

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton normal merupakan jenis beton yang paling umum digunakan dalam konstruksi, dengan berat isi 2.200-2.400 kg/m³. Beton normal terdiri dari agregat alami yaitu pasir, kerikil atau batu pecah sebagai pengisi dan semen sebagai pengikat, dengan persyaratan penggunaannya diatur dalam SNI 2847:2019. Beton normal memiliki berbagai keunggulan, antara lain kekuatan yang tinggi, tahan terhadap api dan cuaca, mudah dalam pengerjaan, bahan baku yang mudah diperoleh serta biaya yang relatif (Amna et al., 2017). Menurut Amran et al., (2024) kelemahan dari beton normal adalah rentan terhadap segregasi, yaitu pemisahan komponen material dalam campuran beton segar, serta *bleeding* yaitu naiknya air ke permukaan beton yang mengakibatkan porositas beton. (Arizki et al., 2015).

Tantangan yang dihadapi pada beton normal adalah nilai *slump* yang umumnya rendah sehingga menghasilkan *workability* terbatas (Humaidi et al., 2016). Sementara itu permasalahan utama dalam konstruksi beton adalah kebutuhan pemadatan beton yang baik memerlukan tenaga kerja yang terampil untuk mencapai ketahanan optimal. Namun, keterbatasan tenaga kerja terampil berdampak negatif pada kualitas pemadatan beton (Bachtiar, 2017). Tantangan lain dalam proses pengecoran beton normal adalah permasalahan efisiensi waktu akibat lokasi pengecoran yang sulit dijangkau dan jarak antar tulangan yang terlalu rapat, sehingga menyulitkan penggunaan alat *vibrator* (Hadi et al., 2021)

Salah satu solusi untuk memperoleh struktur beton dengan kepadatan dan ketahanan lebih baik adalah dengan menggunakan *Self Compacting Concrete*. SCC dikembangkan oleh Okamura di Jepang pada pertengahan tahun 1980-an dan mulai digunakan pada tahun 1990-an. Salah satu keunggulannya adalah kemampuan menjangkau dan mengisi ruang tanpa mengalami *bleeding* maupun segregasi (Jepriani et al., 2022). Keunggulan tersebut meningkatkan efisiensi waktu pengecoran, dan kebutuhan tenaga kerja, serta mengurangi kebisingan pada area

konstruksi (Nicolaas & Slat, 2019). Sementara itu, pengembangan SCC di Indonesia menghadapi tantangan kompleks berupa variasi karakteristik material lokal yang bervariasi di setiap daerah, serta tingkat kesulitan dalam pengaturan proporsi campuran, seperti rasio *air-powder*, perbandingan agregat halus dan kasar, serta dosis *superplasticizer* (Morib et al., 2024). Faktor lain dalam pengembangan SCC adalah biaya produksi yang lebih tinggi dan penggunaan semen portland lebih banyak dibandingkan dengan beton konvensional (Johannes et al., 2022)

Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah dalam campuran SCC merupakan inovasi penting dalam material konstruksi beton. *Fly ash* hasil pembakaran batubara dimanfaatkan sebagai sumber material pembentuk binder dalam campuran beton (Much Suranto et al., 2024). Menurut penelitian Wijaya et al., (2021) *fly ash* merupakan jenis pozzolan yang mengandung silika (SiO_2) sebesar 58,75%. Penambahan *fly ash* dalam campuran beton dapat mengisi celah antar butiran agregat, mengurangi porositas, meningkatkan kepadatan beton, serta meningkatkan kekuatan beton dan ketahanan beton (Luan, 2020). *Fly ash* memiliki kemampuan untuk mengurangi gesekan antarbutir agregat sehingga meningkatkan *flowability* beton (Bagus Jaelani, 2024). menurut Alkhaly & Ihsan (2019) penambahan *fly ash* pada kadar 10%, 15%, dan 20% pada SCC meningkatkan kuat tekan SCC, dengan rasio kuat tekan terhadap binder antara 7,12 sampai 8,15. Namun pada kadar 20% terjadi penurunan *flowability* dan *workability* SCC.

Berdasarkan uraian tersebut dengan merencanakan kuat tekan 30-40 MPa dan pembalikan proporsi agregat kasar menjadi proporsi agregat halus yang menyerupai proporsi dari *Self Compacting Concrete* (SCC), maka dilakukan studi eksperimental. Studi eksperimental dilakukan untuk mengamati karakteristik modifikasi beton normal menjadi SCC dengan bahan tambah *fly ash*. Studi eksperimental ini berfokus pada kemudahan dalam proses pengolahan beton, pengujian sifat fisis SCC segar berupa *V-funnel*, *J-ring*, *L-shape box*, dan *Slump flow*, kekuatan tekan, dan kuat lentur pada umur 28 hari serta hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur dengan rancangan proporsi mengacu pada SNI 7656:2012. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan data mengenai perilaku beton hasil modifikasi tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Sebagaimana telah dijelaskan pada latar belakang bahwa modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* memiliki pengaruh langsung pada kinerja beton, maka didapatkan rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proporsi SCC berdasarkan modifikasi campuran beton normal dengan bahan tambah *fly ash* pada mutu 30, 35, dan 40 MPa.
2. Bagaimana pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat fisis SCC segar pada mutu 30, 35, dan 40 MPa.
3. Bagaimana pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat mekanis berupa kuat tekan dan kuat lentur pada mutu 30, 35, dan 40 MPa.

