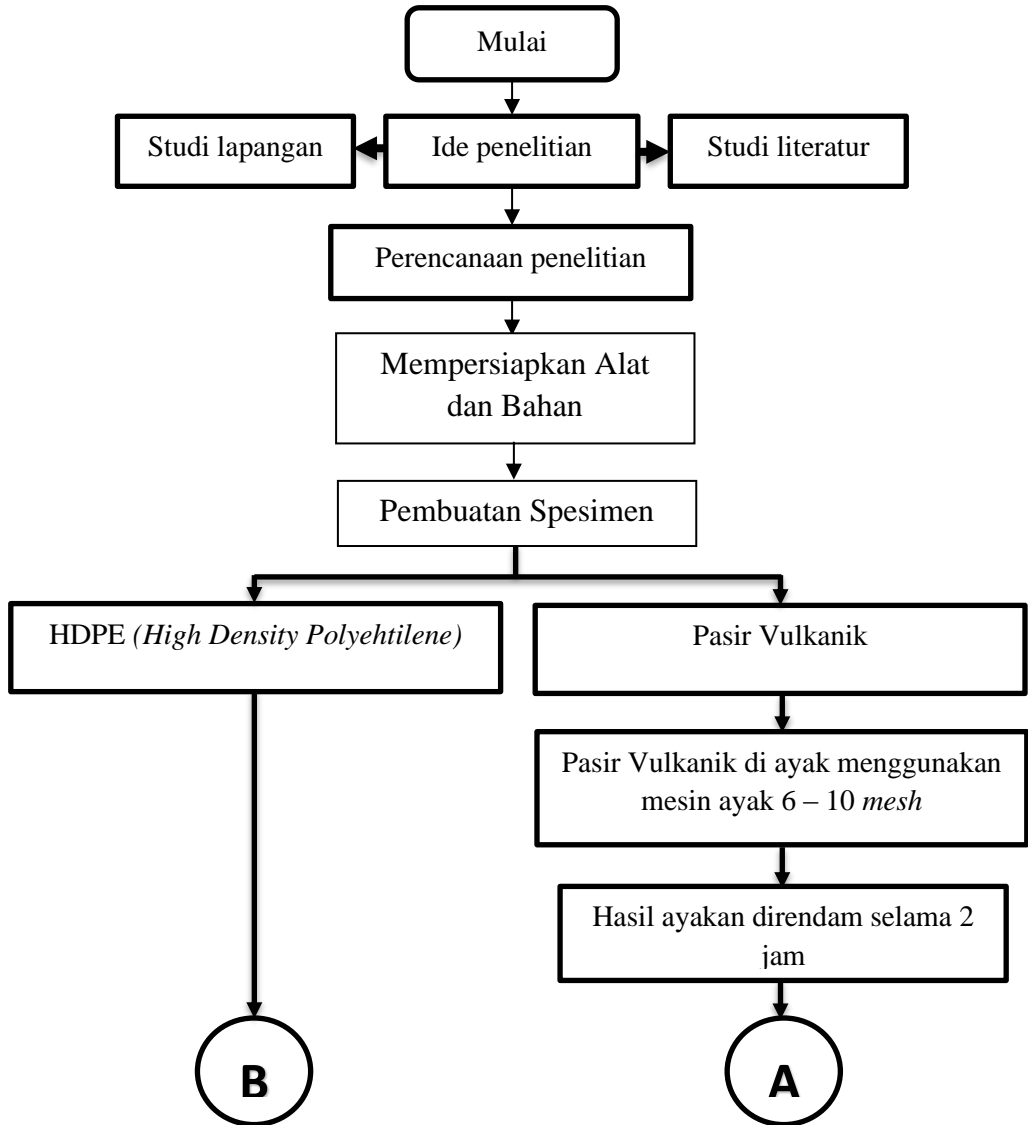
