

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengembangan bahan-bahan inovatif, yang berfokus pada potensi lokal dengan penggunaan bahan-bahan yang lebih mudah didapat, lebih murah, lebih mudah dalam pembuatannya, pemasangannya, pemeliharaannya, dan sesuai dengan fungsi konstruksinya serta pengaruhnya terhadap manusia dan dampak lingkungan. Hal ini dapat dikaitkan dengan peran masyarakat dalam mengatasi masalah besarnya berat konstruksi (Puro, 2014).

Dewasa ini dengan berkembangnya inovasi-inovasi pada teknologi beton, salah satunya adalah beton ringan. Pengertian beton ringan menurut Mulyono pada tahun 2004, adalah beton yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada beton pada umumnya. Kelebihan menggunakan beton ringan menurut Puro (2014), desain beton ringan fleksibel dan ekonomis, mengurangi penggunaan tulangan baja, ukuran struktur yang lebih kecil. Penggunaan beton ringan secara signifikan dapat mengurangi beban mati dibandingkan dengan beton normal, meningkatkan fungsional struktur, dan memudahkan pemasangan, sehingga dapat meningkatkan kekuatan struktur beton. Beton ringan tetap menjadi pilihan desainer karena lebih ekonomis dalam konstruksi, terutama pada proyek bangunan bertingkat.

Selain keuntungan menggunakan beton ringan, ada berbagai cara dalam pembuatan beton ringan, misalnya dengan menghilangkan agregat halus, dan menggunakan agregat ringan sebagai pengganti agregat normal. Penelitian mengenai beton ringan ini banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan berbagai jenis bahan dan campuran variasi lainnya. Selain itu, beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, dll), campuran antara semen, silika, pozolan, dll atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara.

Batu apung dapat menjadi salah satu agregat ringan yang dapat digunakan dalam membuat beton ringan. Limbong (2014) mendefinisikan batu apung sebagai batuan berwarna terang, banyak mengandung buih yang terbuat dari gelembung

berdinding gelas, dan biasa disebut sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batu apung merupakan agregat alami yang ringan dan umum digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Khairul Miswar pada tahun 2020, dengan banyaknya substitusi batu apung yang akan dicampur dengan berbagai variasi persentase yaitu 0%, 30%, 50% dan 100%. Hasil uji kuat tekan pada beton yang disubstitusi batu apung 30% dan 50% berturut-turut 10,7 MPa dan 7,96 MPa. Hal tersebut memenuhi syarat minimal untuk kuat tekan beton ringan pada pemakaian. Sementara itu pada beton substitusi batu apung 100% diperoleh hasil nilai kuat tekan sebesar 5,4 MPa. Membandingkan hasil pengujian dengan acuan dari berat jenis beton ringan, maka beton dengan pengganti batu apung 50% dan 100% yang diuji memenuhi persyaratan (ACI Committee 213R-87, 1999) untuk beton ringan struktural yaitu yaitu 1404 dan 864 kg/m³ di mana kisaran beton ringan sesuai dengan acuan adalah 800 – 1400 kg/m³.

Alasan menggunakan batu apung dibandingkan dengan agregat ringan lainnya antara lain batu apung lebih ringan dengan berat jenis 0,9-1,39 g/cm³ (D. Titisari, 1998), lebih ramah lingkungan, lebih mudah didapat dan lebih ekonomis karena tersedia sangat banyak di sekitar Pulau Jawa yang banyak dijumpai pegunungan serta belum optimal dalam pemanfaatannya. Selain batu apung adalah bahan penghantar panas yang jelek, bersifat asam, dan mengandung unsur silika dan alumina, sehingga sangat tahan terhadap asam atau air garam. Oleh karena itu menjadikan struktur memiliki umur yang relatif panjang (Sinarkoro, 2001). Namun, dengan sifat-sifat batu apung yang disebutkan di atas, terdapat pula kerugian menggunakan batu apung dalam membuat beton, yaitu batu apung memiliki kuat tekannya rendah berkisar antara 5 dan 7 MPa. Oleh karena itu, beton ringan tidak dapat menjadi beton dengan kekuatan tinggi (Ugur, 2003). Batu apung tidak hanya ringan, tetapi juga memiliki penyerapan air yang tinggi. Dalam uji pendahuluan yang telah dilakukan, penyerapan batu apung sebesar 35,081%. Daya serap air pada batu apung yang tinggi akan mempengaruhi beton, karena air yang digunakan saat pencampuran beton akan menyerap ke dalam batu apung dengan jumlah yang banyak.

