

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian tarik terhadap karet, penulis melakukan *reporting* terhadap bagaimana pengujian dilakukan. Setelah *reporting* terkait bagaimana pengujian dilakukan, penulis melakukan analisa data yang kemudian akan diolah sehingga dapat dipatkan hasil yang diinginkan. Sebagai tambahan, penulis juga menyajikan data ketika dilakukan variasi terhadap kecepatan pengujian yang akan disimpulkan apakah terdapat perbedaan pada hasil yang didapat.

4.1 Prosedur Pengujian Tarik Karet

Pada prosedur pengujian tarik ini, penulis menggunakan standar ASTM D412 (*Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension¹*). Untuk prosedur pengujian tarik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dilakukan. Lebih jelasnya dijabarkan pada sub-subbab prosedur pengujian tarik.

4.1.1 Pemilihan sampel uji



Gambar 4.1 Water Stop

Karena arah aliran ketika pencetakan produk karet dapat mempengaruhi sifat tarik, spesimen berbentuk *dumbbell* harus dipotong searah panjang sampel sejajar dengan arah aliran ketika dilakukan pencetakan produk jika arahnya bisa diketahui.

Jika pengujian dilakukan terhadap spesimen uji dari produk yang sudah jadi maka dilakukan proses penyesuaian ketebalan ke $3,0 \pm 0,3$ mm jika memungkinkan, jika tidak bisa, dilakukan langsung tetapi perlu memperhatikan kesesuaian dengan kapasitas alat uji. Pada proyek akhir ini penulis menggunakan produk jadi sebagai sampel uji, yaitu produk *water stop*.

4.1.2 Pembentukan spesimen uji



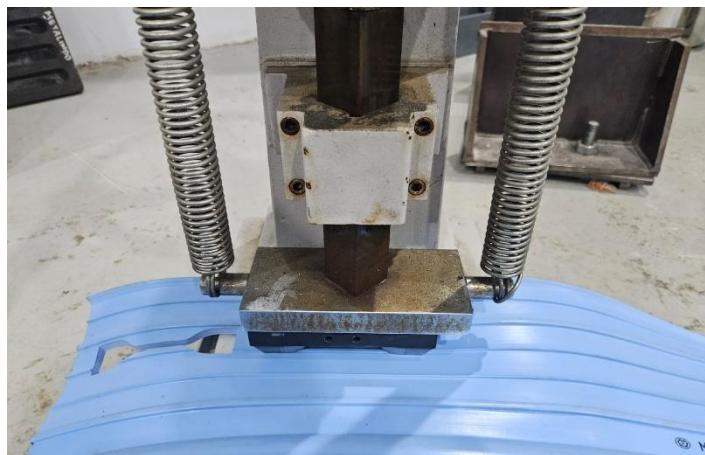
Gambar 4.2 *Dies* tipe C ASTM D412

Sampel uji yang telah dipilih akan dilakukan pembentukan sehingga menjadi bentuk spesimen uji *dumbbell*, pada proses pembentukan spesimen ini diperlukan *dies* yang sesuai dengan standar ASTM D412. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya terkait ukuran *dies*, disini penulis melakukan pembentukan spesimen uji menggunakan *dies* dengan tipe C. Tipe ini adalah tipe yang dianjurkan oleh standar ASTM D412 jika tidak ada hal lain yang mengharuskan penggunaan *dies* tipe lain.

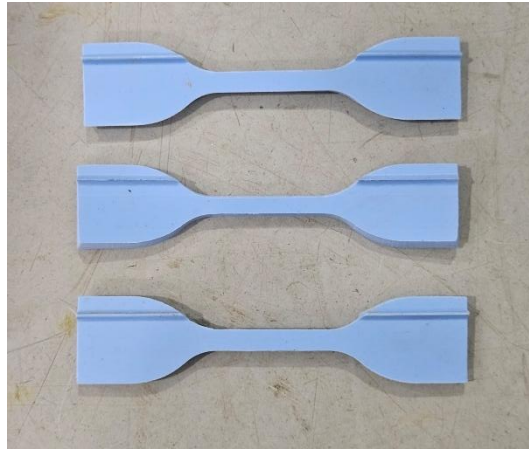


Gambar 4.3 Alat tekan *dies*

Setelah ditentukan *dies* yang akan dipakai maka dilakukan pembentukan dengan cara ditekan menggunakan alat tekan manual. Penekanan harus dilakukan langsung dalam sekali tekan tanpa ada pengulangan agar didapatkan hasil yang halus tanpa ada cacat pada spesimen.

