

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat berdampak langsung pada meningkatnya kebutuhan pembangunan infrastruktur. Menurut Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan jumlah penduduk Indonesia mengalami pertumbuhan pesat hingga mencapai sekitar 281,6 juta jiwa. Meningkatnya pertumbuhan penduduk, semakin bertambahnya kebutuhan infrastruktur terhadap bahan bangunan, khususnya sarana dan prasarana terkait fasilitas-fasilitas umum seperti jalan, perkerasan jalan, dan lainnya (Setyoningrum & Saepudina, 2024). Perkerasan jalan merupakan elemen yang penting dalam infrastruktur transportasi dalam mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna (Kahfi et al, 2025). Perkembangan infrastruktur di Indonesia turut berkontribusi terhadap meningkatnya penggunaan *paving block* sebagai material konstruksi, terutama untuk menggantikan perkerasan konvensional pada jalan lingkungan (Rahmanto, 2025).

Paving block merupakan material bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya, air, agregat halus, serta dapat ditambahkan bahan tertentu selama tidak menurunkan mutu beton (Reza et al., 2024). Penggunaan *paving block* kini banyak diminati masyarakat dalam dunia pembangunan sebab keunggulan dari *paving block* yaitu daya serap airnya yang baik, serta dapat mengurangi genangan air saat musim hujan (Nuhun et al., 2019). *Paving Block* sebagai bahan penutup dan perkerasan permukaan tanah sangat luas penggunaannya, mulai dari penggunaan yang sederhana hingga penggunaan yang spesifik, seperti pengerasan dan memperindah trotoar jalan di perkotaan, pengerasan jalan di perumahan atau kawasan pemukiman, memperindah taman, pekarangan dan halaman rumah, pengerasan areal parkir, areal perkantoran, pabrik, taman dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran (Kahfi et al, 2025).

Di sisi lain, semen yang menjadi salah satu bahan pokok pembuatan *paving block* dapat menimbulkan zat emisi karbon yang dapat mempengaruhi pencemaran

lingkungan (Wibowo et al., 2022). Menurut Akhtar et al (2024) dalam beberapa dekade, berbagai penelitian diarahkan kepada pemanfaatan limbah sebagai bahan alternatif pengganti agregat alami dengan tujuan mengurangi dampak lingkungan tanpa menurunkan mutu *paving*. Penggunaan limbah sebagai bahan pengganti agregat halus dalam *paving block* menjadi solusi terhadap banyaknya inovasi. Hal tersebut membuat *paving block* terus berinovasi untuk mencari solusi dalam meningkatkan kualitas ataupun memperbaiki kekurangan dari *paving block* itu sendiri, salah satunya dalam pemanfaatan sisa limbah cangkang kerang (Hidayat, 2020).

Permasalahan limbah sampah yang cukup memprihatinkan terjadi di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, DKI Jakarta yang mempunyai warga sebanyak 265 ribu jiwa (BPS, 2020). Sebagian besar penduduk di Kelurahan Kalibaru beraktivitas sebagai pengupas kerang hijau. Aktivitas tersebut menjadi permasalahan utama yang ditimbulkan dari pengupasan kerang hijau, yang membuat banyaknya limbah yang tidak diolah lagi dan kian menumpuk di lingkungan Kelurahan Kalibaru (Kusumaningrum et al., 2021). Dari data yang diambil oleh penelitian Simanjuntak (2025) Kelurahan Kalibaru menjelaskan bahwa produksi kerang hijau, di mana setiap kios mampu mengolah kerang hijau hingga mencapai 135 kg per hari, pada musim panen produksi kerang hijau bisa naik drastis hingga mencapai 10,2 ton per hari. Namun dibalik produksinya, terdapat masalah serius yang terjadi di masyarakat, yaitu penumpukan limbah cangkang kerang hijau. Limbah tumpukan cangkang kerang memiliki efek negatif pada manusia dan lingkungan fisik bagi penduduknya (Zahroh et al., 2019).

