

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah di Jakarta juga tidak lepas dari kondisi tingkat kepadatan penduduk. Merujuk data BPS DKI Jakarta, jumlah penduduk di Jakarta tahun 2023 mencapai 10.672.100 jiwa, terjadi kenaikan dibandingkan kondisi tahun 2022 sebanyak 10.640.007 jiwa (Tamba & Sujastika, 2025). Manusia sebagai pelaku konsumsi akan menghasilkan limbah sebagai hasil dari kegiatan kehidupan sehari-harinya. Dengan semakin bertambah dan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya, maka jumlah limbah yang dihasilkan juga akan mengalami peningkatan (Sunarsih, 2014). Mengacu data dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, jumlah sampah yang masuk Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang pada bulan November 2018 adalah 244.813 ton atau 7.164,52 m³/hari. Diperkirakan terjadi peningkatan volume sampah secara terus-menerus seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Jakarta. Berdasarkan Undang-undang RI Nomor 18 Tahun 2008, penambahan jumlah penduduk, perubahan pola konsumsi masyarakat, dan pengelolaan sampah yang tidak tepat (BPS, 2019)(Diani et al., 2024).

Pertumbuhan penduduk yang meningkat sejalan dengan bertambahnya kebutuhan infrastruktur (BAPPEDA, 2025). Kata infrastruktur tidak lagi asing didengar kalangan masyarakat, prasarana infrastruktur sering sekali dikaitkan pada fasilitas untuk kepentingan umum, yang salah satunya dalam bentuk fisik seperti jalan, jembatan, lahan parkir, dan lainnya. Seperti halnya dalam penggunaan *paving block* yang menjadi material fungsional, *paving block* banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan menutupi permukaan tanah selain dari beton dan semen, seperti pada lahan parkir, taman, area pedestrian, halaman rumah, halaman sekolah, dan sebagainya.

Menurut (SNI 03-0691-1996, 1996) *paving block* merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidraulis sejenisnya, air dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang dapat mengurangi mutu dari *paving block*. *Paving block* adalah salah

satu bahan bangunan yang banyak diminati masyarakat sebagai bahan penutup permukaan tanah, selain semen, aspal, dan beton yang biasa diaplikasikan pada lahan parkir, taman, halaman sekolah, dan sebagainya sesuai kebutuhan penggunaannya (Setyoningrum & Saefudina, 2024). Parkir diartikan sebagai kendaraan berhenti atau dapat diartikan kendaraan dalam keadaan mati atau berhenti untuk beberapa waktu sesuai dengan kegiatan yang dilakukan. Parkir sekarang menjadi permasalahan utama pada management lalu lintas karena meningkatnya kepemilikan kendaraan dan juga banyaknya pusat kegiatan sehingga meningkatnya permintaan terhadap ruang parkir. Sekarang parkir menjadi permasalahan besar bagi kota-kota besar karena permintaan parkir menjadi lebih besar, namun kapasitas ruang parkir tidak sesuai dengan permintaan parkir (Sandra, 2021).

Paving block umumnya terbuat dari semen dan pasir, yang merupakan material tak terbarukan karena permintaan meningkat dan sumber daya terbatas, diperlukan alternatif bahan yang dapat menggantikan perannya (Krisdianam & Mahardi, 2016). *Paving block* beton, selain berat, juga mencemari karena hidrasi. Oleh karena itu perlu diupayakan penggunaan bahan alternatif lain seperti limbah dalam pembuatan *paving block* (Iduwin et al., 2023).

Permasalahan sampah juga terjadi di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, DKI Jakarta. Kecamatan ini memiliki populasi 265 juta jiwa dengan laju pertumbuhan 1,19% (BPS, 2020). Kelurahan Kalibaru, dengan luas 2,467 km² dan kepadatan 34.248 jiwa/km², mayoritas penduduknya bekerja sebagai nelayan yang mengandalkan hasil laut dan tambak. Salah satu hasil laut utama adalah kerang, terutama kerang hijau. Permasalahan utama di Kelurahan Kalibaru adalah limbah cangkang kerang yang menumpuk akibat aktivitas pengupasan oleh warga. Setelah pembangunan dam pada 2017, data terbaru menunjukkan bahwa industri pengolahan kerang hijau di Kelurahan Kalibaru, Jakarta Utara, menghasilkan limbah cangkang dalam jumlah besar setiap harinya. Di RW 01, 04, 10, dan 13, setiap kios pengolahan besar rata-rata memproses 135 kg kerang hijau per hari. Limbah cangkang yang dihasilkan mencapai sekitar 20 karung per kios (5 kg per karung). Dengan 23 kios aktif, total limbah cangkang diperkirakan mencapai 2,3 ton per hari. Saat musim panen, total pengolahan mencapai 10,2 ton per hari.