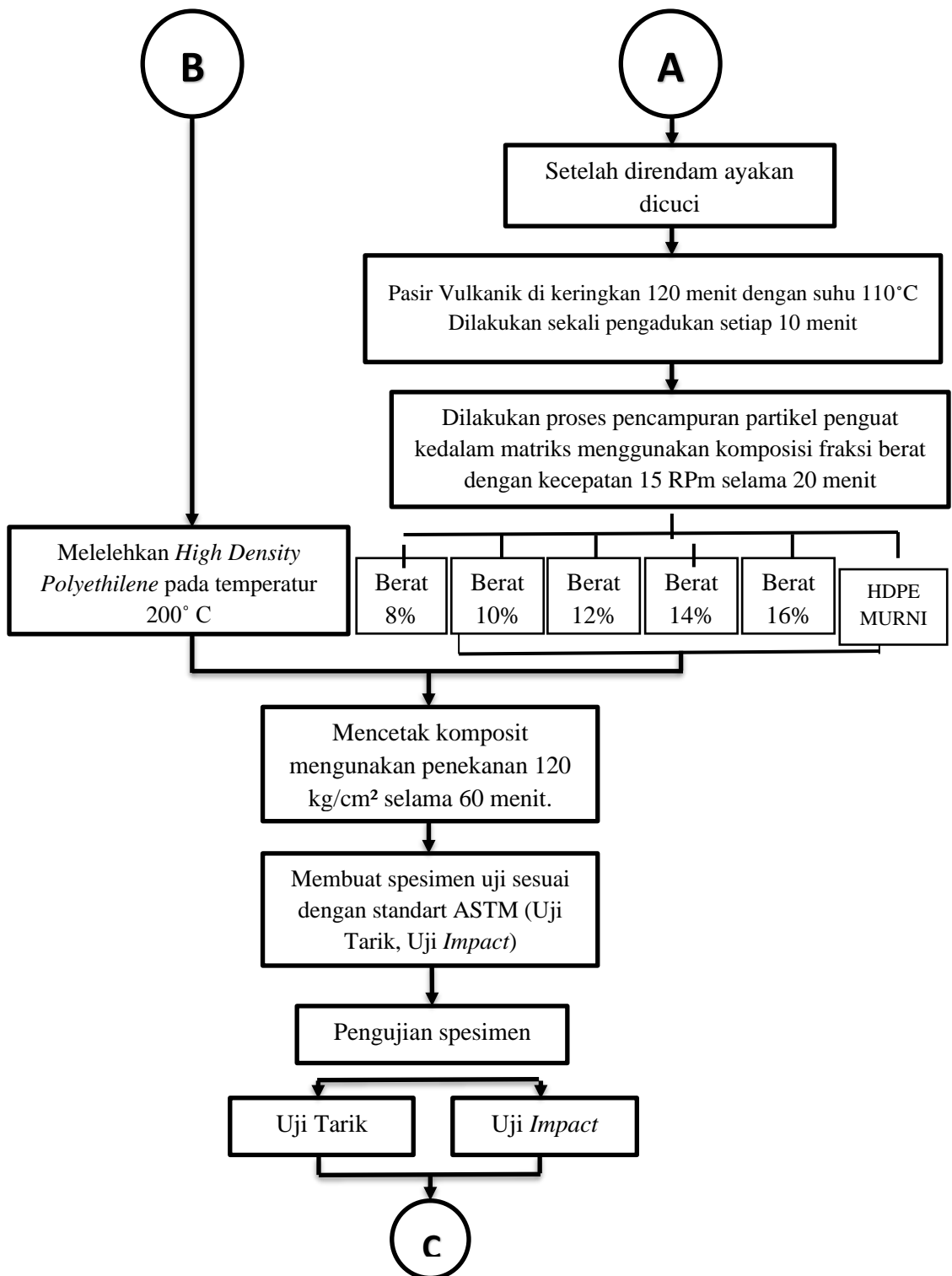


