

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemampuannya yang kuat terhadap tekan dan adaptif terhadap berbagai desain struktur menjadikan beton sebagai material konstruksi yang umum digunakan diberbagai industri konstruksi (Santosa, 2019). Menurut Humaidi et al. (2019), kekuatan beton dapat ditingkatkan dengan faktor air semen yang rendah namun menghasilkan *workability* yang terbatas. Akibatnya, beton konvensional sering kali mengalami permasalahan berupa terbentuknya rongga-rongga besar seperti sarang lebah pada area yang padat tulangan karena sulit dijangkau saat pemadatan (Alkhaly & Ihsan, 2019). Kesulitan saat pemadatan memperlambat waktu pekerjaan dan menuntut tenaga kerja yang terampil. Pemadatan yang tidak sempurna dapat menurunkan kekuatan dan durabilitas beton akibat korosi pada tulangan (Hadi et al., 2021).

Inovasi beton sebagai material konstruksi sangat diperlukan saat ini guna mempermudah proses pelaksanaan konstruksi (Fauzi Akbar et al., 2023). Salah satu inovasi untuk mengatasi permasalahan tersebut dikembangkan oleh Okamura di Jepang pada tahun 1986, yaitu dengan menggunakan self compacting concrete yang dalam proses penempatan dan pemadatannya tidak memerlukan getaran (Okamura & Ouchi, 2003). Kemampuan self compacting concrete untuk memadat sendiri dapat meningkatkan efisiensi waktu pengecoran, mengurangi jumlah tenaga kerja yang akan membuat lebih hemat biaya, mencegah risiko kecelakaan kerja, mereduksi polusi suara di sekitar area konstruksi, dan efektif untuk mendapatkan kepadatan optimal pada beton (Schutter et al., 2008). Pada praktiknya, keterbatasan pemahaman teknis dalam proses desain pencampuran dan perbedaan karakteristik bahan lokal menjadi permasalahan tersendiri di Indonesia karena tidak ada pedoman khusus yang mengatur hal tersebut, sehingga perlu dilakukannya penyesuaian desain pencampuran untuk memperoleh self compacting concrete dengan performa yang optimal (Nicolaas & Slat, 2019).

Okamura & Ouchi (2003) membatasi penggunaan agregat kasar hingga 50% dari total volume padat dan penggunaan agregat halus hingga 60% dari total volume mortar, serta menambahkan penggunaan *superplasticizer* dan penggunaan bahan bubuk untuk meningkatkan performa *self compacting concrete*. Sebaliknya pada beton normal, penggunaan agregat kasar berkisar antara 54%-75% dan agregat halus berkisar antara 25%-46% (SNI 7656:2012). Pembalikan komposisi agregat kasar yang lebih sedikit berkontribusi terhadap penerapan *green building* dengan meminimalisir emisi gas rumah kaca dan debu dari penggunaan alat atau mesin untuk mendistribusikan batu alam menjadi batu pecah serta mencegah kerusakan alam yang signifikan terhadap sungai. Yan et al. (2010) menunjukkan bahwa industri konstruksi menyumbang sebesar 12%-17% emisi gas rumah kaca melalui pengangkutan bahan bangunan dan konsumsi energi peralatan konstruksi.

Untuk mengoptimalkan performa *self compacting concrete*, penting mengeksplorasi alternatif bahan tambah lokal, salah satunya menggunakan Tanah Diatom yang berada di Desa Lampanah, Kecamatan Seulimum, Kabupaten Aceh Besar. Tanah Diatom merupakan material *pozzolanic alami* yang kaya akan silika (SiO_2), dan dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam penyemenan (Kipsanai et al., 2022). Memanfaatkan Tanah Diatom dengan partikel ultra halus berperan menghasilkan struktur yang lebih padat, dan menawarkan daya tahan yang lebih besar pada beton (Barreto & Bautista, 2024). Penelitian Emi (2017), menunjukkan hasil kuat tekan beton menurun seiring peningkatan kadar Tanah Diatom, namun kategori beton struktural masih dapat diperoleh hingga kadar 15% sesuai dengan ketentuan SNI 03-6468-2000, dan disarankan melakukan kalsinasi Tanah Diatom pada suhu yang lebih tinggi dari 600°C untuk menghasilkan nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi.

Penelitian eksperimental ini bertujuan untuk menentukan karakteristik *self compacting concrete* hasil modifikasi beton normal untuk aplikasi pekerjaan struktur dengan berfokus pada *workability*, kekuatan tekan dan kuat tarik belah pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, dan 40 MPa di umur 7 hari dan 28 hari melalui modifikasi rancangan campuran beton (*mix design*) yang mengacu pada SNI 7656:2012.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar proporsi SCC hasil modifikasi beton normal dengan penambahan Tanah Diatom pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, dan 40 MPa.
2. Seberapa besar pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC dengan penambahan Tanah Diatom terhadap sifat fisis SCC segar pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, dan 40 MPa.
3. Seberapa besar pengaruh SCC hasil modifikasi beton normal dengan penambahan Tanah Diatom terhadap sifat mekanis berupa kuat tekan dan kuat tarik belah dalam menentukan keandalannya untuk aplikasi pekerjaan struktur pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, dan 40 MPa.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya proporsi SCC hasil modifikasi beton normal dengan penambahan Tanah Diatom pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa.
2. Mengetahui besarnya pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC dengan penambahan Tanah Diatom terhadap sifat fisis SCC segar pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa.
3. Mengetahui besarnya pengaruh SCC hasil modifikasi beton normal dengan penambahan Tanah Diatom terhadap sifat mekanis berupa kuat tekan dan kuat tarik belah dalam keandalannya untuk aplikasi pekerjaan struktur pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, adapun manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan acuan teknis bagi praktisi dan peneliti dalam menentukan proporsi campuran SCC hasil modifikasi beton normal dengan penambahan Tanah Diatom untuk penerapan yang tepat di lapangan.