Sampah plastik merupakan masalah yang kompleks di Indonesia bahkan dunia. Pada tahun 2017, sebuah penelitian yang dilakukan oleh peneliti Universitas

Georgia, Jenna R Jambeck menyebutkan bahwa pada 2010 ada 275 juta ton sampah plastik yang dihasilkan di seluruh dunia. Sementara itu sebanyak 4,8-12,7 juta ton di antaranya terbuang dan mencemari laut. Selain itu menurut The National Plastic Action Partnership (NPAP) pada tahun 2020, sampah plastik di Indonesia mencapai 6,8 juta ton sampah plastik per tahun dan jumlah tersebut akan terus tumbuh 5% setiap tahun. Konsumsi plastik tumbuh 5% per tahun berkisar dari tahun 2012-2016. Dari 70% sampah plastik di Indonesia, sekitar 4,8 juta ton per tahun dapat dikatakan salah dalam mengelola sampahnya. Ada sebanyak 48% sampah plastik dibakar secara terbuka, 13% dibuang ditempat pembuangan sampah resmi tetapi tidak dikelola, dan 9% bocor ke saluran air dan laut (620.000 ton sampah plastik). Disisi lain, proses penguraian plastik membutuhkan waktu 10 hingga 1000 tahun agar plastik terurai sempurna dan bila terurai, partikel dalam plastik akan mencemari air dan tanah. Melihat dari fenomena tersebut, salah satu cara untuk mengurangi sampah plastik yaitu dengan memanfaatkan limbah plastik.

Polyethylene terephthalate (PET) merupakan salah satu sampah plastik yang paling banyak digunakan pada botol kemasan air mineral, minyak goreng, botol sambal, botol obat dan botol kosmetik (Surono, 2013). Menurut Aranti et al (2016), PET memiliki sifat tidak elastis dan juga termoplastik. Artinya, lunak pada suhu tinggi tetapi mengeras pada suhu kamar. Sementara itu, *High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan plastik yang banyak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Mohtarom Riyadi (2015), plastik HDPE biasanya digunakan pada tas kain, botol deterjen, botol minyak, plastik tahan panas, pipa plastik, tas belanja dan kantong plastik. Harper (1975) mengungkapkan bahwa HDPE memiliki karakteristik material yang lebih kuat, lebih keras, buram dan tahan terhadap suhu tinggi. Berat jenis plastik HDPE berkisar 0,941-0,965 g/cm³ sehingga agregat kasar dari plastik ini akan lebih ringan jika dibandingkan dengan agregat konvensional dalam campuran beton (Rizqy & Nursyamsi, 2017). Melihat dari banyaknya penggunaan plastik dari tahun ke tahun ini menjadikan sampah plastik semakin banyak dan menumpuk begitu saja. Hal tersebut mendorong banyak penelitian yang memanfaatkan plastik menjadi agregat kasar ringan buatan dalam mengurangi permasalahan sampah plastik.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Soebandono B. dkk (2013), telah dilakukan penelitian mengenai “Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE (High Density Polyethylene)”. Dari penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton menurun seiring dengan penambahan kadar limbah plastik HDPE. Kuat tekan rata-rata untuk variasi campuran agregat kasar limbah plastik HDPE 0% , 10%, 15% dan 20% berturut-turut sebesar : 27,88 MPa; 15,67 MPa; 14,96MPa; 11,08 MPa. Untuk nilai kuat tarik beton juga menurun seiring dengan penambahan kadar limbah plastik HDPE. Kuat tarik rata-rata untuk variasi campuran agregat kasar limbah plastik jenis HDPE 0%, 10%, 15% dan 20% berturut-turut sebesar : 2,71 MPa; 2,34 MPa; 2,01 MPa; 1,72 MPa.