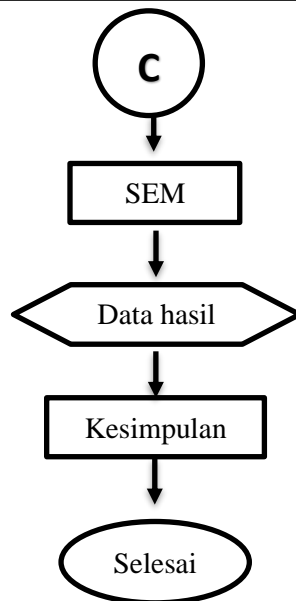
BAB III METODE PENELITIAN

1.1 Diagram Alir Penelitian

Flow chart adalah rangkaian langkah-langkah yang digambarkan dalam bentuk diagram (*flow chart*) dan digunakan dalam proses penelitian Tugas Akhir.







1.2 Ide Penelitian

Ide penelitian diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dilanjutkan dengan fakta dan saran dari dosen pembimbing. Ide penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Studi Literatur.

Studi literatur dalam hal ini untuk membantu peneliti dalam menghimpun data atau teori yang terdapat dari jurnal atau sumber internet untuk dipakai sebagai referensi.

2. Studi Lapangan.

Studi lapangan merupakan observasi yang berfungsi mencari data-data untuk mengungkap fakta-fakta sebagai data input.

1.3 Permasalahan

Dari permasalahan tersebut maka ditemukan suatu ide penelitian yaitu “Analisis Kekuatan Mekanis Komposit *High Density Polyethylene* Berpenguat Pasir Vulkanik sebagai Alternatif Pembuatan Material”.

1.4 Perencanaan Penelitian

Dalam rencana penelitian ini merupakan proses pembuatan spesimen material komposit dengan bahan utama plastik *High Density Polyethylene* sebagai matriks dan pasir vulkanik sebagai penguat, perlu dilakukannya studi literatur dan studi lapangan setelah melakukan studi literatur dan studi lapangan, kemudian menyiapkan alat dan bahan. Bahan-bahan yang perlu disiapkan antara lain, cacahan botol plastik dan pasir vulkanik. Botol plastik yang digunakan mempunyai simbol

satu dan berjenis HDPE (*High Density Polyethylene*) dan agregat halus pasir vulkanik berukuran 2-3,4 mm. Untuk pengambilan pasir dilakukan secara manual dengan variasi fraksi berat 8%, 10%, 12%, 14%, dan 16%. Kemudian pasir di ayak menggunakan ayakan *mesh* dengan ukuran 6-10 *mesh* agar mendapatkan diameter pasir yang sesuai sesuai langkah awal penelitian adalah pembuatan spesimen, dengan fraksi 5 variabel perbandingan plastik berjenis PET dan pasir vulkanik.

1.5 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat sebagai penunjang berjalan proses penelitian. Berikut alat yang digunakan:

1.5.1 Alat

1. Alat pencacah plastik



GAMBAR 3.1: Mesin Pencacah Plastik

Pada Gambar 3.1 alat ini digunakan untuk mengubah plastik berukuran besar menjadi potongan-potongan kecil. Alat ini digunakan dengan mesin diesel atau listrik. Mesin pencacah plastik ini menggunakan pisau pemotong yang terbuat dari bahan yang digunakan untuk memotong potongan-potongan kecil plastik.

2. Mesin ayak



GAMBAR 3.2 Mesin Pengayak Pasir

Pada Gambar 3.2 Partikel agregat halus berupa pasir vulkanik yang didapatkan masih memiliki ukuran yang tidak pasti, sehingga dilakukan proses pengayakan menggunakan saringan dan mesin ayak untuk memperoleh ukuran partikel 6 - 10 *mesh*. Proses pengayakan ini memanfaatkan siklus gerak air yang menyerupai gelombang, dihasilkan dari gerakan *gearbox* mesin ayak saat pasir vulkanik terkena gerak gelombang air, partikel pasir akan bergerak dan mulai memasuki lubang-lubang saringan, sehingga terjadi proses pengayakan saringan dipasang dengan jarak yang sangat kecil untuk mencegah pencampuran partikel pasir akibat gerakan gelombang air yang membawa partikel dari satu celah saringan ke celah lainnya.

