SAINSTECH
Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi
Volume 35 No.2
Maret 2025
SINTA 5

Perilaku Model *Fire Resistance* Kolom Beton Bertulang Dan Kolom Komposit Dengan Metode Elemen Hingga Bantuan *Software Ansys*

[1]Ady Yohanis Ngongo, [2]Suryawan Murtiadi, [3]Syahril Taufik

[1] Alumni Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Sains dan Teknologi Nasional
[2,3]Prodi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia, 12640

Email : [1]adyngongo10@gmail.com, [2]suryawan_murtiadi@istn.ac.id, [3]syahril_taufik@istn.ac.id,

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perilaku mekanik reinforced concrete column dan encased composit column. Perilaku yang dimaksud adalah penyebaran distribusi dan konsentrasi tegangan (*von mises*), pola retak (*crack*) yang terjadi pada material beton serta kemampuan kapasitas beban aksial ultimit yang diberikan beban statis arah sentris kolom. Analisis juga meliputi perilaku *fire resistance* dari struktur kolom pada saat menerima beban statis ultimit dan suhu tinggi. Analisis permodelan dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga. Untuk memperoleh hasil yang valid dari penggunaan aplikasi maka terlebih dahulu dilakukan validasi aplikasi dengan melalukan analisis pemodelan dari hasil pengujian eksperimental sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan pola retakan pada kolom beton bertulang umumnya terlihat pada ujung kolom dekat dengan perletakan kemudian retakan akan bertambah seiring dengan pertambahan beban pada kolom. Retakan kemudian menyebar pada area selimut beton dan akan menerus ke area dalam kolom sampai kolom runtuh. Pola retakan pada kolom komposit umumnya terlihat pada ujung kolom dekat dengan perletakan kemudian retakan akan bertambah seiring dengan pertambahan beban pada kolom. Selanjutnya retakan menyebar pada area selimut beton dan menerus ke area flens kolom IWF sampai kolom runtuh. Penurunan kapasitas memikul beban kolom beton bertulang pada suhu ruangan 20^{0}C, 200^{0}C, 400^{0}C dan 600^{0}C berturut-turut adalah 3997.05 kN, 3043.76 kN, 2066.71 kN dan 1423.24 kN. Perbandingan dalam prosentase terhadap suhu ruangan adalah: 100%, 76%, 52%, dan 36%. Sedangkan pada kolom komposit, kapasitas memikul beban pada suhu 20^{0}C, 200^{0}C, 400^{0}C dan 600^{0}C berturut-turut adalah 4981.31 kN, 4082.03 kN, 2753.43 kN dan 1871.45 kN. Penurunan kapasitas dalam presentasi adalah: 100%, 82%, 55%, dan 38%.

Kata kunci: *Fire resistance*, kapasitas beban, kolom, konsentrasi tegangan, pola retakan

Abstract

The purpose of this research is to analyze the behavior of reinforced concrete columns and encased composite columns. the behavior in question is to analyze the distribution and concentration of stress (von mises), crack patterns that occur in concrete materials and analyze the ability of the ultimate axial load capacity given a static load in the column centric direction and also analyze the fire resistance behavior of the column structure when receiving the ultimate static load and high temperature. The modeling analysis is carried out using the finite element method, to obtain valid analysis results from the use of the application, an application validation analysis is first carried out by analyzing the modeling of the results of previous experimental tests that have been carried out in the laboratory. The results of this study, The pattern of cracks in reinforced concrete columns is generally seen at the end of the column close to the placement then the crack will increase along with the increase in the load on the column, the crack then spreads in the concrete blanket area and will continue to the area inside the column until the column collapses. The pattern of cracks in the composite column is generally seen at the end of the column close to the placement then the cracks will increase along with the increase in the load on the column, the cracks then spread to the concrete blanket area and will continue to the IWF column flange area until the column collapses. The load-bearing capacity of reinforced concrete columns at room 20^{0}C temperature, 200^{0}C temperature, 400^{0}C temperature and 600^{0}C temperature are 3997.05 kN, 3043.76 kN, 2066.71 kN and 1423.24

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

kN respectively. The comparison in percentage to room temperature are: 100%, 76%, 52%, and 36%, respectively.
The load-bearing capacity of composite columns at room temperature, 200C temperature, 400C temperature and 600C temperature are 4981.31 kN, 4082.03 kN, 2753.43 kN and 1871.45 kN respectively. In percentage, the decreased of the load-capacities are: 100%, 82%, 55%, and 38%, respectively.
***Keywords**: Fire resistance, load-capacity, column, stress-concentration, crack pattern.*

1. PENDAHULUAN

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. Data dari BPS (2022) menyebutkan bahwa pada Tahun 2021 telah terjadi kebakaran pada perumahan dan bangunan umum sejumlah 790 peristiwa. Angka ini menunjukkan rata-rata terdapat lebih dari dua kali peristiwa kebakaran perhari di wilayah Provinsi DKI Jakarta. Penyebab utama kebakaran ini adalah korsleting listrik dengan presentasi kejadian mencapai 62%.

SNI 2019 menjelaskan 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; Silvi, 2021; Suarez, dkk., 2022).

Kebakaran merupakan bencana yang signifikan yang mengakibatkan kerusakan besar pada bangunan dan struktur beton lainnya. Secara umum, beton memiliki 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 593^0C 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, dkk., 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 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. Defleksi yang sangat besar terjadi pada arah horizontal pelat lantai karena ekspansi termal. Defleksi horisontal yang besar menyebabkan pergerakan lateral pelat lantai dan menciptakan momen tambahan pada kolom eksternal. Dalam praktek, kolom eksternal ini memiliki kemampuan untuk mengakomodasi pergerakan lateral ini selama kebakaran. Kolom eksternal yang tipis dapat menahan gerakan ini karena efek

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

menguntungkan dari aksi membran yang berkembang 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 (Murtiadi, 2023).

Encased composite column merupakan elemen struktur yang banyak dipakai dalam struktur gedung. Namun penelitian tentang *encased composite column* saat menghadapi kebakaran dibandingkan dengan kolom beton bertulang konvensional belum pernah dilakukan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang *fire resistance* kolom bertulang mutu normal (*reinforced concrete column*) dan dibandingkan dengan *encased composite column*. Pembebanan yang diberikan adalah beban statis arah sentris kolom dan pengaruh dari suhu tinggi akibat kebakaran. Pemodelan ini menganalisis penyebaran distribusi dan konsentrasi tegangan (*von mises*), pola retak (*crack*) yang terjadi pada material beton serta menganalisis kemampuan kapasitas beban aksial ultimit yang mampu ditahan oleh struktur. Variasi suhu diberikan untuk menganalisis perilaku *fire resistance* dari struktur kolom pada saat menerima beban statis ultimit dan suhu tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Analisis permodelan dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga 3-D bantuan aplikasi komputasi ANSYS. Untuk memperoleh hasil analisis yang valid dari penggunaan aplikasi maka terlebih dahulu dilakukan validasi dengan pemodelan dari eksperimen sebelumnya yang telah dilakukan di laboratorium.

A. Model tegangan regangan untuk beton

EN 1992-1-2:2004 (E) dalam Euro Code 2 memberikan kurva tegangan-regangan untuk beton yang dipengaruhi suhu. Kurva tegangan-regangan pada beton menurut EN 1992-1-2:2004 (E) dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{3\varepsilon\, fc,\theta}{\varepsilon\, c1,\theta\left(2+\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon c1,\theta}\right)^3\right)} \qquad (1)$$

dengan:

ε =regangan

$f_{c,\theta}$ =nilai karakteristik kuat tekan beton pada suhu derajat celcius untuk regangan tertentu

$\varepsilon_{c1,\theta}$ =regangan tekan beton dalam situasi kebakaran

Nilai-nilai untuk parameter utama hubungan tegangan-regangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai-Nilai Untuk Parameter Utama Hubungan Tegangan-Regangan Beton

Suhu ^{0}C	*fc,q / fck*	*ec1,q*
20	1.00	0.0025
100	1.00	0.0040
200	0.97	0.0055
300	0.91	0.0070
400	0.85	0.0100
500	0.74	0.0150
600	0.60	0.0250
700	0.43	0.0250
800	0.27	0.0250
900	0.15	0.0250
1000	0.06	0.0250
1100	0.02	0.0250
1200	0.00	0.0000

B. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas ini sering pula disebut sebagai Modulus Young yang merupakan perbadingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis. Sehingga modulus elastisitas menunjukkan kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembali lagi ke bentuk semula bila diberi beban (Wood et al., 2015). Modulus Elastisitas (E) dipakai untuk bahan padat dan membandingkan regangan dan tegangan (Fiana, dkk., 2024).

Sifat elastis dari beton dapat berkurang ketika terjadi peningkatan temperatur (Murtiadi, dkk., 2022). Penurunan modulus elastisitas ini dapat dihitung dengan model numerik yang dirumuskan di dalam British

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

Standard Institution (BSI): BS 8110 (Suryanita, dkk., 2019).

$$E_T = \left(\frac{700-T}{550}\right) \quad (2)$$

Dengan:
ET =Modulus elastisitas pada kondisi peningkatan temperature
T = Temperatur ^{0}C
E0 = Modulus elstisitas kondisi normal

Pengaruh temperatur terhadap modulus elastisitas baja menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2002) sebagai berikut:

$$\frac{E(T)}{E(30)} = 1.0 \left\{\frac{T}{2000\left[ln\left(\frac{T}{1100}\right)\right]}\right\}$$

untuk 0^0C<T≤600^0C (3)

Dengan:
E(T) = modulus elastisitas baja pada T^{0}C
E(30)= modulus elastisitas baja pada 30^0C

C. Variasi tegangan leleh pada baja

Pengaruh temperatur terhadap tegangan leleh baja (Badan Standarisasi Nasional, 2002) ditentukan sebagai berikut:

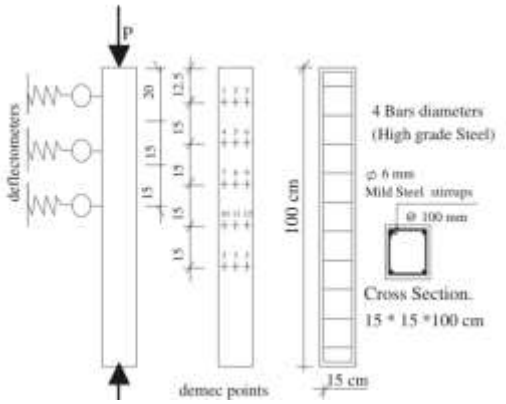
$$\frac{fy\,(T)}{fy\,(30} = 1 \quad \text{untuk } 0^0\text{C}<\text{T}\leq 215^0\text{C} \quad (4)$$

$$\frac{fy\,(T)}{fy\,(30} = \frac{905-T}{690} \quad \text{untuk} 215^0\text{C}<\text{T}\leq 905^0\text{C} \quad (5)$$

D. Eksperimental terdahulu

Hasil eksperimental diambil dari penelitian yang dilakukan oleh Bikhiet, dkk. (2014) dengan kolom yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari eksperimen tersebut, kapasitas beban pada beton di suhu ruangan atau 20^0C adalah 78.8 Ton sedangkan pada suhu 600^0C kapasitas bebannya sebesar 56.5 Ton.

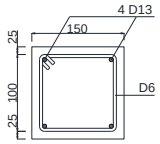
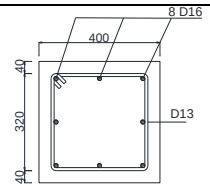
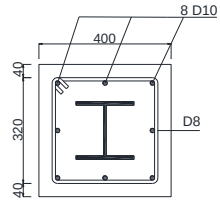


Gambar 1. Rincian Kolom Yang Diuji (Sumber: Bikhiet dkk., 2014)

E. Jumlah dan pengelompokan model

Jumlah model yang dianalisis dalam penelitian ini menggunakan aplikasi computer ANSYS adalah sebanyak 3 buah yang terdiri dari model validasi 1 buah dan 2 buah model penelitian yang ditentukan berdasarkan variasi bentuk model kolom komposit dan kolom beton bertulang. Tabel 2 menunjukkan variasi model kolom tersebut.

Tabel 2. Pengelompokan Model Kolom Beton, Beton Fc'=30 MPa. Baja Fy/Fu= 420 MPa.

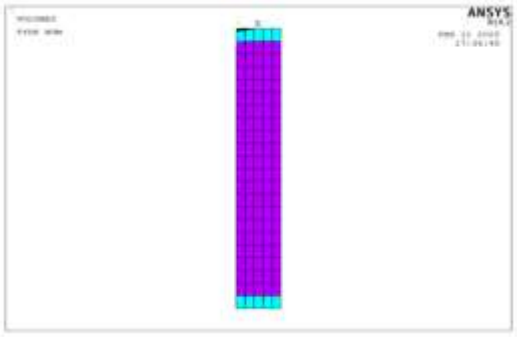
No	Kode model	Tebal selimut beton (mm)	Model
1	VALIDASI	25 Suhu (20^0C, 600^0C)	
VARIASI KOLOM			
2	AYN-M1	40 Suhu (20^0, 200^0, 400^0 dan 600^0)	
3	AYN-M2	40 Suhu (25^0, 200^0, 400^0, dan 600^0)	

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

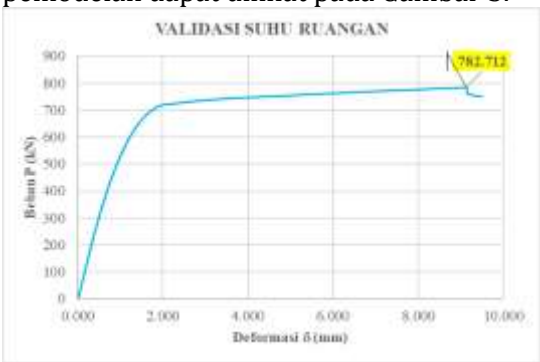
A. Validasi eksperimental

Sampel kolom yang dijadikan sebagai bahan analisis validasi aplikasi ANSYS adalah salah satu sampel dari penelitian yang dilakukan Bikhiet, dkk. (2014). Pengambilan dari sampel tersebut sebagai bahan validasi dikarenakan data terkait sampel tersebut lengkap serta dalam pengerjaan permodelan aplikasi ANSYS lebih mudah, untuk hasil analisis validasi pada aplikasi komputer yang telah dilakukan untuk model kolom. Model validasi dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Pemodelan kolom Validasi aplikasi ANSYS
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

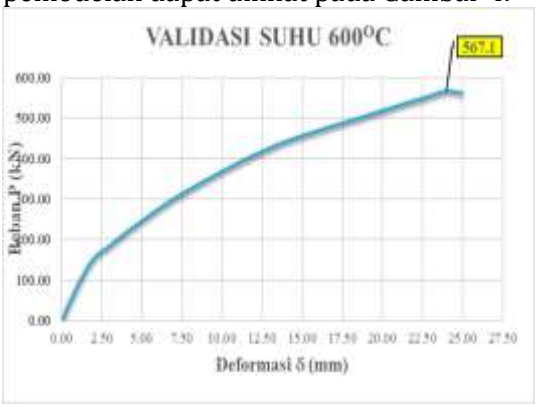
Setelah dilakukan pemodelan kolom dengan ukuran yang sama serta jumlah tulangan yang sama kita dapat melakukan pembeban aksial pada pemodelan dengan suhu beton normal atau suhu ruangan. Pembebanan pada pemodelan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai displacement (mm) vs load (kN)
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 3 Grafik perbandingan nilai displacement (mm) vs load (kN) dari hasil analisis ANSYS diperoleh kapasitas kolom sebesar 782,71 kN atau 78,27 Ton kemudian di bandingkan dengan eksperimental beton bertulang yang telah dilakukan oleh Bikhiet dkk. (2014) yaitu 78.8 Ton.

Pembebanan aksial pada suhu 600^{o}C pada pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.



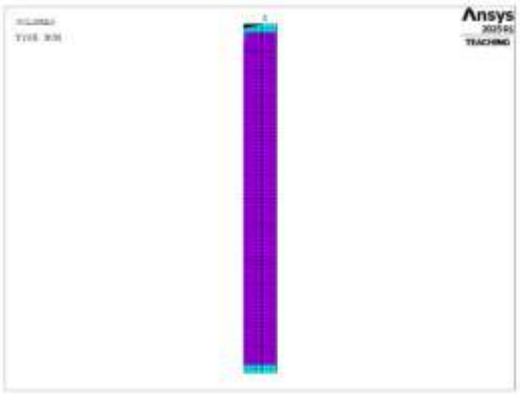
Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Displacement (mm) Vs Load (kN)
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 4. Grafik perbandingan nilai displacement (mm) vs load (kN) dari hasil analisis ANSYS diperoleh kapasitas kolom sebesar 567.1 kN atau 56.71 Ton kemudian di bandingkan dengan eksperimental beton bertulang yang telah dilakukan oleh Bikhiet, dkk. (2014) yaitu 56.6 Ton.

Dari kedua hasil yang dimodelkan oleh Ansys kemudian dibandingkan dengan eksperimental yang sudah dilakukan. Dari pemodelan dengan Ansys ini hasilnya memuaskan dan dianggap memenuhi.

B. Pemodelan Kolom

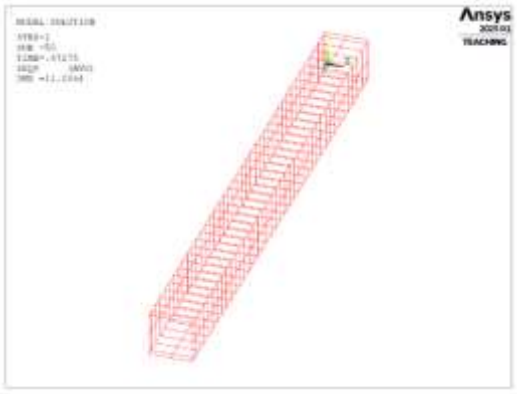
Kolom beton bertulang terdiri dari tiga jenis elemen type yaitu SOLID185, SOLID65 dan LINK180.



Gambar 5. Gambar elemen SOLID185 dan SOLID65
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

SOLID185 merupakan loading plat dari kolom dan SOLID65 adalah beton. Elemen tulangan digambarkan menggunakan LINK180 yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gambar elemen LINK180
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

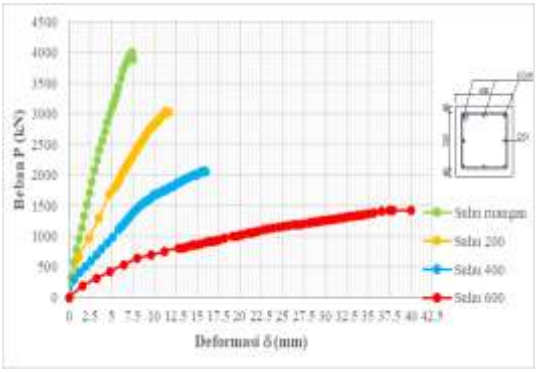
Kolom komposit terdiri dari empat jenis elemen type yaitu SOLID185, SOLID65, LINK180 dan SHELL181. Elemen SOLID185 dan SOLID65 tergambar pada Gambar 6. Untuk element LINK180 dan SHELL181 diperlihatkan oleh Gambar 7.

Gambar 7. Gambar Elemen LINK180 dan SHELL181
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

LINK180 digunakan untuk memodelkan tulangan dari kolom koposit sedangkan SHELL181 digunakan untuk memodelkan baja profil.

C. Analisis kemampuan beban aksial dan deformasi akibat suhu pada kolom beton bertulang (AYN-M1)

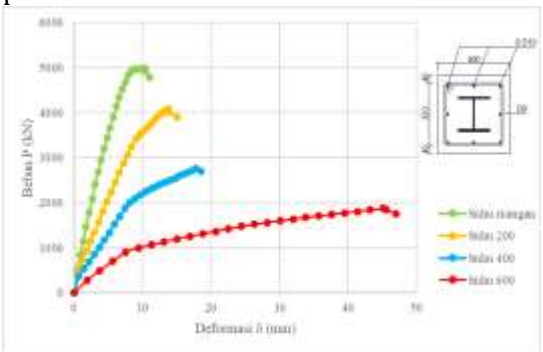
Kolom beton bertulang yang sudah dimodelkan diberikan pembebanan statis dan suhu tinggi kebakaran pada area penampang arah sentris kolom dengan terlebih dahulu nilai pembebanan ditentukan sebelumnya secara bertahap sampai kolom mengalami keruntuhan hingga beban ultimit. Pemberian beban aksial secara bertahap disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Displacement (Mm) Vs Load (kN) Kolom AYN-M1 Dengan Variasi Suhu
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

D. Analisis kemampuan beban aksial dan deformasi akibat suhu pada kolom komposit (AYN-M2)

Kolom komposit yang sudah dimodelkan 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. Pemberian beban aksial secara bertahap dapat dilihat pada Gambar 9.



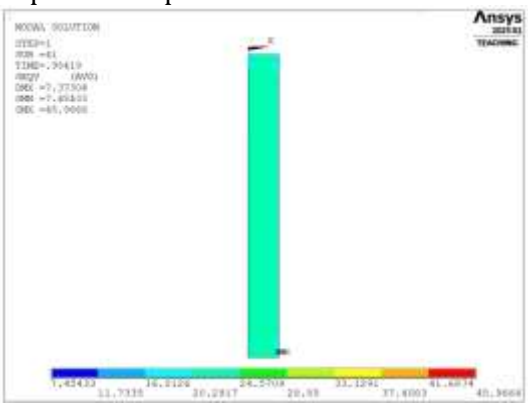
Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Displacement (Mm) VS Load (kN) Kolom AYN-M2 Dengan Variasi Suhu
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

E. Analisis perilaku distribusi dan konsentrasi tegangan (*von mises*) akibat pengaruh suhu

Analisis perilaku distribusi dan konsentrasi tegangan (*von mises*) akan diperoleh dari hasil ANSYS, dimana distribusi tegangan dan konsentrasi tegangan yang terjadi pada

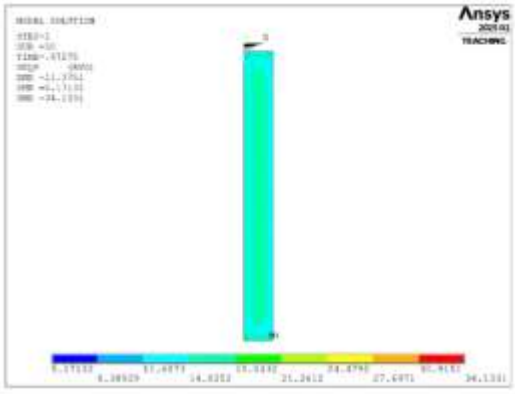
DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

struktur kolom beton bertulang dan komposit dapat di sajikan dalam gambar berikut ini.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M1 suhu ruangan pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 10.



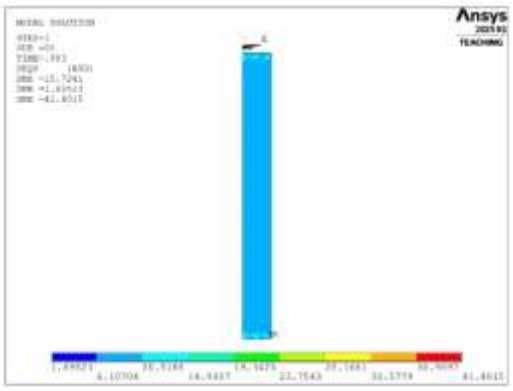
Gambar 10. Distribusi tegangan pada kolom AYN-M1 suhu ruangan pada pembebanan ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 10 bisa dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M1 suhu normal pada pembebanan ultimit adalah 45.97kN dengan deformasi 7.37mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 200^{O}C pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 11.



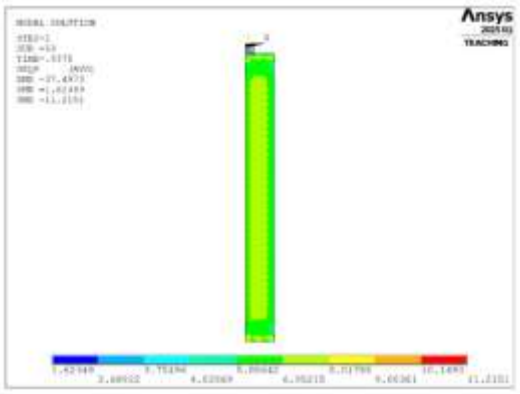
Gambar 11. Distribusi tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 200^{O}C pada pembebanan ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 11 bisa dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 200^{O}C pada pembebanan ultimit adalah 34.13 kN dengan deformasi 11.38 mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 400^{O}C pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Distribusi Tegangan Pada Kolom Ayn-M1 Suhu 400^{o}c Pada Pembebanan Ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

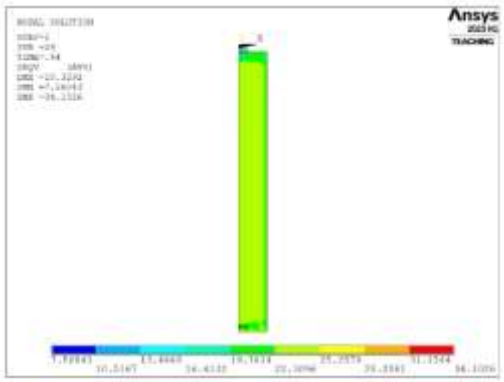
Gambar 12 menunjukkan bahwa tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 400^{O}C pada pembebanan ultimit adalah 41.40 kN dengan deformasi 15.72 mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 600^{O}C pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Distribusi Tegangan Pada Kolom AYN-M1 Suhu 600^{O}C Pada Pembebanan Ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

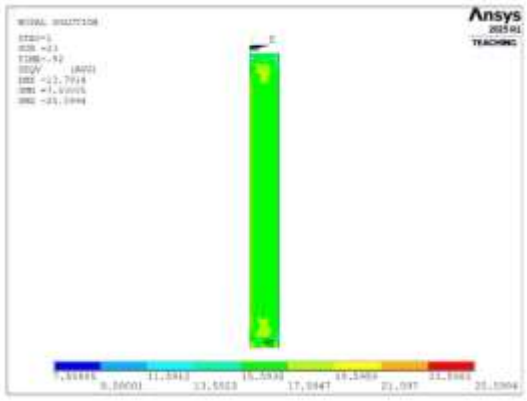
Berdasarkan Gambar 13 dapat dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M1 suhu 600^{O}C pada pembebanan ultimit adalah 11.22kN dengan deformasi 37.49mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M2 suhu ruangan pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 14.

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375



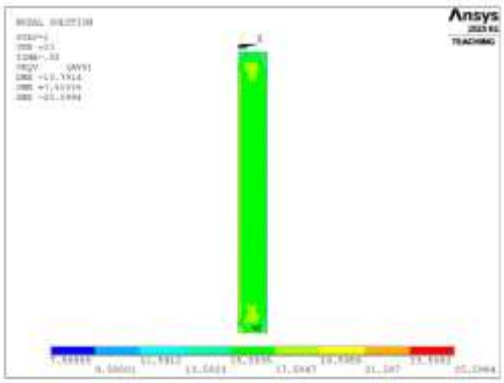
Gambar 1.10. Distribusi tegangan pada kolom AYN-M2 suhu ruangan pada pembebanan ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 14 bisa dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M2 suhu normal pada pembebanan ultimit adalah 34.10 kN dengan deformasi 10.33 mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M2 suhu 200^{0}C pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 15.



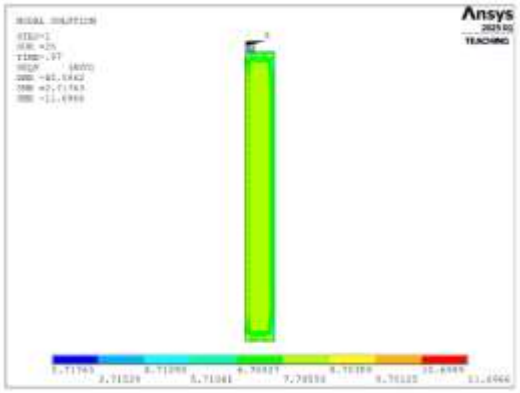
Gambar 15. Distribusi Tegangan Pada Kolom AYN-M2 Suhu Ruangan Pada Pembebanan Ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 15 bisa dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M2 suhu 200^{0}C pada pembebanan ultimit adalah 25.59 kN dengan deformasi 13.79 mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M2 suhu 400^{0}C pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Distribusi Tegangan Pada Kolom AYN-M2 Suhu Ruangan Pada Pembebanan Ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan Gambar 16 bisa dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M2 suhu 400^{0}C pada pembebanan ultimit adalah 17.46 kN dengan deformasi 17.75 mm.
Distribusi tegangan pada kolom AYN-M2 suhu 600^{0}C pada pembebanan ultimit dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Distribusi Tegangan Pada Kolom AYN-M2 Suhu Ruangan Pada Pembebanan Ultimit
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

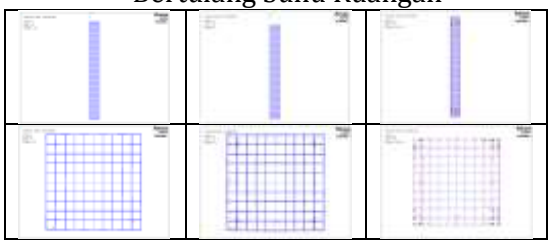
Berdasarkan Gambar 17 bisa dilihat bahwa tegangan pada kolom AYN-M2 suhu 600^{0}C pada pembebanan ultimit adalah 11.69 kN dengan deformasi 45.59 mm.

F. Analisis Perilaku Pola Retak (Crack) pada Material Beton pada Kolom

Dari hasil ANSYS ditampilkan dalam bentuk diagram pola retak pada kolom beton bertulang dan kolom komposit. Diagram pola retak tersebut disajikan pada kondisi retak pertama dan pada saat retak ultimit berdasarkan pemaparan suhu. Tabel 3 menunjukkan diagram pola retak mulai retak pertama hingga retak ultimit.

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

Tabel 3. Diagram Pola Retak dari Saat Retak Pertama Hingga Retak Ultimit Beton Bertulang Suhu Ruangan



4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis model FEM dengan bantuan aplikasi komputer ANSYS pada kolom beton bertulang dan komposit, maka dapat disimpulkan hasil analisis berdasarkan tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pola retakan kolom dimulai pada ujung kolom dekat dengan perletakan, kemudian seiring dengan pertambahan beban retakan akan bertambah dan menyebar pada area selimut beton. Pada kolom beton bertulang, retakan akan menerus sampai area dalam kolom sampai runtuh. Sedangkan pada kolom komposit, retakan berikutnya menerus ke area flens IWF sampai kolom runtuh.
2. Kapasitas memikul beban menurun seiring dengan naiknya suhu. Kapasitas kolom beton bertulang pada suhu ruangan (20^oC) sebesar 3997.05 kN sedangkan pada suhu 200^oC, 400^oC dan 600^oC berturut-turut adalah 3043.76 kN, 2066.71 kN dan 1423.24 kN. Atau terjadi penurunan kapasitas berturut-turut sebesar 76%, 52%, dan 36%.
   Sedangkan pada kolom komposit, kapasitas memikul beban pada suhu ruangan 20^oC sebesar 4981.31 kN. Sedangkan pada suhu 200^oC, 400^oC dan 600^oC berturut-turut adalah 4082.03 kN, 2753.43 kN dan 1871.45 kN. Pada kasus ini terjadi penurunan kapasitas sebesar 82%, 55%, dan 38%.

DAFTAR PUSTAKA

ANSYS Inc (1999). ANSYS Theory Reference release 5.6, Eleventh Edition, Canonsburg, PA 15317, USA.

ANSYS Mechanical Academic (2025). License No. cc28aadbb66f, ISTN, Jakarta.

BPS (2022). Jumlah peristiwa kebakaran di Provinsi DKI Jakarta, Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta.

Bikhiet, M., El-Shafey, N. F., & El-Hashimy, H. M. (2014). Behavior of reinforced concrete short columns exposed to fire. *Alexandria Engineering Journal*, *53*(3), 643–653. https://doi.org/10.1016/j.aej.2014.03.011.

Euro Code 2, "Design of concrete structures: general rules – structural fire design", European Committee for Standardization, Brussels, Part 1.2, 2002. https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-12/BD_EN_1992-1-2.

Fiana, L., Ngudiyono, N., Kencanawati, N.N., Murtiadi, S. (2024). Modeling the Effect of Hole Diameter on Axial Capacity Columns Using ANSYS Software. SSRG International Journal of Civil Engineering Volume 11 Issue 4, 1-7, April 2024 https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V11I4P101.

Murtiadi, S., Mahendra, M., Karyawan, I.D.M., Akmaluddin, A., Pradjoko, E. (2022). Constitutive Model of Concrete Frame Structure under Localize Fire Simulations. *The First Mandalika International Multi-Conference on Science and Engineering 2022, MIMSE 2022 (Civil and Architecture), pp. 65-75*, Atlantis Press.

Murtiadi, S. (2023). Performance of Concrete Building Structure Exposed to Localized Fire. *Civil Engineering and Architecture*, *11*(1).

Silvi, N. P. (2021). Perilaku Bentuk Penampang Kolom Komposit Pada Berbagai Jenis Tanah Akibat Beban Gempa. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, *10*(2), 18–25. https://doi.org/10.36733/jikt.v10i2.2992.

SNI 2847-2019 : Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," Badan Standarisasi Nasional Indonesia, No. 8, pp. 1-720, 2019.

Suárez, J. P. R., León, J. A. P., & Abril, M. S. O. (2022). Evaluation of the fire resistance of steel-reinforced concretefilled steel

DOI : https://doi.org/10.37277/stch.v35i2.2375

tubular columns with a circular cross-section. *Journal of Physics: Conference Series*, *2153*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/2153/1/012005

Subagyo, S., Kunci, K., Kebakaran, P., & Beton, P. (2019). *PERILAKU BETON PASKA KEBAKARAN DAN BERBAGAI ALTERNATIF SOLUSINYA: Vol. I* (Issue 2).

Suryanita, R., Rahmadhan, W., & Kamaldi, A. (2019). Pemodelan Perilaku Tegangan dan Regangan Beton pada Suhu Tinggi dengan Software LUSAS. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, *25*(1), 155. https://doi.org/10.14710/mkts.v25i1.20575

Venkatesh, C., Sonali, S.D. , Durga, S., & Muralidhararao, T. (2021). Evaluation of fire impact on structural elements using ANSYS. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, *6*(1), 1–6. https://doi.org/10.1007/s41024-021-00115-4

Wood, A., Wiyono, W., Setiawan, A., & Nur, D. (2015). Rekayasa dan Manajemen Transportasi Journal of Transportation Management and Engineering PENGARUH SUHU TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN ANGKA POISSON BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC) DENGAN KAPUR SEBAGAI FILLER. *Jurnal Transportasi*, *15*(3), 209–218.