Untuk penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Iqbal dan Abdi Nasrullah pada tahun 2019, melakukan penelitian menggunakan plastik HDPE dan PET dengan judul “Analisa Pengaruh Substitusi Limbah Plastik Sebagai Agregat Kasar Terhadap kuat tekan beton”. Hasil penelitian menggunakan plastik HDPE dan PET pada persentase 20% kuat tekan beton tidak tercapai, sedangkan kuat tekan untuk beton normal sebesar 15,88 MPa, beton B.HDPE sebesar 12,01 MPa, beton B.PET menghasilkan 11,71 MPa, beton BC (HDPE dan PET) menghasilkan 12,39 MPa. Namun untuk berat beton, beton BC memiliki berat paling ringan. Beton normal, beton B.HDPE, beton B.PET, dan beton BC memiliki berat berturut-turut 2330 kg/m³, 2122 kg/m³, 2128 kg/m³, 2096 kg/m³. Beton BC yang mempunyai nilai paling optimum sebesar 12,39 MPa, tetapi tidak mencapai kuat tekan rencana 15 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Fauzan Apriyanto (2020), 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”. Dalam penelitian ini diperhatikan bahwa penggunaan agregat FAPET dapat meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Kuat tekan beton rata-rata dengan variasi substitusi agregat FAPET 0%; 25%; 50%; 75%; dan 100% pada umur 28 hari secara berturut-turut adalah 17,92 MPa, 18,75 MPa, 20,50 MPa, 20,68 MPa, dan 23,64 MPa. Serta nilai untuk modulus elastisitas rata-rata

secara berturut-turut adalah 21726,55 MPa, 23654,38 MPa, 24279,97 MPa, 30923,31 MPa, dan 31706, 68 MPa.

Sementara itu diantara jenis-jenis agregat ringan buatan menurut SNI 03 3449 2002, salah satunya adalah tanah diatomae yang banyak terdapat di Indonesia. Tanah diatomae adalah batuan sedimen ringan yang lunak dan banyak di endapan perairan besar di seluruh dunia. Menurut Hidayati (2007), dalam Rahmah et al (2011), tanah diatomae ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) adalah batuan sedimen silika yang terdiri dari sisa-sisa kerangka fosil dari tumbuhan air atau ganggang bersel tunggal. Kandungan kimia tanah diatomae terdiri dari 86% silika, 5% natrium, 3% magnesium dan 2% besi. Kadar senyawa silika dan struktur dari tanah diatomae bervariasi tergantung dari tempat dimana tanah diatomae berasal (Kristianingrum & Sulastri, 2008).

Tanah diatomae adalah bahan tambahan yang dapat disubstitusikan sebagian semen alami berdasarkan ASTM C 618 *Class N*. Sifat pozzolan dari tanah diatomae hampir sama dengan bahan pozzolan lainnya seperti *fly ash* dan metakaolin (Sanchez de Rojas (1999), dalam Maulani, (2016). Rahmah et al (2011) mengemukakan bahwa tanah diatomae memiliki karakteristik dasar yakni strukturnya yang unik, berat jenisnya rendah ($\pm 0,45 \text{ g/cm}^3$), permukaannya luas dan berpori-pori, berwarna putih-coklat tergantung kontaminasinya, kemampuan daya hantar listrik rendah serta tidak abrasif.

Tanah diatomae dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, diantaranya sebagai penyaring, material pengisi, bahan isolasi, amplas, bahan bangunan, campuran semen pozzolan, bahan katalis dan sumber silika (Kristianingrum & Sulastri, 2008). Selain itu, Maulani (2016) mengungkapkan bahwa tanah diatomae memiliki keunggulan sebagai bahan dasar yang berdaya serap yang tinggi, dapat diperbaharui, mudah diperoleh dengan harga yang cukup ekonomis dan bahan dasar yang merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat.

Dalam studi yang dilakukan oleh Husna dkk pada tahun 2021, mengenai “Sifat Beton Ringan Struktural dengan Agregat Ringan Buatan dari Tanah Diatomae di bawah Beban Tekan“. Penelitian dilakukan dengan menggunakan agregat kasar ringan yang terbuat dari tanah diatomae yang selanjutnya divariasikan menjadi 2 jenis, yaitu agregat kasar ringan tanah diatomae dan agregat kasar ringan

yang dibuat dari tanah diatomae dan 5% serbuk gergaji. Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan antara lain kuat tekan beton, modulus elastisitas, hubungan antara tegangan-regangan serta pola retak pada beton ringan. Dari penelitian ini dihasilkan nilai rata-rata kuat tekan terbesar beton yang terbuat dari agregat kasar buatan tanah diatomae yaitu sebesar 17,599 MPa. Sementara untuk nilai modulus elastisitas juga dihasilkan dari beton dengan agregat kasar buatan tanah diatomae yaitu 12110,11 MPa.

