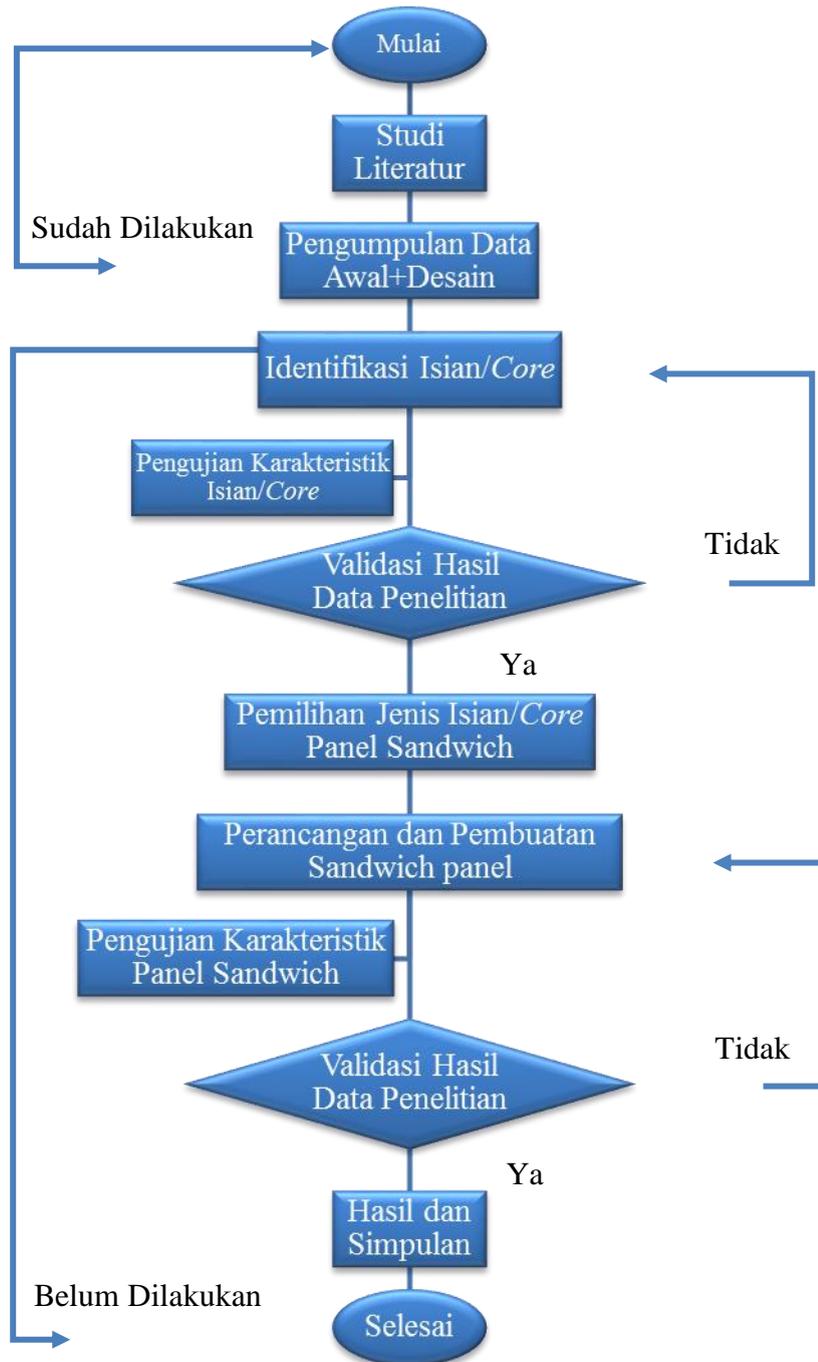


**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Tahapan Penelitian**

Diagram alir dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut.



### **Gambar 3.1** Bagan Alir Rencana Penelitian

Sumber: (Penulis, 2023)

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah studi literatur yang akan dilanjutkan dengan penelitian studi lapangan dengan pengumpulan data secara deskriptif kuantitatif.

## **3.2 Estimasi Waktu dan Tempat Penelitian**

Estimasi waktu dan tempat penelitian ini adalah sebagai berikut.

### **3.2.1 Estimasi Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian kali ini adalah 12 minggu dengan rincian sebagai berikut.