3. Mesin Mixer



GAMBAR 3.3 Mixer

Pada Gambar 3.3 alat ini digunakan untuk mencampur bahan matriks dan penguat menjadi satu kesatuan agar tercampur sesuai takaran yang telah ditentukan pada kecepatan 15 rpm selama 20 menit.

4. Mesin peleleh plastik



GAMBAR 3.4 Mesin Peleleh Plastik

Pada Gambar 3.4, mesin peleleh ini digunakan untuk melelehkan tutup botol plastik yang telah dihancurkan lalu dicampur

menggunakan penguat pasir vulkanik dengan suhu (200°C) selama 20 menit agar mencapai titik leleh sesuai dengan studi literatur dari jurnal.

5. Saringan *Mesh*



GAMBAR 3.5 Saringan *Mesh*

Pada Gambar 3.5, saringan ini digunakan untuk mengayak penguat pasir vulkanik sesuai dengan ketentuan yaitu 6 – 10 *mesh* untuk mengetahui distribusi ukuran partikel atau gradasi agregat suatu bahan.

6. *Jack* Hidraulik



GAMBAR 3.6 Alat Press Hidraulik

Pada Gambar 3.6, *jack* atau dongkrak dalam penelitian ini memiliki peran dalam proses penekanan, yaitu sebagai alat penekanan pada cetakan setelah polimer dileburkan dan diaduk dengan penguat pasir vulkanik, akan dituangkan ke dalam cetakan dan *jack* ini akan menjadi media penekanan pada cetakan untuk membentuk spesimen uji. Dengan menggunakan penekanan 120 kg/cm^2 selama waktu 60 menit.

7. Timbangan Digital



GAMBAR 3.7 Timbangan Digital

Pada Gambar 3.7, timbangan digital adalah timbangan yang berbentuk digital dengan satuan gram. Timbangan digital ini digunakan untuk menghitung dan menentukan berapa berat dari cacahan tutup botol plastik dengan penguat pasir vulkanik yang dipergunakan sebagai variabel fraksi berat dalam pengerjaan pembuatan komposit.

8. Cetakan



GAMBAR 3.8 Cetakan Spesimen

Pada Gambar 3.8, cetakan tersebut memiliki volume seperti *paving* yang dimana cetakan ini untuk pembuatan spesimen yang akan dijadikan per *sheet* lalu dipotong sesuai dengan ASTM yang ada.

1.5.2 Bahan

1. Cacahan Tutup Botol



GAMBAR 3.9 Cacahan Tutup Botol Plastik

Pada Gambar 3.9, sampah botol plastik merupakan bahan padat antropogenik yang sudah tidak dimanfaatkan lagi sampah tutup botol plastik tidak dapat terurai di dalam tanah sampah botol plastik memiliki nilai ekonomi yang besar bagi masyarakat jika masyarakat dapat mengolahnya menjadi bahan daur ulang. Dengan mengubah tutup botol plastik yang memiliki kode HDPE dengan massa jenis $0,49 \text{ gr/cm}^2$ yang akan digunakan menjadi sebuah matriks pada sebuah komposit.

2. Pasir Vulkanik



GAMBAR 3.10 Pasir Vulkanik.

Pada Gambar 3.10, pasir vulkanik adalah jenis pasir yang berasal dari gunung berapi dan dikenal juga dengan sebutan pasir vulkanik sebagai bahan pengisi yang berasal dari pasir alami. Pasir vulkanik juga dapat digunakan untuk sebuah penguat dalam sebuah komposit yang dimana pasir vulkanik memiliki massa jenis 5,02 gr/cm².

1.6 Pembuatan Spesimen

1.6.1 Prosedur Pembuatan Material Komposit

1. Penyiapan penguat pasir vulkanik

Pasir vulkanik bisa didapatkan di pasar ikan yang terletak di jalan mastrip yang menjual 1 karung dengan harga yang terjangkau. Dalam proses penyiapan penguat pasir vulkanik sebagai berikut.

- a. Penguat pasir vulkanik disiapkan untuk proses pengayakan yang telah dipersiapkan dengan ukuran 6 – 10 *mesh* dan yang akan diambil partikel yang jatuh dibawah *mesh* 6 dan partikel yang mengendap diatas *mesh* 10 seperti pada Gambar 3.11.