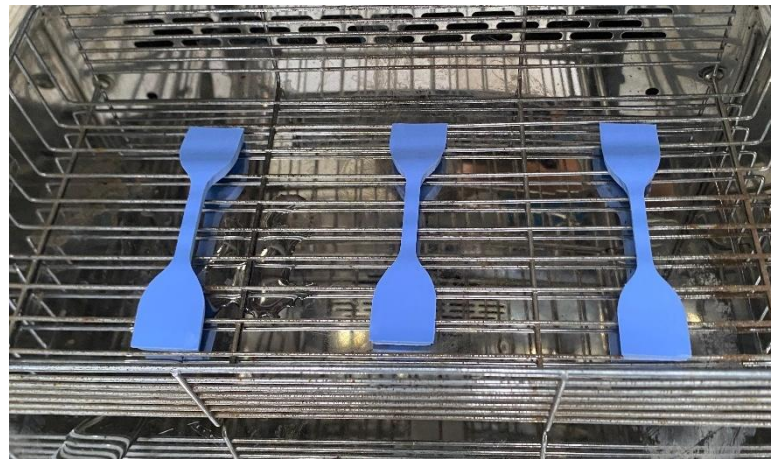


Gambar 4.4 Proses pembuatan spesimen uji



Gambar 4.5 Spesimen uji tarik karet berbentuk *dumbbell*

4.1.3 Pengkondisian spesimen uji



Gambar 4.6 Pengkondisian spesimen uji

Sebelum pengujian dilakukan pada spesimen uji, spesimen uji harus dikondisikan sesuai dengan suhu ruang uji selama 3 jam sebelum dilakukan pengujian. Standar suhu ruang pengujian adalah $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sehingga spesimen harus dikondisikan pada suhu 23°C selama tidak kurang dari 3 jam sebelum pengujian dilakukan. Jika spesimen uji terdampak kelembaban diluar standar uji, maka pengkondisian kelembaban juga diperlukan pada $50 \pm 5\%$ selama tidak kurang dari 24 jam.

4.1.4 Persiapan alat

Pengujian tarik karet harus dilakukan dengan mesin penggerak otomatis untuk menjaga keseragaman kecepatan. Ada beberapa parameter yang harus diperhatikan saat menyiapkan alat uji yaitu :

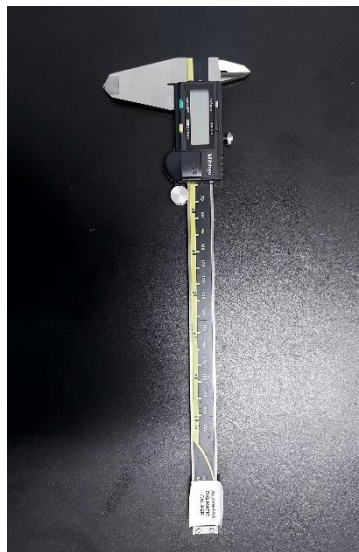
1. Alat uji dapat disesuaikan kecepatannya

Jarak antara pencengkram bawah dan atas adalah tidak kurang dari 750 mm

Mesin harus memiliki ketelitian pembacaan gaya $\pm 2\%$ dari skala maksimum.

Mesin harus memiliki ketelitian pembacaan gaya sebesar 10% pada pembacaan gaya terendah.

Mesin harus memiliki alat pembaca perpanjangan minimal perpanjangan 10%.



Gambar 4.7 Jangka sorong (*Vernier Calliper*)

