

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan guna menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Adapun pendekatan yang digunakan mencakup identifikasi variabel, perencanaan eksperimen, serta pelaksanaan uji laboratorium yang terstandarisasi. Dalam penelitian ini, variabel dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variasi komposisi campuran antara limbah plastik HDPE dan serbuk cangkang kerang simping. Komposisi tersebut terdiri atas empat variasi, yaitu:

- a. Komposisi PK 1 : 100% limbah plastik HDPE dan 0% serbuk cangkang kerang simping
- b. Komposisi PK 2 : 75% limbah plastik HDPE dan 25% serbuk cangkang kerang simping
- c. Komposisi PK 3 : 50% limbah plastik HDPE dan 50% serbuk cangkang kerang simping
- d. Komposisi PK 4 : 25% limbah plastik HDPE dan 75% serbuk cangkang kerang simping

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah karakteristik material *paving block composite* yang dihasilkan, yang diukur melalui:

- a. Uji kuat tekan
- b. Uji keausan
- c. Uji *Thermogravimetric Analysis* (TGA)

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol digunakan untuk memastikan validitas hasil eksperimen.

Dalam penelitian ini, variabel kontrol meliputi:

- a. Proses pembuatan *paving block* dilakukan secara manual dengan metode pemanasan dan pengepresan menggunakan dongkrak hidrolik berkapasitas 5 ton.
- b. Ukuran cetakan *paving block* seragam (10 cm × 20 cm × 6 cm).
- c. Proses perawatan benda uji dilakukan selama 28 hari di tempat teduh, tidak terkena sinar matahari langsung.
- d. Semua sampel diuji pada umur yang sama dan menggunakan standar pengujian yang konsisten.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2025 dan dilakukan di dua lokasi utama yang memiliki fasilitas pendukung untuk pelaksanaan seluruh rangkaian kegiatan eksperimen, mulai dari pembuatan hingga pengujian *paving block composite*.

1. Laboratorium Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Laboratorium ini digunakan untuk pelaksanaan proses pembuatan benda uji, termasuk proses pencampuran, pemanasan, pencetakan, serta pengujian mekanis seperti:

- a. Uji kuat tekan menggunakan mesin *Compression Testing Machine* (CTM).
- b. Uji keausan untuk mengetahui tingkat ketahanan abrasi *paving block*.

2. Laboratorium Uji Kimia, Universitas Indonesia (UI)

Laboratorium ini digunakan untuk melakukan uji *thermogravimetric analysis* (TGA) guna mengamati karakteristik *thermal paving block composite*, khususnya terkait stabilitas *thermal* dan tingkat degradasi massa pada berbagai komposisi bahan. Kegiatan penelitian dimulai dari tahap persiapan alat dan bahan, pembuatan sampel, proses perawatan selama 28

hari, hingga seluruh pengujian selesai dilakukan di masing-masing laboratorium sesuai dengan standar prosedur operasional.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Flowchart merupakan representasi grafis yang menggambarkan urutan langkah-langkah dalam suatu proses atau algoritma secara sistematis, menggunakan simbol-simbol standar seperti persegi panjang untuk aktivitas proses, belah ketupat untuk pengambilan keputusan, dan panah sebagai penunjuk alur. Penyajian dalam bentuk flowchart bertujuan untuk mempermudah pemahaman, analisis, maupun pendokumentasian proses dalam sebuah sistem atau program. Dengan visualisasi ini, jalannya pekerjaan dapat terlihat lebih terstruktur, sehingga memudahkan komunikasi dan koordinasi di antara semua pihak yang terlibat (Satria, 2019).

