

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi global terus berupaya menemukan material yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk menjawab tantangan pembangunan infrastruktur yang pesat serta tuntutan lingkungan yang semakin ketat. Beton, sebagai material bangunan paling fundamental, terus mengalami inovasi untuk meningkatkan performa dan mengurangi jejak ekologisnya. Salah satu inovasi signifikan adalah pengembangan beton ringan, yang bertujuan untuk mengurangi beban mati pada struktur bangunan, sehingga memungkinkan penggunaan dimensi elemen struktur yang lebih kecil dan fondasi yang lebih ringan. Pengurangan berat ini secara inheren berkontribusi pada efisiensi biaya konstruksi dan keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan konsumsi material. Kebutuhan akan material konstruksi yang ringan dan kuat, terutama di negara seperti Indonesia yang rentan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, menjadi semakin mendesak.

Salah satu material agregat ringan yang memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam campuran beton adalah batu apung. Batu apung adalah batuan vulkanik yang terbentuk dari pendinginan lava yang kaya gas, menghasilkan struktur yang sangat berpori dan ringan. Sifat fisik batu apung menjadikannya kandidat ideal sebagai pengganti sebagian atau seluruh agregat konvensional (pasir dan kerikil) dalam campuran beton. Penggunaan batu apung tidak hanya berpotensi mengurangi berat jenis beton secara drastis, tetapi juga dapat memberikan insulasi termal dan akustik yang lebih baik. Namun, implikasi dari penggunaan batu apung sebagai agregat terhadap sifat mekanik beton, khususnya kuat tekan yang merupakan parameter krusial dalam desain struktural, memerlukan kajian yang mendalam dan kuantitatif.

Karakteristik batu apung yang berpori dan memiliki daya serap air yang relatif tinggi dapat memengaruhi ikatan antarpartikel dalam pasta semen dan kinerja beton secara keseluruhan. Berbagai studi telah mengindikasikan bahwa substitusi agregat konvensional dengan batu apung sering kali berujung pada penurunan kuat tekan beton (Gaus et al., 2022; Abdul Gaus et al., 2023). Fenomena ini diduga

kuat dipengaruhi oleh gradasi ukuran partikel batu apung, tingkat porositasnya, serta rasio pasta semen terhadap agregat dalam campuran. Meskipun demikian, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa dengan optimasi persentase substitusi dan penambahan bahan aditif tertentu, beton ringan berbasis batu apung masih dapat mencapai kuat tekan yang memenuhi standar untuk aplikasi struktural tertentu.

Fenomena penggunaan material lokal dan daur ulang dalam konstruksi terus berkembang di Indonesia. Batu apung sebagai sumber daya vulkanik yang melimpah di Indonesia menawarkan peluang besar untuk dikembangkan menjadi agregat beton ringan yang ekonomis dan ramah lingkungan. Kebutuhan akan panduan teknis yang jelas mengenai proporsi optimal penggunaan batu apung, serta dampaknya terhadap karakteristik beton yang paling esensial seperti berat jenis dan kuat tekan, sangat dibutuhkan oleh para insinyur sipil, perencana, dan kontraktor di Indonesia. Tanpa pemahaman kuantitatif yang memadai, potensi penuh dari beton ringan batu apung sulit untuk dioptimalkan dalam skala besar. Oleh karena itu, penelitian yang menganalisis secara sistematis pengaruh variasi penggunaan agregat ringan batu apung terhadap berat jenis dan kuat tekan beton menjadi relevan dan mendesak untuk dilakukan.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Potensi batu apung sebagai agregat ringan untuk mengurangi berat jenis beton konstruksi belum dimanfaatkan secara optimal.
2. Terdapat ketidakpastian mengenai sejauh mana variasi persentase penggunaan batu apung sebagai pengganti agregat konvensional memengaruhi kuat tekan beton, parameter krusial untuk aplikasi struktural.
3. Data kuantitatif yang terperinci mengenai hubungan antara proporsi batu apung yang digunakan dengan berat jenis dan kuat tekan beton masih terbatas, terutama dalam konteks material lokal Indonesia.
4. Perlu adanya kajian sistematis untuk menentukan persentase optimal penggunaan batu apung guna mencapai keseimbangan antara pengurangan berat dan mempertahankan kuat tekan yang memadai.

