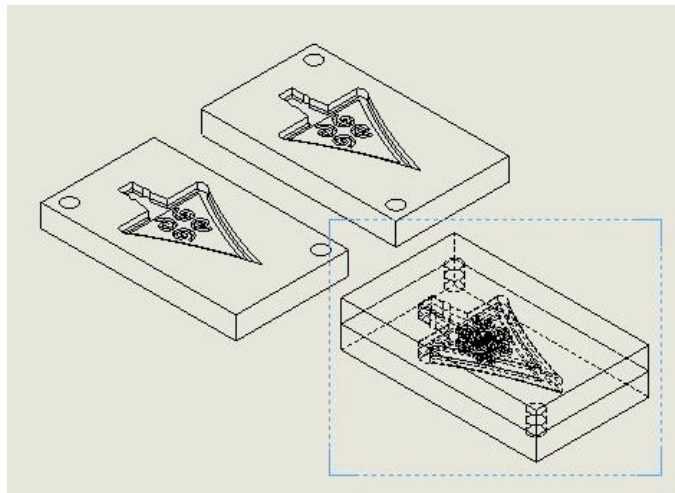
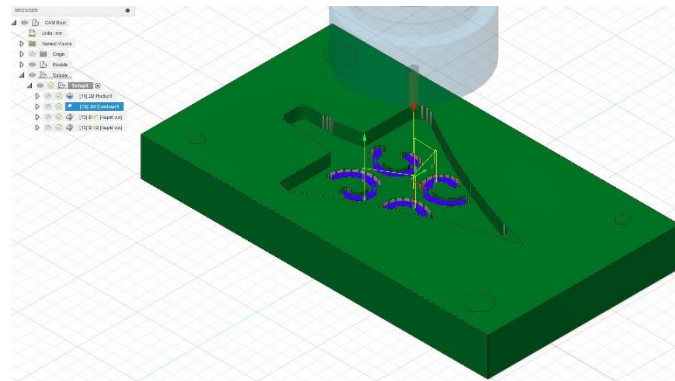
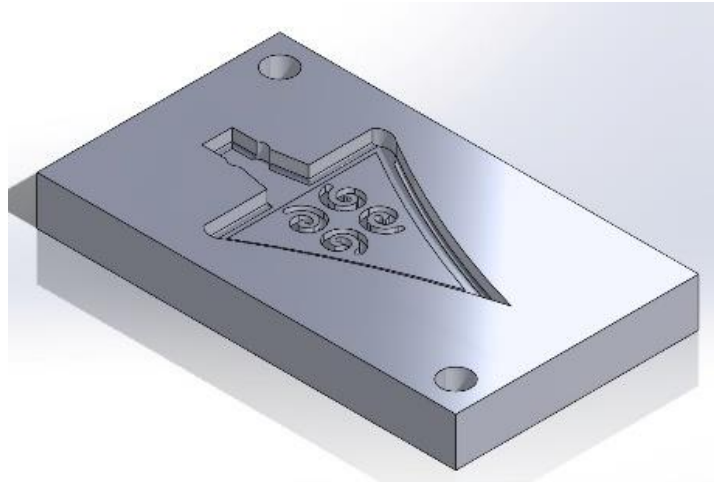


BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Cetakan (*Mold*)

Cetakan merupakan sebuah alat penunjang untuk membantu terbentuknya benda yang diinginkan, dengan cetakan hasil keluaran dari proses *injection moulding* sama dan sesuai dengan cetakan yang sebelumnya sudah dibuat melalui proses pembubutan. Pada dasarnya cetakan merupakan gabungan dari 2 plat besi berjenis *low carbon steel* dengan ukuran ketebalan 0,5 cm pada masing – masing plat, kemudia pada bagian plat tersebut dilakukan proses manufaktur yaitu pembubutan dengan menggunakan mesin CNC TU – 3A. Mesin CNC TU – 3A sendiri merupakan mesin *milling CNC Training Unit* dengan 3 sumbu (*axis*) yaitu kepala *spindle* dapat bergerak naik-turun terhadap sumbu Z, sedangkan meja kerja bergerak secara memanjang terhadap sumbu X dan melintang terhadap sumbu Y yang dipergunakan untuk latihan dasar-dasar pengoperasian dan pemrograman yang meliputi proses bubut dengan menggunakan kode G dan kode M. Berikut merupakan gambar dari cetakan yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dan kode yang digunakan untuk membuat cetakan (*mold*) pada penelitian ini yaitu cetakan dari ornamen pagar yang dapat dilihat dibawah ini:





Gambar 4.1 Cetakan (*mold*)

Berikut merupakan kode CNC pada pembuatan alat rumah tangga berupa ornamen pagar adalah sebagai berikut yang bisa diliha pada tabel dibawah ini

Tabel 4.1 *Drill*

CODE	x	y	z	I/J	F
M5					
T3 M6					
S5000 M3					
G54					
M8					
	-	-			
	59	30			

G43 Z15. H3					
Z5.					
G98 G81	- 59	- 30	- 1.5		R5. F1000
		30			
	59				
		- 30			
G80					
			15		
M9					
M30					

Tabel 4.2 *Large Contour*

CODE	X	Y	Z	I/J	F
M5					
T1 M6					
S2500 M3					
G54					
M8					
G0	-9.946	-3.581			
G43			15	H=1	
G0			5		
G1			3.1		F=200
	-9.921	-3.595	2.916		
	-9.848	-3.636	2.749		
	-9.731	-3.696	2.671		
	-9.58	-3.763	2.531		
	-9.408	-3.828	2.5		
G3	-7.584	1.573	2.4	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	2.3	I=0.912 ; J=2.7	

	-7.584	1.573	2.2	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	2.1	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	2	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	1.9	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	1.8	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	1.7	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	1.6	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	1.5	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	1.4	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	1.3	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	1.2	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	1.1	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	1	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	0.9	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	0.8	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	0.7	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	0.6	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	0.5	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	0.4	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	0.3	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	0.2	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	0.1	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.584	1.573	0	I=0.912 ; J=2.7	
	-9.408	-3.828	-0.1	I=0.912 ; J=2.7	
	-7.253	1.437	0.196	I=0.912 ; J=2.7	
G2	-8.649	2.118		I=129.993 J=268.192	F=600
G3	-8.979	1.972		I=-0.104 J=-0.211	
G2	-9.476	0.478		I=-17.343 J=4.951	
G3		-0.478		I=1.249 J=-0.478	

G2	-8.979	-1.972		I=-16.845 J=-6.445	
G3	-8.649	-2.118		I=0.226 J=0.065	
G2	-4.495	-0.118		I=131.389 J=- 267.511	
G1	-4.46	-0.094			
	-4.435	-0.061			
	-4.422	-0.021			
		0.021			

4.2 Mesin *Injection Moulding*

Mesin *injection moulding* merupakan komponen terpenting dalam pelaksanaan tugas akhir ini, karena mesin inilah yang merubah proses limbah benda plastik bekas menjadi benda yang memiliki suatu fungsi baru yaitu menjadi alat rumah tangga yang berupa ornamen pagar. Bahan limbah plastik yang telah dicacah menggunakan mesin pencacah plastik yang kemudian dimasukkan kedalam *hooper* yang tersambung pada barrel untuk menampung cacaha plastik, yang kemudian cacahan plastik akan didorong oleh screw yang berputar, selanjutnya cacaha limbah plastik tersebut akan meleleh didalam *barrel* sesuai dengan suhu aktual yang di *setting* pada suhu titik leleh jenis limbah plastik tersebut yang bergerak sampai ujung *nozle* sampai keluar ke dalam cetakan produk yang diinginkan.