Salah satu solusi dalam mengurangi limbah cangkang kerang adalah menggunakannya sebagai bahan pembuatan *paving block*. Senyawa kimia pozzolan yang ada dalam abu cangkang kerang meliputi kalsium oksida (CaO) sebesar 66,70%, silika (SiO_2) sebesar 0,39%, alumina (Al_2O_3) sebesar 0,02%, dan besi (Fe_2O_3) sebesar 0,02%, oleh karena itu pemanfaatan limbah cangkang kerang dapat digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan *paving block* dan beton (Ma'ruf et al., 2024). Kandungan senyawa kimia yang ada di dalam kulit kerang yang berupa silika (SiO_2) sama dengan kandungan senyawa yang dimiliki oleh

pasir, oleh karena itu limbah kulit kerang digunakan sebagai bahan atau agregat untuk pembuatan *paving block* (Ichsan, 2019).

Dari penelitian Ichsan (2019) terkait, “Analisa Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan *Paving Block* Ditinjau Dari Nilai Kuat Tekan Dan Serapan Air”. Penelitian tersebut menggunakan limbah kulit kerang sebagai bahan campuran agregat halus pada *paving block* dengan variasi campuran 0%, 10%, 20%, dan 30%, menghasilkan kuat tekan *paving block* didapatkan mutu C dan D yang telah memenuhi syarat SNI 03-0691-1996. Penelitian terkait pemanfaatan limbah cangkang kerang juga dilakukan oleh (Alfian & Indria, 2024) terkait, “Pengaruh Penggunaan Limbah Kulit Kerang Sebagai Tambahan Campuran Pembuatan *Paving Block*”. Penelitian tersebut menggunakan limbah kulit kerang sebagai bahan tambah agregat halus dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%, berdasarkan SNI 03-0691-1996 dengan perbandingan semen : pasir adalah 1:6, kuat tekan pada variasi 0% dan 5% mendapatkan rata-rata mutu B, sedangkan kuat tekan pada variasi 10% dan 15% mendapatkan rata-rata mutu C. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh (Zahroh et al., 2025) terkait “Analisis Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Kulit Kerang Sebagai Material Pengganti Pasir Pada Campuran *Paving Block*”. Penelitian tersebut menggunakan serbuk limbah cangkang kerang hijau sebagai substitusi agregat halus dengan rasio semen serta pasir 1 : 3 dan variasi serbuk cangkang kerang hijau 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dengan hasil kuat tekan mencapai mutu B pada seluruh variasi. Daya serap air mendapat mutu D untuk variasi 20%, 30%, dan 40% dan untuk kuat aus mendapatkan nilai keausan tertinggi pada variasi 0% yaitu 0,172 mm/menit, yang masuk ke dalam mutu C. Menurut penelitian Hairunisa (2019), cangkang kerang sendiri memiliki kandungan kalsium oksida (CaO) 87,476% dan silika (SiO₂) 4,197%.

Permasalahan limbah lainnya yang sangat marak yaitu sampah plastik berjenis *styrofoam*. Menurut data SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) komposisi sampah berdasarkan jenis sampah pada tahun 2023, jenis sampah plastik berada di angka yang cukup besar yaitu 18,71%. Salah satu jenis sampah plastik yang cukup populer pada masyarakat yaitu plastik jenis *styrofoam*. Jumlah limbah *styrofoam* di dunia mencapai 25 miliar dengan rincian 40%

digunakan sebagai wadah plastik, 19% kemasan non makanan, 7% keperluan elektronik, 12% untuk bangunan dan konstruksi, 2% untuk furnitur dan 19% untuk tujuan lainnya (Setiawati 2018). *Styrofoam* merupakan plastik *non-biodegradable* karena berat molekulnya yang tinggi dan strukturnya yang stabil menjadikan plastik ini kedap air dan keras, sulit terurai di alam sehingga menimbulkan pencemaran alam di darat maupun di laut (Devika, 2024).

Menurut Abdaniah (2024) kandungan pada styrofoam berupa *styrene*, butil hidroksi *toluena*, *polystyrene* dan *CFC (chlorofluorocarbon)* dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, iritasi pada kulit dan mata, hingga menurut penelitian pada 2018 dalam jurnal *Epidemiology* mengungkapkan kaitan zat *styrene* dengan kejadian kanker pada manusia, zat ini diyakini bersifat karsinogenik atau bisa menyebabkan kanker. Kandungan dari *styrofoam* sendiri terdiri dari 90% udara dan 10% polistiren (Apriani, 2023). *Styrofoam* yang dibuang dan dibakar juga berbahaya karena menghasilkan campuran racun (melepaskan karbon monoksida beracun ke udara), yang dapat merusak fungsi sistem syaraf (Fitidarini & Damanhuri, 2021).