#### **1. Analisis Masalah**

Untuk mempelajari permasalahan beserta solusinya telah dilakukan studi lebih lanjut dengan menggunakan sumber referensi berupa buku, artikel, dan jurnal mengenai limbah *styrofoam*, limbah cangkang kerang darah, metode produksi, uji kualitas dan kuantitas serta penerapan konsep kombinasi agregat dari *styrofoam* dan silika cangkang kerang darah sebagai pengganti semen untuk hasil *sandwich panel* yang maksimal. Langkah selanjutnya adalah kegiatan validasi metode melalui kegiatan yang sudah dibahas pada gambar 1.

#### **2. Finalisasi Data dengan Penyusunan Strategi Berjangka Waktu Tertentu Sesuai dengan Kebutuhan**

Perumusan strategi berjangka waktu tertentu yang aplikatif untuk menunjang sistem yang terintegrasi antara kebutuhan lapangan, implikasi dari metode, dan tujuan yang ingin dicapai.

#### **3. Penyeteran Proposal**

Pada penelitian ini melibatkan perusahaan produsen panel komposit atau *sandwich panel* yang ada di Kota Semarang yakni PT Usaha Muda.

#### **4. Persiapan Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian kali ini didapatkan dari laboratorium D4 Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, laboratorium PT Usaha Muda, dan pengadaan mandiri.

5. Pembuatan *Core* dan Pengujian

Pembuatan *core sandwich panel* membutuhkan 48 benda uji dan 1 pasang *sandwich panel* simulasi yang dilanjutkan dengan pengujian sesuai perencanaan.

6. Evaluasi dan Asistensi Rutin

Melaksanakan *monitoring* secara internal dan eksternal bersama dosen pembimbing supaya penelitian dapat berjalan dengan lancar.

**Tabel 3.1** Waktu Penelitian (Penulis, 2023)

| Aktivitas | Minggu |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
| 1         | Yellow | Yellow | Green  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2         |        | Yellow | Yellow | Yellow | Green  |        |        |        |        |        |        |        |
| 3         |        |        |        | Yellow | Green  |        |        |        |        |        |        |        |
| 4         |        |        |        | Yellow | Yellow | Green  | Yellow |        |        |        |        |        |
| 5         |        |        |        |        |        | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow | Green  |
| 6         | Yellow |

Sumber: (Penulis, 2023)

Keterangan: Kuning: Minggu pelaksanaan aktivitas; Hijau: *Maximum Crash Time*.

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang dibutuhkan pada penelitian kali ini di antaranya adalah penumbuk, oven, timbangan, ayakan, wadah, mesin uji tarik *core material*, alat uji kekerasan (Durometer Shore), mesin uji *compressive test*, cetakan, dan mesin uji tarik.



**Gambar 3.2** Penumbuk

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.3** Oven

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.4** Timbangan

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.5** Ayakan

Sumber: (Penulis, 2023)

### 3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian kali ini adalah limbah *styrofoam*, limbah cangkang kerang darah, *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*, katalis, dan *faceplate*.



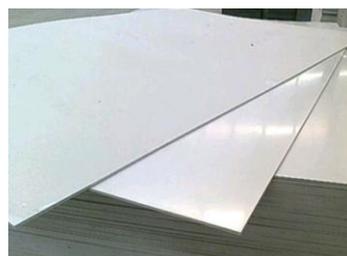
**Gambar 3.6** Limbah *Styrofoam*

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.7** Limbah Cangkang Kerang Darah

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.8** Resin dan Katalis

Sumber: (Penulis, 2023)

**Gambar 3.9** Faceplat

Sumber: (Penulis, 2023)

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pengolahan Limbah Styrofoam

Tahapan pengolahan limbah *styrofoam* adalah sebagai berikut.

1. Pembersihan

Pengolahan limbah *styrofoam* dimulai dengan melakukan pembersihan terlebih dahulu menggunakan air. Selanjutnya dijemur selama 24 jam di ruang terbuka.

2. Pencacahan

Pengolahan limbah *styrofoam* dilanjutkan dengan pencacahan atau dengan memarutnya menjadi butiran kecil ( $D = +/-2\text{mm}$ ). Jenis limbah *styrofoam* yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis limbah *styrofoam* bekas pelindung alat elektronik, limbah *styrofoam* bekas karangan bunga, dan limbah *styrofoam* kemasan makanan.