Limbah ini tidak lagi terbawa arus laut, sehingga menumpuk di dekat permukiman (Zakaria & Hapsari, 2022). Timbunan limbah yang mencapai lima meter ini menimbulkan bau menyengat dan berdampak negatif pada kesehatan warga pesisir, seperti masalah kulit, infeksi, hingga gangguan pernapasan (Jawapos, 2019)(Ria Kusumaningrum et al., 2021).

Limbah padat kerang berupa cangkang lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan seperti sebagai materi hiasan dinding atau materi desain interior. Pemanfaatan lain yang sudah dikembangkan adalah menjadi campuran pakan ternak. Hal yang sama juga terjadi di Thailand, sebagaimana dilaporkan Tongchan et al. (2009) hampir semua limbah industri dimanfaatkan untuk industri pakan ternak. Pemanfaatan kulit kerang pada kerajinan dan pakan ternak serapannya masih sedikit. Menurut Ichsan (2019), cangkang kerang dapat digunakan sebagai bahan campuran pembuatan *paving block* karena memiliki senyawa kimia yang sama dengan pasir (Ria Kusumaningrum et al., 2021), kelebihan kulit kerang ini dapat dimanfaatkan untuk menjadikan kulit kerang sebagai bahan baku pembuatan *paving block* (Ulfiyanti et al., 2019).

Hasil penelitian (Arif Munandar & Ratih Purwasih, 2024) Penelitian ini melibatkan memasukkan pecahan cangkang ke dalam campuran dengan perbandingan yang bervariasi yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran kapasitas penyerapan air, kuat tekan, dan kuat lentur *paving block* berumur 28 hari. Kuat tekan optimal tercapai pada campuran 5% dan 10% masing masing adalah 13,63 MPa dan 11,48 MPa keduanya masuk ke dalam (Mutu D) sedangkan untuk penyerapan air semua variasi (5%,10%,dan15%) mendapat nilai (6,19%, 6,52%, 7,17%) masuk ke dalam (Mutu C)

Hasil penelitian (APSHARI, 2023) pada penelitian ini membuat 48 sample dan ada 4 variasi sampel. 0% 5% 10% 15% dengan ukuran 6x10x10cm berbentuk balok, hasil penelitian menunjukkan komposisi optimum bahan campuran yang digunakan dalam uji penyerapan air adalah variasi 5% dengan menghasilkan nilai rata-rata penyerapan air sebesar 8,90% (Mutu C) dan untuk uji kuat tekan variasi paling optimum adalah variasi 10% dengan nilai 19,79 MPa (Mutu D).

Hasil Penelitian (Zahroh et al., 2025) pada penelitian ini rasio semen serta pasir yang digunakan adalah 1 : 3, dan variasi serbuk kerang 0%, 10%, 20%, 30%, dan

40%. Pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan, penyerapan air dan keausan. Kuat tekan untuk semua variasi mencapai mutu B dengan variasi optimal adalah 10% cangkang dengan nilai 35,92 Mpa. Untuk serap air variasi (10%) masuk ke mutu C dan variasi (20%, 30%, 40%) masuk ke mutu D. Uji ketahanan aus hasil uji semua variasi bisa mencapai mutu A.

