

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Beton ialah bahan pembentuk struktur bangunan yang terdiri dari kombinasi agregat kasar dan halus (alam ataupun buatan), semen *portland*, serta air. Beton mempunyai kelebihan serta kekurangannya sendiri, kelebihan yang dimiliki beton antara lain, kekuatan tekan yang lebih besar bila dibanding dengan material baja, tahan lama, mudah dibentuk, perawatannya lebih mudah, harga relatif murah serta bahan bakunya mudah diperoleh. Tetapi beton pula mempunyai kelemahan, antara lain kemampuan tarik yang lemah, sulit diubah bentuknya bila sudah keras, proses pengerjaannya yang lebih lama serta berat jenis yang tinggi.

Dimensi struktur beton sangat dipengaruhi oleh beban struktur dan mutu beton yang direncanakan. Dimensi struktur beton dapat diperkecil dengan menurunkan beban struktur pada mutu beton rencana yang sama atau dengan meningkatkan mutu beton rencana pada beban struktur yang sama. Beban yang bekerja pada struktur meliputi antara lain: beban hidup, beban mati, beban akibat berat sendiri dan beban sementara.

Dimensi struktur beton yang besar akan membutuhkan daya dukung tanah yang besar. Pada tanah lunak dengan daya dukung tanah yang kecil, maka akan membutuhkan biaya yang tidak sedikit dalam membuat pondasinya. Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan dimensi beton yang lebih kecil tetapi struktur masih mampu menahan beban yang bekerja yaitu dengan menggunakan beton prategang. Tetapi, penggunaan beton prategang membutuhkan teknologi yang tinggi, sehingga masih membutuhkan biaya yang besar.

Melihat kondisi tersebut, timbul pemikiran untuk mendapatkan berat struktur yang kecil tetapi dimensi dan mutu beton sesuai dengan perencanaan semula, sehingga diharapkan bisa menekan anggaran biaya. Berat bangunan dapat dikurangi dengan mengurangi berat sendiri struktur, sedangkan untuk mengurangi

berat sendiri struktur dibutuhkan berat volume beton yang lebih kecil. Salah satu alternatif untuk mengurangi berat sendiri bangunan adalah dengan menggunakan beton ringan.

Ada beberapa cara untuk memproduksi beton ringan tetapi itu semuanya hanya tergantung pada adanya rongga udara dalam agregat, atau pembuatan rongga udara dalam beton (Prawito, 2010), dengan tiga cara. Pertama beton ringan dengan bahan batuan yang berongga, kedua beton ringan dengan tidak menggunakan pasir dan ketiga beton ringan yang diperoleh dengan memasukkan udara dalam adukan atau mortar (beton *aerasi*), sehingga akan terjadi pori-pori udara.

Aplikasi penggunaan beton ringan umumnya dipergunakan untuk dinding ataupun atap bangunan rumah maupun gedung. Beton ringan merupakan salah satu alternatif material pracetak untuk bangunan residensial, *highrise* atau *lowrise building*, baik sebagai pengganti batu bata, dinding partisi, pelat lantai ataupun atap (pada pelat beton ringan dapat didesain dengan atau tanpa tulangan). Hal ini karena sifat daripada beton ringan yang mudah dicetak ataupun dipotong menjadi ukuran-ukuran yang diinginkan serta kemudahan pada saat instalasi karena beratnya yang ringan, kemudian umur beton ringan yang lebih cepat matang dibandingkan dengan beton biasa menjadikannya memiliki nilai jual yang lebih.

Menurut SNI 03-2847-2002, beton ringan struktur adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Beton ringan dapat diperoleh dengan membuat beton dari agregat ringan, penambahan udara, atau penambahan material yang mempunyai berat satuan yang rendah.

Dalam SNI 03-3449-2002 terdapat beberapa agregat ringan yang dapat dipakai untuk menghasilkan beton ringan antara lain batu apung (*pumice stone*), skoria, tufa, peleburan besi, tanah liat, ditomae, abu terang, abu sabak, batu serpih, batu lempung, perlit dan vermikulit. Batu apung sebagai salah satu bahan agregat ringan terbentuk dari pembekuan lava vulkanik gunung berapi. Batu apung mempunyai *density* yang kecil yaitu antara  $300\text{-}800 \text{ kg/m}^3$  dengan persentase

penyerapan air oleh batu apung jauh lebih tinggi dibandingkan dengan agregat normal, yaitu sebesar 32,98 % (Geoffrey, 2012, diacu dalam Apriyanto, 2020).

Batu apung telah dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi. Menurut Supriadi R.A, dkk (2010), sektor-sektor yang menggunakan batu apung sebagai salah satu bahan baku utama adalah pada sektor konstruksi sebagai beton ringan, pada industri tekstil sebagai bahan untuk mengkilapkan kulit, pada industri kimia sebagai media filtrasi dan pemicu korek api belerang, dan pada sektor teknologi sebagai pembersih papan sirkuit.

