BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan bangunan di Indonesia terus meningkat, selaras dengan kebutuhan fungsi bangunan yang semakin beragam dan kompleks. Keadaan tersebut menyebabkan bertambahnya jumlah pembangunan sekaligus meningkatnya tuntutan terhadap mutu konstruksi yang lebih optimal. Di antara berbagai material yang dimanfaatkan dalam pekerjaan struktur, beton menjadi salah satu yang paling umum digunakan. Penggunaannya telah berlangsung sejak lama karena memiliki sejumlah keunggulan, seperti kemudahan dalam pembentukan, ketahanan terhadap api, serta ketersediaan bahan campuran yang melimpah.

Beton merupakan material yang disusun dari bahan campuran semen, air, pasir, kerikil, serta bahan tambah yang digunakan dalam proporsi yang telah ditetapkan (Arman et al., 2024). Proses pembuatan beton dimulai dengan mencampurkan semen dan air hingga membentuk pasta yang berfungsi sebagai pengikat, sedangkan pasir dan kerikil berperan sebagai bahan pengisi sekaligus penguat (Hidayat & Melinda, 2022).

Beton dikenal memiliki karakteristik yang baik dalam hal kekuatan dan daya tahannya, menjadikannya pilihan utama dalam pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan (Mehta & Monteiro, 2006). Namun, produksi beton tradisional, terutama dengan penggunaan bahan semen Portland, berkontribusi terhadap emisi CO_2 yang signifikan. Peningkatan emisi CO_2 dari produksi semen ini tidak hanya berkontribusi terhadap perubahan iklim, tetapi juga menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem akibat penebangan hutan dan pengurangan sumber daya alam. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengurangi dampak lingkungan tersebut (Nasution et al., 2023).

Kebutuhan yang terus meningkat akan beton menyebabkan penurunan ketersediaan sumber daya alam, sehingga penting untuk mencari alternatif bahan pengganti atau tambahan dalam pembuatan beton. Penambahan bahan tambahan bertujuan untuk mengubah dan memperbaiki sifat-sifat beton, serta meningkatkan

kekuatannya. Pada umumnya, bahan tambah atau bahan pengganti pada beton adalah limbah yang terdapat pada area lingkungan sekitar (Nika et al., 2019). Bahan tambahan ini dapat berupa bahan kimia atau mineral, dan penggunaannya dapat mengurangi konsumsi semen sehingga menghasilkan pilihan yang lebih ekonomis serta lebih ramah lingkungan. Selain itu, bahan tambah ini juga dapat meningkatkan kekuatan tekan pada beton. Beberapa jenis material yang bisa dijadikan sebagai material tambahan pada suatu campuran beton meliputi *fly ash*, abu sekam padi, gilingan terak, dan metakaolin. Dua bahan tambahan lain yang menarik untuk diteliti adalah abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* (Hidayat & Melinda, 2022).

Cangkang kerang lokan, yang kaya akan kalsium serta asam amino esensial, belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Dalam bidang non-konstruksi, cangkang kerang lokan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti bahan kerajinan tangan dan dekorasi rumah, suplemen pakan unggas sebagai sumber kalsium, bahan baku pupuk dolomit alami untuk menetralkan tanah masam, hingga sebagai media adsorben logam berat pada limbah cair. Pemanfaatan ini didasarkan pada komposisi kimia alami cangkang kerang lokan yang kaya akan kalsium karbonat ($CaCO_3$). Dengan berkembangnya riset di bidang material alternatif, cangkang kerang lokan mulai banyak diteliti dalam sektor konstruksi, khususnya sebagai material tambahan atau pengganti sebagian dari semen dalam pembuatan beton. Setelah proses kalsinasi, kandungan CaO dapat mencapai 69,87%, yang menjadikannya sebagai pengisi dalam campuran beton (Ngapa, 2018).