3. Pelelehan

Penanganan pengolahan limbah *styrofoam* selanjutnya dilakukan pelelehan menggunakan resin katalis dengan cara *trial and error*. Perlakuan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah *styrofoam* bisa dilelehkan dengan maksimal pada resin dan katalis untuk takaran tertentu. Cara ini mengacu pada proses lelehan EPS menggunakan zat leleh polimer pada *sandwich panel* isian EPS (Balıkoğlu et al., 2020).

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa percobaan pelelehan limbah *styrofoam* dengan takaran sesuai tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Tabel *Trial and Error* Lelehan Styrofoam

| Resin + 1% Katalis (Gr) | Resin + 1% Katalis (Gr) | Resin + 1% Katalis (Gr) | Styrofoam (gr) |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 40                      | 30                      | 20                      | 1              |
| 40                      | 30                      | 20                      | 2              |
| 40                      | 30                      | 20                      | 3              |
| 40                      | 30                      | 20                      | 4              |
| 40                      | 30                      | 20                      | 5              |
| 40                      | 30                      | 20                      | 6              |

|    |    |    |   |
|----|----|----|---|
| 40 | 30 | 20 | 7 |
|----|----|----|---|

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.10** Cacahan Limbah *Styrofoam*

Sumber: (Penulis, 2023)

### 3.4.2 Pengolahan Limbah Cangkang Kerang Darah

Tahapan pengolahan limbah cangkang kerang darah adalah sebagai berikut.

#### 1. Proses Pengeringan

Proses pengeringan pada limbah cangkang kerang darah dilakukan untuk memastikan bahwa serbuk cangkang kerang yang dipakai memiliki tingkat kekeringan tinggi. Proses pengeringan limbah cangkang kerang darah dilakukan dengan bantuan oven selama 8 jam dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ .

#### 2. Penumbukan

Setelah melewati proses pengeringan menggunakan bantuan berupa oven, berikutnya adalah penumbukan tahap 1 untuk mempermudah penghalusan cangkang kerang darah, seperti pada gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Proses Penumbukan Cangkang Kerang Darah

Sumber: (Penulis, 2023)

### 3. Proses *Furnace*

*Furnace* dilakukan untuk pengeringan kembali limbah cangkang kerang darah yang sudah hancur pada suhu 800 °C selama 4 jam. *Furnace* pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

### 4. Penumbukan Kembali dan Pengayakan

Setelah melalui tahap *furnace*, selanjutnya dilakukan penumbukan kembali menjadi butiran halus. Setelah penumbukan yang kedua, serbuk cangkang kerang darah akan melalui proses penyaringan atau pengayakan sehingga bisa didapat serbuk kerang darah dengan tekstur lebih halus. Pengayakan atau penyaringan dilakukan dengan menggunakan bantuan alat *mesh* dan mesin serta dilakukan pengelompokan sesuai ukuran partikel serbuk cangkang kerang darah yang diinginkan. Pada penelitian ini digunakan ukuran *mesh* atau pengayak 30,40,50,100 serta 200, seperti terlihat di gambar 3. 13.



**Gambar 3.12** Mortar Penumbuk

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.13** Proses Pengayakan Serbuk Cangkang Kerang Darah

Sumber: (Penulis, 2023)

### 5. Penimbangan

Langkah berikutnya berupa tahapan penimbangan, seperti yang ada pada gambar 3.14. Penimbangan pada serbuk cangkang kerang darah bertujuan mendapatkan nilai massa dari serbuk cangkang kerang itu sendiri setelah dilakukan pengeringan.



