

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan utama pada suatu bangunan sehingga sangat penting memperhatikan perilaku atau sifat-sifat beton. Walaupun beton sangat baik dan kuat tetapi yang menjadi salah satu kekurangannya adalah beton mempunyai berat yang besar sehingga dalam perencanaannya harus sangat memperhatikan tentang berat sendiri. Untuk membuat beton menjadi lebih ringan perlu campuran-campuran pembentuk beton yang berasal dari bahan yang ringan tapi tidak terlalu berkurang kekuatan betonnya. Beton ringan diperoleh dengan cara mengganti agregat normal dengan agregat ringan. Pergantian agregat akan berdampak pada rendahnya kepadatan beton yang dihasilkan, ini berarti kuat desak yang dihasilkan akan lebih rendah dari pada beton normal. Untuk itu perlu penelitian tentang bahan pembentuk beton ringan agar beban sendiri dari beton tersebut berkurang tetapi kekuatan beton tersebut tidak terlalu berkurang, sehingga pengkajian tentang beton ringan sangat penting, dalam penelitian ini menggunakan campuran ALWA (*Artificial Lightweight Aggregate*) sebagai pengganti agregat kasarnya untuk campuran beton, karena ALWA merupakan material batuan yang mempunyai berat lebih ringan dari batu kali atau batu yang biasa digunakan sebagai agregat kasar dari suatu campuran beton dan pemanfaatan serta pengembangan sumber daya alam untuk mencari alternatif lain dalam penggunaan material beton.

Beton mutu tinggi memiliki kuat tekan 40 MPa atau lebih. Ukuran kuat tekannya diperoleh dari silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm selama 28 hari, ataupun umur yang telah ditentukan tergantung pada aplikasi yang diinginkan. Produksi beton mutu tinggi membutuhkan penelitian dan perhatian yang lebih jauh terhadap kontrol kualitasnya daripada beton konvensional. Beberapa konsep dasar yang perlu untuk diperhatikan untuk beton mutu tinggi antara lain: memerlukan agregat yang kuat, bahan perekat atau bahan-bahan bersifat pozzolanik, faktor air semen yang rendah.

Pada saat ini pemakaian beton ringan belum begitu populer dikalangan masyarakat. Hal ini disebabkan karena anggapan masyarakat yang menilai bahwa beton ringan sebagai elemen struktur mempunyai kuat tekan yang rendah dibanding dengan beton normal. Pendapat masyarakat ini tidak sepenuhnya benar karena penggunaan *admixture*s dapat dibuat beton ringan dengan kekuatan tinggi. Kriteria beton mutu tinggi pada tahun sekitar 1950 jika kekuatan tekannya 30 MPa, pada tahun 1960-1970 lebih atau sama dengan 40 MPa.

Beton ringan struktur adalah beton yang mengandung berat isi maksimum 2000 kg/m³ untuk penggunaan untuk komponen struktur. Kelebihan dari penggunaan beton ringan adalah dari segi strukturnya yang relatif ringan dan mempunyai daya isolasi terhadap suhu tinggi sehingga tidak mempunyai kemampuan untuk menghantarkan panas, dapat melindungi bagian struktur jika mengalami kebakaran pada beton tersebut. Dari sifat dan keuntungan penggunaan ALWA tersebut maka perlu penelitian beton ringan mutu tinggi yang bertujuan untuk memperbaiki atau memperkuat ALWA sehingga akan mendapatkan kuat tekan yang maksimal yang lebih lanjut lagi dapat digunakan sebagai bahan proteksi pada beton konvensional dari kerusakan-kerusakan yang diakibatkan dari kebakaran yang terjadi pada beton tersebut.

Dalam pembuatan beton ringan mutu tinggi ada beberapa yang perlu diperhatikan misalnya faktor air semennya kecil. Dengan faktor air semen kecil maka *workability* dari beton menurun, untuk menjaga *workability* beton maka perlu *superplasticizer* sebagai bahan tambah (*addmixture*). Bahan tambahan ini berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu tanpa menghilangkan *workability*.