Penggunaan *styrofoam* sebagai bahan tambahan untuk pembuatan beton salah satu solusi untuk mengurangi dampak yang disebabkan oleh *styrofoam* yang tidak terurai terhadap lingkungan (Fadilah, 2023). Penelitian terkait penggunaan *styrofoam* umumnya digunakan sebagai bahan agregat untuk beton, seperti penelitian Purwanto, dkk (2023), menggunakan *styrofoam* sebagai bahan pengganti agregat halus membuktikan bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari yaitu, dengan presentase 0%, 0,1%, 0,5%, dan 1% didapatkan hasil 30,180 MPa, 28,860 MPa, 26,785 MPa dan 24,144 MPa, maka hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa *styrofoam* sebagai bahan pengganti agregat halus berpengaruh terhadap penurunan kuat tekan beton, makin banyak persentase *styrofoam* yang dimasukkan makin rendah kuat tekannya. Menurut Swan, (2023) *Styrofoam* adalah material yang sangat ringan, sehingga penggunaan limbah *styrofoam* sebagai agregat beton akan berdampak langsung pada penurunan berat volume beton. Untuk itu penggunaan *styrofoam* sebagai bahan agregat bertolak belakang dengan prinsip dasar SNI 03-0961-1996, yang dimana penambahan bahan boleh dilakukan asal tidak mengurangi mutu beton itu sendiri.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Syifa, dkk (2023), di dalam penelitian tersebut *styrofoam* diolah dan digunakan sebagai bahan penyusun untuk *paving block*, yang diolah dengan cara dilarutkan dengan cairan *thinner* dan digunakan sebagai bahan *coating* atau pelapis untuk beton. *Styrofoam* yang dilarutkan menggunakan *thinner* berubah menjadi larutan kental seperti lem dengan jumlah kadar tertentu. Menurut Enda (2016), tujuan dari *coating* sendiri digunakan guna meningkatkan sifat permukaan dari benda yang dilapisi, seperti penampilan, tahan air, tahan korosi, tahan aus, dan tahan gores. *Coating* sendiri merupakan suatu metode atau teknik untuk menutupi permukaan *substrate* dengan berbagai tujuan yaitu, proteksi terhadap objek yang di *coating*, sebagai dekoratif dan untuk tujuan-tujuan khusus yang digunakan di industri, konstruksi, transportasi, marine, dll (Menteri Ketenagakerjaan, 2016). Penelitian terkait pemanfaatan limbah *styrofoam* yang dilarutkan dengan *thinner* dengan tujuan *coating* pernah dilakukan oleh Al-Foul et.al (2021) tujuan penelitian tersebut mengevaluasi efektivitas *styrofoam* yang terlarut sebagai pelapis beton permeabilitas dan ketahanan air. Penelitian lainnya terkait *coating* pernah dilakukan oleh Al-Mussalam (2003), tujuan penelitian tersebut mengevaluasi efektivitas berbagai jenis pelapis permukaan dalam meningkatkan daya tahan beton terhadap penyerapan air, permeabilitas dan difusi ion klorida, dan ketahanan terhadap serangan kimia, penelitian tersebut menggunakan bahan-bahan seperti akrilik, polimer emulsi, resin epoksi, poliuretan, dan karet terklorinasi.

Coating atau pelapisan dalam *paving block* memang bertolak belakang, dikarenakan *paving block* sendiri merupakan jenis perkerasan beton yang berfungsi sebagai solusi untuk mengatasi masalah genangan air dengan cara mempercepat resapan air hujan ke dalam pori-pori hingga sampai ke dalam tanah (Yasa dkk, 2020). Namun, ada beberapa syarat jika ingin menggunakan *paving block* yang bagian permukaannya dilapisi oleh *coating*, sehingga air tidak menggenang di permukaan dan dapat tetap masuk ke dalam lapisan tanah. Menurut Hassani (2008) semakin lebar sambungan antar *paving block* menyebabkan peningkatan proses air mengalir dan meresap ke dalam tanah. Potensi debit limpasan air dipengaruhi oleh celah antar *paving block*, semakin besar celahnya semakin besar juga potensi infiltrasinya (Sedyowati, 2018). Penggunaan *paving block* dengan menggunakan

styrofoam untuk pelapisan permukaan juga dapat diatasi dengan faktor kemiringan permukaan, dengan kemiringan permukaan potensi laju infiltrasi semakin besar (Almeida, 2014).