Di sisi lain, *silica fume* adalah produk samping dari industri ferrosilikon, berbentuk serbuk halus *amorf* dengan kandungan utama silika (SiO_2) sebesar ≥ 85–98% dan ukuran partikel sekitar 0,1–0,3 mikron, yang sekitar 100 kali lebih kecil daripada partikel semen biasa. Karena karakteristik tersebut, *silica fume* efektif sebagai bahan *pozzolan* aktif yang bereaksi dengan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) yang terbentuk dari proses hidrasi semen, untuk membentuk C-S-H (*Calcium Silicate Hydrate*) ikatan penguat utama beton. Secara fisika, sifat mikrostruktur partikel ultra halusnya memungkinkan *silica fume* berfungsi sebagai *micro-filler*, mengisi pori-pori mikro dalam pasta semen. Produk sampingan dari industri ferrosilikon ini dapat meningkatkan kekuatan dan durabilitas beton, serta

memungkinkan pengurangan penggunaan semen, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Hamada et al., 2023).

Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas pemanfaatan bahan tambahan sebagai upaya menekan penggunaan semen dalam campuran beton. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Hidayat & Melinda (2022) mengenai *"Studi Eksperimental Pemanfaatan Abu Cangkang Lokan Terhadap Kekuatan Beton"*. Penelitian ini meneliti pengaruh abu cangkang kerang lokan sebagai material tambahan pada beton terhadap sifat mekaniknya, termasuk kekuatan tekan, kekuatan lentur, dan kekuatan geser. Hasil penelitian menjelaskan bahwa penambahan abu cangkang kerang lokan tidak meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan, tetapi justru meningkatkan kuat lentur dan kuat geser.

Selain itu pada penelitian lain oleh Supriani (2013) mengenai *"Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Akibat Penambahan Abu Cangkang Lokan"*. Penelitian ini meneliti peningkatan kekuatan tekan beton dengan menambahkan abu cangkang kerang lokan dalam konsentrasi 2,5%, 5%, dan 10% serta diuji pada usia 3 hingga 180 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa komposisi abu cangkang kerang lokan yang paling efektif dalam meningkatkan kuat tekan dicapai pada kadar 5% pada umur 180 hari. Namun, tidak ada peningkatan yang signifikan dibandingkan beton normal pada umur 28 hari.

Adapun penelitian lainnya oleh Arman et al. (2024) mengenai *"Pengaruh Penambahan Silika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton"*. Penelitian ini juga mempelajari dampak penambahan *silica fume* dalam variasi 0%, 4%, 7%, dan 10% terhadap kekuatan tekan beton. Hasil menunjukkan bahwa variasi terbaik adalah 4%. Sementara itu, penambahan di atas nilai tersebut justru menurunkan kuat tekan beton. Penelitian lain oleh Sutriono et al. (2018) mengenai *"Pengaruh Silica Fume sebagai Subtitusi Semen terhadap Nilai Resapan dan Kuat Tekan Mortar"*. Penelitian ini meneliti pengaruh penambahan *silica fume* dengan variasi sebesar 0%, 5%, 8%, 12% dan 15% terhadap kekuatan tekan dan nilai resapan mortar. Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa nilai kuat tekan beton busa mengalami peningkatan seiring penambahan *silica fume*, dengan hasil optimum pada kadar 8% yaitu 2,48 MPa pada umur 28 hari. Selain itu, penambahan *silica fume* juga

mempercepat waktu ikat beton, di mana nilai *setting time* tercepat terjadi pada kadar 10%.

Penelitian lain oleh Iswahyudhi et al. (2024) mengenai *"Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Busa Menggunakan Sika Viscocrete 3115 N"*. penelitian ini meneliti pengaruh variasi penambahan *silica fume* sebesar 6%, 8%, dan 10% terhadap kuat tekan beton busa dengan bantuan bahan tambah Sika *Viscocrete* 3115 N sebagai *superplasticizer*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton busa meningkat seiring penambahan *silica fume*, di mana hasil optimum pada kadar 8% yaitu 2,48 MPa pada usia 28 hari. Selain itu, penambahan *silica fume* juga mempercepat proses pengikatan beton, dengan *setting time* tercepat terjadi pada kadar 10%.

