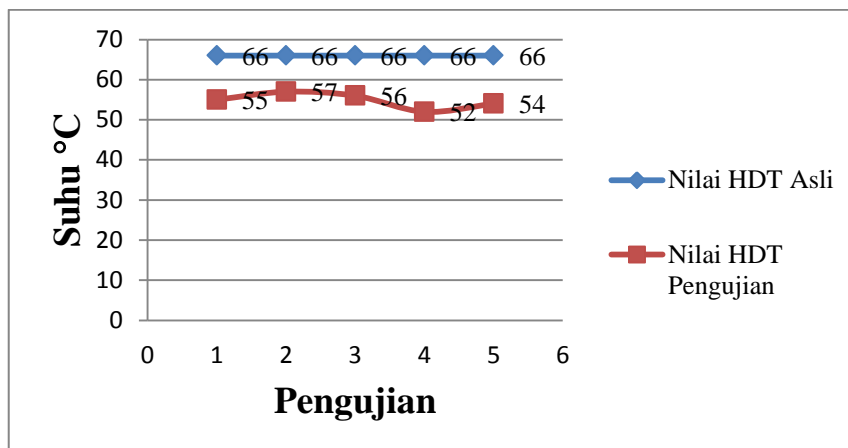
No	Bahan Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Proses Pembuatan
1	ABS	80	9,68	3,89	<i>Machining</i>
2	Acrylic	78,8	12,56	4,55	<i>Machining</i>
3	Polypropelene	80	10	4	<i>Pressing</i>

##### 4.4.1 Hasil Pengujian

Pada proses pengujian defleksi batang plastik jenis *ABS*, *Polyphropelene*, *Acrylic* menggunakan metode C dengan tekanan 8,00 Mpa dan hasil perbandingan yang didapatkan nilai *HDT* standar dengan Nilai *HDT* pengujian.

Tabel 4.4 Hasil Perbandingan Pengujian ABS

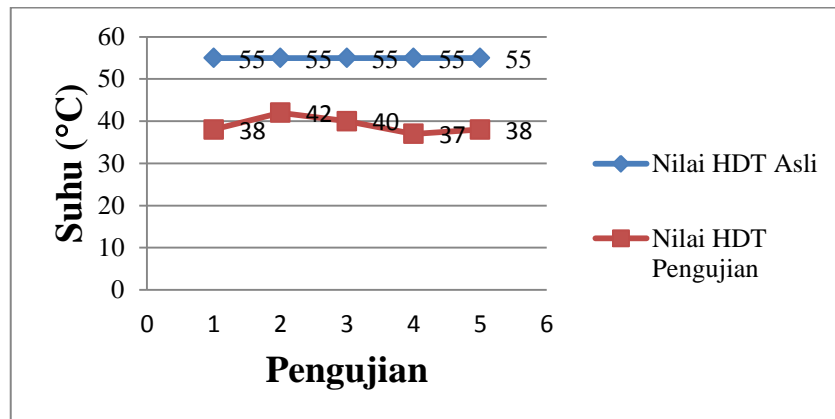
Pengujian Ke	Nilai HDT Asli (°C)	Nilai HDT Pengujian (°C)
1	66	55
2	66	57
3	66	56
4	66	52
5	66	54



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Plastik ABS

Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Pengujian Acrylic

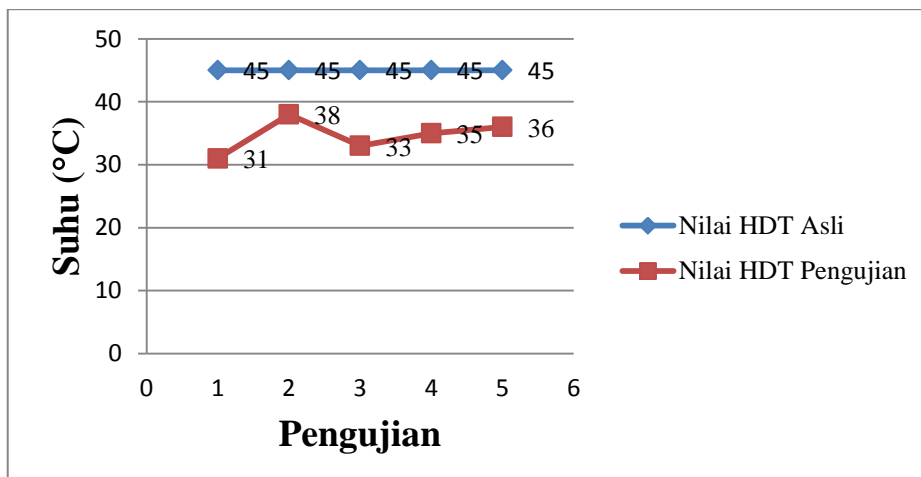
Pengujian ke	Nilai HDT Asli	Nilai HDT Pengujian
1	55	38
2	55	42
3	55	40
4	55	37
5	55	38



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Penguujian Plastik *Acrylic*

Tabel 4.6 Hasil Penguujian Perbandingan Polypropelene

Penguujian ke	Nilai HDT Asli	Nilai HDT Penguujian
1	45	31
2	45	38
3	45	33
4	45	35
5	45	36



