

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan infrastruktur di Indonesia saat ini mengalami kemajuan yang cukup signifikan (Badan Statistik Indonesia, 2020). Dalam pembangunan infrastruktur, beton menjadi peranan penting sebagai material dasar untuk membangun suatu konstruksi. Kebutuhan material beton yang kian bertambah, akan mempengaruhi terhadap ketersediaan sumber daya alam yang akan terus berkurang. Sehingga material alternatif menjadi krusial untuk dikembangkan (Sambowo, 2021). Dengan berkurangnya ketersediaan sumber daya alam, hal ini dapat dikaitkan pada konsep beton ramah lingkungan yang mengutamakan proses pembuatan beton dengan menggunakan bahan limbah atau proses produksi yang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan (Suhendro, 2014).

Beton merupakan material komposit yang terbuat dari beberapa bahan kombinasi seperti semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Beton mempunyai kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, tidak memerlukan perawatan khusus, dan bahan penyusun beton mudah di dapatkan (Sujatmiko, 2019:3). Akan tetapi beton memiliki kuat tarik yang rendah dan berat jenis yang cukup tinggi, sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi sangat besar (Arfiyanto, 2020). Salah satu elemen struktur yang memiliki kemampuan dalam menyalurkan beban mati dan hidup pada struktur bangunan yaitu struktur *slab* beton. *Slab* beton merupakan elemen struktural dengan permukaan datar yang biasanya digunakan untuk membangun lantai dan langit-langit pada suatu bangunan.

Pada umumnya, komponen suatu struktur harus memenuhi kemampuan dalam menopang beban atau mampu menjamin terjadinya perilaku struktur yang baik ketika beban bekerja. Apabila beban semakin bertambah, maka akan terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan terjadinya keruntuhan pada elemen struktur. Tinjauan terhadap defleksi atau lendutan pada suatu elemen struktur harus dilakukan sebagai salah satu bagian dari proses perencanaan (Basri & Zaki, 2019). Penggunaan material ringan sebagai bahan konstruksi dapat mengurangi beban yang dipikul oleh struktur. Menurut Djauharotum diacu dalam

Miswar (2018) bahwa ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi beban berat pada beton yaitu salah satunya dengan cara menggunakan agregat ringan alami maupun membuat agregat ringan buatan yang berasal dari olahan limbah.

Penggunaan agregat ringan buatan dapat dijadikan sebagai bahan pengganti agregat alami. Menurut Suryanita dan Romey Sitompul (2014) bahan pengganti atau substitusi merupakan bahan yang digunakan untuk menggantikan salah satu unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) pada campuran beton. Penggunaan bahan pengganti atau substitusi pada salah satu unsur beton bertujuan untuk mengubah sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar ataupun setelah mengeras (Pane et al., 2015).

Seiring perkembangan teknologi beton, penggunaan beton ringan menjadi salah satu material alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi masalah ketersediaan sumber daya alam yang terbatas dan mampu mengurangi beban berat pada suatu konstruksi dibandingkan dengan beton lainnya (Pradana, 2019). Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan dengan beton pada umumnya. Penggunaan beton ringan mampu mengurangi beban mati pada suatu struktur. Menurut Pratikto (2010), beton ringan menggunakan agregat ringan dengan porositas yang tinggi sehingga mempunyai berat jenis yang rendah. Berdasarkan SNI 03-2487-2002, beton ringan merupakan beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³. Sedangkan menurut Mulyono (2004) Agregat ringan adalah yang mempunyai kepadatan sekitar 300-1850 kg/m³. Bobotnya yang ringan akan mengurangi beban sendiri pada bangunan, sehingga dapat meringankan beban yang dipikul pada suatu struktur bangunan tersebut (Muhammad Wijaya et al., 2021).