Penelitian lain oleh Wicaksono et al. (2018) mengenai "*Pengaruh Kadar Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Pada High Strength Self Compacting Concrete (HSSCC) Benda Uji Slinder D 7,5 CM X 15 CM Usia 14 Dan 28 Hari"*. Penelitian ini mengkaji dampak perbedaan konsentrasi *silica fume* sebesar 0%, 8%, 9%, 10%, dan 11% terhadap sifat beton mutu tinggi yang memadat sendiri (HSSCC). Pengujian dilakukan terhadap beton dalam kondisi segar (*flow table, L-box, dan V-funnel*) serta beton yang telah mengeras pada usia 14 dan 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan *silica fume* sebanyak 8% memberikan performa terbaik untuk beton segar dengan kemampuan alir yang baik tanpa menunjukkan tanda-tanda segregasi. Adapun nilai kekuatan tekan tertinggi diperoleh pada usia 28 hari dengan variasi 9,37%, yaitu sebesar 67,65 MPa. Penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan *silica fume* dapat meningkatkan kekuatan beton hingga batas tertentu, namun kadar yang melebihi batas optimum justru menurunkan kinerja beton karena tingginya kapasitas penyerapan air oleh partikel halus.

Penelitian lain oleh Hapsari et al. (2017) mengenai *"Kajian Pengaruh Variasi Komposisi Silica Fume Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri Dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi"*. Penelitian ini meneliti pengaruh variasi *silica fume* sebesar 0%, 8%, 9%, 10%, dan 11% terhadap sifat beton mutu tinggi yang memadat mandiri (HSSCC) dengan rasio air-semen tetap 0,27 dan *superplasticizer Viscocrete* 1003 sebanyak 1,7%. Beton diuji pada keadaan segar menggunakan metode *flow table, L-box, dan V-funnel*, serta pada keadaan keras

untuk pengujian kekuatan tekan pada usia 14 dan 28 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penambahan *silica fume* sebesar 8% memberikan performa terbaik dalam kemudahan pengerjaan beton segar, sedangkan kekuatan tekan optimum dicapai pada kadar 9,34% dengan nilai 76,02 MPa pada usia 28 hari.

Penelitian lain oleh Julmile et al. (2023) mengenai *"Pengaruh Silica Fume Dan Pecahan Batu Marmer Sebagai Bahan Subtitusi Pada Campuran Beton"*. Penelitian ini meneliti dampak dari penambahan *silica fume* dalam variasi 0%, 10%, 12,5%, dan 15% serta pecahan batu marmer sebesar 50% terhadap kekuatan tarik belah, kuat lentur, dan kekuatan tekan beton dengan mutu 25 MPa. Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa penggunaan *silica fume* sebesar 10% menghasilkan kekuatan tarik belah, kuat lentur, dan kekuatan tekan beton sebesar 1,909 MPa, 2,669 MPa, dan 25,832 MPa yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan variasi lainnya, sedangkan penambahan *silica fume* lebih dari 10% menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan beton.

Penelitian lain oleh N.R et al. (2023) mengenai *"Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'25"*. Penelitian ini mengevaluasi kekuatan tekan beton dengan variasi *silica fume* sebesar 10% dan 20%, dan menemukan bahwa hasil optimal terjadi pada kadar 20%. Namun, peningkatan kadar *silica fume* juga menyebabkan penurunan workability beton. Selain itu, studi ini tidak mengeksplorasi efek kombinasi *silica fume* dengan bahan lain, seperti abu cangkang kerang lokan, yang dapat menjadi arah penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan performa beton terkhususnya kekuatan tekan beton.