**Gambar 3.14** Proses Penimbangan Serbuk Cangkang Kerang Darah

Sumber: (Penulis, 2023)

### 3.4.3 Pembuatan *Job Mix Formula*

Untuk menentukan komposisi rancangan campuran *core Sandwich Panel* dengan penambahan *styrofoam* dan silika cangkang kerrang darah maka diperlukan perencanaan campuran *mix design* yang mengacu atau berpedoman pada SNI (SNI 03-3122-1992, 1992). Berikut merupakan *mix design* campuran *core sandwich panel* dengan limbah *styrofoam* dan serbuk cangkang kerang darah yang akan dilakukan:

**Tabel 3.3** *Mix Design* Sampel Uji Tarik, Daya Serap, dan Akustik

| No | Kadar Silika (gr) | Kode Benda Uji | Styrofoam (gr) | Resin (gr) | Ukuran (cm)  | Katalis (gr)         |
|----|-------------------|----------------|----------------|------------|--------------|----------------------|
| 1. | 0                 | A1; A2; A3     | 5              | 40         | 15 x 7 x 0.7 | 1% x kandungan resin |
| 2. | 25                | B1; B2; B3     | 5              | 40         |              |                      |
| 3. | 50                | C1; C2; C3     | 5              | 40         |              |                      |
| 4. | 75                | D1; D2; D3     | 5              | 40         |              |                      |

Sumber: (Penulis, 2023)

**Tabel 3.4** *Mix Design* Sampel Uji Tekan dan Tingkat Ketahanan Api

| No | Kadar Silika (gr) | Kode Benda Uji | Styrofoam (gr) | Resin (gr) | Ukuran (cm) | Katalis (gr)         |
|----|-------------------|----------------|----------------|------------|-------------|----------------------|
| 1. | 0                 | A1; A2; A3     | 5              | 40         | 5 x 5 x 5   | 1% x kandungan resin |
| 2. | 25                | B1; B2; B3     | 5              | 40         |             |                      |
| 3. | 50                | C1; C2; C3     | 5              | 40         |             |                      |

|     |    |            |   |    |  |  |
|-----|----|------------|---|----|--|--|
| .4. | 75 | D1; D2; D3 | 5 | 40 |  |  |
|-----|----|------------|---|----|--|--|

Sumber: (Penulis, 2023)

Setelah mendapatkan nilai kadar *styrofoam* dan resin katalis yang maksimum, dilanjutkan pembuatan *job mix design* benda uji yang ditambahkan serbuk cangkang kerang darah. Penambahan serbuk cangkang kerang darah dilakukan dengan variasi kadar 0 : 5 : 10 : 15 terhadap setiap campuran 1 : 8 *styrofoam* dan resin katalis.

#### 3.4.4 Proses Pencetakan dan Kontrol

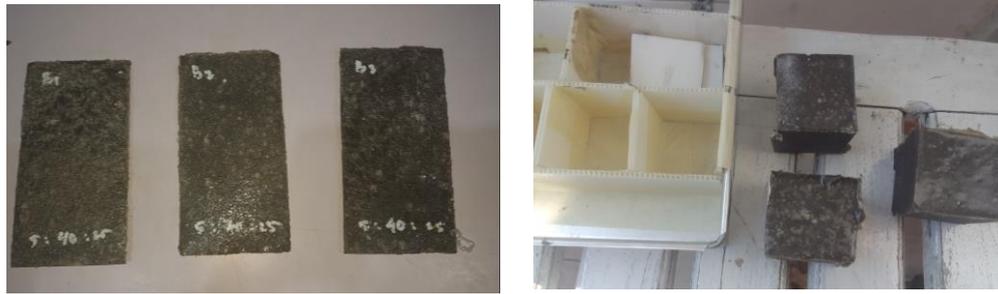
Pencetakan atau pembuatan benda uji dimulai dari penuangan adonan atau campuran yang sudah dibuat ke dalam cetakan. Pembuatan benda uji dimulai dari mengaduk campuran resin, katalis, dan cacahan *styrofoam* sampai *styrofoam* meleleh. Dilanjutkan dengan memasukkan silika sesuai proporsi yang direncanakan dan aduk semua bahan sampai tercampur merata. Pada proses pengadukan selama 5 menit, masukan seluruh campuran ke dalam cetakan atau bekisting untuk masing-masing benda uji. Diamkan campuran selama 1x24 jam sebelum mengeluarkan benda uji dari cetakan atau bekisting dan letakkan benda uji di atas permukaan rata selama selama 24 jam pada temperatur ruang (20-25 °C).

Sedangkan proses kontrol dalam penelitian ini dilakukan guna memastikan bahwa adonan maupun campuran yang sudah disiapkan berhasil mengering dengan sempurna.