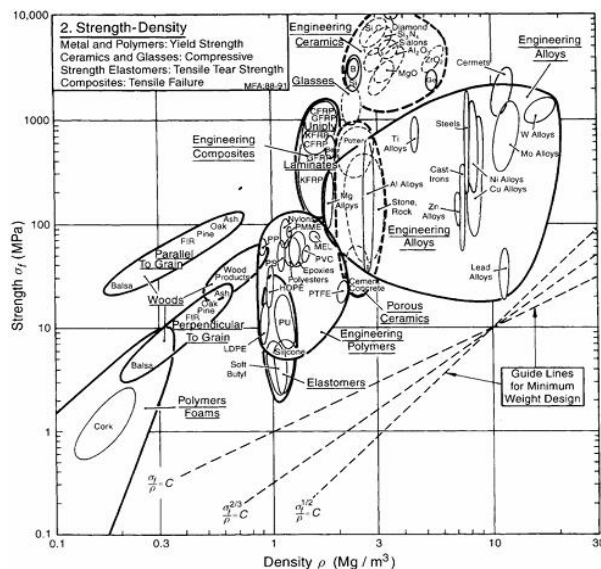
Komponen pemanas dari mesin ini terdapat pada 3 buah lubang pada bagian *barrel* yang dipasangkan berkaitan dimana lubang tersebut digunakan untuk mendeteksi panas yang terjadi didalam *barrel* dengan menggunakan *thermocouple* dan hasil dari suhu akan ditampilkan pada panel indikator. Pada barrel juga dilapisi alat bantu yang bernama *glass wool* yang berfungsi untuk meredam suhu tinggi didalam barrel agar panas yang dihasilkan dari mesin ini bisa dimaksimalkan dengan baik dan untuk meminimalisir terbuangnya panas yang keluar. Selain itu, tujuan dari dipasangnya alat bantu *glass wool* ini adalah untuk mencapai suhu yang ditargetkan dengan waktu yang relatif lebih cepat.



Gambar 4.2 Mesin *Injection Moulding*

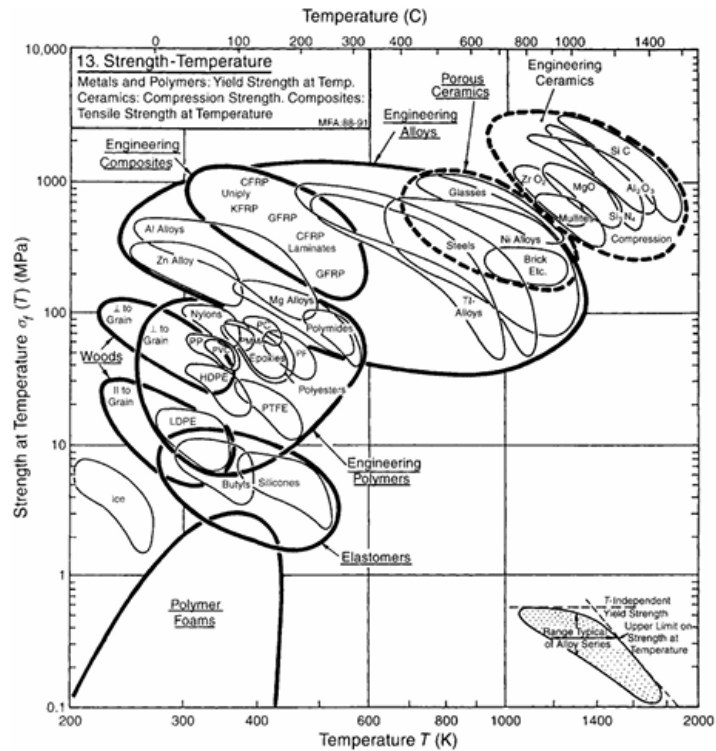
4.3 Diagram Kekuatan Material Berdasarkan Ramesh Singh

Berikut merupakan gambar diagram sebagai acuan terhadap konsentrasi penggunaan bahan limbah plastik untuk membuat ornamen pagar dengan menggunakan mesin *injection moulding* pada penelitian ini yang dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 4.3 Diagram Kekuatan Terhadap Kerapatan

Gambar 4.3 diatas menunjukkan diagram kekuatan material terhadap kerapatan material, Pada kekuatan antar 10 – 100 Mpa dan densitas (kerapatan) 1 – 3 Mg/m³ plastik berjenis PP menempati kekuatan kerapatan yang lebih bagus dibandingkan plastik berjenis HDPE (*High Density Polyethylene*) dan PP (*PolyPropylene*), itu yang menyebabkan penggunaan material plastik



Gambar 4.5 Diagram Kekuatan Terhadap Temperatur Tinggi

Pada gambar diagram diatas menunjukkan diagram kekuatan terhadap temperatur tinggi, diagram menunjukkan bahwa plastik berjenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) lebih tahan terhadap temperatur tinggi, bisa tahan terhadap suhu tinggi yang mencapai 480°C, ini menyebabkan penggunaan variasi terhadap penelitian ini memilih salah satunya plastik berjenis PP (*PolyPropylene*) untuk tahan terhadap suhu yang tinggi karena seperti yang kita ketahui ornamen pagar selalu terjemur oleh panasnya matahari setiap hari di siang hari.