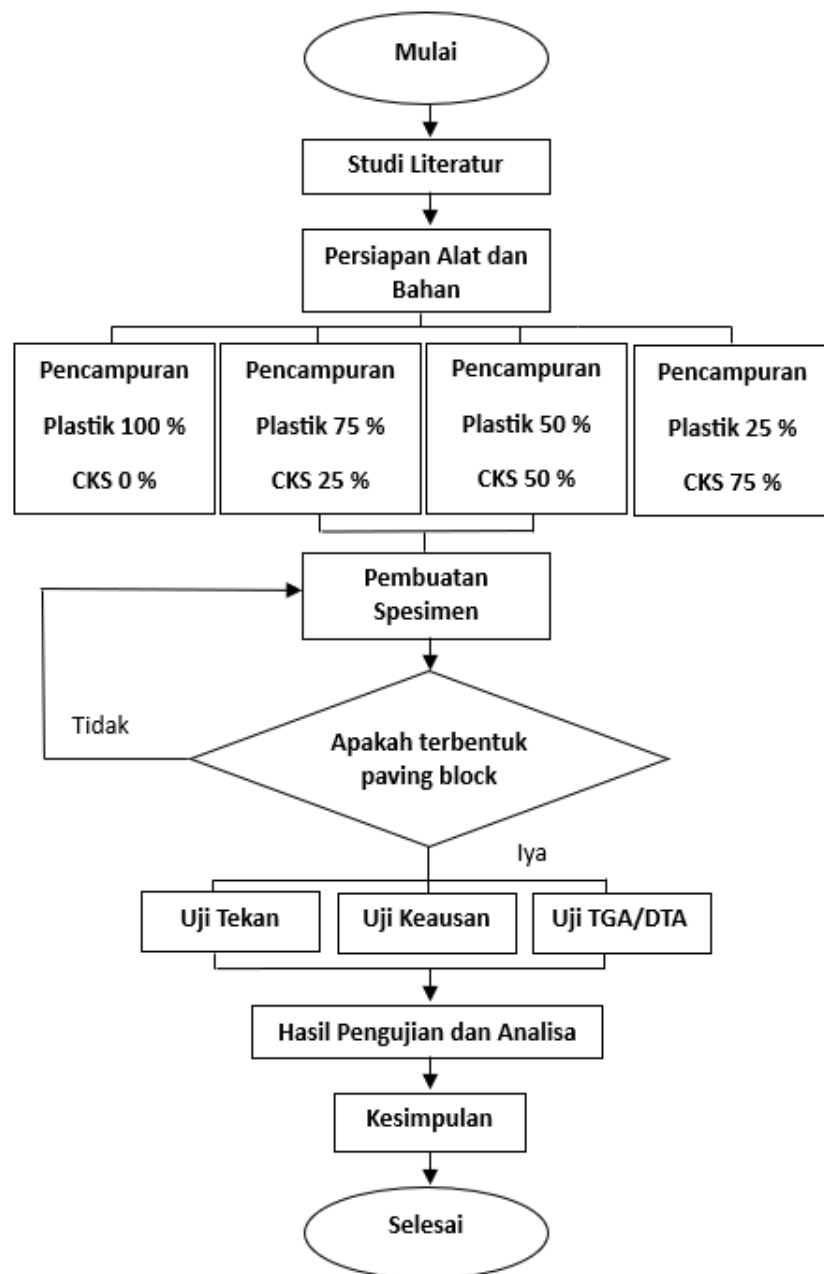
Penelitian diawali dengan identifikasi masalah, yang melibatkan pemeriksaan awal terhadap bahan material guna memastikan bahwa semua komponen yang diperlukan tersedia dan layak digunakan. Tahap ini dilanjutkan dengan studi literatur yang relevan untuk mendukung landasan teori dan metodologi penelitian. Selanjutnya dilakukan persiapan alat dan bahan, termasuk proses pencampuran material, yakni limbah plastik HDPE sebagai *matriks* dan serbuk cangkang kerang simping sebagai *filler*. Setelah proses pencetakan *paving block* selesai, benda uji kemudian menjalani proses perawatan (*curing*) di ruang terbuka selama 28 hari.

Setelah masa perawatan, dilakukan serangkaian pengujian karakteristik mekanis dan *thermal*, yaitu:

1. Uji kuat tekan
2. Uji keausan
3. Analisis *thermal Thermogravimetric Analysis* (TGA)

Pengujian dilakukan mengacu pada standar SNI 03-0691-1996. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, ditentukan formulasi *paving block* terbaik. Temuan dari analisis ini menjadi dasar dalam penyusunan tugas akhir mengenai pemanfaatan

limbah plastik HDPE dan serbuk cangkang kerang simping dalam pembuatan *paving block*. :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh pemahaman konseptual melalui penelaahan berbagai sumber referensi yang berkaitan langsung dengan penyusunan Tugas Akhir ini. Dalam penelitian ini, studi literatur difokuskan pada pengumpulan informasi mengenai pemanfaatan limbah plastik HDPE serta serbuk cangkang kerang simping sebagai bahan baku pembuatan *paving block* untuk aplikasi perkerasan jalan. Sumber literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah nasional maupun internasional, dokumen peraturan yang relevan, artikel pada media daring, serta referensi pendukung lainnya yang mendukung analisis topik penelitian (Ridwan, 2016).