Batu apung merupakan salah satu bahan agregat ringan alami yang terbentuk dari hasil pembekuan lava vulkanik gunung berapi. Menurut Sinarkoro & Sutarwanto (2001:11), batu apung adalah jenis batuan alami yang bersifat asam dan mengandung silika serta alumina, sehingga sangat tahan terhadap asam atau air garam dan dapat menjadikan struktur beton awet atau memiliki umur yang relatif panjang. Batu apung memiliki *density* yang kecil yaitu antara 300 – 800 kg/cm³ (Alfansuri & Wardhono, 2017). Penggunaan batu apung dalam penelitian

Apriyanto (2020), didapatkan persentase penyerapan air sebesar 51,45%. Hal ini jika dibandingkan dengan agregat normal jauh lebih tinggi dan telah melewati batas penyerapan agregat kasar yang diijinkan yaitu 3% (SNI 03-1969-1990). Sedangkan berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan, penyerapan air terhadap batu apung didapatkan sebesar 36,39%. Hasil uji penyerapan air yang sangat tinggi dapat mempengaruhi penggunaan air pada pencampuran beton yang akan menyerap ke dalam batu apung dengan jumlah yang banyak. Sehingga dibutuhkan agregat ringan yang memiliki penyerapan air yang lebih rendah.

Sampah merupakan bahan yang terbuang dari sumber aktivitas maupun proses alam yang tidak mempunyai nilai ekonomis (Pamungkas et al., 2020). Permasalahan sampah menjadi sangat kompleks dan susah untuk ditangani, salah satunya yaitu sampah plastik. Berdasarkan data dari The National Plastic Action Partnership (NPAP) pada tahun 2020 sampah plastik di Indonesia sudah menghasilkan 6,8 juta ton sampah plastik di setiap tahun. Di mana 2 juta ton sampah plastik sudah terkelola dengan baik, 4,8 juta ton sampah plastik tidak terkelola dengan baik atau salah kelola, dan 620 ribu sampah plastik bocor ke saluran air dan laut. Menurut Wicaksono & Arijanto, (2017) Sampah plastik baru bisa terurai oleh tanah selama 200 hingga 450 tahun. Sehingga sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan.

Sampah plastik mempunyai berbagai macam jenis, salah satunya *Poly Ethylene Terephthalate* (PET). Plastik berjenis PET biasa digunakan untuk kemasan botol minum dan wadah makanan. Material ini tahan terhadap suhu panas antara 60°-80°C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitriyano & Ar Rahmi, (2019) yang berjudul “Tinjauan Singkat Potensi Pemanfaatan Botol Bekas Berbahan PET di Indonesia” menjelaskan pemanfaatan sampah plastik berjenis PET dapat dilakukan untuk menghasilkan banyak produk, seperti beton, *paving block*, panel isolator dan lain-lain. Sekitar 36% komposisi PET sebagai bahan baku pengganti beton sudah sesuai dengan kriteria standar beton ringan. Keberadaan PET dapat mempengaruhi karakteristik dari beton yang diantaranya, menurunkan densitas, meningkatkan ketahanan air, dan meningkatkan kekakuan beton (Sojobi, 2016).

Dalam penelitian Pratikto (2010), yang berjudul “Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik Jenis PET” menunjukkan bahwa sampah plastik berjenis PET dapat dijadikan sebagai pengganti agregat kasar pada beton ringan. Hasil uji berat jenis agregat kasar buatan PET menunjukkan BJ SSD (*saturated Surface Dry*) sebesar $1,38 \text{ gr/cm}^3$. Nilai ini dapat diklasifikasikan sebagai agregat ringan yang sudah memenuhi syarat BJ maksimum $2,4 \text{ gr/cm}^3$. Hasil pengujian penyerapan air pada agregat kasar buatan PET bernilai 2,64%, nilai ini sudah sesuai dengan batas standar penyerapan yang diijinkan yaitu 3%.