4.4 Hasil Benda Kerja

Pembuatan alat rumah tangga berupa ornamen pagar dengan menggunakan mesin *injection moulding* dengan gabungan dari ketiga jenis limbah plastik yang berbeda yaitu bijih limbah plastik berjenis HDPE (*High Density Polyethylene*), PET (*Polyethylene Terephthalate*), dan PP (*PolyPropylene*) pada barrel. Dengan variasi dari temperatur yang digunakan yaitu untuk berjenis HDPE (*High Density Polyethylene*) 200°C, PET

(*Polyethylene Terephthalate*) 260°C, dan PP (*PolyPropylene*) 165°C. Setiap plastik yang digunakan pada penelitian ini memiliki perbedaan titik leleh dari masing - masing jenis limbah plastik, karena tujuan dari penelitian ini menggabungkan dari ketiga jenis ini. Pada suhu 210°C yaitu suhu rata rata limbah plastik yang terdapat didalam barel keluar melalui *nozzle* dengan kondisi tidak mencair hanya saja meleleh maka suhu ditingkatkan menjadi 260°C sampai akhirnya material limbah plastik yang keluar mencair. Dan konsentrasi bahan limbah plastik tersebut digunakan dengan berbagai variatif hanya saja pada plastik jenis PP dengan kandungan konstan yaitu di 50% karena megacu dari diagram kekuatan kepada kerapatan yang jauh lebih bagus dibandingkan kedua jenis plastik lainnya dan juga memiliki tahan patah yang lebih bagus dibandingkan PET (*Polyethylene Terephthalate*). Maksimal dari berat yang bisa dimasukkan kedalam hooper yaitu 300 gr, tapi karena ornamen pagar dengan dimensi yang tidak terlalu besar maka cukup 100 gr saja. Maka didapat hasil seperti gambar dibawah yang dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4

Dapat dilihat hasil benda kerja dibawah ini menghasilkan benda kerja yang secara visual memiliki warna putih susu, secara kontur permukaan halus tidak ada cacat tapi pada percobaan sebelumnya terdapat *crack* yang dapat dilihat pada cacat produk karena konsentrasi pada bahan limbah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang diugunakan sebesar 40%. Jenis plastik ini tidak tahan panas maka dari itu produk sebelumnya terjadi *crack*



Gambar 4.6 Hasil Benda Kerja dengan konsentrasi HDPE (30%), PET (20%), dan PP (50%).

Dapat dilihat hasil benda kerja dibawah ini menghasilkan benda kerja yang secara visual memiliki warna yang kotor terdapat warna hitam dengan kontur permukaan halus tidak ada cacat baik pada produk percobaan yang berulang. Karena mengurangi kadar bahan limbah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) menjadi 20%, untuk HDPE (*High Density Polyethylene*) ditingkatkan kadarnya menjadi 30%, dan PP (*PolyPropylene*) ditambah menjadi 50%. Plastik jenis PP (*Polypropylen*) jenis plastik dengan sifat keras tetapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 200°C



Gambar 4.7 Hasil Benda Kerja dengan konsentrasi HDPE (30%), PET (20%), dan PP (50%).