2. Menyediakan data empiris terbaru mengenai pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah Tanah Diatom terhadap sifat dan karakteristik beton pada mutu rencana 30 MPa, 35 MPa, dan 40 MPa.
3. Penelitian ini mendukung penerapan *green building* dalam dunia konstruksi khususnya pada industri beton dengan memanfaatkan sumber daya lokal berupa Tanah Diatom yang mendorong pengembangan teknologi beton berkelanjutan.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Untuk mencegah pembahasan yang terlalu luas maka diberikan batasan sebagai berikut

1. Tanah Diatom yang digunakan berasal dari Desa Lampanah, Aceh Besar.
2. *Superplasticizer* yang digunakan berjenis PCE (*Polycarboxylate Ether*), merek Sika *Viscocrete* 8045 P berasal dari PT. Sika Indonesia cabang Medan.
3. Metode perancangan campuran beton menggunakan SNI 7656:2012 dan pengujian sifat fisis SCC segar mengacu pada EFNARC (2005).

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan melakukan pembalikan proporsi agregat kasar terhadap agregat halus dalam rancangan campuran beton lalu dinormalisasikan untuk memperoleh volume *absolut* yang mengacu pada SNI 7656:2012 dengan penambahan Tanah Diatom sebesar 15% dari total berat semen dan *superplasticizer* sebesar 0,8% dari total berat binder untuk memenuhi karakteristik SCC berdasarkan standarisasi EFNARC (2005). Benda uji dicetak menggunakan bekisting silinder berukuran 15x30 cm untuk kemudian dilakukan pengujian sifat mekanis pada umur 7 hari dan 28 hari. Penelitian diawali dengan tahapan studi literatur, persiapan material, perancangan campuran beton, pengecoran, pengujian sifat fisis SCC segar melalui *Slump flow*, *V-funnel*, *L-shape box*, dan *J-ring*, pencetakan benda uji, perawatan beton (*curing*), dan pengujian sifat mekanis. Data hasil pengujian dianalisis untuk menentukan kemampuannya dalam memenuhi karakteristik SCC dan mengetahui keandalannya untuk aplikasi pekerjaan struktur.

1.7 Hasil Penelitian

Hasil modifikasi beton normal menjadi SCC dengan penambahan Tanah Diatom mampu memenuhi seluruh karakteristik SCC. Hal ini diperlihatkan pada pengujian T500, diperoleh waktu 4,53 detik pada mutu 30 MPa, 4,14 detik pada mutu 35 MPa, dan 3,66 detik pada mutu 40 MPa dengan kelas seluruhnya adalah VS2. Pada pengujian *Slump flow*, nilai diameter sebesar 714,00 mm (SF2) pada mutu 30 MPa, 748,83 mm (SF2) pada mutu 35 MPa, dan 779,50 mm (SF3) pada mutu 40 MPa. Pada pengujian *V-funnel*, nilai waktu pengaliran yaitu 6,99 detik pada mutu 30 MPa, 6,11 detik pada mutu 35 MPa, dan 6,08 detik pada mutu 40 MPa dengan kelas seluruhnya VF1. Pada pengujian *L-shape box*, nilai *blocking ratio* adalah 1 pada seluruh mutu rencana dengan kategori PA2. Sementara itu pada pengujian *J-ring*, nilai *blocking step* diperoleh sebesar 0,12 mm pada mutu 30 MPa, 0,08 mm pada mutu 35 MPa, dan 0,04 mm pada mutu 40 MPa, di mana seluruhnya memenuhi persyaratan *blocking step* (≤ 10 mm). Berdasarkan hasil tersebut, terlihat adanya peningkatan pada nilai *Slump flow* dan penurunan waktu pada *V-funnel* seiring kenaikan mutu rencana, sedangkan *L-shape box* konstan pada seluruh mutu. Pada *J-ring*, terjadi penurunan nilai *blocking step* yang menunjukkan peningkatan kemampuan *passing ability* pada mutu yang lebih tinggi.

Pada pengujian sifat mekanis SCC, kuat tekan dengan mutu rencana 30 MPa diperoleh nilai 29,12 MPa, mutu rencana 35 MPa diperoleh nilai 31,84 MPa, dan mutu rencana 40 MPa diperoleh nilai 37,46 MPa. Nilai kuat tekan mengalami penurunan yaitu sebesar 2,93% pada mutu rencana 30 MPa, 9,03% pada mutu rencana 35 MPa, dan 6,35% pada mutu rencana 40 MPa. Pada pengujian kuat tarik belah diperoleh nilai secara berurut sebesar 3,7 MPa, 3,84 MPa, dan 4,21 MPa. Meskipun terdapat penurunan pada keseluruhan mutu rencana, hasil yang diperoleh masih memenuhi kategori beton struktural sesuai dengan SNI 2847:2019 sehingga masih dapat diandalkan untuk aplikasi pekerjaan struktur.