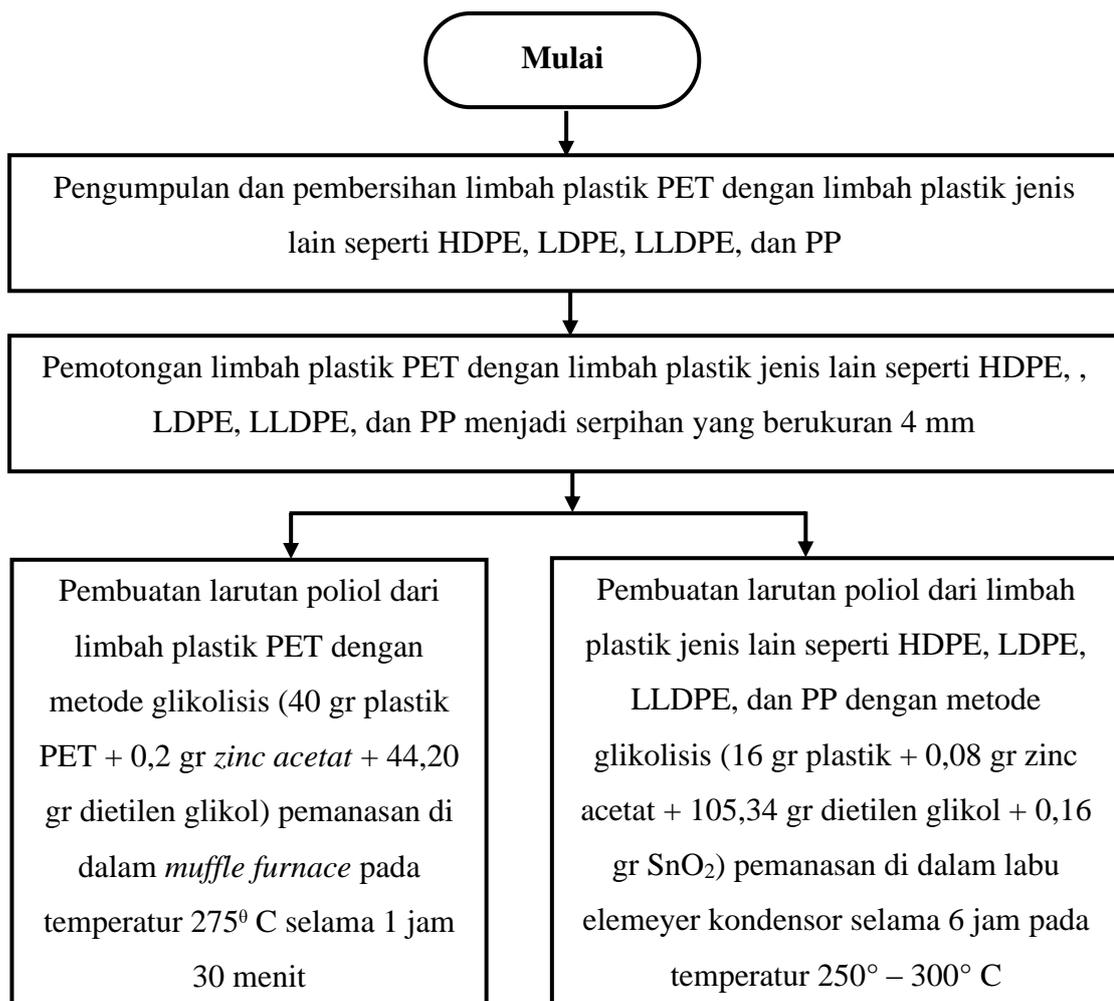


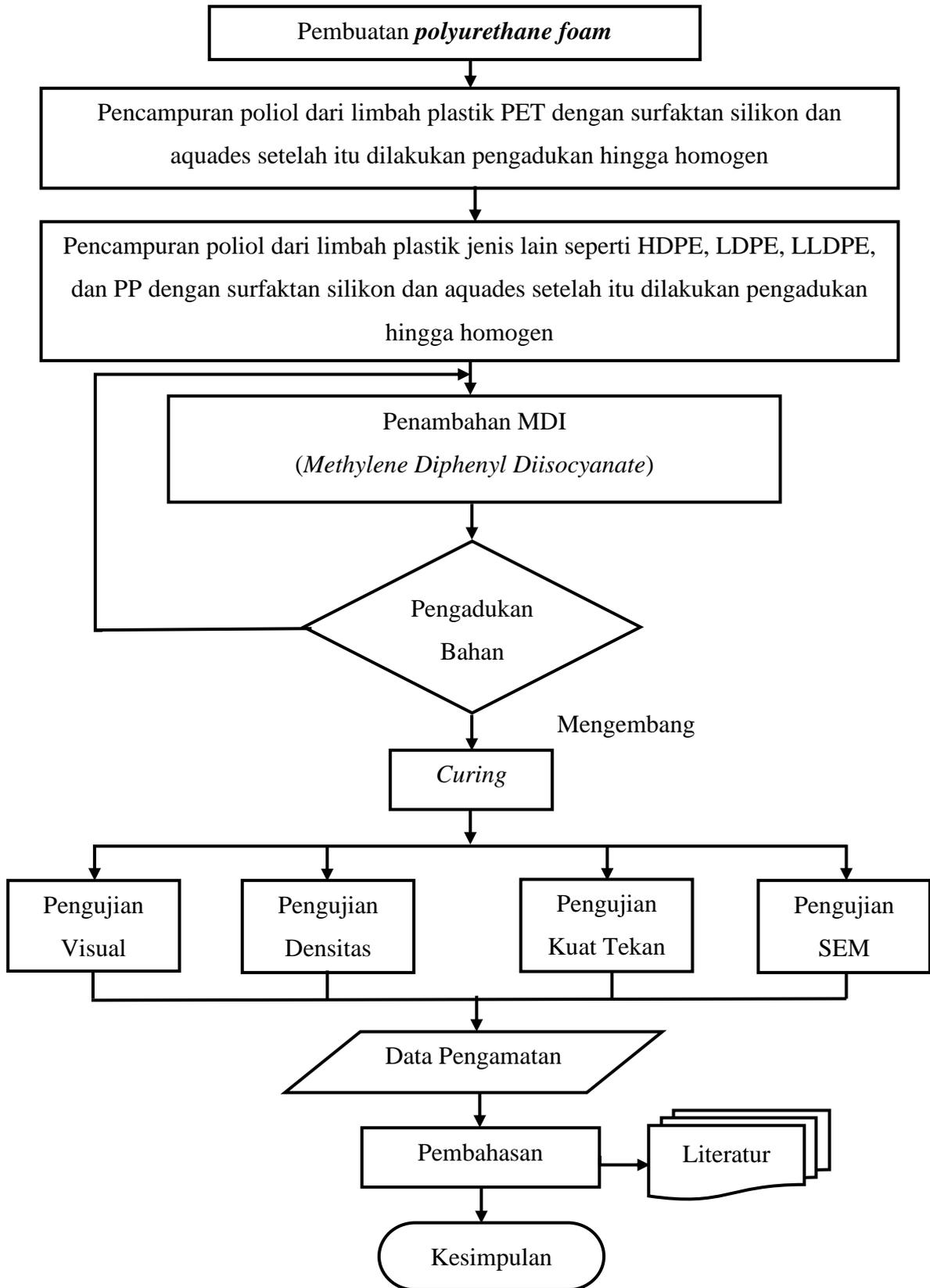
Bab III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Berikut dibawah ini terdapat 2 proses yang perlu dilewati. Proses pertama, yaitu proses pembuatan polioliol dari limbah plastik PET dan limbah plastik jenis lain seperti HDPE dengan metode glikolisis. Sedangkan proses kedua, yaitu proses pembuatan *polyurethane foam* yang dapat di lihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 di bawah ini. berikan penjelasan.





Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Busa Poliuretanan

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat

Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian berlangsung yaitu :

1. Cetakan
2. Gunting
3. Gelas *Beaker*
4. Mata Gergaji
5. Labu Elemeyer dan Kondensornya
6. *Muffle Furnace*
7. Pipet Tetes
8. Plastik Sampel
9. Spatula Metal
10. Timbangan Digital

3.2.2 Bahan-bahan

Berikut bahan-bahan yang digunakan pada penelitian kali ini, yaitu:

1. Aquades
2. *Diethylene glycol*
3. MDI (*Methylene Diphenyl Diisocyanate*)
4. Sampah Plastik PET, HDPE, LDPE, LLDPE, dan PP
5. Surfaktan Silikon
6. Zink Asetat

3.3 **Prosedur Percobaan**

3.3.1 **Pembuatan *Polyurethane Foam* (PUF)**

Limbah plastik kantong kresek dan sedotan dipotong menjadi ukuran kecil-kecil, lalu digunakan untuk membuat material polioliol. Proses pembuatan polioliol dari limbah plastik PET dimulai dengan mencampurkan potongan botol plastik dengan zink asetat dalam proporsi 0,5% dari jumlah limbah plastik PET yang digunakan. Selanjutnya, *diethylene glycol* ditambahkan 1% dari berat 100% polioliol PET. Campuran bahan dipanaskan hingga mencapai suhu 275°C dalam *muffle furnace* selama 1 jam 30 menit, kemudian didiamkan pada temperatur ruang.