Berdasarkan dari latar belakang diatas, untuk mengatasi penyerapan air yang tinggi pada batu apung maka penelitian penulis akan memanfaatkan limbah plastik jenis HDPE dan PET dengan penambahan tanah diatomae menjadi agregat kasar ringan buatan dalam campuran beton ringan, karena limbah plastik jenis HDPE dan PET sangat melimpah, murah, dan mudah diperoleh. Serta alasan menggunakan tanah diatomae karena berat jenis tanah diatomae yang relatif rendah dan selama ini belum optimal dalam pemanfaatannya. Agregat kasar buatan ini diberi nama “agregat DIAHPET” yaitu agregat kasar ringan yang terbuat dari campuran tanah diatomae dan limbah plastik jenis HDPE dan PET yang diharapkan agregat ini dapat digunakan dalam beton ringan. Penggunaan tanah diatomae dalam pembuatan agregat DIAHPET untuk membuat permukaan agregat tidak licin, lebih padat, meningkatkan kuat tekan agregat, dan mnjadikan agregat tidak berpori.

Pada pembuatan agregat DIAHPET telah dilakukan 3 kali percobaan berbeda, yaitu dengan perbandingan antara tanah diatomae, limbah plastik HDPE dan limbah plastik PET untuk mendapatkan agregat DIAHPET. Percobaan pertama dengan perbandingan antara tanah diatomae, plastik HDPE dan plastik PET 1:1:3 dilakukan pengujian keausan dengan mesin *Los Angles* dan menghasilkan keausan sebesar 17,70%. Pada percobaan kedua dengan perbandingan antara tanah diatomae, plastik HDPE dan plastik PET 1:2:3 dilakukan juga pengujian keausan dengan mesin *Los Angles* dan menghasilkan keausan sebesar 16,48%. Serat pada percobaan terakhir dengan perbandingan antara tanah diatomae, plastik HDPE dan plastik PET 1:3:3 dilakukan juga pengujian keausan dengan mesin *Los Angles* dan menghasilkan keausan sebesar 11,91%. Berdasarkan hasil pengujian keausan terhadap ketiga percobaan tersebut, semua perbandingan lolos dan sesuai dengan ketentuan keausan yang kurang dari 40% untuk digunakan dalam membuat beton.

Namun hasil pengujian *Los Angles* terkecil terjadi pada perbandingan antara tanah diatomae, plastik HDPE dan plastik PET 1:3:3.

Selanjutnya pengujian untuk kuat tekan agregat yang dilakukan pada ketiga perbandingan antara tanah diatomae, plastik HDPE dan plastik PET, yaitu 1:1:3, 1:2:3, dan 1:3:3 berturut-turut 5 MPa, 6 MPa, dan 7 MPa. Pengujian berat jenis agregat DIAHPET 1:3:3 lebih rendah dibandingkan dengan perbandingan yang lainnya. Hasil pengujian berat jenis agregat DIAHPET 1:1:3, 1:2:3, dan 1:3:3 berturut-turut adalah 1,254 gram/cm³, 1,156 gram/cm³, 1,118 gram/cm³.

Maka, dalam penelitian ini penulis menggunakan agregat DIAHPET dengan perbandingan 1:3:3 karena melihat dari hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan, perbandingan agregat DIAHPET 1:3:3 cenderung menunjukkan performa terbaik diantara perbandingan agregat DIAHPET yang lainnya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan pada umur beton 28 hari dengan kuat tekan rencana 20 MPa serta kadar persentase substitusi agregat kasar ringan buatan DIAHPET terhadap batu apung 0%, 25%, 50% dan 75% dan 100%. Penulis berharap, beton ringan yang dihasilkan dapat memenuhi mutu yang disyaratkan dan menjadi beton yang ramah lingkungan, serta penelitian ini menghasilkan produk berupa *jobsheet* yang dapat digunakan dalam pembelajaran pada mata kuliah Praktik Uji Bahan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