Penelitian yang dilakukan Hidayat (2013) dengan judul “Pengaruh komposisi Agregat Kasar (Breksi Batu Apung dan Batu Pecah) Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan”. Proporsi campuran kerikil yang disubstitusikan terhadap batu apung yaitu 0 %, 25 %, 50 %, 75% dan 100%. Kuat tekan optimum yang dihasilkan pada umur 28 hari sebesar 46,73 MPa pada persentase kerikil 100 % (0 % batu apung) dengan berat isi sebesar 2170,53 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada persentase 0 % (100 % batu apung) menghasilkan kuat tekan sebesar 18,42 MPa pada umur 28 hari dengan berat isi sebesar 1815,26 kg/m<sup>3</sup>. Berat jenis dan kekuatan kerikil yang lebih besar daripada batu apung akan berpengaruh terhadap peningkatan berat isi beton dan juga kuat tekan beton.

Dalam kehidupan sehari-hari, sampah dianggap sebagai hal yang merepotkan karena berpotensi menimbulkan berbagai masalah dari bau tak sedap hingga penyakit. Hal ini disebabkan karena penanganan sampah yang tidak optimal. Biasanya, sampah hanya dibiarkan menumpuk di tempat terbuka dan tidak dipilah. Sebenarnya sampah ini bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan penghasilan masyarakat, terutama sampah plastik yang dengan perlakuan khusus dapat bernilai ekonomi. Plastik *Poly Ethylene Terephthalate* PET merupakan salah satu jenis plastik yang banyak digunakan dalam serat sintesis, botol minum dan wadah makanan. Sampah plastik PET ini menjadi masalah bagi banyak negara di dunia, salah satunya adalah Indonesia. Baik dari segi kesehatan, keindahan, dan kesejahteraan. Sampah plastik ini tidak dapat terurai oleh bakteri dan akan melepas racun jika dibakar. Oleh karena itu pada pengujian ini sampah plastik PET akan digunakan sebagai salah satu campuran agregat kasar yang nantinya akan dibuat beton ringan. Berdasarkan hasil penelitian Praktiko (2010), menunjukkan bahwa limbah botol plastik jenis PET dapat dijadikan sebagai

pengganti agregat kasar beton ringan yaitu melalui proses pemanasan, pendinginan dan pemecahan. Hasil uji berat jenis pada agregat kasar buatan PET didapat BJ SSD (*Saturated Surface Dry*) sebesar 1,338 gr/cm<sup>3</sup>. Penyerapan air didapat rata-rata 2,64%, nilai ini hampir mendekati batas penyerapan yang diijinkan yaitu 3 %. Permukaan dari agregat buatan PET tersebut masih terdapat rongga dan memungkinkan air yang digunakan saat proses pencampuran beton akan terserap ke dalam agregat buatan PET.

*Diatomaceous Earth* (DE) atau Tanah diatomae, termasuk kepada tipe *Supplementary Cementitious Materials* (SCM) atau bahan tambahan pengganti semen. Berdasarkan Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Aceh tahun 2012, di Kabupaten Aceh Besar sebaran tanah diatomae banyak terdapat di Desa Lampanah dengan estimasi 40.353.700 ton. Tanah diatomae memiliki keunggulan berdaya serap tinggi, dapat diperbarui, mudah diperoleh dengan harga yang murah dan bahan dasar yang merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat. Menurut Jiaqi Li, et, al. (2019), Komposisi kimia yang terkandung dalam tanah diatomae diantaranya: SiO<sub>2</sub> (85,63%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3,96%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,04%), CaO (0,57%), MgO (0,46%), SO<sub>3</sub> (< 0,01%), Na<sub>2</sub>O (< 0,01%), K<sub>2</sub>O (0,14%), TiO<sub>2</sub> (0,26%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,09%), MnO (0,02%), SrO (0,01%), Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (< 0,01%), ZnO (< 0,01%) dan LOI (7,74%). Dari kandungan kimia tersebut, tanah diatomae memiliki senyawa oksida dominan dalam semen portland, yaitu: kalsium (II) oksida (CaO), silika (IV) oksida (SiO<sub>2</sub>), aluminium (III) oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan besi (III) oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Tanah diatomae memiliki sifat pozzolan mirip dengan bahan pozzolan lainnya seperti *Fly Ashes* dan *Granulated Blast Furnace Slag*. Selain itu tanah diatomae mudah diperoleh dengan harga yang tidak mahal dan bahan dasar yang merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat. Menurut Rahmah (2012), diacu dalam Maulani (2016) tanah diatomae memiliki sifat dasar yakni strukturnya unik, berat jenisnya rendah (2,3 g/cm<sup>3</sup>), permukaannya luas dan berpori-pori, warnanya putih-coklat, kemampuan daya hantar listrik atau panas rendah serta tidak abrasif. Fragoulis, et, al. (2005), menemukan *lightweight aggregates* (LWA) hasil penelitian laboratorium dengan menggunakan bahan dasar diatomae memiliki kekuatan dan kepadatan mirip dengan LWA komersial yang berasal dari Jerman dan Denmark. Berdasarkan analisis kimia, fisik dan mineralogi dan tes pada

material-material mentah dan produk disinter LWA yang diproduksi oleh batuan liat diatomae dapat dimanfaatkan untuk produksi LWA. Menurut Khan (1980) secara kimiawi, komposisi utama tanah diatomae berupa silika amorf yang kadarnya mencapai sekitar 55-70%. Tergantung lingkungan setempat. Kadar senyawa silika dalam tanah diatomae sangat bervariasi, demikian juga strukturnya. Kastis, et. al. (2006) melakukan penelitian dengan mengganti sebagian semen dengan diatomae 0%, 10%, 20 dan 35%. Hasilnya menunjukkan bahwa campuran semen yang memiliki kandungan 10% diatomae, memiliki kekuatan tekan yang sama dan sesuai dengan semen portland.