4.4.1 Waktu Pada Suhu Dengan Kapasitas Limbah Plastik Dengan

Berat 100 gram

Pada mesin *injection moulding* dibagian pemanas yang terdapat pada *barrel* yang terpasang pada lubang dengan menggunakan *band heater* yang dipasangkan mengikat pada *barrel*. Waktu yang dibutuhkan pemanas untuk menguji pengambilan data dengan kapasitas 100 gram dengan suhu 210°C dengan pengambilan data yang diambil pada tanggal 28 May 2024 pada pukul 14:00 – 17:30 WIB yang dapat dilihat pada tabel 4.2 pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Waktu Tunggu Suhu

Pemanas 1		
No	waktu tunggu suhu 160°, 200°, dan 220°	
	T°	t (m)
T0	32	0
1	90	10
2	140	20
3	178	30
4	200	40
5	209	50
6	220	60

4.5 Cacat Produk

Dapat dilihat hasil benda kerja dibawah ini menghasilkan benda kerja yang secara visual memiliki warna yang kotor terdapat warna hitam dengan kontur permukaan halus tidak ada cacat baik pada produk percobaan yang berulang. Karena konsentrasi bahan limbah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) adalah 40%, untuk HDPE (*High Density Polyethylene*) kadarnya 10%, dan PP (*PolyPropylene*) dengan konsentrasi 50%. Dari awal percobaan pembuatan ornamen pagar dengan menggunakan kandungan plastik jenis PP (*Polypropylen*) dengan kadar konstan yaitu 50% karena, jenis plastik PP (*Polypropylen*) mempunyai sifat keras tetapi fleksibel, kuat, permukaan berlilin, tahan terhadap bahan kimia. Seperti yang dapat dilihat pada gambar diagram kekuatan kepada kerapatan dan kekuatan tahan patah plastik berjenis ini memiliki kekuatan kerapatan jauh lebih tinggi dari plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan lebih tinggi dari plastik HDPE (*High Density Polyethylene*), selain itu kekuatan patah nya juga jauh lebih baik daripada plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) namun tidak lebih kuat dibandingkan plastik HDPE (*High Density Polyethylene*), plastik berjenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) memiliki kekuatan kepada kerapatan yang lebih

rendah dari HDPE (*High Density Polyethylene*) dan PP (*PolyPropylene*). Selain itu dilihat pada diagram kekuatan patah PET juga memiliki kekuatan patah yang lebih rendah dibandingkan dengan plastik berjenis PP (*PolyPropylene*) dan HDPE (*High Density Polyethylene*). Selain itu Hasil benda kerja dibawah ini dengan kondisi retak setelah diangkat dari cetakan (*mold*), karena menggunakan kandungan plastik berjenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang terlalu besar yaitu 40%.



Gambar 4.8 Cacat Yang Terjadi Pada Hasil Benda Kerja

4.6 Hasil Pengujian Uji Tarik (*Tensile Test*)

Pada pengujian mekanik ornamen pagar ini dengan menggunakan metode uji tarik dengan standar ASTM D 638 dimana standar ini adalah standar yang digunakan untuk pengujian sifat plastik untuk menguji sifat tarik pada bahan plastik. Namun, standar yang digunakan pada cetakan untuk pengujian tarik yang digunakan adalah standar cetakan E8 yaitu standar yang digunakan untuk menentukan standar uji tarik pada bahan logam. Alat yang digunakan dalam pengujian tarik ini adalah *Universal Testing Machine (UTM) Landmark 100 kN*. *Universal Testing Machine (UTM)* atau Mesin Uji Universal adalah alat

yang digunakan untuk menguji sifat mekanis suatu material. Sifat mekanis yang diuji bisa bermacam - macam, seperti kekuatan tarik, kekuatan tekan, kelenturan, kekerasan, dan modulus elastisitas.

Pengujian tarik menghasilkan berbagai nilai penting untuk menentukan sifat mekanis material. Nilai-nilai ini termasuk kekuatan tarik maksimum, elongasi maksimum, modulus elastisitas, reduksi area, titik lepas, dan toughness. Informasi ini digunakan untuk membandingkan material, memilih material yang tepat untuk aplikasi tertentu, memprediksi perilaku material, dan memastikan kualitas produk.



