

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Beton merupakan salah satu material dalam konstruksi bangunan yang terbuat dari semen *Portland*, agregat kasar, agregat halus, dan air. Beton memiliki beberapa kelebihan dibandingkan material lainnya, diantaranya memiliki kekuatan tekan yang besar jika dibandingkan dengan material baja, harga relatif murah, mudah dibentuk, tahan terhadap api dan bahan bakunya mudah diperoleh.

Beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya yang cukup tinggi sehingga beban mati struktur bangunan menjadi sangat besar. Peranan beban mati atau berat sendiri dalam struktur bangunan gedung bertingkat sangatlah dominan khususnya jika dilakukan analisa terhadap gempa. Semakin berat bangunan maka akan menyebabkan gaya inersia yang ditimbulkan semakin besar akibat berat sendiri bangunan. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengurangi berat beton yaitu dengan cara membuat beton ringan dengan menggunakan agregat ringan, dibuat tanpa pasir, dan juga dibuat berongga. Berkurangnya berat sendiri beton dapat menyebabkan pengaruh yang sangat besar dalam perencanaan bangunan gedung bertingkat.

Menurut SNI-03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Sedangkan menurut SNI 03-3449-2002, 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  $1850 \text{ kg/m}^3$  dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural.

Menurut Tjokrodimulyo (2007) pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar dan batu apung. Batu apung sebagai salah satu bahan agregat ringan merupakan batuan alami yang terbentuk dari pembekuan lava vulkanik gunung berapi dan memiliki *density* yang kecil yaitu antara  $300\text{-}800 \text{ kg/m}^3$  (ASTM C330-03, 1996). Batu apung memiliki sifat berpori dan dapat mengapung di atas air. Persentase penyerapan air oleh batu apung jauh lebih tinggi dibandingkan agregat normal, yaitu sebesar 32,98% (Geoffrey, 2012). Penyerapan air yang tinggi ini akan mempengaruhi campuran beton, karena air yang digunakan saat proses pencampuran beton akan terserap ke dalam batu apung dalam jumlah yang banyak. Dalam pengujian agregat yang telah dilakukan dari batu apung yang berasal dari cilegon (Lampiran 11) didapatkan hasil penyerapan sebesar 51,45%, nilai ini telah melewati batas penyerapan agregat kasar yang diijinkan yaitu 3% berdasarkan SNI 03-1969-1990. Sehingga dibutuhkan agregat ringan yang memiliki penyerapan yang rendah namun berat jenisnya masih memenuhi syarat agregat kasar ringan yaitu maksimum  $1,8 \text{ gr/cm}^3$  (SNI-03-2461-2002).

Plastik ada berbagai macam jenis, salah satu jenisnya adalah *Poly Ethylene Terephthalate* (PET). Plastik jenis PET adalah suatu resin polimer plastik termoplast dari kelompok poliester. PET banyak diproduksi dalam industri kimia dan digunakan dalam serat sintesis, botol minum dan wadah makanan. Kebanyakan (sekitar 60%) dari produksi PET dunia digunakan dalam serat sintesis, dan produksi

botol mencapai 30% dari permintaan dunia. Dalam penggunaannya di bidang tekstil, PET biasanya disebut dengan poliester saja. Hingga saat ini, PET paling banyak digunakan sebagai pembungkus makanan dan minuman. Limbah botol plastik jenis PET merupakan salah satu sampah plastik yang banyak kita temukan di dalam kehidupan sehari-hari. Konsumsi botol plastik yang banyak akan mengakibatkan kuantitas sampah plastik semakin besar dan menyebabkan masalah bagi banyak Negara di dunia termasuk Negara Indonesia. Hal ini dikarenakan plastik memiliki sifat sulit terdegradasi (*non-biodegradable*). Dalam BBC News pada tahun 2018, menjelaskan hasil penelitian terbaru dari lembaga Sustainable Waste Indonesia yang didanai Danone Aqua, bahwa dari 350.000 ton botol PET yang dikonsumsi setiap tahun secara nasional, sebanyak 216.047 ton di antaranya berhasil dikumpulkan kembali. Ini berarti 62% di antara botol plastik PET yang dikonsumsi sudah didaur ulang oleh industri plastiknya. Akan tetapi sebagian plastik tidak tertangani sehingga mencemari lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian Pratikto (2010), menunjukkan bahwa limbah botol plastik jenis *Poly Ethylene Terephthalate* (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  $1,338 \text{ gr/cm}^3$ . 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. Dibutuhkan material yang memiliki ukuran kecil untuk menutupi rongga yang terdapat pada agregat buatan PET. *Fly ash* menjadi

salah satu solusi yang digunakan sebagai *filler* untuk menanggulangi permasalahan permukaan agregat yang memiliki rongga. Diharapkan agar permukaan agregat buatan PET dapat lebih padat dan kasar.