Meskipun belum terdapat penelitian secara langsung yang spesifik mengkaji penggunaan limbah *styrofoam* sebagai bahan tambah untuk *coating* permukaan atas *paving block*, serta mengoptimalkan limbah *styrofoam* yang pada penelitian sebelumnya digunakan sebagai agregat halus, namun berdampak menurunkan kualitas dari *paving block* itu sendiri, pendekatan kontekstual menjadi penting untuk digunakan dalam penelitian ini. Menurut Hidayat (2013) pendekatan kontekstual adalah suatu konsep pembelajaran yang mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi nyata, dan membuat suatu hubungan antara pengetahuan yang dimiliki. Melalui pendekatan kontekstual, penelitian ini mengintegrasikan temuan-temuan dari beberapa penelitian terdahulu yang relevan dalam aspek konsep, metode, maupun tujuan, guna membangun dasar teoritis yang mendukung arah penelitian ini. Dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan dan permasalahan nyata di masyarakat, yakni tingginya volume limbah *styrofoam* dan penggunaan limbah *styrofoam* agar lebih efektif untuk *paving block*. Dalam konteks tersebut, pemanfaatan limbah *styrofoam* sebagai bahan *coating* tidak hanya menjadi solusi potensial terhadap pencemaran limbah, tetapi juga sebagai alternatif ekonomis dan aplikatif untuk memperbaiki sifat mekanis pada *paving block*. Oleh karena itu, penelitian bermaksud agar *styrofoam* digunakan sebagai bahan tambah yaitu sebagai *coating* atau pelapisan agar penggunaan *styrofoam* tidak mengurangi volume *paving block* yang akan berdampak kepada kuat tekannya seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Swan, 2013), (Purwanto dkk, 2023) dan (Reza dkk, 2023). *Styrofoam* sebagai *coating* atau pelapisan digunakan hanya pada permukaan atas *paving block* saja, jadi tidak menutupi seluruh permukaan dari *paving block* nantinya.

Mata kuliah Praktik Uji Bahan merupakan bagian dari mata kuliah wajib pada jenjang S1 di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Mata kuliah ini dirancang untuk membekali mahasiswa dengan pemahaman teoritis sekaligus keterampilan praktis mengenai karakteristik bahan bangunan. Pembelajaran dilaksanakan melalui dua pendekatan utama, yaitu

penyampaian materi teori di kelas serta praktik langsung di laboratorium teknik sipil. Materi praktik mencakup pengujian dasar terhadap berbagai jenis bahan bangunan seperti beton, agregat, semen, dan pasir, dengan tujuan agar mahasiswa memahami sifat fisis dan mekanis dari masing-masing material. Selama proses praktik, mahasiswa menggunakan *jobsheet* sebagai panduan pelaksanaan. *Jobsheet* ini berisi prosedur kerja, langkah-langkah pengujian, serta format pencatatan data yang membantu mahasiswa melakukan praktik secara sistematis, aman, dan sesuai standar laboratorium.

Berdasarkan uraian di atas dan berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, limbah cangkang kerang hijau maupun limbah *styrofoam* berpengaruh dan dapat mempengaruhi kualitas dari *paving block* dengan berbagai macam variasi komposisi dari kedua bahan tersebut yang digunakan pada agregat halus dalam pembuatan *paving block*. Maka penelitian ini bermaksud menggunakan limbah cangkang kerang hijau sebagai bahan substitusi agregat halus untuk meningkatkan kuat tekan dan daya serap air *paving block*, lalu limbah *styrofoam* yang dilarutkan dengan *thinner* digunakan untuk meningkatkan kuat aus *paving block*. Penelitian ini juga menggunakan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% pada limbah cangkang kerang sebagai substitusi agregat halus dan menggunakan perbandingan 1:0,5 pada limbah *styrofoam* dengan *thinner* yang dilarutkan sebagai *coating* atau pelapis untuk *paving block*. Sehingga penulis bermaksud melakukan penelitian mengenai **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Sebagai Bahan Substitusi Dan Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Untuk Coating Dalam Pembuatan Paving Block”**, penelitian ini juga bermaksud untuk membuat *paving block* dari pemanfaatan limbah dengan tujuan mutu B (pelataran parkir) sesuai SNI 03-0691-1996.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi masalah-masalah antara lain:

- 1.2.1 Banyaknya limbah sisa dari pengupasan cangkang kerang di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing.