Dari beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cangkang kerang memiliki potensi yang baik apabila digunakan sebagai bahan substitusi pada *paving block*. Penggunaan cangkang kerang pada kadar tertentu dilaporkan mampu meningkatkan kuat tekan dan ketahanan aus *paving block*. Namun demikian, material cangkang kerang juga memiliki kecenderungan untuk meningkatkan nilai penyerapan air akibat karakteristik porositasnya. Tingginya nilai penyerapan air tersebut tidak serta-merta menunjukkan mutu *paving block* yang tinggi, karena mutu *paving block* ditentukan oleh kombinasi beberapa parameter, seperti kuat tekan dan ketahanan aus. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Adinda Audina Zahroh (Zahroh et al., 2025), fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan, penyerapan air, dan keausan *Paving block* yang menggunakan serbuk cangkang kerang. Dengan ukuran cetakan 20 cm × 10 cm × 6 cm, proses pembuatan dilakukan secara manual. Rasio semen serta pasir yang digunakan adalah 1 : 3, dan variasi serbuk kerang 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Hasilnya menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh variasi 10% sebesar 35,92 MPa (mutu B), daya serap air variasi 10% adalah 8% (Mutu C), dan Uji keausan adalah 0,045 mm/menit (Mutu A).

Perkembangan limbah karet ban bekas di Indonesia saat ini perlu diperhatikan. Karet ban merupakan salah satu limbah terbesar yang ada di Indonesia (Saputri, 2019). Limbah karet ban di Indonesia cukup melimpah, namun belum dimanfaatkan secara optimal dan biasanya hanya ditumpuk di pabrik (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2010). Menurut Asosiasi Perusahaan Ban Indonesia (APBI), produksi ban karet sepanjang Januari–Desember 2021 mencapai 193 juta unit, terdiri dari 79,5 juta untuk mobil, 80 juta untuk sepeda motor, dan 33 juta untuk sepeda. Jumlah ini naik signifikan dibanding tahun 2011 (42 juta unit) dan 2017 (72,2 juta unit), meningkat hampir lima kali lipat dalam 10 tahun. Hingga 2019, Kementerian Perindustrian mencatat 16 produsen ban lokal dengan kapasitas produksi terpasang

211,49 juta unit ban luar dan 225,13 juta unit ban dalam, atau sekitar 435.411 ton (Ocean Louis Ishaac Noya et al., 2023). Jumlah tersebut tergolong dalam perkembangan yang pesat, jika setiap tahun produksi ban semakin bertambah maka potensi limbah ban bekas akan memperbanyak sampah anorganik yang tidak mudah terurai dan menimbulkan bahaya terhadap lingkungan. Limbah karet ban dapat dikurangi dengan mengolahnya menjadi serbuk karet (Saputri, 2019). *Crumb rubber* atau serbuk karet adalah karet yang dihancurkan dari limbah produk karet (Setiawan et al., 2021). *Crumb rubber* di Indonesia tersedia dalam jumlah besar, tetapi limbahnya belum ditangani secara efektif dan hanya ditumpuk di lokasi pabrik (Satyarno, 2006) (Setiawan et al., 2021).

Di sisi lain pemanfaatan ban bekas di Indonesia masih sangat terbatas, antara lain hanya untuk pelindung dermaga (*fender*), tali, sandal, tempat sampah dan kerajinan kursi. Dalam beberapa tahun ke depan, limbah karet ban bekas akan menjadi masalah yang cukup serius dan rumit karena limbah karet ban bekas sulit terurai secara alami, sehingga menumpuk di lingkungan dalam jangka waktu lama. Selain itu, daya tahannya terhadap serangan kimia dan asam membuat proses degradasi semakin lambat. Akibatnya, limbah ban dapat mencemari tanah, air, dan udara, serta menciptakan tempat berkembang biak bagi hama seperti nyamuk (Reddy dan Saichek, 1998). Pemusnahan karet ban bekas dengan cara dibakar pun juga sulit dilakukan, karena ban bekas hanya akan terbakar pada suhu di atas 322° C (Esdekar, 2006) dan akan menghasilkan salah satu bahan paling berbahaya di dunia, yaitu dioksin (Iduwin et al., 2023). Oleh karena itu perlu diupayakan banyak terobosan untuk pemanfaatan limbah karet ban bekas ini. *Crumb rubber* dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus pada *paving block*, sekaligus mengurangi limbah anorganik (Rizky, 2018). *Crumb rubber* digunakan dalam konstruksi karena memiliki berat jenis rendah, elastisitas tinggi, kemampuan menyerap suara, serta ketahanan yang baik terhadap retak dan benturan (Murugan & Natarajan, 2017).

