**III. METODOLOGI PENELITIAN**

1. **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, dan Laboratorium Biomasa Terpadu Universitas Lampung, Bandar Lampung.

1. **Bahan**

Bahan yang dipergunakan untuk pembuatan sampel beton polimer, antara lain:

1. Agregat halus standard ASTM C33 dan agregat kasar (tertahan saringan 4,75 mm dengan ukuran agregat maksimal lolos saringan 9,5 mm)
2. *Filler* abu batulolos saringan no.200

3. Resin epoksi dan *hardener* sebagai bahan polimer (pengikat)

4. *Thinner*

1. **Peralatan**

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan sampel beton polimer, antara lain:

1. Timbangan digital (*weight balance digital*)

2. Alat-alat gelas

3. Cetakan beton (*mould steel*) silinder dan balok

4. *Compressing Testing Mechine* (CTM )

5. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

6. Satu set ayakan

7. *Thermal conductivity meter*

8. Jangka sorong (*vernier caliper*)

9. Wadah pencampur (ember)

10. Alat pengaduk (*mixer*)

11. Oven pemanas (*drying oven*)

12. Proving ring

1. **Variabel dan Parameter**

Varibel dalam penelitian beton polimer, yaitu:

1. Komposisi bahan baku beton polimer dibuat dengan perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar (tertahan saringan 4,75 mm dengan ukuran agregat maksimal lolos saringan 9,5 mm) dengan perbandingan (50:50). Variabel antara agregat total (agregat kasar dan agregat halus) disubtitusi dengan penambahan abu batu (*filler*) yang digunakan yaitu 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 dan 50:50 % terhadap berat agregat total.

2. Variasi penambahan adiktif resin epoksi dibuat tetap sebasar 25% dari berat total agregat. Parameter pengujian yang dilakukan dalam penelitin ini, meliputi pengujian densitas, penyerapan air, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat patah, dan analisa mikrostruktur dengan *Scanning Electron Microscope (*SEM)*.*

1. **Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu : pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (*mix design*), pembuatan benda uji, pelaksanaan pengujian, dan analisis hasil penelitian.

* + 1. **Pengujian bahan campuran beton.**

Pengujian dan pemeriksaan bahan campuran beton terdiri dari:

1. Analisis saringan agregat kasar dan agregat halus (*ASTM C*-136).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar (*ASTM C*-128 &*ASTM C*-127).
3. Kadar air agregat halus dan agregat kasar (*ASTM C*-566 &*ASTM C*-556).
4. Berat volume agregat kasar dan agregat halus (*ASTM C*-29).
5. Kadar lumpur agregat halus (*ASTM C*-117).
6. Kandungan zat organis dalam pasir (*ASTM C*-40).
   * 1. **Pembuatan benda Uji**

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar (tertahan saringan 4,75 mm dengan ukuran agregat maksimal lolos saringan 9,5 mm), *filler* lolos saringan no.200*,* dan resin epoksi. Untuk menentukan komposisi bahan baku mengacu pada proporsi beton konvensional, seperti untuk campuran agregat di dalam beton, yaitu sekitar 70 – 80 % volume total atau perbandingan matriks terhadap agregat (M/A) = 1 : 4 (Siregar , 2009). Jadi untuk memudahkan dalam proses pencampuran maka semua komposisi bahan baku ditentukan dalam persentase volume.

Benda uji yang dibuat terdiri dari silinder beton dengan diameter 5 cm dan tinggi 10 cm sebanyak 35 buah untuk pengujian densitas, penyerapan air, kuat tekan, kuat tarik belah, dan *Scanning Electron Microscope* (*SEM).* Benda ujibalok berukuran 40 x 40 x 160 mm untuk pengujian kuat tarik lentur.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji *Polymer Concrete* (PC) | | | | | | |
| Kode Benda Uji | Persentase  Resin Epoksi  Terhadap berat total  agregat  (%) | Silinder Ukuran 5cm / 10 cm | | | Balok Ukuran | Jumlah |
| 4 x 4 x16 cm |
| Pengujian | | | | Sempel |
| Kuat Tekan | Kuat Tarik Belah | *SEM* | Kuat Tarik lentur |  |
| BP1 | 25 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| BP2 | 25 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| BP3 | 25 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| BP4 | 25 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| BP5 | 25 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| Total Benda Uji | | 15 | 15 | 5 | 15 | 50 |

Keterangan:

Untuk pengujian densitas dan peyerapan air menggunakan sampel kuat tekan dan kuat tarik belah sebelum diuji.