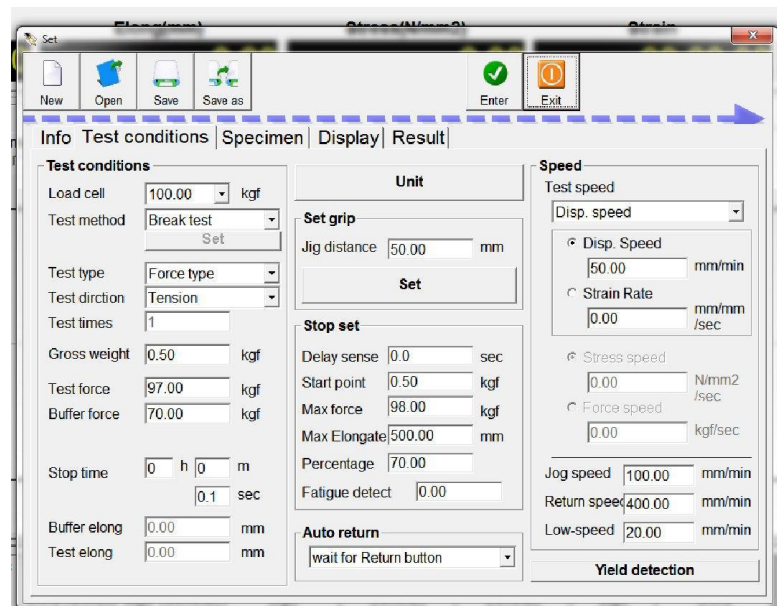
Disamping alat utama, digunakan juga alat ukur untuk mengukur tebal dan lebar spesimen uji, alat yang dipakai adalah jangka sorong (*Vernier Calliper*). Jangka sorong

yang digunakan adalah jangka sorong digital dengan ketelitian hingga 0,01 mm.

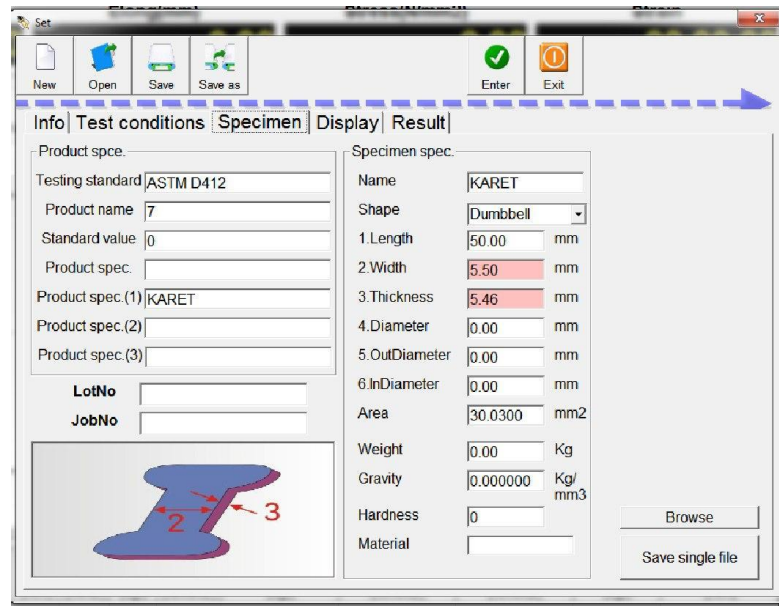
4.1.5 Proses pengujian tarik

Setelah semua alat dan bahan disiapkan, pengujian tarik karet siap dilakukan. Pada proses pengujian tarik ada beberapa hal yang dilakukan, yaitu :

1. Mengukur tebal dan lebar spesimen menggunakan jangka sorong.
2. Membuat penanda L_0 sepanjang 25 mm pada spesimen.
3. Alat dinyalakan dengan prosedur yang benar.
4. Membuka aplikasi untuk pengoperasian alat.
5. Melakukan penyesuaian pengaturan pada tab *test condition* dan *specimen*.