3.5 Alat

1. Kompor

Kompor digunakan untuk memasak dari campuran limbah plastik HDPE dan cangkang kerang simping.



Gambar 3.2 Kompor
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

2. Kual/kenceng

Digunakan untuk melakukan pencampuran/pemanasan sampah plastik



Gambar 3.3 kual/kenceng
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

3. Cetakan *paving block*

Alat ini digunakan untuk mencetak *paving blok* yang telah selesai melakukan proses memasak dan pemanasan pada limbah plastik HDPE dan cangkang kerang simping. Ukuran cetakan yaitu SNI (20 cm x 10 cm x 6 cm).



Gambar 3.4 Cetakan *paving block*
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

4. Spatula

Berfungsi sebagai adukan untuk membantu meratakan pencampuran pada proses pemanasan.



Gambar 3.5 Spatula
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

5. dongkrak (*hidrolik*)

Dongkrak (*hidrolik*) yang dipakai dalam penelitian ini adalah berat 5 ton, berfungsi untuk mengepres *paving block* yang sudah berada didalam cetakan.



Gambar 3.6 Dongkrak (hidrolik)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

6. Timbangan Digital

Dalam penelitian ini menggunakan timbangan dapur *digital elektronik kitchen scale* SF400 dan timbangan ini memiliki kapasitas berat sampai 10 kg.



Gambar 3.7 Timbangan digital
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

7. Blender

Blender berfungsi untuk menghaluskan cangkang kerang simping.



Gambar 3.8 Blender
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

8. Ayakan

Ayakan yang dipakai adalah 200 mesh.



Gambar 3.9 Ayakan
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

3.6 Bahan

1. Limbah plastik HDPE

Plastik yang digunakan adalah limbah plastik berjenis *high desity polyethylene* (HDPE).



Gambar 3.10 Limbah plastik HDPE
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

2. Cangkang kerang simping

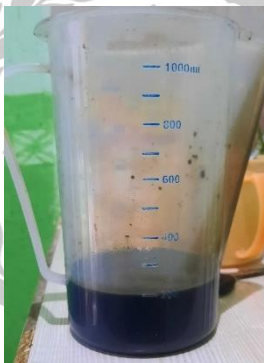
Cangkang kerang yang digunakan adalah cangkang kerang simping. Cangkang kerang dalam penelitian ini digunakan sebagai *filler* (Pengisi) untuk pembuatan *paving block* berbahan limbah plastik.



Gambar 3.11 Cangkang kerang simping
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

3. Oli bekas

Oli sebagai media pembantu pada proses pemanasan atau pelelehan plastik dan sebagai perekat adonan plastik.



Gambar 3.12 oli bekas
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

3.7 Komposisi Campuran

Dalam penelitian ini, limbah plastik jenis High Density Polyethylene (HDPE) dan serbuk cangkang kerang simping digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block*. Terdapat empat variasi komposisi yang digunakan. Setiap variasi dibuat menjadi dua sampel benda uji, sehingga total terdapat delapan sampel yang diuji setelah perawatan selama 28 hari. Proses pembuatan *paving block* dilakukan secara manual menggunakan metode pemanasan dan pengepresan. Kode untuk masing-masing benda uji menggunakan format PK, yang merupakan

singkatan dari Plastik (P) dan Kerang (K). Berikut adalah rincian komposisi dan kode untuk setiap variasi:

Tabel 3.1 *Komposisi campuran*

Komposisi	Kode Benda Uji
Cangkang kerang simping 0% ; limbah plastik HDPE 100%	PK1 - 1 dan PK1 - 2
Cangkang kerang simping 25% ; limbah plastik HDPE 75%	PK2 - 1 dan PK2 - 2
Cangkang kerang simping 50% ; limbah plastik HDPE 50%	PK3 - 1 dan PK3 - 2
Cangkang kerang simping 75% ; limbah plastik HDPE 25%	PK4 - 1 dan PK4 - 2

3.8 Pengujian *paving block*

Pengujian *paving block* dilakukan untuk mengetahui kualitas *paving block* yang telah terbentuk. Berikut adalah beberapa pengujian *paving block* yang akan dilakukan.