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui bagaimana proporsi SCC berdasarkan modifikasi campuran beton normal berbahan tambah *fly ash* pada mutu 30, 35, dan 40 MPa.
2. Mengetahui besarnya pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat fisis SCC segar pada mutu 30, 35, dan 40 MPa.
3. Mengetahui besarnya pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat mekanis beton berupa kuat tekan dan kuat lentur pada mutu 30, 35, dan 40 MPa.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menyediakan data empiris baru yang memperkaya pemahaman tentang bagaimana modifikasi beton normal menjadi SCC mempengaruhi sifat-sifat beton, terutama pada beton dengan mutu 30, 35, dan 40 MPa, sehingga dapat

memberikan konstruksi yang lebih efisien dan berkelanjutan serta memberikan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan pada pelaksanaan konstruksi.

2. Penelitian ini mendukung implementasi teknologi hijau dalam industri konstruksi dengan memanfaatkan bahan tambah *fly ash* yang tidak hanya meningkatkan peforma beton tetapi juga berkontribusi dalam upaya mengurangi limbah *fly ash* dan pelestarian lingkungan serta mengurangi penggunaan batu pecah yang diambil dari daerah aliran sungai, dan membantu mencegah kerusakan habitat alami.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah direncanakan, maka harus diberikan batasan-batasan untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah material yang digunakan meliputi:

1. *fly ash* sebagai *admixture* yang berasal dari PLTU Nagan Raya, Aceh Barat
2. *Superplasticizer* sebagai *additive* merk Sika tipe Viscorete 8045P yang berasal dari PT. Sika Indonesia cabang Medan, Sumatera Utara.

1.6 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan fokus melakukan modifikasi pada beton normal menjadi SCC dengan penambahan *admixture* berupa *fly ash* dan *additive* berupa *superplasticizer* pada mutu 30, 35, dan 40 MPa. Tahapan awal penelitian adalah perancangan campuran beton normal dengan acuan SNI 7656:2012, kemudian dilanjutkan dengan metode pembalikan agregat kasar dan agregat halus dan normalisasi volume. Selanjutnya dilaksanakan *trial* penggunaan *superplasticizer* untuk memperoleh karakteristik SCC segar berdasarkan acuan EFNARC 2005.

Pembuatan sampel dilakukan dengan mencampurkan campuran beton dan dicetak pada silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 18 sampel dan balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm sebanyak 9 sampel. Selanjutnya dilakukan *curing* selama 28 hari dan dilakukan pengujian sifat mekanis beton berupa kuat tekan dengan standar SNI 1974-2011 dan kuat lentur dengan standar SNI 03-4431-2011 guna memperoleh data yang representatif terhadap kinerja

struktural beton. Hasil pengujian tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi campuran terhadap performa SCC.

1.7 Hasil Penelitian

Hasil penelitian pada beton normal yang dimodifikasi menjadi SCC dengan penambahan *fly ash* memenuhi seluruh karakteristik SCC. Hasil ini diperlihatkan pada nilai diameter *Slump flow* yaitu 735,50 mm dengan kategori SF2 pada mutu 30 MPa, 766,50 mm dengan kategori SF3 pada mutu 35 MPa, dan 799,50 mm dengan kategori SF3 pada mutu 40 MPa. Pada pengujian *L-shape box* nilai *blocking ratio* yaitu 0,96 pada mutu 30 MPa, 0,97 pada mutu 35 MPa, dan 0,98 pada mutu 40 MPa dengan kategori pada semua mutu rencana adalah *L-box* PA2. Pada pengujian *V-funnel* nilai waktu pengaliran *V-funnel* yaitu 6,45 detik pada mutu 30 MPa, pada mutu 35 MPa adalah 7,33 detik, dan pada mutu 40 MPa adalah 7,92 detik dengan kategori pada seluruh mutu rencana adalah VF1. Sementara itu pada pengujian *J-ring* diperoleh nilai *blocking step PJ* adalah 0,20 mm pada mutu 30 MPa, pada mutu 35 MPa adalah 0,17 mm, dan pada mutu 40 MPa adalah 0,08 mm dan memenuhi persyaratan *blocking step PJ* ≤ 10 mm pada seluruh mutu rencana. Berdasarkan hasil tersebut dapat terlihat adanya kenaikan hasil pengujian *Slump flow*, *V-funnel*, dan *L-shape box* yang berbanding lurus dengan kenaikan mutu rencana. Sementara itu pada pengujian *J-ring* adanya penurunan nilai hasil yang berbanding terbalik dengan peningkatan mutu rencana.

Pada pengujian sifat mekanis SCC diperoleh hasil bahwa kuat tekan SCC memenuhi 100% kekuatan tekan mutu rencana. Hal ini terlihat pada kuat tekan mutu 30 MPa diperoleh hasil 30 MPa, pada mutu 35 MPa diperoleh nilai 35,72 MPa, dan mutu 40 MPa diperoleh nilai 46,06 MPa. Namun terjadi penurunan kuat tekan SCC dengan beton normal sebesar 28,93% pada mutu 30 MPa, 10,16% pada mutu 35 MPa, dan pada mutu 40 MPa sebesar 0,65%. Pada pengujian kuat lentur diperoleh nilai 5,25 MPa, 5,85 MPa, dan 6,48 MPa dan terdapat kenaikan nilai kuat lentur sebesar 9,83%, 2,45%, dan 20,42% dari kuat lentur pada beton normal.