Sebagai langkah mengurangi penyerapan batu apung yang terlalu tinggi, dilakukan penelitian dengan membuat agregat kasar buatan yang terbuat dari limbah plastik PET dan tanah diatomae dengan syarat berat jenis agregat tidak lebih dari  $1,8 \text{ g/cm}^3$  dan persentase penyerapan agregat kurang dari 3%. Pemakaian tanah diatomae dalam campuran agregat buatan bertujuan untuk membuat agregat menjadi lebih padat, serta meningkatkan kuat tekan beton. Agregat buatan ini diharapkan mampu menghasilkan beton ringan berkualitas dengan berat jenis dan penyerapan agregat yang sesuai.

Penentuan perbandingan antara plastik PET dan tanah diatomae dilakukan dengan membuat 3 kali percobaan, yaitu perbandingan 2:1, 2,5:1, dan 3:1. Ketiga sampel tersebut dilakukan pengujian keausan dengan mesin *Los Angels* dan pengujian kuat hancur agregat. Pada perbandingan plastik PET : tanah diatomae 2:1, menghasilkan keausan sebesar 13,982% dan kuat hancur agregat sebesar 9 MPa. Hasil pada perbandingan plastik PET : tanah diatomae 2,5:1 menghasilkan keausan sebesar 13,562% dan kuat hancur agregat sebesar 8 MPa. Dan pada perbandingan plastik PET : tanah diatomae 3:1, menghasilkan keausan sebesar 14,408% MPa dan kuat hancur agregat sebesar 7 MPa. Dari ketiga sampel tersebut memiliki nilai keausan yang memenuhi standar yaitu dibawah 40% dan nilai kuat hancur yang meningkat seiring dengan penambahan kadar tanah diatomae.

Maka dalam penelitian ini penulis menggunakan agregat buatan dengan perbandingan campuran antara plastik PET dan tanah diatomae 2:1 karena hasil dari pengujian keausannya yang sesuai standar dan nilai kuat hancurnya yang

paling tinggi. Agregat buatan dari plastik PET dan tanah diatomae 2:1 ini penulis namakan agregat PETOM 2:1.

Atas dasar pemikiran tersebut, dilakukan penelitian skripsi yang berjudul **“Studi Beton Ringan Dengan Agregat Buatan dari Plastik Jenis PET dan Tanah Diatomae”** dengan variasi substitusi agregat PETOM 2:1 terhadap batu apung 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan beton ringan berkualitas baik.



## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, masalah yang ingin dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara membuat agregat PETOM 2:1?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi agregat PETOM 2:1 dan agregat batu apung terhadap berat isi beton ringan?
3. Bagaimana pengaruh variasi komposisi agregat PETOM 2:1 dan agregat batu apung terhadap kuat tekan beton ringan?
4. Bagaimana pengaruh variasi komposisi agregat PETOM 2:1 dan agregat batu apung terhadap modulus elastisitas beton ringan?
5. Berapa persentase variasi komposisi agregat PETOM 2:1 dan agregat batu apung yang menghasilkan kuat tekan optimum?

## 1.3 Batasan Masalah

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

1. Semen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) tipe I merek semen jakarta.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam cilegon yang diperoleh dari toko material di Jakarta.
3. Bahan agregat alami dengan batu apung, sedangkan agregat buatan berupa campuran dari plastik jenis PET dan tanah diatomae.
4. Perbandingan agregat buatan menggunakan komposisi plastik PET : tanah diatomae 2:1.
5. Subtitusi agregat buatan terhadap batu apung yang digunakan adalah variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.
6. Pembuatan campuran beton menggunakan SNI 03-3449-2002 tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan.
7. Pengujian beton dilakukan pada saat beton umur 28 hari.
8. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
9. Kuat tekan rencana beton ringan 20 MPa.
10. Pengujian Kuat Tekan Beton mengacu pada SNI 1974-2011 menggunakan alat *Compression Testing Machine*.

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah diatas, maka dapat diketahui perumusan masalah, yaitu : “Apakah dengan agregat kasar PETOM 2:1 dapat meningkatkan kuat tekan beton ringan?”.

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan struktur dengan target kuat tekan 20 MPa pada umur 28 hari dari agregat kasar PETOM 2:1 yang akan dijadikan sebagai substitusi terhadap agregat batu apung dengan variasi agregat 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai metode pembuatan beton ringan dengan memanfaatkan limbah plastik PET dan tanah diatomae sebagai agregat kasar buatan dan juga sebagai rujukan bagi penelitian mahasiswa.