- 1.2.1 Penggunaan beton ringan yang dapat mengurangi beban mati dibandingkan dengan beton ringan.
- 1.2.2 Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan, misalnya dengan menggunakan batu apung.
- 1.2.3 Sampah plastik yang mencemari lingkungan serta sulit untuk mengurai
- 1.2.4 Pemanfaatan limbah plastik jenis HDPE dan PET serta tanah diatomae sebagai agregat kasar buatan dalam pembuatan beton ringan.
- 1.2.5 Pembuatan agregat kasar buatan DIAHPET

- 1.2.6 Pengaruh kadar persentase agregat kasar ringan buatan DIAHPET dan agregat batu apung terhadap berat isi beton ringan.
- 1.2.7 Pengaruh kadar persentase agregat kasar ringan buatan DIAHPET dan agregat batu apung terhadap kuat tekan beton ringan.
- 1.2.8 Pengaruh kadar persentase agregat kasar ringan buatan DIAHPET dan agregat batu apung terhadap modulus elastisitas beton ringan.
- 1.2.9 Kadar persentase campuran dari variasi agregat DIAHPET dan batu apung yang dapat memenuhi standar sebagai beton ringan struktural.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian, maka beberapa batasan masalah ditentukan sebagai berikut:

- 1.3.1 Agregat kasar ringan alami menggunakan batu apung, sedangkan untuk agregat kasar ringan buatan menggunakan limbah plastik jenis HDPE dan PET serta tanah diatomae.
- 1.3.2 Perbandingan campuran yang akan digunakan dalam membuat agregat kasar ringan buatan antara tanah diatomae serta plastik jenis HDPE dan PET yaitu sebesar 1:3:3.
- 1.3.3 Pembuatan agregat buatan DIAHPET dengan cara meleburkan limbah plastik PET dan HDPE hingga mencair yang selanjutnya akan dicampurkan dengan tanah diatomae perlahan.
- 1.3.4 Kadar persentase substitusi agregat kasar ringan buatan DIAHPET terhadap batu apung 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.
- 1.3.5 Agregat halus yang digunakan adalah pasir beton alami jenis pasir Cilegon.
- 1.3.6 Semen yang digunakan yaitu jenis semen portland jenis I dengan merk Semen Jakarta.
- 1.3.7 Pembuatan campuran beton menggunakan pedoman SNI 03-3449-2002 tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan.
- 1.3.8 Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

- 1.3.9 Perhitungan rancangan campuran beton ringan dengan nilai FAS 0,39 dan kuat tekan rencana beton adalah 20 MPa.
- 1.3.10 Pengujian dilakukan pada saat umur beton ringan 28 hari.
- 1.3.11 Pengujian yang dilakukan yaitu berat isi beton, kuat tekan beton, dan modulus elastisitas.
- 1.3.12 Pengujian kuat tekan beton ringan menggunakan alat *Compression Testing Machine* dan mengacu pada pedoman SNI 1974-2011.
- 1.3.13 Pengujian modulus elastisitas beton ringan menggunakan Alat Kompresor ekstensometer dan mengacu pada pedoman SNI 03-4169-1996.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada identifikasi masalah dan pembatasan masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana pengaruh penggunaan dari agregat kasar ringan buatan DIAHPET sebagai substitusi terhadap batu apung dalam campuran beton ringan terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan?”

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton ringan struktur dengan target kuat tekan 20 MPa dan modulus elastisitas beton ringan pada umur beton ringan 28 hari dari agregat ringan buatan DIAHPET terhadap batu apung dengan kadar persentase agregat 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

1.6 Manfaat Penelitian

- 1.6.1 Memanfaatkan tanah diatomae, limbah plastik HDPE dan limbah plastik PET yang belum optimal dalam pemanfaatannya guna mengurangi pencemaran lingkungan.
- 1.6.2 Memberikan informasi serta referensi pada penelitian selanjutnya mengenai cara pembuatan beton ringan dari agregat ringan buatan DIAHPET
- 1.6.3 Memberikan informasi mengenai prosedur kerja dalam pembuatan dan pengujian beton ringan dengan menggunakan agregat buatan DIAHPET dalam produk akhir berupa *jobsheet*.