Peristiwa kebakaran sering terjadi dimana-mana dan tidak tahu kapan dan dimana terjadi, dan siapa korban dari kebakaran tersebut. Kebakaran senantiasa menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan, baik menyangkut kerusakan harta benda, kerugian materi, gangguan terhadap kelestarian lingkungan, terhentinya proses produksi barang serta jasa, serta bahaya terhadap keselamatan jiwa manusia. Kebakaran yang terjadi dapat mengakibatkan kerusakan pada semua benda yang mengalami kebakaran, tak terkecuali pada bangunan-bangunan yang terbuat dari beton maupun bukan. Setelah mengalami kebakaran biasanya segera memerlukan

penanganan, apakah akan dilakukan perbaikan atau dihancurkan total untuk dibangun baru.

Kriteria dari perbaikan hanya dapat ditentukan setelah seluruh kondisi tersebut dipelajari dengan seksama. Setelah kriteria ini diketahui, seringkali ternyata bahwa terdapat lebih dari satu pilihan material yang dapat digunakan dengan kualitas hasil yang sama. Jika ini terjadi, pilihan terakhir terhadap material atau kombinasi material harus dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan penerapan, biaya, dan ketersediaan keterampilan buruh dan peralatan. Pada umumnya tiga hal harus dipertimbangkan dan dipelajari dalam pemilihan material: kondisi perbaikan, sifat-sifat material perbaikan, dan keterampilan serta peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan perbaikan. Dalam penelitian ini akan menggunakan perbaikan *jacketing* yaitu dengan cara membungkus atau memberi selimut/jaket pada struktur yang mengalami kerusakan.

Ketahanan bangunan terhadap api/kebakaran dapat diklasifikasikan kedalam tiga kriteria, yaitu unsur stabilitas, integritas dan isolasi. Unsur stabilitas adalah batas dimana struktur bangunan mulai mengalami keruntuhan (*collapse*). Unsur integritas adalah batas dimana bahan bangunan mulai retak-retak tembus atau pecah, sehingga menimbulkan ruang/lubang terbuka sebagai tempat menyebarnya api (*passage of flame*). Unsur isolasi yaitu penghambatan panas/api oleh bahan bangunan sehingga temperatur rata-rata permukaan yang tidak terkena api tidak bertambah lebih dari 260°C.

Pengetahuan tentang sifat-sifat beton ringan terhadap panas sangat penting untuk merencanakan suatu struktur yang ringan dan tahan terhadap temperatur tinggi dalam jangka waktu tertentu, di samping itu juga sangat bermanfaat untuk memperkirakan reduksi kuat tekan beton bila terjadi kebakaran. Kebakaran yang sering menimpa bangunan seringkali menyebabkan kerusakan pada elemen-elemen strukturnya. Kualitas dan kekuatan beton akan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan suhu dan lama terjadinya kebakaran tersebut, selain itu juga hal lain yang mempengaruhi penurunan kualitas beton ringan adalah jenis bahan-bahan struktur penyusunnya.

Lamanya kebakaran, dahsyatnya api, kualitas serta jenis bahan struktur, pengudaraan ruangan yang terbakar (*ventilation*), serta jenis dan jumlah bahan yang

terbakar selama kebakaran (*combustion*) merupakan faktor-faktor yang menentukan tingkat kerusakan struktur. Api kebakaran yang tidak dikendalikan, akan berkembang menurut tiga periode yaitu periode pertumbuhan (*growth*), pada periode ini suhu yang timbul masih rendah, jarang melebihi 250°C, periode pembakaran tetap (*steady combustion*), pada periode ini suhu meningkat dengan cepat dan dapat mencapai lebih dari 1000°C tergantung pada jenis dan banyaknya bahan yang terbakar dan periode menghilang (*decay*).

Akibat kerusakan yang ditimbulkan oleh kebakaran pada bangunan sangatlah merugikan dan memprihatinkan maka perlu dilakukan penelitian yang berguna untuk memproteksi bangunan dari kebakaran yang dalam hal ini menggunakan proteksi dari beton ringan mutu tinggi yang agregat kasarnya ALWA.

Metakaolin merupakan hasil pembakaran dari kaolin pada suhu 450°C–900°C yang mempunyai ukuran partikel lebih kecil dari *silika fume* dan mengandung banyak SiO₂ (54,64%) dan Al₂O₃ (42,87%) yang merupakan unsur utama semen sehingga dapat digunakan sebagai pengganti semen. Diharapkan, kekuatan beton akan meningkat dengan penambahan metakaolin serta dapat meningkatkan kepadatan. Secara umum keuntungan penggunaan metakaolin adalah karena dapat sebagai pengisi pori-pori beton, sebagai pozzolan dan bentuk percepatan proses hidrasi semen. Pemberian metakaolin adalah untuk menggantikan semen dengan kadar tertentu. Dalam penelitian ini penggunaan metakaolin hanya untuk meningkatkan kuat tekan beton ringan mutu tinggi dengan fungsi metakaolin hanya mengisi pori-pori beton.

Kuat desak beton merupakan parameter utama mutu beton. Dengan adanya kuat tekan kita dapat memperkirakan seberapa besar kekuatan yang dapat dihasilkan dari beton ringan mutu tinggi dan memprediksi seberapa besar beban yang dapat ditahan oleh beton ini yang menggunakan agregat ALWA dan penambahan metakaolin.

Untuk menjawab permasalahan-permasalahan tersebut, perlu adanya metode-metode atau cara-cara untuk memperkuat struktur bangunan dengan perkuatan agar beton ringan mutu tinggi yang agregat kasarnya dari ALWA dapat digunakan untuk proteksi dari kebakaran. Pengkajian tentang metode perbaikan bangunan pasca kebakaran yang dimaksud, diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam

penentuan perbaikan sebagai proteksi dari kebakaran. Peneliti mengharapkan dapat memperoleh kuat tekan terbaik dari beton ringan mutu tinggi sehingga dapat digunakan untuk struktur dan sebagai bahan perbaikan untuk proteksi akibat kebakaran pada beton konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa kuat tekan ($f'c$) tertinggi beton ringan mutu tinggi menggunakan ALWA dengan menggunakan variasi metakaolin 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen akan tercapai?
2. Berapa kekuatan lentur dan kekakuan balok T (*T-beam*) beton konvensional pasca bakar yang telah diperbaiki dengan metode *jacketing* menggunakan beton ringan mutu tinggi ALWA-metakaolin sebagai proteksi dari kebakaran?
3. Apakah beton ringan mutu tinggi ALWA-metakaolin dapat digunakan sebagai proteksi dari kebakaran?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui berapa kuat tekan optimal beton ringan mutu tinggi menggunakan ALWA-metakaolin
2. Mengetahui kekuatan lentur (Mn) dan kekakuan (EI) balok T (*T-beam*) beton konvensional pasca bakar yang telah diperbaiki dengan metode *jacketing* menggunakan beton ringan mutu tinggi ALWA-metakaolin sebagai proteksi dari kebakaran
3. Mengetahui kemampuan proteksi optimal yang dapat diberikan oleh beton ringan mutu tinggi ALWA-metakaolin saat kebakaran

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Pemanfaatan metakaolin untuk campuran beton ringan mutu tinggi.
2. Pemanfaatan dan pengembangan sumber daya alam untuk mencari alternatif lain dalam penggunaan material beton menggunakan agregat kasarnya ALWA untuk membuat beton ringan mutu tinggi.

3. Dapat memberikan solusi dan alternatif campuran beton yang berasal dari ALWA untuk beton ringan mutu tinggi yang meminimalkan kerusakan/ proteksi beton akibat kebakaran
4. Dapat memberikan solusi dan alternatif perbaikan dengan cara jacketing menggunakan beton ringan mutu tinggi yang menggunakan ALWA.
5. Dapat memberikan tambahan wacana dan referensi di bidang pengembangan beton ringan mutu tinggi serta wahana pembelajaran terutama menambah wawasan peneliti maupun lingkup yang lebih luas.

1.5 Lingkup Pembahasan

Penelitian ini akan membahas kekuatan lentur beton konvensional pada balok T yang diperbaiki dan diproteksi dengan metode *jacketing* menggunakan beton ringan mutu tinggi ALWA-metakaolin sebagai proteksi dari kebakaran.

1.6 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan tidak terlalu luas, maka diadakan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Pada *mix design* umur 28 hari beton ringan mutu tinggi agregat kasarnya ALWA menggunakan Metode *Mix Design Calculation (Trial Mix) for High Strength Concrete* dengan variasi metakaolin dari penggantian semen hanya untuk mengetahui kuat tekan optimal yang akan digunakan sebagai proteksi dan sekaligus perbaikan beton balok T normal pasca bakar
2. *Mix design* umur 28 hari pada beton normal kuat tekan beton rencana sebesar ≥ 25 MPa dengan Metode SNI T-15-1990-03 Modifikasi
3. Benda uji silinder pra dan pasca bakar dilakukan untuk mengetahui perbedaan kuat tekannya menggunakan ASTM C 39-86
4. Agregat kasar dan agregat halus pada beton normal dan beton ringan mutu tinggi dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*)
5. Bentuk benda uji beton konvensional berbentuk balok T (*T beam*), ukuran lebar balok $b_w = 150$ mm, tinggi balok $h = 200$ mm, panjang balok 930 mm, panjang sayap 1060 mm, tinggi sayap $h_f = 100$ mm, lebar sayap $b = 525$ mm, benda uji

silinder dari beton konvensional dan beton ringan dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

6. Benda uji balok T seluruhnya sebanyak 9 buah diuji kekuatan lentur dan kekakuan menggunakan metode ASTM C 78-84:
 - a. Untuk 3 buah benda uji yang telah berumur 28 hari lalu dibakar dengan suhu 400°C dalam beton (sampai tulangan beton)
 - b. 3 buah benda uji yang telah berumur 28 hari lalu dibakar dengan suhu 400°C dalam beton (sampai tulangan beton) dan diperbaiki dengan metode *jacketing* dan dipelihara 28 hari
 - c. 3 buah benda uji yang telah berumur 28 hari lalu dibakar dengan suhu 400°C dalam beton (sampai tulangan beton) dan diperbaiki dengan metode *jacketing* dan dipelihara 28 hari lalu dibakar lagi dengan berpatokan pada suhu dalam tungku bakar yang tercapai pada pembakaran beton belum di *jacketing* saat suhu dalam tulangan beton tercapai 400°C

Pada penelitian ini akan membahas kekuatan lentur dan kekakuan saja dari beton balok T yang telah terbakar lalu diproteksi sekaligus diperbaiki dengan metode *jacketing*/membungkus untuk proteksi dari kebakaran

7. Untuk pembakaran benda uji menggunakan Metode SNI 1741 : 2008 (Cara uji ketahanan api komponen struktur bangunan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung), pada tungku ukuran tinggi 1 m dan lebar 1 m dengan cara beton balok T dibedirikan dan api dari depan mengenai bagian baloknya dulu lalu ditutup dengan penutup pada saat proses pembakaran berlangsung
8. Pelaksanaan pembakaran benda uji balok T untuk mencapai suhu 400°C dalam beton dengan prediksi sisa kekuatan beton sebesar 78% dan kekuatan baja tulangan masih tersisa 76% dengan pemasangan 4 buah termokopel di masing-masing benda uji balok T (2 buah menempel pada tulangan sayap dan 2 buah di baja tulangan balok) bertujuan untuk acuan pengukuran suhu di dalam beton
9. Untuk merekatkan beton lama (konvensional) dan beton baru (beton ringan) menggunakan SikaCim^R Bonding Adhesive pada saat membungkus pada metode *jacketing*

10. Pembakaran benda uji pada beton balok T tidak dibebani pada waktu pelaksanaan pembakaran, pengujian kekuatan lentur dan kekakuan dilakukan setelah selesai pembakaran, perbaikan, dan perbaikan dan pembakaran kembali
11. Pengukuran suhu dalam beton menggunakan Termokopel yang dilekatkan atau ditempelkan pada tulangan.
12. Penelitian tidak memperhitungkan nilai ekonomis
13. Pengujian tidak memperhatikan aspek reaksi kimia hasil pembakaran
14. Tinjauan dan perbaikan dengan metode *jacketing* hanya pada baloknya saja dan tidak meninjau dan mengganggu plafon dan utilitas lainnya