Penelitian yang dilakukan oleh Basri dan Zaki (2019) dengan judul “Pengaruh Limbah Plastik Botol (leleh) Sebagai Material Tambah Terhadap Kuat Lentur Beton”. Penambahan limbah botol plastik jenis PET pada penelitian ini dijadikan sebagai bahan tambah serat pada campuran beton. Persentase penambahan serat plastik PET yang dilakukan sebanyak 2%, 3% dan 5% dengan hasil nilai kuat lentur berturut-turut sebesar $41,03 \text{ kg/m}^2$; $45,09 \text{ kg/m}^2$; dan $39,99 \text{ kg/m}^2$. Nilai kuat lentur yang maksimum terdapat di persentase penambahan serat sebanyak 3% yaitu sebesar $45,09 \text{ kg/m}^2$. Berdasarkan hasil tersebut, penggunaan serat limbah plastik PET pada campuran beton menunjukkan hasil yang menurun dikarenakan pemakaian serat plastik pada persentase 5% mendapatkan hasil yang lebih kecil dibandingkan persentase penambahan 3%. Hal tersebut menjadi titik lemah beton dalam pengujian kuat lentur beton.

Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad pada tahun 2017, dengan judul “Pengaruh Penambahan Serat Plastik PET Pada Beton Normal Terhadap Kuat Lentur”, menunjukkan hasil uji kuat lentur dengan variasi persentase yang paling optimal yaitu pada penambahan serat plastik jenis PET dan resin sebanyak 0,4% yang mampu meningkatkan kuat lentur beton sebesar 50,12%, dengan nilai 4,346 MPa, sedangkan dengan penambahan 0,6% mengalami peningkatan nilai kuat lenturnya sebesar 16,55%, dengan nilai 3,374 MPa. Berdasarkan hasil uji kuat lentur tersebut penambahan limbah plastik jenis PET dan resin mampu meningkatkan nilai kuat lentur pada beton dibandingkan dengan variasi yang tanpa penambahan serat plastik atau sebanyak 0% dengan nilai kuat lentur sebesar 2,895 MPa.

Selain menggunakan limbah plastik PET, terdapat material lain yang termasuk kategori agregat ringan buatan salah satunya yaitu *fly ash* (SNI 03-3449-2002). Menurut Trisnaliani et al., (2018), *fly ash* atau biasa disebut dengan abu terbang merupakan material limbah yang dapat menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran udara dan menurunkan kualitas ekosistem yang diakibatkan dari pembakaran batu bara. Oleh karena itu ditemukan alternatif lain untuk memanfaatkan *fly ash* sebagai bahan pengganti maupun bahan tambah pada beton ringan (Wardani, 2008).

Keuntungan penambahan *fly ash* pada beton dapat meningkatkan kelecakan beton, menurunkan kebutuhan air, dan menurunkan panas hidrasi pada beton (Basuki, 2015). Menurut Nugraha & Antoni (2007), *fly ash* terdapat kandungan unsur kimia seperti, kandungan silikat dioksida (SiO_2), alumunium (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO), serta magnesium, potassium, sodium tintanium, dan sulfur yang relatif kecil terkandung didalam *fly ash*. Kadungan yang terdapat pada *fly ash* akan mengalami reaksi secara kimia yang terbentuk pada proses hidrasi semen. sehingga akan menghasilkan kemampuan dalam mengikat (Apriyanto, 2020).

Inovasi perkembangan teknologi beton perlu dilakukan pendalaman materi pada mata kuliah teknologi beton yang dapat menambah wawasan dan pengetahuan Mahasiswa terkait perkembangan teknologi beton, terutama dalam implementasi teori pada mata kuliah teknologi beton yang berdasarkan riset dan berhubungan dengan kehidupan masyarakat. Salah satu contoh implementasinya yaitu dengan pemanfaatan limbah plastik dan *fly ash* yang dapat dijadikan sebagai agregat kasar buatan untuk menggantikan agregat batu apung pada pembuatan campuran beton ringan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Apriyanto (2020), dengan judul “Uji Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Ringan Dengan Agregat Kasar FAPET (*Double Blend Fly Ash* dan Plastik Jenis PET) Sebagai Subtitusi Agregat Kasar Batu Apung”, penelitian ini menggunakan limbah *fly ash* dan plastik jenis PET yang digunakan sebagai agregat ringan buatan yang diberi nama agregat kasar “FAPET”. Penggunaan material tersebut membuat permukaan agregat kasar tidak telalu berpori sehingga agregat menjadi padat dan mampu meningkatkan kekuatan