1.3 Batasan Masalah

1. Material agregat ringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu apung yang berasal dari sumber lokal.
2. Penelitian ini akan memvariasikan persentase penggunaan batu apung sebagai substitusi agregat halus (pasir) dengan rentang tertentu yang telah ditentukan.
3. Pengujian yang dilakukan terbatas pada penentuan berat jenis beton (fresh dan hardened density) dan kuat tekan beton pada umur standar pengujian.
4. Standar pengujian yang digunakan mengacu pada standar nasional atau internasional yang relevan untuk pengujian beton.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi persentase penggunaan agregat ringan batu apung terhadap berat jenis beton?
2. Bagaimana pengaruh variasi persentase penggunaan agregat ringan batu apung terhadap kuat tekan beton?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan kajian literatur terhadap pengaruh variasi persentase agregat ringan batu apung sebagai substitusi agregat terhadap perubahan berat jenis beton.
2. Melakukan review terhadap hasil-hasil penelitian sebelumnya mengenai pengaruh penggunaan agregat ringan batu apung terhadap kuat tekan beton pada berbagai persentase campuran.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya dalam

ranah material beton ringan. Hasil analisis mengenai hubungan kuantitatif antara substitusi batu apung dengan berat jenis dan kuat tekan beton akan memperkaya literatur yang ada, terutama yang berkaitan dengan material agregat alternatif dari sumber daya alam lokal. Temuan penelitian ini dapat menjadi dasar untuk validasi atau pengembangan model-model teoretis terkait perilaku beton ringan, serta memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme pengurangan berat dan dampaknya terhadap kapasitas struktural. Hal ini sejalan dengan kebutuhan untuk terus memperluas cakrawala keilmuan dalam rekayasa material konstruksi yang inovatif dan berkelanjutan.

Penelitian ini berpotensi untuk menguji dan memperkuat teori-teori dasar yang berkaitan dengan sifat material beton, seperti teori campuran beton (concrete mix design theory) dan teori mekanika bahan. Dengan menyajikan data empiris yang terukur, penelitian ini dapat memberikan bukti konkret mengenai validitas prinsip-prinsip tersebut ketika diaplikasikan pada material inovatif seperti beton ringan batu apung. Analisis pengaruh partikel berpori terhadap distribusi tegangan internal dan kekuatan ikatan matriks semen dapat membuka wawasan baru bagi para peneliti untuk merumuskan parameter-parameter desain yang lebih akurat di masa depan.

1.6.2 Manfaat Praktis

Bagi industri konstruksi dan material, penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan teknis yang aplikatif mengenai penggunaan batu apung sebagai agregat pada campuran beton. Hasil studi mengenai persentase substitusi yang optimal untuk mencapai keseimbangan antara pengurangan berat jenis dan pemeliharaan kuat tekan yang memadai akan sangat berharga dalam proses desain campuran beton ringan. Hal ini dapat mendorong adopsi beton ringan batu apung secara lebih luas, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi biaya konstruksi, mengurangi beban struktural bangunan, dan mempercepat waktu pelaksanaan konstruksi. Selain itu, penggunaan agregat lokal seperti batu apung dapat mengurangi ketergantungan pada agregat konvensional yang semakin terbatas.

Bagi para akademisi dan mahasiswa teknik sipil, penelitian ini akan menjadi sumber referensi yang berharga untuk studi lebih lanjut mengenai beton ringan dan material konstruksi inovatif. Data kuantitatif yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan, baik secara eksperimental maupun numerik. Mahasiswa dapat memanfaatkan temuan ini untuk tugas akhir, skripsi, atau proyek penelitian lainnya yang berkaitan dengan rekayasa material beton dan aplikasi teknologi konstruksi berkelanjutan.

Bagi pemerintah dan pembuat kebijakan di sektor konstruksi, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan dalam perumusan standar dan pedoman teknis terkait penggunaan material konstruksi ringan yang berasal dari sumber daya alam. Informasi mengenai performa beton ringan batu apung dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait regulasi, sertifikasi material, dan promosi penggunaan teknologi konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan efisien. Dukungan terhadap inovasi material lokal seperti batu apung juga sejalan dengan upaya pemerintah dalam mendorong industri material konstruksi nasional yang berdaya saing.