

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Morib et al., (2024) penggunaan beton pada konstruksi bangunan tinggi, jembatan ataupun struktur dengan beban yang sangat berat membutuhkan properti fisis dan mekanis yang baik. Pengecoran di daerah dengan tulangan rapat membutuhkan beton dengan standar *workability* yang tinggi namun tetap menghasilkan beton mutu tinggi. Mutu beton yang tinggi diperoleh dengan cara mengurangi perbandingan berat air dan berat semen atau memperkecil fas yang berakibat pada menurunnya tingkat workabilitas beton, sulitnya pemasakan dan kemungkinan terjadinya *void*/rongga di dalam beton akibat pemasakan yang tidak sempurna. Untuk menjawab tantangan tersebut diperlukan material beton yang baik diukur dari kekuatan (*strength*), keawetan (*durability*) dan tingkat kemudahan dalam pekerjaan (*workability*) yang sangat ditentukan oleh material penyusun, rancangan campuran (*mix design*), proses pembuatan (pencampuran, pengangkutan, penuangan dan pemasakan) serta perawatan beton setelah mengeras sampai beton memiliki kekuatan penuh.

Salah satu solusi untuk memperoleh beton yang kepadatan dan ketahanan yang baik yaitu dengan menggunakan *Self Compacting Concrete* (SCC). SCC merupakan salah satu jenis beton yang dikembangkan oleh ilmuwan dari Jepang pada pertengahan tahun 1980-an, untuk mencapai struktur beton yang tahan lama. Menurut Okamura, (2003) SCC adalah beton yang memiliki tingkat kecairan sangat tinggi sehingga beton ini sangat mudah mengisi ruang-ruang dalam cetakan tanpa memerlukan alat pengetar untuk mempercepat proses pemasakannya. Pada kondisi segar beton ini memiliki *viskositas* dan konsistensi yang baik dan dapat dikerjakan tanpa mengalami segregasi ataupun *bleeding* meskipun masuk ke dalam celah-celah diantara tulangan yang cukup rapat atau jarak antara tulangan yang sempit. Saat beton telah mengeras beton menjadi lebih padat, *bekisting* homogen dan memiliki

properti mekanik dan durabilitas yang serupa dengan beton *konvensional* bahkan memiliki kinerja yang jauh lebih baik.

SCC memiliki banyak keutungan diantaranya adalah mampu meminimalisir waktu pekerjaan, mutu dan kemudahan penggerjaan. Karena tidak membutuhkan proses pemadatan, sehingga dapat mengurangi jumlah tenaga kerja dan peralatan yang dibutuhkan, serta dapat meningkatkan keamanan tenaga kerja. Keunggulan lain yang dapat diperoleh dari penggunaan SCC ini yaitu mampu mengurangi permeabilitas dan absorpsi dari beton sehingga permukaan beton menjadi halus dan campurannya tidak terbatas (Rodhi & Desiana, 2021)

Berbagai inovasi terus dilakukan dalam pembuatan SCC untuk meningkatkan kualitas, efisiensi, dan keberlanjutannya di industri konstruksi. Salah satunya penggunaan *Fly ash* (FA) yang menjadikan beton mutu tinggi ramah lingkungan. Penggunaan *fly ash* sebanyak 15% dari semen dalam penelitian eksperimental ini dimaksudkan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kinerja SCC. Penggunaan *fly ash* dalam campuran beton adalah sebagai material bahan tambah dalam adukan beton.

Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah dalam pembuatan SCC merupakan suatu trobosan baru yang cukup berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut, selain bahan baku yang mudah diperoleh dan dapat menghemat biaya, *fly ash* juga berperan penting untuk meningkatkan *flow ability* dan dapat meningkatkan kuat tekan beton. Menurut Nindya et al, (2016) *fly ash* atau abu terbang berasal dari limbah pembakaran batubara, yang dialirkan dari ruang pembakaran., *fly ash* berupa serbuk yang sangat ringan dan berwarna keabu-abuan. *fly ash* juga merupakan material oksida anorganik yang mengandung silika (SiO₂) sebanyak 58,20%. *fly ash* termasuk dalam limbah B3 dengan kode D223 dengan pencemaran utama logam berat berdasarkan Permen No 18 Tahun 1999 apabila tidak di kelola dan dimanfaatkan dengan baik, walaupun permen ini sudah ada perubahan ke PP No 22 Tahun 2021 yang menetapkan *fly ash* tidak lagi dikatagorikan sebagai limbah B3 yang berbahaya apabila dimanfaatkan dengan baik dan benar. *fly ash* digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk meningkatkan kekentalan beton untuk menghindari *bleeding* dan *segregasi* (Morib et al., 2024)