1. **Preparasi Sampel Beton**

Komposisi bahan baku beton polimer dibuat dengan perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar (tertahan saringan 4,75 mm dengan ukuran maksimal agregat lolos saringan 9,5 mm) dengan perbandingan (50:50). Variabel antara agregat total (agregat kasar dan agregat halus) disubtitusi dengan penambahan abu batu (*filler*) yang digunakan yaitu 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 dan 50:50 % terhadap berat agregat total, jumlah resin epoksi dibuat tetap sebesar 25% (% dari berat agregat total).

Misalkan pada perhitungan berat total (agregat kasar dan agregat halus) didapatkan hasil 496,3422 gram untuk perbandingan BP1 yaitu 100 : 0 tanpa *filler.* Kemudian dilanjutkan dengan menghitung kebutuhan epoksi yaitu:

Berat Resin Epoksi : Kadar resin epoksi x Berat Total Agregat

: 25 % x 496,3422

: 124,0856 gram

Dengan perbandingan Resin epoksi + *Hardener* yaitu (2 : 1)

Resin Epoksi : x 124,0856 = 82,7237 gram

Hardener : x 124,0856 = 41,3619 gram +

124,0856 gram

Selanjutnya penambahan *thinner* sebagai bahan pengencer resin epoksi sebanyak 0,5 sebagai pengganti air semen (fas = 0,5). Jadi jumlah *thinner* yang ditambahkan adalah 0,5 x 124,0856 = 62,0468 gram.

Tabel 3.2. Komposisi agregat kasar dan agregat halus

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode Sampel | Agregat Total | Filler | agregat kasar | agregat halus | cheking |
| (gram) | (gram) | (gram) | (gram) |  |
| BP 1 | 496,3422 | 0 | 248,9025 | 247,4397 | 496,3422 |
| BP 2 | 446,7080 | 49,63422 | 224,01225 | 222,69573 | 446,7080 |
| BP 3 | 397,0738 | 99,26844 | 199,122 | 197,95176 | 397,0738 |
| BP 4 | 347,4395 | 148,90266 | 174,23175 | 173,20779 | 347,4395 |
| BP 5 | 248,1711 | 248,1711 | 124,45125 | 123,71985 | 248,1711 |

Tabel 3.3. Komposisi campuran bahan baku pada pembuatan beton polimer

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode Sampel | Agregat Total | Filler | Epoksi resin (gram) | | *Thinner* |
| (gram) | (gram) | epoksi | hardener | (gram) |
| BP 1 | 496,3422 | 0,0000 | 82,7237 | 41,3619 | 62,0428 |
| BP 2 | 446,7080 | 49,6342 | 82,7237 | 41,3619 | 62,0428 |
| BP 3 | 397,0738 | 99,2684 | 82,7237 | 41,3619 | 62,0428 |
| BP 4 | 347,4395 | 148,9027 | 82,7237 | 41,3619 | 62,0428 |
| BP 5 | 248,1711 | 248,1711 | 82,7237 | 41,3619 | 62,0428 |

1. **Pengujian Beton**
2. **Densitas**

Pengukuran densitas (*bulk density*) dari masing-masing komposisi beton yang telah dibuat, diamati dengan menggunakan prinsip *Archimedes* dan mengacu pada standar (*ASTM C 134 – 1995).* Pada proses awal dilakukan penimbangan massa benda di udara atau massa sampel kering, seperti halnya pada penimbangan biasa, sedangkan penimbangan massa benda di dalam air.

Metoda pengukuran densitas:

1. Sampel yang telah mengalami pengerasan selama 8 jam pada suhu 600C penentuan waktu pengeringan mengacu pada referensi (Reis J. M. L., 2006), ditiriskan selama 60 menit dan kemudian ditimbang massa sampel keringnya, (ms) dengan menggunakan neraca digital. (Siregar, 2009)

2. Sampel yang telah ditimbang, kemudian direndam di dalam air selama 1 jam, bertujuan untuk mengoptimalkan penetrasi air terhadap sampel uji. Setelah itu seluruh permukaan sampel dilap dengan kain flanel dan dicatat massa sampel setelah direndam di dalam air, (mb).

3. Gantung sampel, pastikan tepat pada posisi tengah dan tidak menyentuh alas beker gelas yang berisi air, dimana massa sampel berikut penggantung di dalam air adalah mg.

4. Selanjutnya sampel dilepas dari tali penggantung dan catat massa tali penggantung yaitu mk. Dengan mengetahui besaran-besaran tersebut diatas, maka nilai densitas beton dapat ditentukan sesuai dengan Persamaan 2.2.

**2. Penyerapan Air**

Untuk mengetahui besarnya penyerapan air dari beton yang telah dibuat, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar (*ASTM C 20 – 2000)*.