**Gambar 3.15** Campuran *Core* di Dalam Bekisting

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.16** Pengeluaran Benda Uji dari Bekisting

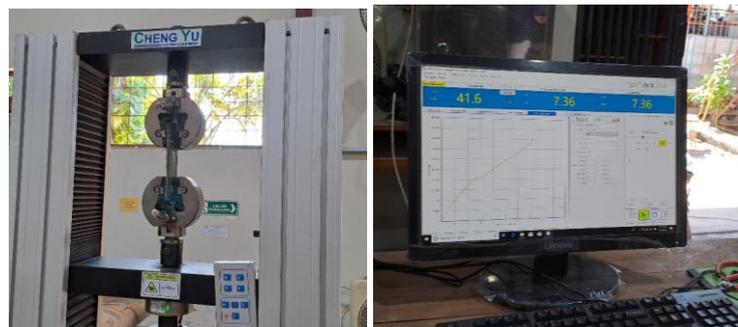
Sumber: (Penulis, 2023)

### 3.4.5 Pengujian Karakteristik Isian atau *Core*

Pengujian karakteristik *core* dilakukan dengan pengujian kuat tarik, uji kuat tekan, uji daya serap panel, uji daya serap akustik, dan uji tingkat ketahanan api.

#### 1. Uji Kuat Tarik

Spesifikasi kuat tekan *sandwich panel* sebagai dinding panel mengacu atau berpedoman pada standar Panel Beton Ringan Berserat (SNI 03-3122-1992) dan ASTM E8 tentang *Standard Test Methods for Tension Testing*. Pengujian dilakukan dengan mencatat data mesin yang ada di lembar kerja, pengambilan benda uji dan peletakan pada tempatnya dengan tepat. Selanjutnya lakukan setting atau pengaturan beban dan catat grafik pada mesin uji kuat tarik.



**Gambar 3.17** Uji Kuat Tarik

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.18** Kondisi Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik

Sumber: (Penulis, 2023)

Daerah putus pada pengujian ini bisa dikatakan berhasil jika berada di daerah G-Geuge Length (ASTME8, n.d.; Firmansyah, 2020). Dalam standar ini, sebuah spesimen atau benda uji tarik harus memiliki spesifikasi tertentu. Spesifikasi yang dimaksud meliputi *Gauge Length (G)*, *Over All Length (L)*, *Length of Reduced (A)*, *Length of Grip Section (B)*, *Thickness (T)*, *Radius (R)*, *Width (W)*, dan *Width of Grip Section (C)*.

Pada Tabel 3.5 menunjukkan dimensi dari benda uji kuat tarik harus memenuhi, panjang *Gauge Length (G)* 2 inch atau 50.8 mm, dimensi *Width (W)* dengan nilai 0.5 inch atau 12.7 mm, serta lebar area cekam berada di angka 3/4 in. atau 19.05 mm. Dibagian tengah dari benda uji adalah bagian yang tergolong dapat menerima tegangan *uniform* serta disebut sebagai panjang ukur atau *gauge length*, berupa bagian yang dianggap menerima beban saat pengujian tarik (Firmansyah, 2020).

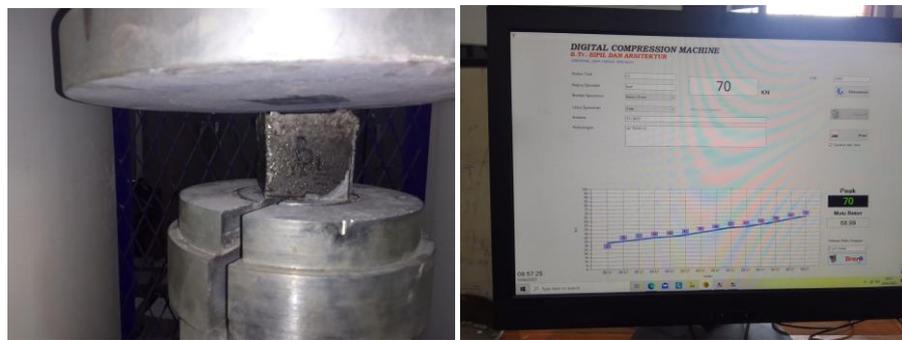
**Tabel 3.5 Standard Test Methods for Tension Testing**