*Fly Ash* (Abu Terbang) adalah material yang memiliki ukuran butiran yang halus berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara (Wardani, 2008). Abu terbang ditangkap oleh pengendap elektrostatik atau peralatan filtrasi partikel lain sebelum gas buang mencapai cerobong asap batu bara pembangkit listrik. Saat ini umumnya kegunaan *fly ash* batubara antara lain digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton, sebagai *filler* aspal, plastik, dan kertas, sebagai pengganti dan bahan baku semen, dan juga sebagai bahan baku keramik, gelas, dan batu bata (Wardani, 2008). Pada dasarnya abu batubara tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun karena ukurannya yang halus dan adanya air, silika oksida yang terkandung dalam abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk pada proses hidrasi semen, sehingga akan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan yang mengikat (Oscar, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Pratikto pada tahun 2010 dengan judul **“Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik jenis PET (*Poly Ethylene Terephthalate*).”** Variasi yang digunakan yaitu perbandingan campuran untuk setiap m<sup>3</sup> dengan tiga variasi yang berbeda. Kuat tekan optimum yang dihasilkan pada umur 28 hari sebesar 17,49 MPa pada Variasi III (Semen 263 kg, Pasir 420 kg, Air 238 kg, dan PET 530 kg) dengan berat isi beton ringan sebesar 1828,44 kg/m<sup>3</sup>, sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan struktural sesuai dengan SNI. 03-3449-1994.

Penelitian yang dilakukan Rommel (2013) dengan judul **“Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik”**. Agregat ini berasal dari limbah botol plastik jenis *High Density Poly Ethylene* (HDPE). Variasi yang digunakan yaitu perlakuan panas pada suhu 30°C, 45°C, 60 °C, 75 °C, 90 °C, dan 110 °C. Kuat tekan optimum yang dihasilkan pada umur 28 hari sebesar 13,16 MPa pada suhu 90°C dengan berat isi beton ringan didapatkan nilai sebesar 1373 kg/m<sup>3</sup>, sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan sesuai dengan SNI-03-2847-2002.

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% *pumice*) dengan berat isi sebesar 2170,53 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada persentase 0% kerikil (100% *pumice*) 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 dari pada *pumice* akan berpengaruh terhadap meningkatnya berat isi beton dan juga kuat tekan beton.

Penelitian yang dilakukan Sambowo pada tahun 2014 dengan judul **“Kuat Lentur dan Serapan Bunyi Panel Beton Agregat *Poly Ethylene Terephthalate* (PET).”** Terdapat tiga sampel yang terdiri dari agregat PET dengan limbah kertas, agregat PET dengan limbah sekam padi dan agregat PET dengan limbah serbuk kayu. Kuat lentur optimum yang dihasilkan berasal dari agregat kasar PET dengan campuran limbah serbuk kayu sebesar 1,82 MPa. Sedangkan pengujian redaman

bunyi optimum beton pada rentang frekuensi 250-2000 Hz yaitu dari agregat kasar PET dengan campuran limbah sekam padi sebesar 0,1 hingga 0,42. Berdasarkan pengujian kuat lentur, beton tersebut tidak memenuhi syarat sebagai panel dinding. Berdasarkan pengujian redaman bunyi, kemampuan beton tersebut rendah.

Untuk menjawab permasalahan berat jenis agregat batu apung yang terlalu rendah, dan juga penyerapan batu apung yang terlalu tinggi, dilakukan penelitian dengan membuat agregat kasar buatan yang terbuat dari campuran limbah botol plastik jenis PET dan limbah batubara *fly ash* dengan syarat berat jenis agregat yang tidak boleh melebihi  $1,8 \text{ gr/cm}^3$  yaitu syarat agregat kasar ringan dan juga penyerapan agregat yang tidak boleh melebihi 3%. Agregat ini dinamakan “Agregat FAPET,” yaitu agregat kasar ringan yang terbuat dari campuran *fly ash* dan limbah plastik jenis PET yang diharapkan mampu menghasilkan beton ringan berkualitas dengan berat jenis agregat yang cukup tinggi dibandingkan agregat batu apung. Pemilihan *Fly Ash* untuk dicampurkan dalam agregat FAPET untuk membuat permukaan agregat menjadi tidak berpori, lebih padat, serta meningkatkan kuat tekan beton.