beton. Hasil kuat tekan beton ringan dengan variasi agregat kasar FAPET 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% yang disubstitusi dari agregat batu apung berturut-turut sebesar 17,92 MPa, 18,75 MPa, 20,5 MPa, 20,68 MPa, dan 23,64 MPa dengan nilai modulus elastisitas beton ringan berturut-turut sebesar 21726,55 MPa, 23654,38 MPa, 24279,97 MPa, 30923,31 MPa, dan 31706,68 MPa. Berdasarkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas yang paling optimum terdapat pada variasi 100% dengan agregat kasar FAPET. Peningkatan tersebut disebabkan karena nilai kuat hancur dan berat jenis agregat kasar FAPET yang lebih besar dibandingkan dengan agregat batu apung. Sehingga pada penelitian ini direkomendasikan untuk melanjutkan pengujian lain yang tidak dilakukan sebelumnya terhadap beton ringan struktural yang menggunakan agregat FAPET.

Selain mengukur kemampuan beton terhadap uji kuat tekan, beton ringan struktural terdapat pengujian lain dalam mengukur kehandalan kinerja beton. Salah satu pengukuran yang dapat dilakukan pada beton yaitu pengujian kuat lentur. Menurut Pamudji et al., (2019), pengujian kuat lentur beton ringan perlu dilakukan untuk mengetahui kegagalan beton akibat beban statis yang diberikan pada tengah bentang elemen struktur. Kuat lentur merupakan kemampuan dari balok beton biasa yang diletakan pada dua tumpuan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, sampai benda uji tersebut patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas (SNI 4431:2011).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan agregat kasar ringan buatan FAPET terhadap kuat lentur beton ringan. Penggunaan agregat kasar ringan FAPET dalam proses pembuatannya mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Apriyanto (2020), yaitu dengan cara memanaskan plastik PET hingga melebur dan selanjutnya akan dicampur dengan *fly ash*. Penelitian ini dilakukan untuk melanjutkan penelitian Apriyanto (2020), dengan alasan untuk mengetahui karakteristik mekanis pada penggunaan agregat ringan buatan FAPET terhadap beton ringan yang struktural dengan menggunakan persentase variasi campuran FAPET 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% disubstitusi dari batu apung. Hal yang menjadi pembeda pada penelitian ini yaitu, terdapat pada pengujian kuat lentur beton ringan yang sebelumnya tidak dilakukan oleh Apriyanto (2020).

Pembuatan agregat kasar ringan buatan FAPET telah dilakukan dengan sekali percobaan, menggunakan perbandingan campuran antara *fly ash* dan plastik jenis PET yaitu 1:3. Pada percobaan ini dilakukan pengujian keausan dengan menggunakan *Los Angeles* dan menguji kuat tekan agregat. Hasil uji keausan yang didapat sebesar 24,5% dan hasil uji kuat tekan agregat yaitu sebesar 8 MPa dengan berat jenis 1,457 gr/cm³. Berdasarkan hasil tersebut sudah sesuai dengan ketentuan uji keausan yang kurang dari 40% dan berat jenis agregat ringan yang tidak boleh melebihi 1,8 gr/cm³ untuk digunakan dalam membuat beton ringan.