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Penguujian Plastik *Polypropelene*



#### 4.4.2 Hasil perbandingan

Perbedaan yang terjadi saat pengujian alat uji buatan dengan alat uji pabrikan terdapat pada suhu defleksi yang dicapai. Hal ini disebabkan oleh berbedanya kualitas alat ukur suhu, beban standar dan pemanas listrik yang digunakan saat pengujian, sehingga bacaan suhu yang dihasilkan jauh lebih cepat mengalami defleksi dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan alat uji pabrikan. Kemudian, perbedaan hasil dalam lima kali percobaan menggunakan satu jenis plastik disebabkan oleh kondisi dari ketiga spesimen berbeda satu sama lain. Faktor lain penyebab berbedanya hasil pengujian selain kualitas alat ukur adalah bentuk dan tingkat presisi spesimen mempengaruhi hasil dari pengujian. Pada proses pembuatan spesimen menggunakan proses cetak tekan (*Pressing*) lebih baik dari pembuatan menggunakan proses (*machining*) yang tingkat presisi dari spesimen lebih rendah. Lalu, kondisi struktur spesimen mempengaruhi nilai dari tegangan lentur yang dihasilkan. Maka, semakin jelek struktur spesimen plastik, semakin cepat pula spesimen mengalami suhu defleksi.

#### 4.5 Analisa Data

Analisa data pada pengujian adalah dengan cara membandingkan suhu defleksi, nilai defleksi terjadinya defleksi antara jenis plastik *ABS*, *Polyphropylene* dengan *Acrylic* dan laju aliran massa pada tiap-tiap material. Adapun data didapatkan dengan pengujian secara langsung maupun didapatkan dengan menggunakan perhitungan.

4.5.1. Menghitung gaya yang dihasilkan pada posisi flatwise menggunakan persamaan (2.2) diperoleh :

Jika ukuran spesimen sesuai standar:

$$F = \frac{2 \cdot \sigma_f \cdot b \cdot h^2}{3 \cdot L}$$

$$F = \frac{2 \times 8 \text{ (MPa)} \times 10 \text{ (mm)} \times 4^2 \text{ (mm)}}{3 \times 64 \text{ (mm)}}$$

$$F = 13.3 \text{ N}$$

Dibandingkan dengan ukuran spesimen yang tidak standar:

$$\begin{aligned}
 \text{ABS.} \quad F &= \frac{2 \cdot \sigma_f \cdot b \cdot h^2}{3 \cdot L} \\
 F &= \frac{2 \times 8(\text{MPa}) \times 9,68(\text{mm}) \times 3,89(\text{mm})^2}{3 \times 64(\text{mm})} \\
 F &= 12,20 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Acrylic.} \quad F &= \frac{2 \cdot \sigma_f \cdot b \cdot h^2}{3 \cdot L} \\
 F &= \frac{2 \times 8(\text{MPa}) \times 12,56(\text{mm}) \times 4,55(\text{mm})^2}{3 \times 64(\text{mm})} \\
 F &= 21,66 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Polypropelene.} \quad F &= \frac{2 \cdot \sigma_f \cdot b \cdot h^2}{3 \cdot L} \\
 F &= \frac{2 \times 8(\text{MPa}) \times 10(\text{mm}) \times 4(\text{mm})^2}{3 \times 64(\text{mm})} \\
 F &= 13,3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4.5.2. Menghitung massa tambahan menggunakan persamaan (2.4) diperoleh :

Nilai  $F_s = 0$ , karena pada proses pengujian tidak menggunakan instrumen pegas untuk mengetahui gaya yang dihasilkan. Maka,

$$\begin{aligned}
 \text{ABS.} \quad m_w &= \frac{F - F_s}{9,81} - m_r \\
 m_w &= \frac{12,20 \text{ N} - 0 \text{ N}}{9,81} - 0,512 \text{ Kg} \\
 m_w &= 0,73 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Acrylic.} \quad m_w &= \frac{F - F_s}{9,81} - m_r \\
 m_w &= \frac{21,66 \text{ N} - 0 \text{ N}}{9,81} - 0,512 \text{ Kg} \\
 m_w &= 1,69 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Polypropelene. } m_w = \frac{F - F_s}{9,81} - m_r$$

$$m_w = \frac{13,3 \text{ N} - 0 \text{ N}}{9,81} - 0,512 \text{ Kg}$$

$$m_w = 0,84 \text{ Kg}$$

4.5.3 Menghitung nilai standar defleksi menggunakan persamaan (2.5) diperoleh

$$\text{ABS. } \Delta s = \frac{L^2 \cdot \Delta \varepsilon_f}{600 \cdot h}$$

$$\Delta s = \frac{64 \text{ (mm)}^2 \times 8 \text{ (\%)}}{600 \times 3,89 \text{ (mm)}}$$

$$\Delta s = 0,140 \text{ (mm)}$$

$$\text{Acrylic. } \Delta s = \frac{L^2 \cdot \Delta \varepsilon_f}{600 \cdot h}$$