Standar mutu beton yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti SNI 2847:2019 yang menetapkan bahwa beton dengan kuat tekan minimal 21 MPa dianggap memenuhi syarat untuk kuat tekan beton yang harus dipenuhi dan mengikuti SNI 1972:2008 yang menetapkan bahwa beton segar dengan nilai *slump* di antara rentang 5-12 cm dianggap memenuhi syarat untuk uji *slump* beton.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penggunaan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* secara terpisah telah menunjukkan pengaruh terhadap kuat tekan beton. Namun, belum terdapat penelitian yang menggabungkan kedua material tersebut dalam satu campuran beton. Oleh karena itu, penulis mengambil judul "Analisis Uji Mekanis Beton Dengan Penambahan Abu Cangkang Kerang

Lokan Dan *Silica Fume*". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* dengan variasi 0%, 8%, 9%, dan 10% dari total berat semen terhadap uji *slump* dan uji kuat tekan beton pada umur 28 hari. Dengan menemukan komposisi optimal antara kedua bahan tambahan campuran semen tersebut, diharapkan dapat dihasilkan campuran beton yang kuat dan juga lebih ramah lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, dapat diidentifikasi masalahnya yaitu:

1. Penggunaan semen Portland dalam produksi beton berkontribusi terhadap emisi CO_2 yang signifikan, menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan.
2. Ketersediaan sumber daya alam yang digunakan untuk produksi beton semakin menurun akibat permintaan yang terus meningkat.
3. Pemanfaatan limbah cangkang kerang lokan yang tinggi kandungan kalsium oksidanya masih sangat terbatas, sehingga potensi penggunaannya sebagai bahan tambahan beton belum dimaksimalkan.
4. Meskipun *silica fume* telah terbukti meningkatkan kekuatan dan durabilitas beton, pemahaman tentang proporsi optimal penggunaannya dalam campuran beton masih perlu diteliti lebih lanjut.
5. Belum adanya peneltian lanjutan mengenai kombinasi antara abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* dalam campuran pembuatan beton agar dapat menghasilkan beton yang kuat dan lebih ramah lingkungan.

1.3 Ruang Lingkup Masalah

Adapun ruang lingkup masalah dalam peneltian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *slump* beton dengan variasi penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* pada umur 28 hari.
2. Mengidentifikasi kekuatan tekan beton dengan variasi penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume*, pada umur 28 hari.

3. Mengidentifikasi variasi penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* sebesar 0%, 8%, 9%, dan 10% dari total berat semen pada campuran pembuatan beton untuk menentukan kombinasi yang optimal.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini ialah:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini ialah semen portland, air, pasir, kerikil, dan bahan tambah.
2. Bahan tambahan yang digunakan hanya abu cangkang kerang lokan dan *silica fume*.
3. Cangkang kerang lokan yang digunakan berasal dari daerah Belawan.
4. Semen yang digunakan ialah semen portland tipe I.
5. Pengujian kuat tekan akan dilakukan pada umur beton 28 hari dan kuat tekan rencana minimal 21 MPa.
6. Variasi campuran bahan tambah abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* adalah sebesar 0%, 8%, 9%, dan 10% dari total berat semen.
7. Suhu yang digunakan untuk pembakaran cangkang kerang lokan ialah sebesar 700^{o}C selama ±2 jam.
8. Benda uji yang digunakan ialah benda uji bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
9. Penelitian ini terbatas pada pengujian *slump* dan pengujian kuat tekan beton.

1.5 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini ialah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* terhadap *slump* beton?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* terhadap kekuatan tekan beton?
3. Berapakah nilai kuat tekan tertinggi beton yang menggunakan campuran bahan tambah abu cangkang kerang lokan dan *silica fume*?

1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* terhadap nilai *slump* beton.
2. Mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* terhadap kuat tekan beton.
3. Mengetahui nilai kuat tekan tertinggi beton dengan campuran bahan tambah abu cangkang kerang lokan dan *silica fume*.

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan suatu solusi dalam memanfaatkan limbah cangkang kerang lokan sebagai bahan tambah pada campuran beton.
2. Memperoleh variasi bahan tambah untuk mengganti sebagian semen yang mendukung penggunaan bahan baku yang lebih ramah lingkungan.
3. Memberikan informasi mengenai penambahan abu cangkang kerang lokan dan *silica fume* dalam meningkatkan kuat tekan dan *slump* beton.

THE Character Building UNIVERSITY