Hasil penelitian (Rizky, 2018) menunjukkan dengan menambahkan serbuk ban sebagai pengganti sebagian (substitusi) pasir pada campuran variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. pada persentase 10% dengan nilai rata-rata kuat tekan dan ketahanan ausnya adalah 20,37 Mpa dan 0,179 mm/menit masih termasuk ke dalam

mutu yang sama dengan *paving block* persentase serbuk ban 0% yaitu (Mutu B). Untuk penyerapan airnya pada persentase serbuk ban 10% adalah varian yang nilai rata-rata penyerapan airnya termasuk yang paling baik yaitu 1,113% termasuk ke dalam (Mutu A). Maka varian persentase serbuk ban 10% adalah varian serbuk ban yang paling baik untuk bahan alternatif dalam penggantian sebagian pasir.

Hasil penelitian (Ling et al., 2010) diperoleh bahan pembuatan *paving* seperti semen, pasir, serbuk karet, aditif (*Rheobuild 1000 Superplasticizer*). Komposisi kontrol *paving block* proporsi semen: agregat: pasir yang digunakan adalah 1: 1,9: 3,8 berat dengan rasio aditif-semen sebesar 0,06. Variasi volume karet adalah 0%, 10%, 20% dan 30%. Penambahan kandungan serbuk karet berpengaruh terhadap penyerapan air, di mana peningkatan dari 10% menjadi 30% meningkatkan penyerapan air sekitar 17%. Hasil tes juga menunjukkan kekuatan tekan yang dicapai untuk 0%, 10%, 20% dan 30% masing-masing adalah (60,41), (64,68), (32,07) dan (21,92). Hal ini mengindikasikan bahwa penggantian karet lebih dari 20% dapat mengurangi kekuatan kompresif secara berlebihan. Penggantian 10% memberikan hasil yang lebih baik karena kekuatan tinggi dan dapat melebihi variasi kontrol.

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa ban bekas memiliki keunggulan sebagai bahan substitusi *paving block*, penggunaan ban bekas pada kadar yang sesuai juga dapat memberikan kontribusi positif terhadap kuat tekan, meskipun pada kadar tertentu dapat menurunkan kekuatan mekanis. Selain itu, ban bekas memiliki nilai penyerapan air yang relatif rendah, yang justru menjadi keunggulan apabila dikombinasikan dengan cangkang kerang. Dalam kombinasi tersebut, ban bekas berperan sebagai material pengontrol penyerapan air, sehingga dapat menyeimbangkan karakteristik cangkang kerang yang memiliki daya serap air lebih tinggi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Tengku Muhammad Fahri (Fahri et al., 2024), dalam menguji kuat kejut *paving block* dengan campuran ban bekas, total benda uji keseluruhan yang dibuat adalah sebanyak 10 buah dan variasi yang digunakan adalah 0%, 5%, 10% 20% dan 30% dengan waktu perawatan 28 hari, menunjukkan setiap persen serbuk ban yang ditambahkan dapat lebih tinggi menahan kuat kejut dengan nilai paling tinggi pada variasi 30% senilai 17,40% atau menahan 58 pukulan.

Praktik Uji Bahan merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa S1 prodi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Aspek pembelajaran yang disampaikan berupa aspek pengetahuan dengan teori serta aspek keterampilan praktik di laboratorium. Materi yang disajikan dalam praktik berupa pengujian dasar pada bahan-bahan bangunan, dalam pelaksanaannya menggunakan buku panduan berupa jobsheet yang dapat memberikan arahan prosedur pengerjaan.

Berdasarkan uraian di atas, ban bekas memberikan hasil baik terhadap kuat tekan dan daya serap air, sedangkan cangkang kerang menunjukkan hasil yang kurang konsisten untuk kedua aspek tersebut, namun cukup baik dalam meningkatkan ketahanan aus *paving block*. Oleh karena itu, cangkang kerang hijau dan ban bekas dinilai berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi agregat halus dalam pembuatan *paving block*. Atas dasar itulah penelitian ini dilakukan dengan judul: **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dan Ban Bekas Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan *Paving block* Sebagai Pendukung Bahan Ajar Mata Kuliah Praktik Uji Bahan”**. Komposisi campuran menggunakan perbandingan semen dan agregat halus 1:2 dengan faktor air-semen (FAS) 0,4, yang ditetapkan berdasarkan uji mortar (5x5 cm). Limbah ban bekas digunakan sebagai substitusi agregat halus sebesar 10%, merujuk pada penelitian sebelumnya yang menyarankan penggantian karet tidak melebihi 20% dari volume pasir untuk mencegah penurunan kekuatan tekan yang signifikan. Substitusi 10% menunjukkan hasil yang optimal dengan kekuatan tinggi. Sementara itu, variasi substitusi cangkang kerang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat ditarik beberapa permasalahan, antara lain:

1. Banyaknya limbah ban bekas di Bantargebang Bekasi.
2. Limbah Ban Bekas dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi agregat halus dalam pembuatan *paving block*.
3. Banyaknya limbah cangkang kerang hijau di Kampung Kerang Hijau Cilincing.

4. Limbah Cangkang Kerang dapat dimanfaatkan sebagai substitusi agregat halus dalam pembuatan *paving block*.
5. Kurangnya Inovasi dalam menangani limbah.

1.3 Pembatasan Masalah

Dari berbagai masalah yang telah diidentifikasi, maka dibatasi masalah yang diteliti pada :

1. Limbah karet ban bekas yang digunakan diambil dari Bantargebang Bekasi, yang kemudian dicacah menggunakan mesin pencacah sehingga berbentuk butiran (ukuran butiran ban bekas yang digunakan lolos saringan no. 4).
2. Limbah cangkang kerang yang digunakan adalah jenis Cangkang Kerang Hijau diambil dari Kampung Kerang Hijau Cilincing. (ukuran limbah cangkang kerang hijau yang digunakan lolos saringan no. 4).
3. Tidak dilakukan uji komposisi kimia limbah cangkang kerang hijau dan ban bekas karena terbatasnya alat di laboratorium.
4. Standar yang digunakan pada *paving block* pada penelitian ini adalah SNI 03- 0691-1996 bata beton (*paving block*)
5. Perbandingan campuran semen : pasir 1 : 2 dan menggunakan nilai f.a.s 0,4. Yang didasarkan dari uji pendahuluan sample mortar 5x5
6. Proporsi cacahan ban bekas yang digunakan sebesar 10% dari volume agregat halus, berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa variasi ini memberikan hasil paling optimal dibandingkan variasi lainnya.
7. Proporsi cangkang kerang yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari volume agregat halus, bertujuan untuk mengkaji potensi peningkatan mutu *paving block* saat dikombinasikan dengan variasi ban bekas 10%, mengingat hasil penelitian sebelumnya belum mencapai target mutu yang diharapkan, yaitu mutu B.
8. Ukuran *paving block* yang digunakan adalah 20cm x 10cm x 6cm dengan pembuatan menggunakan mesin press *paving block*.
9. Fokus pengujian hanya akan dilakukan pada kuat tekan, penyerapan air, ketahanan aus dan ketahanan terhadap natrium sulfat untuk target *paving*

block mutu B. SNI Pengujian fisik/mekanik , pembuatan Juknis, adakah SNI Pengujian berdasarkan standar SNI nomor 03- 0691-1996.

10. Pengujian sampel benda uji *paving block* pada umur 28 hari.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah serta pembahasan masalah di atas, dapat diketahui perumusan masalah, yaitu: “Apakah dengan pemanfaatan limbah ban bekas dan limbah cangkang kerang sebagai substitusi agregat halus *paving block* dapat mencapai mutu B (lahan parkir) ?”

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah *paving block* dengan substitusi cangkang kerang hijau dan ban bekas terhadap agregat halus dapat mencapai mutu B (lahan parkir) sesuai SNI 03-0691-1996.

1.6 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai alternatif penggunaan limbah cangkang kerang dan limbah ban bekas pada upaya produksi bahan bangunan.
2. Sebagai referensi serta sumber informasi untuk penelitian serupa selanjutnya.
3. Memberikan informasi prosedur pembuatan dan pengujian *paving block* dengan pemanfaatan cacahan limbah cangkang kerang dan limbah ban bekas berupa *jobsheet* yang dapat digunakan dalam pembelajaran mata kuliah Praktik Uji Bahan.