$$\Delta s = \frac{64 \text{ (mm)}^2 \times 8 \text{ (\%)}}{600 \times 4,55 \text{ (mm)}}$$

$$\Delta s = 0,120 \text{ (mm)}$$

$$\text{Polypropelene. } \Delta s = \frac{L^2 \cdot \Delta \varepsilon_f}{600 \cdot h}$$

$$\Delta s = \frac{64 \text{ (mm)}^2 \times 8 \text{ (\%)}}{600 \times 4 \text{ (mm)}}$$

$$\Delta s = 0,136 \text{ (mm)}$$

4.5.4 Menghitung laju perubahan suhu menggunakan persamaan (2.7) diperoleh:

4.5.4.1 ABS

$$\Delta t = \frac{(T_2 - T_1)^\circ\text{C}}{t \text{ (detik)}}$$

$$\Delta t = \frac{(57 - 27)}{204 \text{ (s)}}$$

$$\Delta t = 0,125 \text{ (}^\circ\text{C/detik)}$$

#### 4.5.4.2 Polypropelene

$$\Delta t = \frac{(T_2 - T_1)^\circ\text{C}}{t \text{ (detik)}}$$

$$\Delta t = \frac{(38 - 26)}{204 \text{ (s)}}$$

$$\Delta t = 0,058 \text{ (}^\circ\text{C/detik)}$$

#### 4.5.4.3 Acrylic

$$\Delta t = \frac{(T_2 - T_1)^\circ\text{C}}{t \text{ (detik)}}$$

$$\Delta t = \frac{(42 - 28)}{247.2 \text{ (s)}}$$

$$\Delta t = 0,056 \text{ (}^\circ\text{C/detik)}$$

4.5.5 Menghitung nilai muai spesimen menggunakan persamaan (2.8) diperoleh

#### 4.5.5.1 ABS

$$\begin{aligned} dl &= L_0 \cdot \alpha (t_1 - t_0) \\ &= 0,08 \text{ (m)} \cdot 0,0000738 \text{ (}10^{-6} \text{ m/(m }^\circ\text{C))} \cdot (57 - 27) \text{ (}^\circ\text{C)} \\ &= 0,00017 \text{ (m)} \end{aligned}$$

#### 4.5.5.2 Polyphropelene

$$\begin{aligned} dl &= L_0 \cdot \alpha (t_1 - t_0) \\ &= 0,08 \text{ (m)} \cdot 0,00015 \text{ (}10^{-6} \text{ m/(m }^\circ\text{C))} \cdot (38 - 26) \text{ (}^\circ\text{C)} \\ &= 0.0014 \text{ (m)} \end{aligned}$$

#### 4.5.5.3 Acrylic

$$\begin{aligned} dl &= L_0 \cdot \alpha (t_1 - t_0) \\ &= 0,08 \text{ (m)} \cdot 0,000075 \text{ (}10^{-6} \text{ m/(m }^\circ\text{C))} \cdot (42 - 28) \text{ (}^\circ\text{C)} \\ &= 0,00084 \text{ (m)} \end{aligned}$$

4.5.6 Menghitung tegangan thermal spesimen menggunakan persamaan (2.9) diperoleh :

4.5.6.1 ABS

$$\begin{aligned}\sigma &= E.\alpha.dt \\ &= 15000000000 \text{ (N/m}^2\text{)} . 0,0000738 \text{ (10}^{-6}\text{ m/(m }^\circ\text{C))}. 12^\circ\text{C} \\ &= 1328400 \text{ (N/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

4.5.6.2 Polyphropelene

$$\begin{aligned}\sigma &= E.\alpha.dt \\ &= 17000000000 \text{ (N/m}^2\text{)} . 0,0001 \text{ (10}^{-6}\text{ m/(m }^\circ\text{C))}. 12^\circ\text{C} \\ &= 2040000 \text{ (N/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

4.5.6.3 Acrylic

$$\begin{aligned}\sigma &= E.\alpha.dt \\ &= 32000000000 \text{ (N/m}^2\text{)} . 0,000075 \text{ (10}^{-6}\text{ m/(m }^\circ\text{C))}. 14^\circ\text{C} \\ &= 3360000 \text{ (N/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

Seluruh perhitungan hasil gaya yang dihasilkan, total gaya untuk pengujian, dan laju perubahan suhu hasil pengujian benda kerja dengan variasi suhu dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai Total Defleksi

No	Jenis Plastik	Gaya Yang Dihasilkan Posisi Flatwise (N)	Nilai Massa Tambahan Pada Pengujian (Kg)	Nilai Standart Defleksi (mm)
1	Polyphropelene	13,3	0,73	0,140
2	Acrylic	21,66	1,69	0,120
3	ABS	12,20	0,84	0,136

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Spesimen Terhadap Panas

No	Jenis Plastik	Laju Perubahan Suhu ( $^{\circ}\text{C}/\text{detik}$ )	Nilai Muai Spesimen (m)	Nilai Tegangan Thermal ( $\text{N}/\text{m}^2$ )
1	Polyphropelene	0,058	0,0014	2040000
2	Acrylic	0,056	0,00084	3360000
3	ABS	0,125	0,00017	1328400