

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring pesatnya pertumbuhan infrastruktur dewasa ini, membuat beton bertulang menjadi pilihan sekaligus alternatif dalam pemakaian material konstruksi. Alasan pemakaian beton bertulang sebagai elemen struktur antara lain disamping memiliki kuat tekan yang tinggi, bisa dimodifikasi dalam elemen bentang panjang, beton bertulang juga relatif lebih tahan terhadap perubahan lingkungan ekstrim, tahan terhadap radiasi sekaligus mampu menghambat konduksi panas.

Namun seiring dengan adanya perkembangan fenomena dan dinamika kebakaran saat ini yang telah masuk dalam skala yang lebih luas, telah dijadikan tuntutan bagi perencana dalam melindungi, mengevaluasi dan memprediksi kinerja bangunan setelah mengalami proses pembakaran. Perhatian utama diberikan kepada jenis material, dalam hal ini adalah beton bertulang yang dipakai sebagai elemen struktur, dimana karena adanya siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, maka elemen struktur beton bertulang mengalami perubahan fase fisis dan kimia secara kompleks.

Pada dasarnya beton memiliki daya tahan terhadap panas relatif lebih baik dibandingkan dengan jenis material konstruksi lain, misalnya baja terlebih lagi kayu, karena beton merupakan jenis material dengan daya hantar panas rendah, sehingga dapat menghalangi penyebaran panas ke bagian dalam struktur beton tersebut. Namun variasi temperatur, lamanya waktu pembakaran dan perlakuan panas (*heat treatment*) selama kebakaran berlangsung berpotensi menimbulkan perubahan mikrostruktur yang mempengaruhi mutu/kualitas beton.

Pada elemen struktur beton bertulang yang terbakar atau terkena dampak radiasi panas yang tinggi, material yang paling sensitif adalah tulangan baja, dimana baja akan mengalami proses transformasi fase yang mengakibatkan muai dan mengalami

tinggi. Oleh karena itu selimut beton biasanya dirancang dengan ketebalan yang cukup, yang dimaksudkan untuk melindungi tulangan dari temperatur tinggi diluar.

Material elemen struktur beton bertulang terdiri atas beton dan tulangan baja, dimana sifat beton dengan daya hantar panas yang rendah akan melindungi tulangan baja dari temperatur tinggi dari luar. Namun semakin tinggi temperatur dan durasi pemanasan akan berpotensi mengakibatkan penyebaran panas yang mempengaruhi penurunan kinerja tulangan baja dalam beton.

Pada suatu struktur bangunan beton yang mengalami kebakaran, kekuatan beton dipengaruhi oleh variasi temperatur dan durasi pemanasan. Pada kasus peristiwa kebakaran, fase pertumbuhan api akan diikuti oleh naiknya temperature, dimana peningkatan temperature akan berbanding terbalik dengan sifat mekanik baik baja maupun beton (Morisco, 1992 dan Lawson, 2000)

Pada saat terjadi kebakaran, elemen struktur akan mengalami beberapa pola atau teknik perlakuan panas (*heat treatment*). Umumnya elemen struktur melewati perubahan temperatur yang ekstrim, dimana terjadi peningkatan temperatur pemanasan yang disusul dengan pendinginan secara spontan (pemadaman api dengan air). Proses ini cenderung terjadi berulang-ulang mengingat kebakaran tidak bisa langsung diatasi dengan pamadaman sekali saja. Bentuk perlakuan panas yang lain adalah pendinginan yang sifatnya gradual atau api padam dengan sendirinya. Proses ini membutuhkan waktu yang relatif lama dalam pemulihan (*recovery*) untuk mengembalikan ke temperatur normal.

Dari uraian singkat diatas, akibat temperatur tinggi dan perlakuan panas (*heat treatment*) selama kebakaran berlangsung, sudah selayaknya kinerja beton bertulang perlu di evaluasi atau dikaji ulang agar usaha-usaha perbaikan dapat dilaksanakan seefisien mungkin dan menentukan dapat tidaknya sebuah struktur dipergunakan kembali. Dengan adanya pertimbangan-pertimbangan tersebut timbul pemikiran untuk mengadakan suatu penelitian tentang evaluasi mutu beton bertulang akibat radiasi panas pasca pembakaran dengan tinjauan pada aspek material tulangan baja. Selain penelitian ini untuk mengetahui penurunan tegangan tarik maupun modulus

elastis tulangan baja pada beton bertulang setelah mengalami proses pengujian panas pada suhu dan waktu yang telah ditentukan.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Kekuatan elemen struktur beton bertulang tergantung dari material beton dan baja. Pada elemen beton bertulang yang mengalami dampak panas peristiwa kebakaran, kekuatan baja akan menurun seiring dengan perambatan panas ke dalam beton, yang mengakibatkan tulangan baja tidak mampu lagi menopang beban tarik sehingga berpotensi mengakibatkan keruntuhan. Kerusakan dan keruntuhan elemen struktur beton bertulang selama kebakaran atau akibat radiasi panas dapat ditinjau dalam dua aspek material penyusun, yaitu beton dan tulangan baja.

Dari sedikit analisa diatas dapat diidentifikasi sejumlah permasalahan yang berkaitan dengan evaluasi kekuatan / mutu beton bertulang pada temperatur tinggi ditinjau dari aspek material dan proses perlakuan panas (*heat treatment*) yaitu :

1. Tinjauan terhadap tipe beton yang dipakai sebagai selimut tulangan baja.
2. Tinjauan terhadap tulangan baja akibat adanya perlakuan panas.

## 1.3 Batasan Penelitian.

Penelitian ini menitikberatkan pada masalah yang berkaitan dengan evaluasi mutu beton bertulang terhadap perlakuan panas dengan fokus tinjauan tegangan tarik dan modulus elastis pada tulangan baja. Faktor-faktor yang dikendalikan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi:

- a. Beton yang dipakai mempunyai kuat tekan  $f_c' = 25$  MPa (K250) dan 30 MPa (K300) berdasarkan standart perencanaan campuran (*mix design*) perusahaan *readymix concrete*.
- b. Hasil pengujian *slump* beton segar 10cm  $-/+2$ .

Tulangan tulangan yang dipakai adalah diameter 7.5 mm dengan registasi standart

- d. Pengujian terhadap panas mengacu pada referensi *American Society for Testing And Material* (ASTM E 119).
- e. Temperatur maksimum pembakaran beton adalah  $1000^{\circ}\text{C}$ .
- f. Temperatur dan durasi pemanasan mengacu pada mekanisme kerja alat dilapangan.
- g. Lama waktu pembakaran adalah 10 jam (600 menit), *holding time* selama 60 menit dan lama waktu pendinginan 10 jam (600 menit).
- h. Kualitas beton bertulang yang diuji adalah kuat tarik tulangan baja.
- i. Pengujian kuat tarik baja mengacu pada referensi SNI 07-2529-1991.
- j. Tinjauan kimia dan mikrostruktur tidak terlalu detail, dijabarkan agar dapat mendukung penjelasan perubahan sifat mekanik.
- k. Pemberian kode benda uji, HT250 dan HT300 untuk benda uji beton bertulang dengan perlakuan panas dan menggunakan selimut beton tipe K250 dan K300.
- l. Data yang dianalisis, menggunakan data yang berasal dari *data report* mesin uji tarik.

#### 1.4 Perumusan Masalah

Dari uraian yang telah diutarakan diatas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Berapa penurunan tegangan tarik pada spesimen perlakuan panas (*heat treatment*) akibat temperatur tinggi pasca pembakaran terhadap spesimen normal.
- b. Berapa nilai modulus elastis pada spesimen perlakuan panas (*heat treatment*) dengan menggunakan selimut beton K250 dan K300 pada temperatur tinggi pasca pembakaran terhadap spesimen normal.

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mencari penurunan tegangan tarik pada spesimen perlakuan panas (*heat treatment*) akibat temperatur tinggi pasca pembakaran terhadap spesimen normal.

- b. Mencari besarnya modulus elastis pada spesimen perlakuan panas (*heat treatment*) dengan menggunakan selimut beton K250 dan K300 pada temperatur tinggi pasca pembakaran terhadap spesimen normal.

## 1.6 Keaslian Penelitian

### a. Tinjauan penelitian terdahulu

Keaslian penulisan merupakan hal yang penting dalam penelitian. sepanjang pengetahuan penyusun, penelitian yang menitikberatkan evaluasi mutu beton pada temperatur tinggi pasca kebakaran pernah diteliti oleh peneliti terdahulu, yaitu :

#### 1. Rantesalu (ITS, 2002)

Penelitian dengan judul ” *Pengaruh Temperatur Tinggi Pasca Kebakaran Terhadap Kualitas Beton Mutu Tinggi Dengan Pasir Besi Sebagai Cementitious*” membahas pengaruh beton sebelum dan sesudah mengalami kebakaran ditinjau terhadap kuat tekan beton, hubungan tegangan-regangan, modulus elastisitas, *thermal conductivity*, permeabilitas, porositas serta perubahan senyawa mikrostruktur melalui *x-ray defraction* dari spesimen beton.

Hasil penelitian menunjukkan sebelum dibakar kuat tekan rata-rata beton pasir besi adalah 70,526 Mpa, namun setelah mengalami pembakaran pada suhu 400°C, kuat tekan beton mengalami penurunan, sehingga pada suhu pembakaran 1000°C kekuatan beton tinggal 30% dari kekuatan pada temperatur kamar. Hal ini didukung oleh terjadinya penurunan tegangan hingga 68,72% dari nilai tegangan dan terjadinya peningkatan regangan sebesar 155,10% dari nilai regangan awal pada beton pasir besi. Nilai modulus elastisitas menurun dari 271055 kg/cm menjadi 29001 kg/cm<sup>2</sup> yang berarti tingkat kekakuan beton berkurang hingga 89% dari nilai modulus elastisitas awalnya. Disamping itu didukung oleh perubahan nilai porositasnya dari 2,28% menjadi 14,9% dan nilai permeabilitasnya dari  $4,26 \cdot 10^{-9}$  cm/det meningkat menjadi  $3,07 \cdot 10^{-8}$  cm/det. dan perubahan sifat daya hantar panas dari 1,262 Kcal/m h °C berkurang menjadi

1. J. Randall Lawson, Long.T. Phan, Frank Davis. (National institute of standart and technology, United States Department of Commerce Administration Technology, 2000)

Penelitian dengan judul "*Mechanical Properties Performance Concrete After Exposure Elevated Temperature*" membahas evaluasi sifat mekanis beton setelah mengalami pengujian panas pada level temperatur yang berbeda, yang meliputi kuat tekan, berat beton dan modulus elastis.

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh temperatur lingkungan yang tinggi terhadap sifat mekanis beton dapat mengakibatkan kuat tekan beton semakin rendah berbanding terbalik dengan temperatur yang semakin tinggi. Kenaikan temperatur 100°C, 200°C, 300°C dan 450 °C akan menurunkan kuat tekan beton secara berturut-turut menjadi 86%, 79%, 66% dan 48%, penurunan berat beton secara berturut-turut sebanyak 45.3 gram, 210.3 gram, 306 gram, 389.67 gram, dan menurunkan nilai modulus elastis menjadi 92.6%, 68.9%, 45.1% dan 25.4%.

- b. Perbedaan tinjauan penelitian

Penelitian terdahulu tersebut melakukan evaluasi mutu beton pada temperatur tinggi pasca pembakaran dengan menitikberatkan tinjauan pada aspek material khususnya sifat mekanik beton, sehingga memberikan ide bagi penulis untuk meneliti evaluasi beton bertulang dengan lebih menitikberatkan pada tinjauan terhadap sifat mekanik tulangan baja setelah mengalami perlakuan panas. Perbedaan utama penelitian ini adalah tinjauan terhadap aspek material dimana penelitian terdahulu menggunakan beton sementara penelitian sekarang melakukan kombinasi material beton dan baja dalam satu sistem komposit dengan tinjauan pada tulangan baja.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini meliputi:

- a. Manfaat teoritis, yaitu memberikan gambaran dan wacana baru dalam bidang teknologi material tentang radiasi dan perambatan panas serta pengaruhnya

b. Manfaat praktis yang diharapkan adalah:

1. Mendapatkan argumentasi ilmiah tentang fenomena perubahan lingkungan ekstrim dan pengaruhnya terhadap elemen struktur, khususnya struktur beton bertulang.
2. Memberikan masukan pada praktisi bidang teknik sipil khususnya  
..... yang banyak terlibat dalam pembuatan desain struktur