Dalam pembuatan agregat FAPET telah dilakukan dua kali percobaan yang dibedakan dari perbandingan komposisi campuran *fly ash* dan PET dengan tujuan untuk mendapatkan kualitas agregat FAPET yang lebih baik. Pada percobaan pertama dibuat perbandingan *fly ash* 1 : 4 PET dan saat dilakukan uji keausan dengan mesin *Los Angles* menghasilkan keausan sebesar 32,99%. Selanjutnya pada percobaan kedua dibuat perbandingan *fly ash* 1 : 3 PET dan saat dilakukan uji keausan dengan mesin *Los Angles* menghasilkan keausan sebesar 28,55%. Berdasarkan nilai keausan dari kedua percobaan tersebut, diketahui bahwa agregat

FAPET dengan komposisi *fly ash* 1 : 3 PET menghasilkan keausan yang lebih rendah dibandingkan komposisi *fly ash* 1 : 4 PET dan sesuai dengan ketentuan keausan yang kurang dari 40% untuk digunakan dalam beton.

Atas dasar pemikiran tersebut, dilakukan penelitian skripsi yang berjudul **“Uji Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Ringan Dengan Agregat Kasar FAPET (*Double Blend Fly Ash* dan Plastik Jenis PET) Sebagai Substitusi Agregat Kasar Batu Apung”**, yang diharapkan mampu menghasilkan beton berkualitas baik dengan aplikasi yang ramah lingkungan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

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

1. Bagaimana cara membuat agregat FAPET?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi agregat FAPET dan agregat batu apung terhadap berat isi beton ringan?
3. Bagaimana pengaruh variasi komposisi agregat FAPET dan agregat batu apung terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan?
4. Bagaimana pengaruh variasi komposisi agregat FAPET dan agregat batu apung terhadap modulus elastisitas beton ringan?
5. Berapa persentase campuran optimum dari variasi komposisi agregat FAPET dan agregat batu apung yang memenuhi standar sebagai beton ringan struktural?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah yang ada supaya tidak terlalu luas, maka disini dibatasi masalahnya sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) tipe I yang didapat dari Batching Plant PT. Torsina.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam yang berasal dari kalimantan yang didapat dari Batching Plant PT. Torsina.
3. Perbandingan campuran yang digunakan dalam pembuatan agregat kasar FAPET yaitu sebesar *fly ash* 1 : 3 PET.
4. Proses pembuatan agregat FAPET yaitu dengan memanaskan plastik PET hingga melebur dan mencair yang selanjutnya akan dicampur dengan *fly ash*.
5. Agregat kasar yang digunakan menggunakan variasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% agregat FAPET yang di substitusikan terhadap agregat batu apung.
6. Pembuatan campuran beton menggunakan SNI 03-3449-2002 tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan.
7. Perhitungan rancangan campuran beton ringan memakai FAS 0,27 dengan kuat tekan yang direncanakan 17,24 MPa.
8. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
9. Pengujian beton dilakukan pada saat beton umur 28 hari.
10. Pengujian Kuat Tekan Beton menggunakan alat *Compression Testing Machine* dan mengacu pada SNI 1974-2011.
11. Pengujian Modulus Elastisitas menggunakan SNI 03-4169-1996 tentang Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton dengan Kompresor Ekstensometer

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah serta pembahasan masalah diatas, dapat diketahui perumusan masalah, yaitu: “Apakah dengan agregat kasar FAPET sebagai substitusi agregat kasar batu apung dapat meningkatkan uji kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan?”

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat tekan beton ringan struktural yang optimum yaitu diatas 17,24 MPa dan modulus elastisitas beton pada umur 28 hari dari agregat FAPET yang akan dijadikan sebagai substitusi terhadap agregat batu apung dengan variasi agregat 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca dari dua kegunaan. yaitu:

1. Dapat memanfaatkan limbah botol plastik jenis PET dan limbah batubara *fly ash* sebagai material alternatif dalam campuran beton sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
2. Dapat memberikan informasi mengenai metode pembuatan beton ringan dengan menggunakan agregat FAPET yaitu agregat kasar ringan dari limbah botol plastik jenis PET yang dicampur dengan limbah batubara *fly ash* dan juga sebagai rujukan bagi mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Negeri Jakarta dalam pembuatan tugas akhir agar dapat mengembangkan keilmuannya di kemudian hari.