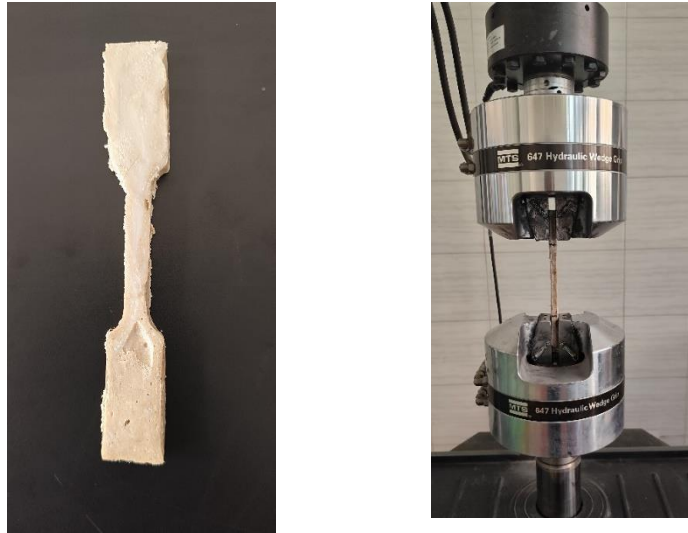
Gambar 4.9 Sampel Uji Tarik

Untuk memperoleh data yang akurat tentang sifat mekanis diperlukan pengujian tarik yang diulang sebanyak tiga kali. Proses ini meliputi persiapan sampel, pengaturan alat uji, pengambilan data gaya dan regangan, serta analisis data untuk mendapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi. Hasil analisis akan digunakan untuk memahami karakteristik material tersebut. Agar hasil pengujian dapat diandalkan, penting untuk memastikan kondisi pengujian yang terkontrol dan penggunaan peralatan yang tepat.

Berikut merupakan gambar dan penjelasan pada pengujian tarik (Tensile Test) yang dilakukan di Laboratorium Universitas Sultan Ageng Tirtayasa pada tanggal 23 September 2024 dengan menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN* dengan standar pengujian tarik ASTM D638 dari masing – masing sampel yang dilakukannya tarik:

1. Sampel 1

Berikut merupakan sampel pertama yang akan dilakukan pengujian berupa uji tarik dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN*



Gambar 4.10 Sampel 1 dan Pengujian Tarik

Dapat dilihat pada tabel 4.1 merupakan nilai yang dihasilkan dari sampel pertama pada pengujian uji tarik dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN*.

Tabel 4.4 Hasil Uji Tarik Spesimen A

A		
Display Name	Value	Unit
Width (W)	10	mm
Thickness (B)	10	mm
Modulus	1,254	GPa
YieldOffset	0,002	mm/mm
Peak Load	0,92153	kN
OffsetYieldIndex	720	count
Stress At offset Yield	8,623	MPa
Ultimate Stress	9,215	MPa

Strain At Offset Yield	0,009	mm/mm
Test Speed	1	mm/min
Test Standart	ASTM D638	

2. Sampel 2

Berikut merupakan sampel kedua yang akan dilakukan pengujian berupa uji tarik dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN



Gambar 4.11 Sampel 2 dan Pengujian Tarik

Dapat dilihat pada tabel 4.2 merupakan nilai yang dihasilkan dari sampel kedua pada pengujian uji tarik dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN*.

Tabel 4.5 Hasil Uji Tarik Spesimen B

B

Display Name	Value	Unit
Width (W)	10	mm
Thickness (B)	10	mm
Modulus	1,414	GPa
YieldOffset	0,002	mm/mm
Peak Load	1,617142	kN

OffsetYieldIndex	820	count
Stress At offset Yield	13,036	MPa
Ultimate Stress	16,171	MPa
Strain At Offset Yield	0,011	mm/mm
Test Speed	1	mm/min
Test Standart	ASTM D638	

3. Sampel 3

Berikut merupakan sampel ketiga yang akan dilakukan pengujian berupa uji tarik dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN*



4.12 Sampel 3 dan P

Dapat dilihat pada tabel 4.3 merupakan nilai yang dihasilkan dari sampel kedua pada pengujian uji tarik dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine MTS Landmark 100 kN*.

Tabel 4.6 Hasil Uji Tarik Spesimen C

C

Display Name	Value	Unit
Width (W)	10	mm
Thickness (B)	10	mm

Modulus	1,31	GPa
YieldOffset	0,002	mm/mm
Peak Load	1,45724	kN
OffsetYieldIndex	773	count
Stress At offset Yield	11,746	MPa
Ultimate Stress	14,572	MPa
Strain At Offset Yield	0,01	mm/mm
Test Speed	1	mm/min
Test Standart	ASTM D638	