|   | Dimensions, mm [in.]  |                               |   |                               |                               |
|---|---|-------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
|   | For Test Specimens with Gauge Length Four times the Diameter [E8] |                               | Small-Size Specimens Proportional to Standard |                               |                               |
|   | Standard Specimen   |                               |   |                               |                               |
|   | Specimen 1  | Specimen 2                    | Specimen 3                                    | Specimen 4                    | Specimen 5                    |
| G—Gauge Length                            | 50.0 ± 0.1<br>[2000 ± 0.005]                                      | 36.0 ± 0.1<br>[1.400 ± 0.005] | 24.0 ± 0.1<br>[1.000 ± 0.005]                 | 16.0 ± 0.1<br>[0.640 ± 0.005] | 10.0 ± 0.1<br>[0.450 ± 0.005] |
| D—Diameter (Note 1)                       | 12.5 ± 0.2<br>[0.500 ± 0.010]                                     | 9.0 ± 0.1<br>[0.350 ± 0.007]  | 6.0 ± 0.1<br>[0.250 ± 0.005]                  | 4.0 ± 0.1<br>[0.160 ± 0.003]  | 2.5 ± 0.1<br>[0.113 ± 0.002]  |
| R—Radius of Fillet, min                   | 10 [0.375]  | 8 [0.25]                      | 6 [0.188]                                     | 4 [0.156]                     | 2 [0.094]                     |
| A—Length of reduced section, min (Note 2) | 56 [2.25]   | 45 [1.75]                     | 30 [1.25]                                     | 20 [0.75]                     | 16 [0.625]                    |

Sumber: (ASTME8, n.d.; Firmansyah, 2020)

## 2. Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan mesin uji tarik *core material* (*Durometer Shore*). Spesifikasi kuat tarik *sandwich panel* sebagai dinding panel mengacu pada standar *American Standard Testing and Material* (ASTM D638). Kuat tekan minimum yang harus dihasilkan harus  $\geq 20$  MPa (ASTM D638, n.d.). Panel atau benda uji dinding juga bisa dinyatakan lulus jika uji kuat tekan jika memenuhi syarat mutu A yaitu 2,82 sampai 3,12 MPa atau syarat mutu B yaitu 2,19 sampai 2,51 MPa (SNI 03-3122-1992, 1992).



**Gambar 3.19** Uji Kuat Tekan

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.20** Kondisi Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan

Sumber: (Penulis, 2023)

Pengujian dilakukan dengan mencatat data mesin pada lembar kerja, melaksanakan pengaturan tegangan *power supply* 40 volt yang bertujuan untuk menggerakkan motor penggerak ke arah atas maupun ke bawah, kalibrasi alat ukur gaya dengan jarum penunjuk tepat di angka nol, pengambilan benda uji berbentuk kubus dan letakkan pada tempatnya secara centris, pengarahkan *switch* ON/OFF ke arah ON sehingga pembebanan yang terjadi secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan 4 mm/menit.

Jika sampel atau benda uji sudah pecah, arahkan *switch* ke arah OFF dan motor penggerak akan berhenti. Lakukan pencatatan besarnya gaya yang ditampilkan di panel *display* ketika benda uji atau sampel sudah rusak, dan catat keadaan benda uji.

### 3. Uji Daya Serap Akustik

Pengujian daya serap akustik atau redaman suara dimulai dari mengukur massa benda uji dengan cara menimbanginya dan mempersiapkan mesin uji redam suara (*sound level meter*). Dalam pelaksanaannya, membutuhkan sinyal generator yang berperan sebagai sumber sinyal sinus yang bisa diatur pada bagian frekuensinya, Siapkan speaker aktif yang dijadikan sebagai sumber suara dan siapkan osiloskop untuk mempermudah pengukuran frekuensi sinyal generator.



**Gambar 3.21** *Sound Level Meter* dan Frekuensi Pengujian

Sumber: (Penulis, 2023)

Uji kedap suara dilakukan dengan menggunakan *Sound Level Meter* pada sampel yang berbahan dasar produk inovatif *sandwich panel*. Uji dilakukan dengan pengamatan selama 1-2 menit dengan kurang lebih terdapat 6 kali kegiatan pembacaan untuk dihitung rata-ratanya. Parameter uji kedap suara berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI 7705, 2011) ISO 11654, 1997, dan ASTM (ASTM E-1050-98, n.d.).