GAMBAR 3.11 Pemilahan Ukuran Mesh yang dibutuhkan

- b. Kemudian pasir yang telah didapatkan ukuran 6 – 10 *mesh* dari proses pengayakan diangkat dari alat ayakan dan dipindahkan kedalam tempat yang bersih untuk mulai direndam menggunakan air biasa selama 120 menit. Proses perendaman pasir ini dilakukan untuk mengangkat kotoran yang terkandung ke dalam pasir vulkanik seperti pada Gambar 3.12.



GAMBAR 3.12 Perendaman Pasir Vulkanik

- c. Setelah melalui proses perendaman selama 120 menit pasir vulkanik kemudian dipindahkan ke dalam mesin pemanas untuk melakukan pengeringan dengan suhu 110°C setiap 10 menit dilakukan pengadukan sampai pasir vulkanik yang terkandung air dengan cepat mengering seperti pada Gambar 3.13.



GAMBAR 3.13 Pengeringan Pasir Vulkanik

2. Mempersiapkan pasir vulkanik dengan fraksi berat 8%, 10%, 12%, 14%, dan 16% dan ukuran partikel 6 – 10 *mesh* sebagai komposisi penguat komposit. Penentuan fraksi berat menggunakan timbangan digital. Adapun perhitungan fraksi beratnya dengan menghitung jumlah total berat pasir vulkanik + persentase berat HDPE seperti pada Gambar 3.14.



GAMBAR 3.14 Penimbangan Pasir Vulkanik

3. Penyiapan HDPE plastik yang merupakan bagian *matriks* pada komposit merupakan cacahan tutup botol plastik. Cacahan tutup botol plastik ditimbang dengan persentase yang diambil dari penguat yaitu variasi 92%, 90%, 88%, 86%, dan 84% seperti pada Gambar 3.15.



GAMBAR 3.15 Penimbangan Plastik HDPE

4. Proses berikutnya adalah pemasukan HDPE kedalam mesin *mixer* dan *heater*. Di dalam mesin ini terjadi juga pemanasan untuk melelehkan HDPE, HDPE akan meleleh di suhu temperatur 200°C dengan waktu kurang lebih 10 menit menggunakan mesin mixer dengan kecepatan 15 rpm seperti pada Gambar 3.16.



GAMBAR 3.16 Penuangan HDPE ke Tungku Pemanas

5. Proses selanjutnya adalah memasukkan penguat pasir vulkanik yang telah ditimbang sesuai variasi ke dalam *mixer* dengan keadaan HDPE telah meleleh sepenuhnya. Dalam proses pencampuran ini menggunakan pengadukan yang tetap yakni 15 rpm dengan lama pengadukan 10 menit setelah 10 menit HDPE meleleh seperti pada Gambar 3.17.



GAMBAR 3.17 Penuangan Pasir Vulkanik ke Tungku Pemanas

6. Proses berikutnya adalah proses pencetakan dengan cetakan yang telah didesain dan dibuat seperti pada Gambar 3.18.



GAMBAR 3.18 Proses Pencetakan Spesimen

7. Setelah cairan komposit mencapai batas yang telah ditentukan akan dilakukan pengepresan atau pembuatan benda uji dengan metode *Compression Molding* dengan mesin hidrolik dengan pemberian beban 120 kg/cm^2 dengan lama penekanan selama waktu 60 menit seperti pada Gambar 3.19.



GAMBAR 3.19 Proses Pengepresan

8. Setelah pengepresan selama waktu 60 menit, alas pada cetakan dibuka agar bisa melepaskan spesimen dari cetakan seperti pada Gambar 3.20.