Prosedur pengukuran penyerapan air adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang telah ditiriskan setelah pengovenan selama 8 jam suhu 600C penentuan waktu pengeringan mengacu pada referensi (Reis J. M. L., 2006), ditimbang massanya dengan menggunakan neraca digital, disebut massa sampel kering.

2. Kemudian sampel direndam di dalam air selama 1 jam sampai massa sampel jenuh dan catat massanya.

Dengan menggunakan Persamaan 2.3 maka nilai penyerapan air dari beton dapat ditentukan.

* + 1. **Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah**

Untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan dari beton, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar (*ASTM C 1386-1998; ASTM C 39/C 39M-2001)*. Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan adalah *Compressing Testing Mechine* (CTM) dengan menggunakan proving ring. Model uji kuat tekan dengan benda uji berupa selinder.

Prosedur pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Sampel berbentuk silinder diukur diameternya, minimal dilakukan tiga kali pengulangan. Dengan mengetahui diameternya maka luas penampang dapat dihitung, A = π (d2/4).

2. Atur tegangan *supply* sebesar 40 volt, untuk menggerakkan motor penggerak kearah atas maupun bawah. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur atau gaya terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol.

3. Kemudian tempatkan sampel tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan sebesar 4 mm/menit.

4. Apabila sampel telah pecah, arahkan switch kearah OF maka motor penggerak akan berhenti. Kemudian catat besarnya gaya yang ditampilkan pada panel *display*, saat beton polimer tersebut rusak.

Dengan menggunakan Persamaan 2.1 maka nilai kuat tekan dari beton dapat ditentukan.

* + 1. **Kuat Tarik Lentur**

Untuk mengetahui besarnya kuat tarik lentur dari beton, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar *(ASTM C 133 – 1997 dan ASTM C 348 – 1997).* Alat yang digunakan untuk menguji kuat tarik lentur adalah *Compressing Testing Mechine* (CTM ) dan proving ring.

Prosedur pengujian kuat tarik lentur adalah sebagai berikut:

1. Sampel berbentuk balok diukur lebar dan tingginya, minimal dilakukan tiga kali pengulangan, kemudian atur jarak titik tumpu (*span*) sebesar 10 cm sebagai dudukan sampel.

2. Atur tegangan *supply* sebesar 40 volt, untuk menggerakkan motor penggerak kearah atas maupun bawah. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur atau gaya terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol.

3. Kemudian tempatkan sampel tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya lihat gambar dan arahkan *switch* ON/OFF ke arah ON, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan sebesar 4 mm/menit.

4. Apabila sampel telah patah, arahkan switch ke arah OF maka motor penggerak akan berhenti. Kemudian catat besarnya gaya yang ditampilkan pada panel display, saat beton tersebut patah.

Dengan menggunakan Persamaan 2.5 maka nilai kuat patah dari beton dapat diperoleh.

* + 1. ***Scanning Electron Microscope* (SEM*)***

Pengujian *Scanning Electron Microscope (*SEM*)*dilakukan di Laboratorium Biomasa Terpadu, Universitas lampung, Bandar Lampung. Bentuk dan ukuran partikel penyusun secara mikroskopik dari beton dapat diidentifikasikan berdasarkan *micrograph* data yang diperoleh dari pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Mekanisme alat ukur SEM dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sampel diletakkan di dalam cawan, kemudian sampel tersebut dilapisi emas.

2. Sampel disinari dengan pancaran elektron bertenaga kurang lebih 20 kV sehingga sampel memancarkan elektron turunan *(secondary electron)* dan elektron terpantul *(back scattered electron)* yang dapat dideteksi dengan *detector scintilator* yang diperkuat sehingga timbul gambar pada layar CRT.

3. Pemotretan dilakukan setelah pengaturan (*setting*) pada bagian tertentu dari objek dan perbesaran yang diinginkan sehingga diperoleh foto yang mewakili untuk dapat diidentifikasi.



Gambar 3.1. Alat *Scanning Electron Microscope* (SEM)

1. **Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian**

Diagram alir pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 3.2. berikut ini.

Persiapan Material

Pengujian Material

Tidak

Lulus Syarat ASTM, SNI,RILLEM

Ya

Mix Design

Pembuatan Sampel dan Benda Uji

Pengovenan 8 jam pada suhu 600 C

Pengujian

1. Uji tekan
2. Kuat tarik belah
3. Uji T. lentur
4. Densitas
5. Penyerapan air
6. SEM

Analisis &Pembahasan

Gambar 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian