

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendala kebakaran dewasa ini menjadi suatu masalah bagi pemilik bangunan, dikarenakan biaya untuk membangun kembali bangunan yang telah terbakar begitu besar. Sehingga dipilih alternatif lain untuk memecahkan masalah setelah masa kebakaran. Kebakaran pada bangunan sipil adalah bahaya yang sejak dahulu selalu mengancam kehidupan manusia. Akhir-akhir ini sering terjadi kebakaran pada gedung bertingkat yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada struktur, utilitas, serta peralatan yang ada di dalamnya. Dalam SKBI-2.3.53.1987 terdapat petunjuk perencanaan struktur bangunan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung. Setiap perencanaan wajib memperhitungkan kemungkinan terjadinya bahaya kebakaran sebagai suatu pengaruh khusus dalam usaha mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran. Selama terjadi kebakaran suhu sekitar elemen struktur yang terbakar akan meningkat. Dengan naiknya suhu, maka sifat-sifat bahan terutama yang menyangkut kuat tekan beton dan baja akan menurun. Seberapa jauh penurunan tersebut terjadi sangat tergantung pada suhu maksimum yang pernah dicapainya (Subagyo, 2019).

Pemanasan yang dialami beton akibat terbakar akan mengakibatkan perubahan mendasar dari sifat-sifat beton. Atas dasar hal tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran kuat tekan setelah terbakar dan model hubungan antara temperatur dan kuat tekan beton. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm. Pemanasan dilakukan dalam oven pada temperatur 200°C - 600°C dengan interval kenaikan 50°C. Analisis data dilakukan dengan analisis statistik deskriptif dan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton rata-rata menurun dengan adanya kenaikan temperatur. Beton yang telah dipanasi pada temperatur 200°C, 400°C dan 600°C, kuat tekan rata-ratanya berturut-turut sebesar 85,83%, 58,40% dan 35,08% dari beton normal. Model regresi yang dihasilkan jika berbentuk regresi linier persamaannya adalah $y = -0,2802x + 248,79$ dengan nilai $R^2 = 0,8539$. Sedangkan

model regresi berbentuk regresi polinomial derajat 2 persamaannya adalah $y = 10-4x^2 - 0,3402x + 255,65$ dengan nilai $R^2 = 0,8576$ (Ahmad, 2009).

Penelitian serupa pernah diteliti mengenai Kecelakaan kebakaran merupakan bencana yang signifikan yang mengakibatkan kerusakan besar pada bangunan dan struktur beton lainnya. Secara umum, beton menawarkan ketahanan yang baik terhadap tekanan karena sifatnya yang tidak mudah terbakar, konduktivitas termal yang rendah dan bertindak sebagai lapisan pelindung tulangan baja hingga kondisi tertentu. Namun, suhu tinggi secara signifikan mempengaruhi kinerja struktur beton. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, semua elemen struktur (balok, kolom dan pelat) dikenakan suhu $593\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam (kondisi diberikan dalam perangkat lunak ANSYS). Selain itu, efek tekanan pada balok, kolom dengan ukuran penutup yang berbeda, dan pelat dengan berbagai ketebalan pada suhu tinggi telah dipelajari melalui analisis elemen batas termomekanis transien nonlinier 3D. Perubahan penutup dan ketebalan elemen struktur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tegangan termal. Selain itu, penambahan setiap 5 mm penutup pada balok memperkaya 0,7% resistivitas tegangan termal dan peningkatan 3,5% resistivitas tegangan termal terlihat dengan penambahan setiap 10 mm ukuran penutup pada kolom. Demikian pula, kenaikan 11,2% resistivitas tegangan termal terlihat pada setiap penambahan 25 mm ketebalan pelat (Venkatesh et al., 2021)

Struktur beton memiliki posisi yang menguntungkan dalam industri bangunan berkenaan dengan kinerja ketahanan apinya. Pemahaman tentang perilakunya sangat penting untuk analisis dan desain yang andal. Makalah ini terutama membahas kinerja bangunan beton yang mengalami pengaturan api lokal. Perhatian khusus telah diberikan pada model elemen hingga bangunan beton tujuh lantai yang mewakili bangunan kantor komersial yang dirancang sesuai Standar Eropa. Perpindahan yang sangat besar terjadi pada arah horizontal pelat lantai karena ekspansi termal. Perpindahan yang besar menyebabkan pergerakan lateral pelat lantai dan menciptakan momen tambahan pada kolom eksternal. Insinyur desain harus memastikan bahwa kolom eksternal memiliki kemampuan untuk mengakomodasi perpindahan lateral selama kebakaran. Meskipun, kolom eksternal model yang tipis dapat menahan gerakan ini karena efek menguntungkan dari aksi membran yang dikembangkan pada pelat lantai. Analisis saat ini menunjukkan

bahwa kinerja seluruh struktur secara substansial berbeda dari perilaku anggota struktural tunggal yang terisolasi selama kebakaran. Meskipun prosedur desain saat ini konservatif, insinyur desain harus mempertimbangkan efek merugikan dan menguntungkan dari ekspansi termal pelat lateral secara menyeluruh (Murdiadi, 2023).

Analisis ketahanan api kolom tubular baja berisi beton bertulang baja dengan penampang melingkar dilakukan dengan simulasi numerik. Pengembangan penelitian dilakukan dengan simulasi numerik untuk memprediksi perilaku kolom terhadap api. Hasil model numerik divalidasi dengan membandingkan tingkat suhu yang diperoleh melalui uji eksperimental. Dari hasil yang diperoleh, terlihat bahwa peningkatan luas kontak antara baja dan beton menurunkan suhu rata-rata kolom, yang berarti ketahanan terhadap api lebih besar. Ketahanan api kolom dengan desain profil baja antara 3,4 - 3,6 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kolom yang hanya terbuat dari beton, yang merupakan indikasi kinerja yang sangat baik dari kolom tubular baja berisi beton bertulang baja dengan kolom penampang melingkar. Secara umum, metodologi yang diusulkan dalam penelitian ini memungkinkan analisis fenomena fisik termal dari berbagai kolom yang digunakan untuk konstruksi bangunan (Suárez et al., 2022)

Namun, meskipun telah banyak dilakukan penelitian mengenai perilaku kolom beton bertulang dan kolom komposit pada kondisi kebakaran, penelitian mengenai perbandingan keduanya dalam konteks ketahanan api dengan metode elemen hingga menggunakan ANSYS masih terbatas.

Dari uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi terkait upaya mempertahankan *fire resistance* kolom bertulang mutu normal (*reinforced concrete column*) dan dibandingkan dengan *encased composit column*. Maka dalam penelitian ini penulis menganalisis perilaku *reinforced concrete column* dan *encased composit column* yang diberi beban statis arah sentris kolom dan pengaruh dari suhu tinggi akibat kebakaran, perilaku yang dimaksud adalah menganalisis penyebaran distribusi dan konsentrasi tegangan (*von mises*), pola retak (*crack*) yang terjadi pada material beton serta menganalisis kemampuan kapasitas beban aksial ultimit yang diberikan beban statis arah sentris kolom juga

menganalisis perilaku *fire resistance* dari struktur kolom pada saat menerima beban statis ultimit dan suhu tinggi.

Untuk mengalisa permodelan dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga 3-D bantuan aplikasi komputasi ANSYS untuk memperoleh hasil analisa yang valid dari penggunaan aplikasi maka terlebih dahulu dilakukan analisa validasi aplikasi dengan melakukan analisa pemodelan dari hasil pengujian eksperimental sebelumnya yang telah dilakukan di laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pola retakan model struktur kolom beton bertulang akibat kebakaran dengan analisis FEM ANSYS?
2. Bagaimanakah pola retakan model struktur kolom komposit akibat kebakaran dengan analisis FEM ANSYS?
3. Bagaimanakah kapasitas memikul beban model struktur *fire resistance* kolom beton bertulang menggunakan analisis FEM ANSYS?
4. Bagaimanakah kapasitas memikul beban model struktur *fire resistance* kolom komposit menggunakan analisis FEM ANSYS?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan pola retakan model struktur kolom beton bertulang akibat kebakaran dengan analisis FEM ANSYS
2. Mendapatkan pola retakan model struktur kolom komposit akibat kebakaran dengan analisis FEM ANSYS
3. Mendapatkan kapasitas memikul beban model struktur *fire resistance* kolom beton bertulang menggunakan analisis FEM ANSYS

4. Mendapatkan kapasitas memikul beban model struktur *fire resistance* kolom komposit menggunakan analisis FEM ANSYS

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menjadi referensi bagi proyek konstruksi serupa terutama untuk struktur kolom komposit *fire resistance* untuk gedung akibat suhu kebakaran.
2. Memberikan rekomendasi strategis bagi Perencana dan manajemen proyek untuk memaksimalkan desain struktur kolom komposit, sehingga menghasilkan desain yang aman, efektif dan efisien.
3. Diharapkan dari penelitian ini adalah merupakan penelitian lebih lanjut terhadap kolom beton bertulang dan kolom komposit dengan lebih sederhana hanya skala komputasi permodelan sehingga tidak terlalu membutuhkan banyak dana dan waktu seperti halnya skala laboratorium dan mendapatkan kriteria desain kolom struktur gedung yang lebih ekonomis berdasarkan beban yang akan melewatinya termasuk untuk *fire resistance* akibat suhu tinggi.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah agar cakupan topik pembahasan tidak terlalu luas dan lebih terarah, maka diperlukan batasan-batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Model kolom beton bertulang (*reinforced concrete column*) menggunakan kolom persegi empat dengan dimensi 400x400x4000 mm.
2. Mutu beton yang dipakai adalah mutu beton normal $f_c' = 30$ MPa
3. Tulangan utama untuk beton bertulang menggunakan 8 - D16 mm dengan tegangan leleh dan tegangan ultimit, $f_y = 420$ MPa
4. Tulangan sengkang untuk beton bertulang yang menggunakan D13 mm, tegangan leleh dan tegangan ultimit, $f_y = 420$ MPa.
5. Model kolom baja komposit (*encased composite column*) menggunakan kolom baja WF100x100x6x8 dengan penampang persegi empat dengan dimensi 400x400x4000mm.
6. Mutu baja yang dipakai adalah mutu baja karbon $f_y = 420$ MPa

7. Tulangan utama untuk kolom komposit menggunakan D10 mm dan tulangan Sengkang menggunakan D8 mm dengan tegangan leleh dan tegangan ultimit, $f_y = 420$ Mpa
8. Tebal selimut beton untuk kolom beton bertulang dan kolom komposit digunakan ketebalan 40 mm.
9. Suhu pada kolom di anggap sama antara luar kolom dan dalam.
10. Waktu kolom terpapar suhu tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
11. Kolom diberikan pembebanan statis dan suhu tinggi kebakaran pada area penampang arah sentris kolom dengan terlebih dahulu nilai pembebanan ditentukan sebelumnya secara bertahap sampai kolom mengalami keruntuhan hingga beban ultimit.
12. Analisa menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan aplikasi computer ANSYS.
13. Permodelan dengan system 3-D *full-scale* solid element dan link element

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pada penulisan Tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB. I Pendahuluan

Latar belakang penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB. II Tinjauan Pustaka

Tentang teori yang mendasari penelitian dan digunakan dalam menyelesaikan masalah.

BAB. III Metodologi Penelitian

Membahas tentang metode dan prosedur dalam penyelesaian masalah.

BAB. IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas dan menganalisis data yang diperoleh dari pembahasan.

BAB. V Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan hasil-hasil yang didapat dari pengolahan dan Analisis data dan memberikan saran untuk hasil tersebut.