Proses pembuatan polioliol dari limbah plastik jenis lain seperti HDPE dimulai dengan mencampurkan potongan botol plastik dengan zink asetat dalam proporsi 0,5% dari jumlah limbah plastik jenis lain seperti LDPE, HDPE, LLDPE dan PP yang digunakan. Selanjutnya, *diethylene glycol* ditambahkan 1% dari berat 10%, 20%, dan 30% polioliol HDPE. Campuran bahan dipanaskan hingga mencapai suhu 250° - 300°C dalam *muffle furnace* selama 6 jam. Setelah pemanasan, material didiamkan pada suhu ruangan.

Langkah berikutnya melibatkan pembuatan *Polyurethane Foam* (PUF) *rigid* dengan mencampurkan 100% dari berat polioliol PET, untuk pembuatan *Polyurethane Foam* (PUF) *semirigid* dengan mencampurkan polioliol dari plastik jenis lain HDPE dengan aquades 1,32% dari berat polioliol, lalu ditambahkan *surfactant silicon* 4% dari berat polioliol. Campuran ini diaduk hingga homogen dan dituangkan ke dalam cetakan. Proses

selanjutnya melibatkan penambahan *Methylene Diphenyl Diisocyanate* (MDI) dengan 1,7% dari berat pre-PU yang telah dihasilkan. Semua bahan kemudian diaduk menggunakan spatula hingga proses *curing* terjadi, dan hasilnya didiamkan hingga mengeras. Seluruh proses pembuatan dilakukan di Laboratorium Material Fungsional FT Untirta. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat memanfaatkan limbah plastik secara efektif untuk menghasilkan material polioliol dan busa poliuretan yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi.

3.4 Pengujian Material

3.4.1 Pengujian Visual

Pengujian visual terjadi secara langsung saat polioliol sudah selesai di buat. Di cek apakah polioliol nya viskos atau tidak, bila tidak maka polioliol nya kurang bagus, sedangkan bila viskos maka polioliol nya bagus, karena semakin viskos polioliol tersebut, maka semakin bagus juga poliuretan *foam* yang di hasilkan. Tapi bila terlalu viskos maka kurang bagus juga karena saat proses pengadukan terjadi akan sulit untuk di aduk.

3.4.2 Pengujian Densitas

Pengujian densitas menjadi langkah krusial sebagai acuan dasar untuk parameter lainnya. Hal ini disebabkan oleh hubungan langsung antara densitas *foam* dengan karakteristik lainnya. Semakin besar densitas *foam*, rongga-rongga di dalamnya akan menyusut, mengakibatkan peningkatan nilai kekuatan *foam*. Prosedur pengujian ini mengacu pada standar ASTM D1622, dengan ukuran sampel yang diuji sebesar 2 cm x 2 cm x 2 cm.

Pengujian dilakukan di BRIN Polimer Serpong. Berikut adalah tahapan pengujian densitas berdasarkan ASTM D1622:

1. Menyiapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan untuk pengujian, termasuk alat uji densitas, sampel material yang akan diuji, termometer, dan timbangan.
2. Memastikan kalibrasi alat uji densitas telah dilakukan sebelum memulai pengujian guna memastikan akurasi hasil pengukuran.
3. Mengambil sampel material.
4. Menimbang sampel menggunakan timbangan dengan tingkat ketepatan ± 0.1 %.
5. Menempatkan sampel secara hati-hati ke dalam alat uji densitas untuk menghindari kesalahan selama proses pengukuran.
6. Menuangkan air ke dalam wadah khusus pada alat uji densitas hingga mencapai batas.
7. Memasukkan probe atau instrumen lainnya ke dalam cairan pembanding untuk mengukur volume displasemen atau perubahan volume akibat penambahan sampel material tersebut.
8. Mengambil data dari hasil pengujian densitas.

Karakterisasi polimer dapat dilakukan melalui pengujian densitas, di mana densitas diukur dengan cara merendamnya dalam air. Dalam konteks ini, densitas tidak hanya menjadi parameter fisik semata, tetapi juga mencakup banyaknya volume ruang kosong. Volume ini direpresentasikan oleh jumlah massa atau volume air yang terserap oleh material saat

direndam. Untuk mengukur porositas, digunakan teknik perendaman dan dihitung dalam bentuk persentase, mengacu pada metode yang dijelaskan oleh [25].