Gambar 4.8 Tab *test condition* pada pengaturan



Gambar 4.9 Tab *specimen* pada pengaturan

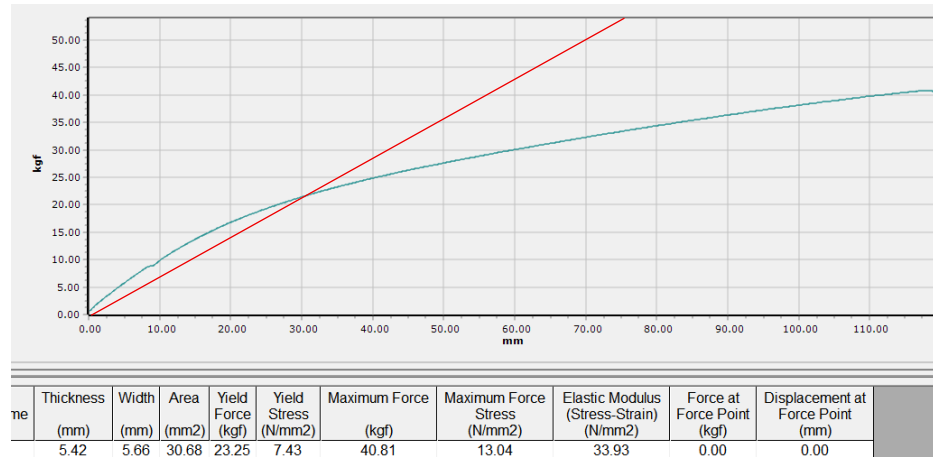
6. Memasang spesimen uji pada pencengkram.
7. Memasang *extensometer* pada garis L_0 spesimen



Gambar 4.10 Pemasangan alat *extensometer*

8. Memastikan semua parameter telah sesuai.

9. Memulai pengujian pada spesimen uji.
10. Mengumpulkan semua data yang didapat dari hasil pengujian.



Gambar 4.11 Data hasil pengujian

11. Setelah semua spesimen diuji dilakukan penyimpanan data pada alat.
12. Mematikan alat dan membersihkan lingkungan tempat pengujian.
13. Memastikan tidak ada peralatan uji yang berada pada tempat berbahaya sehingga tidak terjadi *near miss* pada pengguna alat berikutnya.

Tiap poin pada proses pengujian harus dilakukan agar tidak ada kesalahan pengujian atau hal-hal lain yang tidak diinginkan.

4.1.6 Olahdata hasil pengujian

Dari pengujian tarik karet, penulis mendapatkan data mentah hasil uji yang selanjutnya harus diolah lagi agar didapat hasil akhir yang diinginkan. Untuk proses olahdata, dilakukan dengan cara memasukan data yang didapat ke *excel*.

Data-data yang perlu dimasukkan kedalam *excel* adalah data-data yang dipakai

untuk mencari hasil dari kuat tarik, kuat luluh dan elongasi. Data tersebut adalah :

1. Lebar spesimen
2. Tebal spesimen
3. Beban tarik maksimal
4. Beban luluh
5. ΔL

Dari data tersebut maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.1. Hasil ini yang akan digunakan sebagai hasil akhir dari pengujian tarik.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian tarik

No.	Identifikasi Sampel	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max (kgF)	Beban Luluh (kgF)	Beban Max Koreksi (N)	Beban Luluh Koreksi (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	L0 (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Elongasi (%)
1.	Sampel 1	5,66	5,08	28,75	39,58	22,60	385,69	220,25	13,41	7,66	25,00	87,46	62,46	249,84
2.	Sampel 2	5,37	5,27	28,30	40,17	22,98	391,43	223,96	13,83	7,91	25,00	87,13	62,13	248,52
3.	Sampel 3	5,50	5,42	29,81	40,86	23,32	398,16	227,27	13,36	7,62	25,00	88,23	63,23	252,92
Rata-rata		5,51	5,26	28,95	40,20	22,97	391,76	223,83	13,53	7,73	25,00	87,61	62,61	250,43

4.2 Perhitungan Pada Olahdata Hasil Uji Tarik

Pada subbab ini dijelaskan rumus yang dipakai dan bagaimana cara menghitung hasil pengujian tarik pada saat pengolahan data. Rumus yang dipakai selalu mengacu pada ASTM D412-06 sesuai dengan satandar yang dipakai untuk pengujian tarik karet.

4.2.1 Luas permukaan penampang

Rumus untuk luas permukaan penampang spesimen menggunakan rumus :

$$A = W \times T$$

Dimana :

A = Luas permukaan penampang, mm^2

W = Lebar sisi sempit spesimen, mm

T = Tebal sisi sempit spesimen, mm

Perhitungan :

$$A = 5,66 \times 5,08$$

$$A = 28,75 \text{ mm}^2$$

4.2.2 Kuat tarik

Rumus untuk mengetahui kuat tarik spesimen menggunakan rumus :

$$TS = F_{(max)} / A$$

Dimana :