GAMBAR 3.20 Spesimen Hasil dari Pengepresan

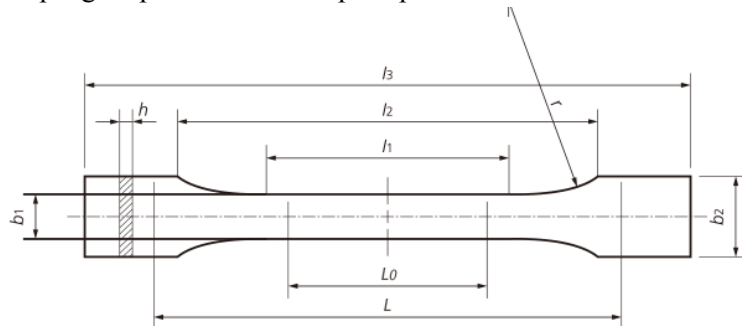
1.6.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji

1. Dalam pembuatan spesimen uji untuk uji tarik dan uji impak pada hasil pencetakan komposit menggunakan mesin *fraiss* yang ada di Bengkel Vokasi UNTAG Surabaya seperti pada Gambar 3.21.



GAMBAR 3.21 Proses Fraiss

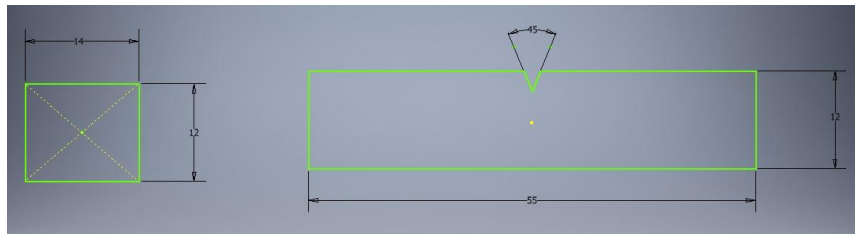
2. Pembentukan spesimen uji sesuai dengan standar ASTM D638 *type III* untuk uji tarik dan untuk uji impak yang merupakan standar ASTM D256 *type III* untuk pengujian komposit HDPE berpenguat pasir vulkanik seperti pada Gambar 3.22.



GAMBAR 3.22 Ilustrasi Spesimen Uji Tarik D638 Type III
(Sumber: Shimidzu Industry)

TABEL 3.1 Tabel ASTM Uji Tarik (Sumber: Shimidzu Industry)

Tingginya	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IV	Tipe V
Panjang penuh, l_2	165	185	165	115	
Panjang paralel, l_2	57	57	57	33	63.5
Panjang pengukur, l_1	50	50	50	25	-
Lebar bagian paralel, $kuat_1$	13	6	19	6	7.62
Ketebalan, h	7 mm atau kurang (Rekomendasi 3.2 ± 0.4 mm)		7mm hingga 14mm	4mm atau kurang	
Lebar bagian pegangan, $kuat_2$	19	19	29	19	9.53
Jarak antar grip	115	135	115	65	25.4



*GAMBAR 3.23 Dimensi ASTM Uji Impact D256 Type III
(Sumber: ASTM D256)*

Dengan dimensi:

P : 55 mm

L : 14 mm

T : 12 mm



GAMBAR 3.24 Spesimen Uji

1.7 Perhitungan Fraksi Berat

Fraksi berat adalah perbandingan antara berat matriks dan berat material penguat (*reinforce*) dalam komposit. Berat total komponen dapat dihitung menggunakan rumus yang disebutkan oleh Darisunajiha (2023).

$$w_c = w_f + w_m \quad (3.1)$$

Dimana :

w_c = berat komposit

w_f = berat *reinforcement/filler*

w_m = berat matriks

1.8 Pengujian *Impact*

Pengujian *impact* dilakukan untuk menilai seberapa kuat material komposit HDPE (*High Density Polyethylene*) yang diperkuat dengan pasir vulkanik dapat bertahan terhadap beban benturan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang (POLINEMA). Untuk menentukan ketahanan spesimen uji dengan ketebalan 12 mm dan sudut tarik sekitar 90°, diperlukan pengukuran ketebalan sekitar 2 mm.



GAMBAR 3.25 Alat Uji *Impact*

Pada Gambar 3.25, hasil dari pengujian *impact* akan dituliskan dalam bentuk tabel yang mencakup mulai energi (*Joule*) dan ketangguhan atau harga *impact*.