Penelitian ini signifikan untuk dilakukan karena dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas beton, khususnya dengan memodifikasi beton normal menjadi SCC yang memiliki performa lebih baik dalam hal kekuatan dan daya tahan. Selain itu, penelitian ini mengusung pemanfaatan limbah dan material lokal dengan menggunakan *fly ash* sebagai bahan tambah pada SCC yang mendukung upaya keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan dalam industri konstruksi.

Penelitian ini akan memfokuskan pada evaluasi sifat fisis dan sifat mekanis. Pengujian sifat fisis beton segar akan mencakup pengukuran *Slump flow*, *V-funnel*, *L-shape box*, *J-ring*, dan sifat fisis beton keras yaitu permeabilitas dan absorpsi ini akan dilakukan setelah umur beton 28 hari. Untuk menilai *workability* dan kemampuan alir beton. Sementara itu, sifat mekanis akan dievaluasi melalui uji kekuatan tekan pada umur 28 hari. Semua pengujian ini akan dilakukan sesuai dengan berpanduan pada EFNARC 2005 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656:2012 untuk memastikan bahwa hasilnya memenuhi kriteria kualitas yang ditetapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan judul yang ditetapkan dan tujuan yang akan dicapai, dapat dirumuskan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh proporsi penambahan *fly ash* pada modifikasi beton normal menjadi SCC dengan mutu rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa?
2. Bagaimana pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat fisis beton segar dan beton keras berupa absorpsi, dan permeabilitas pada mutu rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa?
3. Bagaimana pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat mekanis berupa kuat tekan pada mutu rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh proporsi penambahan *fly ash* pada modifikasi beton normal menjadi SCC dengan mutu kuat tekan rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.
2. Untuk mengetahui besarnya pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat fisis beton segar dan sifat fisis beton keras absorpsi, dan permeabilitas pada mutu rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.
3. Mengetahui besarnya pengaruh pengaruh modifikasi beton normal menjadi SCC berbahan tambah *fly ash* terhadap sifat mekanis berupa kuat tekan, pada mutu rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan data empiris baru yang memperkaya pemahaman tentang pengaruh penambahan *fly ash* terhadap beton normal menjadi SCC dengan mutu rencana 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.
2. Penelitian ini mendukung pemanfaatan bahan limbah lokal dengan memanfaatkan *fly ash* dan menjadi trobosan baru tentang pengaruh penambahan *fly ash* pada proporsi beton normal menjadi SCC.
3. 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 *global warming* dan pelestarian lingkungan.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Pembatasan dan cakupan diperlukan dalam penelitian untuk menjaga fokus dan relevansi. Pembatasan masalah yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan yaitu:
 - a. *fly ash* sebagai *admixture* yang berasal dari PLTU Nagan Raya;
 - b. *Superplasticizer* sebagai *additive* merek Sika tipe Viscorete 8045P.

2. Metode perancangan campuran beton menggunakan SNI 7656-2012 dan pengujian sifat fisis SCC segar menggunakan EFNARC 2005;
3. Pengujian karakteristik SCC meliputi:
 - a. Pengujian sifat fisis beton segar berupa:
 - Kemampuan *filling ability (Slump flow test)*.
 - Kemampuan *filling ability and Segregation resistance (V-funnel)*
 - Kemampuan *passing ability and blocking (L-Box)*
 - Kemampuan *filling ability and passing ability (J-ring)*
 - b. Pengujian sifat fisis beton keras berupa:
 - Absorpsi
 - Permeabilitas
 - c. Pengujian sifat mekanis beton pada penelitian ini berupa kuat tekan.
4. Mutu rencana adalah 15 MPa, 20 MPa dan 25 MPa.
5. Perawatan benda uji menggunakan metode perawatan normal (*normal curing*).