3.8.1 Uji Tekan

Pengujian tekan beton dilakukan berdasarkan standar ASTM C39. Uji tekan pada benda uji yang dirawat dalam kondisi lembab harus segera dilakukan setelah dipindahkan dari tempat pelembaban. Benda uji harus tetap dijaga dalam kondisi lembab selama periode antara pemindahan dari tempat pelembaban dan pengujian. Pengujian dilakukan dalam kondisi lembab pada suhu ruangan. Uji kuat tekan beton dilakukan pada umur *paving block* 28 hari. Untuk mengetahui nilai kuat tekan *paving block*, langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji *paving block*.
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi masing-masing benda uji yang akan diuji.
3. Memasukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan (CTM).
4. Mengatur jarum alat uji kuat tekan ke nol.
5. Menyalakan tombol power, kemudian memantau indikator penunjuk beban sambil memberikan tekanan (F) secara perlahan hingga *paving block* hancur.
6. Mencatat nilai beban kompresi maksimum yang terbaca pada alat.

7. Mengulang proses ini dengan benda uji lainnya yang memiliki komposisi berbeda.

3.8.2 Uji Aus

Ketahanan aus mengacu pada kemampuan *paving block* yang ditempatkan dalam mesin uji untuk menahan gaya gesek hingga benda uji mengalami keausan. Pengujian ketahanan aus mengacu pada standar SK-SNI-030691-1989 tentang bata beton untuk lantai dan SK-SNI-03-0028-1987 tentang ubin semen. Untuk mengetahui tingkat ketahanan aus, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda uji dengan ukuran 50 mm × 50 mm dan ketebalan 50 mm (sesuai dengan SNI 03-0691-1996 untuk pengujian ketahanan aus).
2. Mengoven potongan *paving block* pada suhu $100 \pm 5^{\circ} \text{C}$.
3. Mengukur dan menimbang benda uji sebelum dilakukan uji aus.
4. Menyiapkan alat uji aus dan menempatkan pasir silika pada batu asah di mesin uji aus.
5. Memasang pemberat dengan berat $\pm 650 \text{ gr}$ pada ujung alat uji aus.
6. Menempatkan benda uji dengan permukaan atas menghadap ke batu asah yang sedang
7. berputar.
8. Benda uji digesek selama 1 menit, kemudian mengubah posisi benda uji dengan memutar
9. searah 90° .
10. Mengulangi proses penggesekan hingga total durasi mencapai 5 menit.
11. Menimbang benda uji setelah proses aus, dan mencatat berat setelah penggesekan.
12. Membandingkan berat benda uji sebelum dan sesudah penggesekan.

3.8.3 Uji *Thermogravimetric Analysis* (TGA) dan *Differential Thermal Analysis* (DTA)

Pengujian *termogravimetric analysis* (TGA) dan *differential thermal analysis* (DTA) dilakukan mengacu pada standar ASTM E1131, yaitu metode standar untuk mengevaluasi karakteristik *thermal* suatu material melalui pengamatan terhadap perubahan massa dan sifat *thermal* selama proses pemanasan. Prosedur ini bertujuan untuk menentukan stabilitas *thermal*, suhu awal degradasi, puncak degradasi, serta jenis reaksi *thermal* (*endotermik* atau *eksotermik*) dari material *paving block* berbasis *composite*. Adapun tahapan pelaksanaan pengujian TGA dan DTA adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Sampel

Sampel *paving block* dipotong menjadi bentuk kubus kecil berukuran 3 mm × 3 mm × 3 mm menggunakan alat pemotong presisi. Sebanyak empat sampel uji disiapkan untuk tiap variasi komposisi guna menjamin validitas data.

2. Penempatan dalam Wadah Uji (*Crucible*)

Sampel yang telah dipotong diletakkan ke dalam *crucible* berbahan keramik tahan suhu tinggi. *Crucible* ini berfungsi sebagai wadah selama proses pemanasan berlangsung di dalam alat analisis *thermal*.

3. Pengaturan Parameter Uji

Pengujian dilakukan dengan menaikkan suhu secara bertahap dari suhu ruang hingga 500°C dengan laju pemanasan konstan (10°C/menit). Seluruh proses dilakukan dalam kondisi atmosfer *nitrogen* untuk mencegah oksidasi sampel.

4. Pelaksanaan Uji

Alat TGA akan merekam perubahan massa sampel terhadap suhu (kurva TGA), sedangkan DTA akan mencatat perbedaan suhu antara sampel dan bahan referensi (kurva DTA). Kedua data ini secara simultan memperlihatkan kestabilan *thermal* dan titik perubahan fasa material.