TS = kuat tarik, Mpa

$F_{(max)}$ = beban maksimal yang terjadi, N

A = luas penampang spesimen uji, mm^2

Perhitungan :

$$TS = 385,69 / 28,75$$

$$TS = 13,41 \text{ MPa}$$

4.2.3 Kuat luluh

Rumus untuk mengetahui kuat luluh spesimen menggunakan rumus :

$$Y_{(stress)} = F_{(y)} / A$$

Dimana :

$Y_{(stress)}$ = kuat luluh, Mpa

$F_{(y)}$ = beban yang terjadi saat di titik luluh, N

A = luas penampang spesimen uji, mm²

Perhitungan :

$$Y_{(stress)} = 220,25/28,75$$

$$Y_{(stress)} = 7,66 \text{ MPa}$$

4.2.4 Perpanjangan

Rumus untuk mengetahui perpanjangan spesimen menggunakan rumus :

$$E = 100[L - L_{(o)}] / L_{(o)}$$

Dimana :

E = perpanjangan dalam persen (jarak dari garis penanda), %

L = jarak antara garis penanda setelah spesimen putus, mm

$L_{(o)}$ = jarak asli antara garis penanda, mm

Perhitungan :

$$E = 100[87,46 - 25,00]/25,00$$

$$E = 100[62,46]/25,00$$

$$E = 6246/25,00$$

$$E = 249,84 \%$$

4.3 Pengujian Tarik Dengan Variasi Kecepatan

Pada pengujian tarik dengan variasi kecepatan, digunakan beberapa kecepatan dan dengan jarak *extreme* ada perbedaan hasil variasi dapat terlihat jelas. Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan 5 mm/min, 50 mm/min, 200 mm/min, 500 mm/min, dan 600 mm/min.

4.3.1 Hasil pengujian tarik karet dengan variasi kecepatan

Berikut adalah hasil yang diperoleh dari pengujian tarik dengan variasi kecepatan pada tiap kecepatannya.

1. 5 mm/min

Tabel 4.2 Hasil uji dengan kecepatan 5 mm/min

No.	Identifikasi Sampel	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max Koreksi (N)	Beban Luluh Koreksi (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	L0 (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Elongasi (%)	Waktu (min)
1.	1	5,69	5,58	31,75	294,88	167,16	9,29	5,26	25,00	77,64	52,64	210,56	29,47
2.	2	5,43	5,50	29,87	293,81	165,40	9,84	5,54	25,00	76,91	51,91	207,64	27,35
3.	3	5,58	5,16	28,79	292,64	155,85	10,16	5,41	25,00	76,25	51,25	205,00	25,98
Rata-rata		5,57	5,41	30,14	293,78	162,80	9,76	5,41	25,00	76,93	51,93	207,73	27,60

2. 50 mm/min

Tabel 4.3 Hasil uji dengan kecepatan 50 mm/min

No.	Identifikasi Sampel	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max Koreksi (N)	Beban Luluh Koreksi (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	L0 (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Elongasi (%)	Waktu (min)
1.	1	5,37	5,08	27,28	326,94	186,64	11,98	6,84	25,00	77,27	52,27	209,08	2,51
2.	2	5,50	5,46	30,03	346,13	197,65	11,53	6,58	25,00	79,99	54,99	219,96	3,10
3.	3	5,44	5,48	29,81	336,00	195,02	11,27	6,54	25,00	78,15	53,15	212,60	2,83
Rata-rata		5,44	5,34	29,04	336,35	193,10	11,59	6,66	25,00	78,47	53,47	213,88	2,81

3. 200 mm/min

Tabel 4.4 Hasil uji dengan kecepatan 200 mm/min

No.	Identifikasi Sampel	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max Koreksi (N)	Beban Luluh Koreksi (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	L0 (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Elongasi (%)	Waktu (min)
1.	1	5,67	5,13	29,09	362,59	206,91	12,47	7,11	25,00	80,64	55,64	222,56	0,43
2.	2	5,73	5,29	30,31	369,03	210,22	12,17	6,94	25,00	82,53	57,53	230,12	0,44
3.	3	5,60	5,46	30,58	362,89	207,20	11,87	6,78	25,00	80,13	55,13	220,52	0,44
Rata-rata		5,67	5,29	29,99	364,84	208,11	12,17	6,94	25,00	81,10	56,10	224,40	0,44

4. 500 mm/min

Tabel 4.5 Hasil uji dengan kecepatan 500 mm/min

No.	Identifikasi Sampel	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max Koreksi (N)	Beban Luluh Koreksi (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	L0 (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Elongasi (%)	Waktu (min)
1.	1	5,66	5,08	28,75	385,69	220,25	13,41	7,66	25,00	87,46	62,46	249,84	0,18
2.	2	5,37	5,27	28,30	391,43	223,96	13,83	7,91	25,00	87,13	62,13	248,52	0,18
3.	3	5,50	5,42	29,81	398,16	227,27	13,36	7,62	25,00	88,23	63,23	252,92	0,18
Rata-rata		5,51	5,26	28,95	391,76	223,83	13,53	7,73	25,00	87,61	62,61	250,43	0,18

5. 600 mm/min

Tabel 4.6 Hasil uji dengan kecepatan 600 mm/min

No.	Identifikasi Sampel	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	Beban Max Koreksi (N)	Beban Luluh Koreksi (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	L0 (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Elongasi (%)	Waktu (min)
1.	1	5,44	5,41	29,43	404,39	231,46	13,74	7,86	25,00	88,97	63,97	255,88	0,16
2.	2	5,65	5,42	30,62	405,76	231,85	13,25	7,57	25,00	88,05	63,05	252,20	0,16
3.	3	5,62	5,44	30,57	405,85	232,24	13,27	7,60	25,00	88,50	63,50	254,00	0,16
Rata-rata		5,57	5,42	30,21	405,33	231,85	13,42	7,68	25,00	88,51	63,51	254,03	0,16

4.3.2 Perbandingan hasil pengujian tarik karet dengan variasi kecepatan

Berikut adalah perbandingan dari rata-rata data setiap hasil pengujian dengan variasi kecepatan.

Tabel 4.7 Perbandingan rata-rata hasil uji variasi kecepatan

No.	Variasi Kecepatan (mm/min)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Luluh (Mpa)	Perpanjangan (%)
1.	5	9,76	5,41	207,73
2.	50	11,59	6,66	213,88
3.	200	12,17	6,94	224,40
4.	500	13,53	7,73	250,43
5.	600	13,42	7,68	254,03

Dari data hasil perbandingan diatas terlihat bagaimana data yang diambil terpengaruh oleh variasi kecepatan alat ketika pengujian dilakukan.

4.3.3 Analisa hasil pengujian tarik karet dengan variasi kecepatan

Data pada Tabel 4.7 menunjukkan adanya *trend* pada tiap hasil uji terhadap kenaikan kecepatan. Dari data tersebut dapat digambarkan menjadi grafik perbandingan antara hasil uji dan kecepatan pengujian berikut ini :

1. Kuat tarik terhadap variasi kecepatan uji

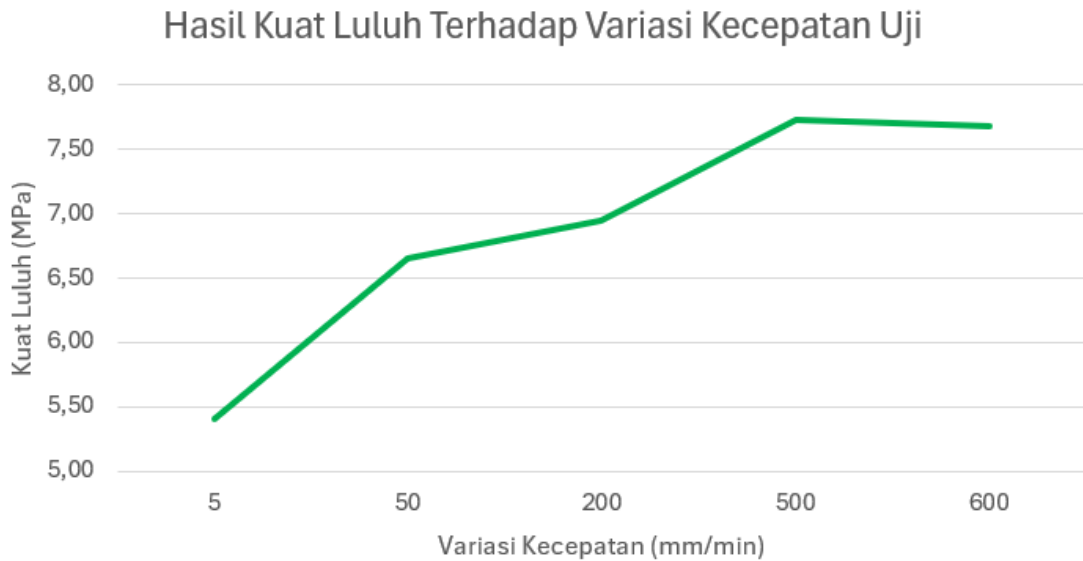


Gambar 4.12 Grafik perbandingan hasil kuat tarik terhadap variasi kecepatan uji

Pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa kuat tarik mengalami kenaikan yang cukup signifikan ketika menggunakan variasi kecepatan mulai dari 5 mm/min (9,76 MPa), 50 mm/min (11,59 MPa), 200 mm/min (12,17 MPa), hingga 500 mm/min (13,53 MPa). Dari kecepatan 500 mm/min (13,53 MPa) ke 600 mm/min (13,42 MPa) kuat tarik mengalami penurunan, walaupun penurunan yang terjadi tidak begitu signifikan.

Pada hasil kuat tarik dari pengujian yang menggunakan variasi kecepatan 5 mm/min, 50 mm/min, 200 mm/min, 500 mm/min, dan 600 mm/min, dapat disimpulkan jika kecepatan 500 mm/min adalah kecepatan yang optimal untuk mendapatkan kuat tarik tertinggi.

2. Kuat luluh terhadap variasi kecepatan uji



Gambar 4.13 Grafik perbandingan hasil kuat luluh terhadap variasi kecepatan uji

Sama seperti kuat tarik, pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa kuat luluh mengalami kenaikan yang cukup signifikan ketika menggunakan variasi kecepatan mulai dari 5 mm/min (5,41 MPa), 50 mm/min (6,66 MPa), 200 mm/min (6,94 MPa), hingga 500 mm/min (7,73 MPa). Dari kecepatan 500 mm/min (7,73 MPa) ke 600 mm/min (7,68 MPa) kuat luluh mengalami penurunan, walaupun penurunan yang terjadi tidak begitu signifikan.

Pada hasil kuat luluh dari pengujian yang menggunakan variasi kecepatan 5 mm/min, 50 mm/min, 200 mm/min, 500 mm/min, dan 600 mm/min, dapat disimpulkan jika kecepatan 500 mm/min adalah kecepatan yang optimal untuk mendapatkan kuat luluh tertinggi.

3. Perpanjangan terhadap variasi kecepatan uji



Gambar 4.14 Grafik perbandingan hasil perpanjangan terhadap variasi kecepatan uji

Hampir sama seperti kuat tarik dan kuat luluh, pada Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa perpanjangan mengalami kenaikan yang cukup signifikan ketika menggunakan variasi kecepatan mulai dari 5 mm/min (207,73 %), 50 mm/min (213,88 %), 200 mm/min (224,40 %), hingga 500 mm/min (250,43 %). Namun perbedaan dari kuat tarik dan kuat luluh, dari kecepatan 500 mm/min (250,43 %) ke 600 mm/min (254,03 %) perpanjangan tetap mengalami kenaikan walaupun tidak signifikan.

Pada hasil perpanjangan dari pengujian yang menggunakan variasi kecepatan 5 mm/min, 50 mm/min, 200 mm/min, 500 mm/min, dan 600 mm/min, dapat disimpulkan jika kecepatan 600 mm/min adalah kecepatan yang optimal untuk mendapatkan perpanjangan tertinggi.

Di lihat dari data pada gambar grafik-grafik diatas, pada kecepatan uji 5 mm/min hingga 500 mm/min terjadi kenaikan nilai kuat tarik, kuat luluh dan, sedangkan pada

kecepatan 600 mm/min nilai-nilai hasil tersebut mengalami penurunan. Sedangkan pada nilai perpanjangan selalu mengalami kenaikan, walaupun ketika pada variasi kecepatan 500 mm/min ke 600 mm/min tidak terjadi peningkatan yang signifikan.

Dapat disimpulkan kecepatan yang paling optimal untuk pengujian tarik material karet tersebut adalah kecepatan 500 mm/min dan 600 mm/min. Namun karena diantara 3 data tersebut diperoleh 2 data yang nilai tertinggiya didapat pada kecepatan 500 mm/min, maka dianjurkan untuk memilih kecepatan uji tarik 500 mm/min.