- 1.2.2 *Styrofoam* sebagai limbah yang sangat sulit terurai dan membawa dampak negatif bagi lingkungan.
- 1.2.3 Limbah cangkang kerang dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus untuk bahan penyusun *paving block*.
- 1.2.4 Limbah *styrofoam* dapat dimanfaatkan sebagai bahan *coating* atau pelapis permukaan atas untuk *paving block*.
- 1.2.5 Pengaruh masing-masing penggunaan limbah cangkang kerang dan limbah *styrofoam* pada bahan penyusun untuk *paving block* terhadap syarat mutu SNI 03-0691-1996.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, penulis membatasi masalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Penelitian ini hanya memanfaatkan dua bahan tambahan yaitu cangkang kerang hijau sebagai bahan substitusi agregat halus dan *styrofoam* sebagai bahan tambah berupa *coating* untuk *paving block*.
- 1.3.2 Penelitian ini hanya berfokus kepada pengujian kuat tekan, kuat aus, resap air, dan uji natrium sulfat pada hari ke-28 untuk target mutu B menurut standar SNI 03-0691-1996.
- 1.3.3 Variasi pada limbah cangkang kerang hijau sebagai bahan substitusi agregat halus menggunakan variasi substitusi 0%, 5%, 10%, dan 15% diambil dari berat pasir.
- 1.3.4 Variasi pada limbah *styrofoam* sebagai bahan tambah berupa *coating paving block* yang dilarutkan oleh *thinner* menggunakan variasi masing-masing 1:0,5.
- 1.3.5 *Mix design* menggunakan perbandingan 1:2 yaitu antara semen dan pasir yang menggunakan fas 0,4 yang didasarkan melalui uji pendahuluan sampel mortar 5×5×5.
- 1.3.6 Ukuran *paving block* yang digunakan pada penelitian ini memakai ukuran 20 cm × 10 cm × 6 cm.
- 1.3.7 Penggunaan larutan *styrofoam-thinner* hanya dilakukan untuk melapisi permukaan atas *paving block*.

1.3.8 Penelitian ini tidak melakukan uji khusus terhadap *coating* baik dari uji sinar uv, uji *adhesi*, dan uji *thickness* karena keterbatasan laboratorium dan biaya.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah serta pembahasan masalah diatas, dapat diketahui perumusan masalah, yaitu:

- 1.4.1 Apakah dengan pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau sebagai substitusi agregat halus dapat meningkatkan kuat tekan dan daya serap air, sehingga mencapai mutu B (pelataran parkir) yang mengacu pada SNI 03-0691-1996?
- 1.4.2 Apakah dengan pemanfaatan limbah styrofoam sebagai bahan tambah untuk *coating paving block* dapat meningkatkan kuat aus, sehingga mencapai mutu B (pelataran parkir) yang mengacu pada SNI 03-0691-1996?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pengaruh limbah cangkang kerang hijau sebagai substitusi agregat halus dan limbah *styrofoam* sebagai *coating* atau pelapis *paving block* dengan persentase proporsi masing-masing dapat mencapai mutu B (pelataran parkir) yang mengacu pada SNI 03-0691-1996.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pembuatan *paving block* mutu tinggi yang ekonomis.
2. Memanfaatkan limbah untuk meningkatkan kuat mekanik *paving block*.
3. Memberikan informasi serta referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya pada pemanfaatan limbah cangkang kerang dan *styrofoam*, atau dengan mengkombinasikan dengan bahan lainnya yang lebih efisien.
4. Memberikan masukan kepada mahasiswa khususnya di Prodi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta tentang bahan bangunan pembuatan *paving block* dengan campuran limbah cangkang kerang dan *styrofoam*.