1.6 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan metode penelitian *eksperimental*, benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton yang dibuat langsung di laboratorium. Tahapan pembuatan benda uji dimulai dengan cara merancang proporsi campuran beton menggunakan metode absolute volume sesuai ketentuan SNI 7656:2012. Rancangan campuran beton modifikasi menjadi SCC diperoleh dengan memodifikasi proporsi beton normal serta diberi bahan tambah *fly ash* 15% dari jumlah semen. Selanjutnya, pengujian sifat fisis SCC segar dilaksanakan sesuai ketentuan EFNARC 2005. Pengujian yang diperlukan untuk mengetahui karakteristik SCC segar adalah pemeriksaan *Slump flow*, *V-funnel*, *l-box*, dan *J-ring* untuk menilai *workability* serta kemampuan alir beton, dan untuk pengujian sifat fisis beton keras berupa permeabilitas menggunakan SNI 03-2914-1992 beserta ACI 301-729 dan SNI 03-6433-2000 untuk absorpsi, di samping itu setelah selesai masa perawatan dilakukan uji kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari serta pengujian, absorpsi dan permeabilitas pada umur 28 hari untuk sifat mekanis dan sifat fisis beton keras pada SCC.

1.7 Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton normal yang dimodifikasi menjadi SCC dengan penambahan *fly ash* mampu memenuhi seluruh karakteristik SCC. Hal ini terlihat dari nilai *Slump flow*, yaitu 666.33 mm pada mutu 15 MPa, 688.67 mm pada mutu 20 MPa, dan 690.83 mm pada mutu 25 MPa, dengan katagori SF2 pada semua mutu rencana. Pada pengujian *L-shape box* diperoleh nilai *blocking ratio* sebesar 0.92 pada mutu 15 MPa, 0.93 pada mutu 20 MPa, dan 0.94 pada mutu 25 MPa, dengan katagori L-box PA2 pada semua mutu rencana. Pada pengujian *V-funnel* diperoleh waktu alir sebesar 6.21 detik pada mutu 15 MPa, 6.32 detik pada mutu 20 MPa, dan 6.59 detik pada mutu 25 MPa dengan katagori VF1 pada semua mutu rencana. Sementara itu pada pengujian *J-ring* diperoleh nilai *blocking step* sebesar 0.40 mm pada mutu 15 MPa, 0.30 mm pada mutu 20 MPa, dan 0.20 mm pada mutu 15 MPa dan memenuhi persyaratan *blocking step* \leq 10 mm pada seluruh mutu rencana. Pada pengujian permeabilitas diperoleh koefisien aliran 9.07 pada mutu 15 MPa, 7.07 pada mutu 20 MPa dan 5.26 pada mutu 25 MPa. Sedangkan pada pengujian absorpsi diperoleh nilai serapan air 8.01% pada mutu 15 MPa, 7.58 pada mutu 20 MPa, serta 7.35 pada mutu tertinggi yaitu 25 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai *Slump flow*, *V-funnel*, *L-shape box*, permeabilitas dan absorpsi mengalami peningkatan seiring bertambahnya mutu rencana, sedangkan nilai *J-ring* menunjukkan penurunan yang berbanding terbalik dengan peningkatan mutu rencana.

Pada pengujian sifat mekanis SCC modifikasi menunjukkan bahwa kuat tekannya mampu memenuhi 100% mutu rencana. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa pada mutu 15 MPa diperoleh kuat tekan sebesar 15 MPa, pada mutu 20 MPa sebesar 20.84 MPa, dan pada mutu 25 MPa sebesar 26.57 MPa. Namun demikian terjadi penurunan kuat tekan SCC modifikasi dengan beton normal masing-masing sebesar 12.76% pada mutu 15 MPa, 12.76% pada mutu 20 MPa dan 11.18% pada mutu 25 MPa.