1.9 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menjepit kedua sisi spesimen uji *type III* sesuai standar ASTM D 638 spesimen tersebut akan diberi beban tarik untuk menilai perubahan panjangnya akibat tekanan tarik, dilanjutkan hingga spesimen tersebut patah, menunjukkan kemampuan maksimumnya untuk menahan beban tarik.



GAMBAR 3.26 Mesin Uji Tarik

Pada Gambar 3.26, hasil dari pengujian tarik akan dituliskan dalam bentuk tabel yang mencakup mulai dari σ_t (MPa), ϵ_t (%), dan E (MPa).

1.10 Pengambilan Data

Pengambilan data diambil setelah pengujian spesimen. Data yang didapat kemudia di analisis untuk mengetahui tujuan dari pengujian.

TABEL 3.2 Uji Tarik Komposit Pasir Vulkanik

Ukuran Serbuk (Mesh)	Variasi	Spesimen	Tegangan Yield (Mpa)	Tegangan Max (Mpa)	Regangan Yield (%)	Regangan Max (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
6 - 10 mesh	8%	Spesimen 1	5,36	12,39	1,60	4,00	3,35
		Spesimen 2	2,51	14,17	0,60	4,00	4,18
		Spesimen 3	2,4	12,03	0,80	2,00	3,01
	10%	Spesimen 1	2,89	15,52	0,60	2,00	4,81
		Spesimen 2	2,23	15,29	0,40	2,00	5,59
		Spesimen 3	2,41	16,03	0,40	4,00	6,01
	12%	Spesimen 1	0,96	8,88	0,20	2,00	4,78
		Spesimen 2	1,28	11,92	0,20	3,62	6,41
		Spesimen 3	1,21	5,35	1,60	4,00	0,76
	14%	Spesimen 1	1,28	13,54	0,20	2,00	6,40
		Spesimen 2	2,68	5,53	0,60	2,00	4,47
		Spesimen 3	1,06	4,68	0,20	2,00	5,29
16%	Spesimen 1	2,50	7,76	0,80	2,00	3,12	
	Spesimen 2	2,29	7,66	1,40	4,00	1,64	
	Spesimen 3	1,84	8,02	0,60	2,00	3,07	

Ukuran Serbuk (Mesh)	Variasi Penguat	Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	A (mm ²)	W Yield (kgf)	W Max (kgf)	l ₀ (mm)	l _f (mm)	Δl (mm)
6 - 10 mesh	HDPE murni	1	8	12	96	83,8	203,4	50	52	2
		2	8	12	96	84,8	209,60	50	52	2
		3	8	12	96	80,2	210,40	50	51	2

TABEL 3.3 Uji Impact Komposit Pasir Vulkanik

Ukuran Partikel (Mesh)	Variasi Penguat	Spesimen	p (mm)	b (mm)	t (mm)	A (mm ²)	Sudut Awal (cos a)	Sudut Akhir (cos b)
6 - 10 mesh	8%	1	55	14	12	168	90	69,10
		2	55	14	12	168	90	63,00
		3	55	14	12	168	90	71,10
	10%	1	55	14	12	168	90	89,40
		2	55	14	12	168	90	88,80
		3	55	14	12	168	90	88,80
	12%	1	55	14	12	168	90	88,00
		2	55	14	12	168	90	87,30
		3	55	14	12	168	90	88,80
	14%	1	55	14	12	168	90	88,80
		2	55	14	12	168	90	88,40
		3	55	14	12	168	90	88,40
	16%	1	55	14	12	168	90	77,80
		2	55	14	12	168	90	89,30
		3	55	14	12	168	90	89,40

Ukuran Partikel (Mesh)	Variasi Penguat	Spesimen	p (mm)	b (mm)	t (mm)	A (mm ²)	Sudut Awal (cos a)	Sudut Akhir (cos b)
6 - 10 mesh	HDPE Murni	1	55	14	12	168	90	27,80
		2	55	14	12	168	90	83,30
		3	55	14	12	168	90	77,30

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)