3.4.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai kekuatan dari PU *foam* yang telah diproduksi. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada standar ASTM D1621, di mana sampel dipotong dengan dimensi 2 cm x 2 cm x 2 cm dan kemudian diberi pembebanan sebesar 10-100 N atau laju regangan 2,5 mm/menit. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Universal Testing Machine* INSTRON 5982. Keseluruhan pengujian dilakukan di fasilitas PT. Dirgantara Indonesia, Bandung.

Untuk mengukur modulus young, hasil pengujian digunakan sebagai parameter input dalam persamaan 3.1. Pendekatan ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai sifat mekanis dan daya tahan material PU *foam* yang dihasilkan.

Dengan persamaan tegangan dan regangan sebagai berikut:

$$E_c = \frac{WH}{AD} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana

E_c = *Modulus Young* (Pa)

W = Beban Penekanan (N)

H = Tinggi Sampel (m)

A = Luas Penampang Sampel (m²)

D = Deformasi Sampel (m)

Destructive test adalah jenis pengujian yang dilakukan pada suatu material atau sampel hingga mengalami kerusakan. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memahami performa material yang bersangkutan, khususnya dalam menghadapi beban eksternal dengan berbagai besar gaya. Dalam pelaksanaan pengujian ini, penggunaan sampel uji menjadi penting, dimana sampel uji merupakan duplikat dari benda kerja yang terbuat dari bahan yang sama. Pengujian merusak diarahkan untuk memahami sifat-sifat mekanik dari material dengan memberikan beban mekanik hingga sampel mengalami perubahan bentuk atau deformasi plastis, yang merusak bentuk sampel dari bentuk awalnya [26].

Uji tekan merupakan metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan memberikan beban gaya sepanjang sumbu tertentu. Pengujian uji tekan berguna untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkan data pengujian ke dalam kurva tegangan-regangan yang diperoleh dari mesin uji. Beberapa material dapat patah pada batas tekan, sementara yang lain mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tekan, terutama pada bahan yang mengalami perubahan tidak dapat dikembalikan ke kondisi semula (*irreversible*) [27].

3.4.4 Pengujian SEM

Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) memiliki peran penting dalam mengetahui morfologi, ukuran partikel, pori, serta bentuk

partikel material. Standar yang digunakan dalam pengujian ini adalah ASTM E986, dan proses pengujian dilakukan di Laboratorium Terpadu Sindang Sari. Metode analisis yang sangat relevan dalam karakterisasi morfologi polimer adalah *Scanning Electron Microscopy* (SEM). SEM adalah jenis mikroskop elektron yang berfungsi untuk menganalisis morfologi atau menggambarkan permukaan suatu objek atau material. Pada dasarnya, SEM menggunakan elektron berenergi tinggi yang ditembakkan ke permukaan material. Permukaan material yang terkena berkas elektron berenergi tinggi tersebut akan memantulkan kembali elektron, menghasilkan elektron sekunder yang tersebar ke segala arah. Intensitas pantulan dengan tingkat energi tertinggi kemudian ditangkap oleh detektor, memberikan informasi mengenai morfologi material, seperti kelandaian, permukaan, dan arah kemiringan. Untuk memperoleh citra yang optimal, permukaan material harus dilapisi dengan logam sehingga menghasilkan elektron sekunder saat terkena berkas elektron berenergi tinggi. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah instrumen yang menghasilkan seberkas elektron pada permukaan spesimen target dan mengumpulkan serta menampilkan sinyal-sinyal yang dihasilkan oleh material target. Penggunaan SEM dalam karakterisasi morfologi kopolimer telah berkembang luas. Prinsip dasar SEM melibatkan kolom elektron (*electron column*), ruang sampel (*specimen chamber*), dan sistem vakum (*vacuum system*). Analisis SEM dilakukan dengan menggunakan sinyal elektron sekunder. Berkas elektron diarahkan ke permukaan spesimen yang telah

dilapisi film konduktor. Pelapisan ini bertujuan agar polimer dapat menghasilkan arus listrik dan berinteraksi dengan berkas elektron. Hasil interaksi tersebut dikumpulkan untuk menghasilkan sinyal, yang kemudian digunakan untuk mengatur intensitas elektron pada suatu tabung televisi yang diarahkan sejalan dengan sinar dari mikroskop. Interaksi berkas elektron dengan spesimen menghasilkan pola difraksi elektron yang memberikan informasi tentang kristalografi, jenis unsur, distribusi, dan morfologi permukaan bahan [28].