Maka, atas dasar pemikiran tersebut dilakukan penelitian skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Buatan Fly Ash dan Plastik Jenis PET (FAPET) Sebagai Substitusi Batu Apung Terhadap Kuat Lentur Beton Ringan”** Pada Implementasi Mata Kuliah Teknologi Beton di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan. Yang diharapkan mampu menghasilkan beton berkualitas baik dan dapat digunakan sebagai beton ringan struktural untuk membuat pelat lantai dengan aplikasi yang ramah lingkungan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

- 1) Permasalahan sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan dan membutuhkan waktu yang lama untuk terurai secara sempurna.
- 2) Bagaimana proses pembuatan agregat kasar ringan FAPET dengan menggunakan limbah plastik jenis PET dan *fly ash*.
- 3) Bagaimana Pengaruh karakteristik dari penggunaan agregat kasar ringan buatan FAPET sebagai substitusi agregat batu apung terhadap kekuatan beton ringan.
- 4) Berapakah kadar persentase variasi campuran FAPET sebagai substitusi agregat batu apung yang dapat memenuhi standar sebagai beton ringan struktural.
- 5) Bagaimana Pengaruh variasi agregat kasar buatan FAPET sebagai substitusi agregat batu apung terhadap kuat lentur beton ringan.

1.3. Batasan Penelitian

Penelitian ini difokuskan untuk membuat beton ringan dengan beberapa batasan yaitu:

- 1) Agregat ringan alami menggunakan batu apung dengan spesifikasi berat jenis sebesar $1,102 \text{ gr/cm}^3$.
- 2) Agregat kasar buatan menggunakan limbah plastik jenis PET dan *fly ash*.
- 3) Menggunakan perbandingan campuran 1:3 untuk membuat agregat FAPET.
- 4) Agregat kasar buatan FAPET yang digunakan sebagai pengganti batu apung dengan persentase variasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.
- 5) Agregat halus menggunakan jenis pasir beton dengan spesifikasi berat jenis sebesar $2,244 \text{ gr/cm}^3$, modulus halus butir (MHB) 3,489% dan kadar lumpur sebesar 3%.
- 6) Semen yang digunakan yaitu jenis semen OPC tipe 1.
- 7) Pembuatan campuran beton ringan mengacu pada SNI 03-3449-2002 tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Beton Ringan dengan Agregat Ringan.
- 8) Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tekan dan kuat lentur beton.
- 9) Benda uji untuk pengujian kuat tekan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- 10) Benda uji untuk pengujian kuat lentur berupa balok dengan dimensi lebar 10 cm, tinggi 10 cm, dan panjang 40 cm.
- 11) Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974-2011.
- 12) Pengujian kuat lentur beton mengacu pada SNI 4431-2011.
- 13) Pengujian beton dilakukan pada saat beton umur 28 hari.
- 14) Perhitungan kuat tekan rencana beton adalah 17,24 MPa.
- 15) Perhitungan kuat lentur rencana beton adalah 2,188 MPa.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah yang telah diuraikan di atas, maka penulis merumuskan permasalahan penelitian yaitu: “Apakah dengan agregat kasar buatan FAPET sebagai substitusi agregat batu apung dapat berpengaruh terhadap uji kuat lentur beton ringan pada implementasi mata kuliah teknologi beton?”

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui kuat lentur yang optimum pada beton ringan yang mencapai umur 28 hari dengan menggunakan agregat kasar buatan FAPET dengan variasi agregat 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% sebagai substitusi agregat batu apung.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca, antara lain:

- 1) Dapat memanfaatkan limbah plastik jenis PET dan *fly ash* yang belum optimal dalam pemanfaatannya untuk dijadikan sebagai material alternatif sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
- 2) Dapat menambah pengetahuan mengenai bahan campuran beton yang digunakan dalam pembuatan beton ringan.
- 3) Dapat diimplementasikan pada mata kuliah teknologi beton sebagai materi ajar dengan berbasis riset.
- 4) Dapat memberikan informasi dan referensi untuk penelitian selanjutnya