**Gambar 3.22** Pengujian Adsorpsi Suara Menggunakan SLM

Sumber: (Penulis, 2023)

Cara pengujian menggunakan *sound level meter* dilakukan dengan mengukur tingkatan atau level sumber suara melalui penempatan *sound level meter* di posisi tetap atau jarak tertentu dari speaker aktif. Dilanjutkan dengan melakukan pengaturan frekuensi sinyal generator dimulai dari frekuensi dengan angka terendah hingga frekuensi di angka 3000 Hz, melakukan pengukuran level intensitas atau *decibel* (dB) dari setiap frekuensi dengan menggunakan SLM atau *sound level meter*, mengukur suara di dalam kotak dan menempatkan sampel di dalam kotak untuk mengukur tingkat atau besaran intensitas yang ditransmisikan, menempatkan bagian *speaker* aktif di dalam kotak dengan serupa seperti mengukur level sumber suara dan level intensitas di setiap frekuensi.

Besar tingkatan atau ukuran intensitas yang terukur adalah besaran dari transmisi bahan terkait. Tingkat atau ukuran intensitas suara yang berhasil terserap bisa diukur dari adanya selisih antara tingkat sumber suara dengan besaran intensitas suara yang sudah ditransmisikan dengan mengetahui intensitas suara yang diserap ( $I_a$ ) serta besaran intensitas sumber suara yang berhasil datang ( $I_i$ ).

#### 4. Uji Daya Serap

Persiapan uji daya serap air dimulai dari mengukur massa benda uji dengan cara menimbangannya. Persiapkan timbangan dengan ketelitian hingga 0,5% dari berat contoh benda uji, dan mempersiapkan dapur pengering yang berhasil mencapai suhu  $105 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Uji daya serap dilakukan dengan pengujian rembesan standar SNI dengan cara meletakkan balok kaca yang berisi air di permukaan *core sandwich panel*. Spesifikasi daya serap *sandwich panel* sebagai dinding panel mengacu pada SNI 03-0349-1989. Daya serap panel untuk dinding maksimal berada di angka 25%-35% (SNI 03-0349-1989, 1989).

Cara pelaksanaan pengujian ini dilakukan dengan perendaman benda uji seutuhnya di dalam air bersih yang bersuhu ruangan, Dilanjutkan dengan melakukan perendaman selama 24 jam (dua puluh empat jam). Angkat benda

uji dari rendaman, biarkan air sisa meniris kurang lebih satu menit. Selanjutnya, permukaan benda uji diseka dengan menggunakan air lembab supaya air yang berlebihan atau masih melekat di bidang permukaan benda uji bisa terserap kain lembab.

Pengujian dilanjutkan dengan menimbang timbang benda uji (A). Benda uji selanjutnya dilakukan pengeringan di dapur pengering suhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  hingga beratnya mencapai dua kali penimbangan yang tidak berbeda lebih dari 0,2% dari penimbangan sebelumnya (B). Selisih dari penimbangan di dalam keadaan basah (A) dan berada dalam keadaan kering (B) merupakan jumlah penyerapan air. Selisih bisa didapat berdasarkan persen berat benda uji kering dengan rumus penyerapan air =  $((A-B)/B) \times 100\%$ .



**Gambar 3.23** Pengujian Daya Serap Air

Sumber: (Penulis, 2023)



**Gambar 3.24** Penimbangan Benda Uji Setelah Perendaman

Sumber: (Penulis, 2023)

##### 5. Uji TKA (Tingkat Ketahanan Api)

Uji ketahanan api dilakukan dengan memanfaatkan termokopel jelajah atau *roving thermocouple* pada maket bangunan yang berbahan dasar produk

inovatif *sandwich panel*. Parameter uji ketahanan api berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI 1741, 2008).

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan menempatkan benda uji pada *furnace* atau tungku uji. Benda uji dipanaskan secara bertahap dari kondisi temperature ambien sampai mencapai tungku temperature tungku rata-rata 1000°C. Pengujian dilakukan selama 180 menit dengan pengamatan di 0, 15, 60, 120, dan 180 menit yang dilanjutkan dengan melakukan pengamatan lendutan pada benda uji dan catat hasilnya,



**Gambar 3.25** Tungku Uji Tingkat Ketahanan Api

Sumber: (Penulis, 2023)

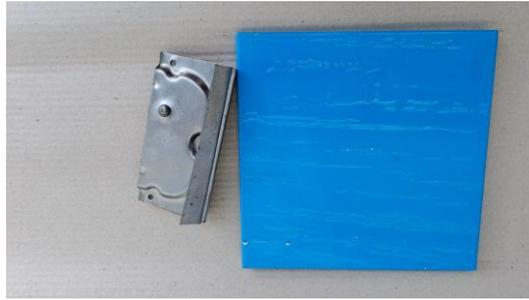


**Gambar 3.26** Kondisi Benda Uji Pada Pembakaran Suhu 1090°C

Sumber: (Penulis, 2023)

#### **3.4.6 Pembuatan *Prototype (Core and Plate)***

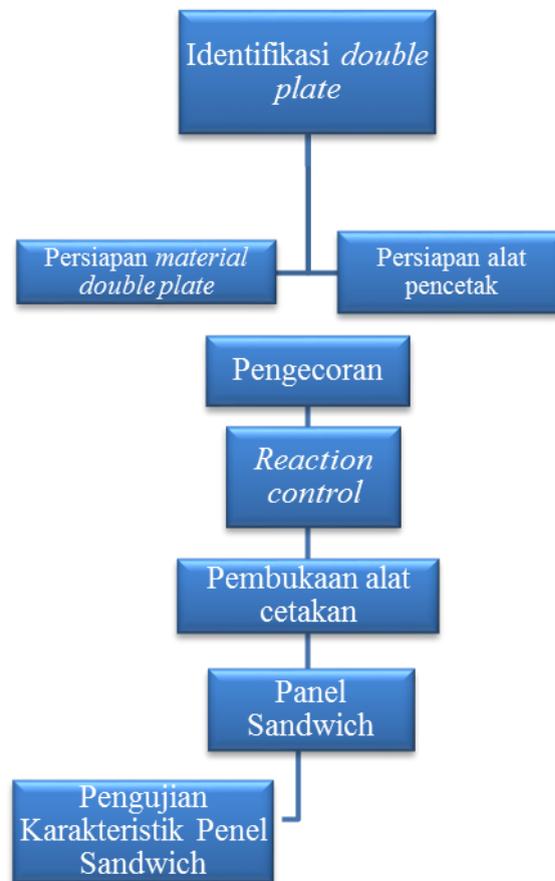
Perakitan dimulai dengan mempersiapkan bahan-bahan seperti plat *fiberboard* atau *aluminium sheet* ukuran tebal 1 mm 2 lembar. Setelah itu dilakukan pengecoran dengan ketebalan *core* mencapai 5 cm. Untuk memastikan material *core* benar-benar kering dan menyatu dengan plat, maka memerlukan waktu pengeringan selama 24 jam.



**Gambar 3.27** Plat dan *Corn Lock System*

Sumber: (Penulis, 2023)

Pembuatan *prototype* dilengkapi dengan pemasangan *corn lock system* pada bagian samping *sandwich panel*. Desain dan pembuatan *lock* pada *sandwich panel* dengan isian limbah *styrofoam* dan serbuk cangkang kerang darah dilakukan di PT Usaha Muda, Semarang.



**Gambar 3.28** Skema Metode Pembuatan *Sandwich panel*

Sumber: (Penulis, 2023)

### 3.5 Rencana Luaran

#### 3.5.1 Prototipe

Luaran atau output dari penelitian yang dilakukan di antaranya *sandwich panel prototype* dengan menggunakan bahan dasar *core* dari limbah cangkang kerang darah dan limbah *styrofoam* dengan dilengkapi *corn lock system*.

Sampel *sandwich panel prototype* sudah diuji terkait karakteristiknya sehingga dibentuk dari komposisi paling tepat untuk dimanfaatkan sebagai bahan dinding bangunan sederhana.

#### 3.5.2 Hak Kekayaan Intelektual

Luaran atau output berikutnya dari penelitian ini adalah hak kekayaan intelektual yang diajukan kepada Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual.

### **3.5.3 Publikasi Jurnal Nasional**

Luaran atau output berikutnya dari penelitian ini adalah publikasi jurnal nasional terakreditasi sinta berupa artikel yang dipublikasikan dari hasil penelitian ilmiah asli yang dilakukan.