

Behavior Analysis of Building Structures After a Fire with FEA LISA V.8

Aco Wahyudi Efendi

Degree in Civil Engineering, Tridharma University

Email: aw.efendiz018@gmail.com

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 15 / 01 / 2022

Direvisi, 24 / 01 / 2022

Disetujui, 15 / 02 / 2022

Kata Kunci:

Beton

FEA

LISA

Perilaku

Suhu

Tegangan

Keywords:

Behavior

Concrete

FEA

LISA

Stress

Thermal

ABSTRAK

Pemeriksaan bangunan gedung kantor DPRD D dengan metode pemeriksaan gedung menggunakan metode non-destructive inspection (NDT). Dengan analisis menggunakan Metode Elemen Hingga pendekatan diskritisasi elemen untuk menyelesaikan masalah pencarian perpindahan simpul/hubungan/kisi dan gaya struktural. Persamaan elemen diskrit terkait dengan metode matriks untuk analisis struktur dan hasil yang diperoleh identik dengan analisis klasik untuk struktur. Diskritisasi dapat dilakukan dengan elemen satu dimensi, dua dimensi atau tiga dimensi. LISA, aplikasi analisis elemen hingga yang populer, digunakan untuk memperkirakan kenaikan suhu untuk tiga model penukar panas yang berbeda. Dari hasil perilaku yang terjadi pada kolom normal dan pasca pembakaran terlihat adanya perubahan tegangan yang signifikan akibat pembebanan aksial kolom dan juga perilaku perpindahan yang berubah cukup signifikan.

ABSTRACT

Inspection of DPRD D office building by building inspection procedures using non-destructive inspection (NDT) method. By using the finite element method, the element discretization approach is used to solve the problem of finding the displacement of vertices/relations/lattices and structural forces. Discrete element equations are related to the matrix method for structural analysis and the results obtained are identical to those of classical analysis for structures. The discretization can be done with one-dimensional, two-dimensional or three-dimensional elements. LISA, a popular finite element analysis application, was used to estimate temperature rise for three different heat exchanger models. From the results of the behavior occurring in normal and post-combustion columns, it can be seen that there is a significant change in stress due to axial loading of the column and that the displacement behavior also changes quite significantly.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Penulis Korespondensi:

Aco Wahyudi Efendii

Degree in Civil Engineering, Tridharma University

Email: aw.efendiz018@gmail.com

PENDAHULUAN

Kebakaran pada sebuah gedung sering menjadi permasalahan terhadap kemampuan sebuah gedung dan terjadinya penurunan kondisi gedung tersebut, perlu dilakukannya perbaikan pasca kebakaran akibat dampak dari suhu yang berlebihan menyebabkan diperlukannya parameter yang tepat dalam perbaikan elemen struktural tersebut. Dengan adanya parameter yang baik dari sebuah penelitian diharapkan adanya efisiensi terhadap perbaikan elemen yang ditinjau dan terdampak dari kasus di atas.. Oleh karena itu, penyelidikan dan analisis diperlukan untuk memastikan keamanan dan stabilitas struktur bangunan ditinjau dari kondisi kemampuan elemen struktural yang terdampak suhu berlebih akibat kebakaran. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, perlu dipelajari perilaku kolom setelah kebakaran dan menentukan kapasitas kolom. Elemen yang akan diperiksa adalah pilar ruangan yang ditunjukkan pada Gambar 1 Gedung D Kompleks Perkantoran DPRD Kalimantan Timur, dengan tujuan untuk memastikan aktivitas yang terjadi. Survei ini merupakan salah satu upaya agar mendapatkan parameter yang baik untuk melakukan analisis.

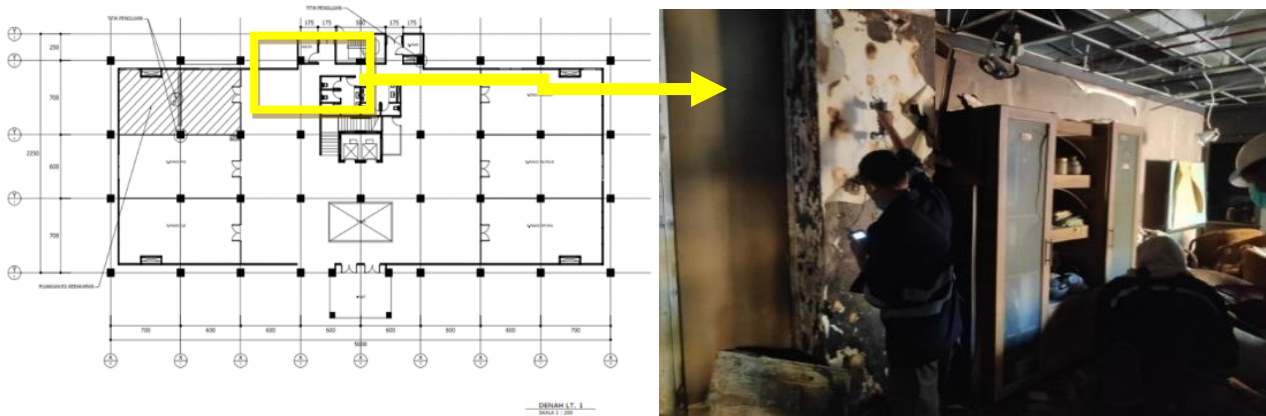
Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan parameter dan untuk mengidentifikasi perilaku dari elemen pilar pasca kebakaran pada ruangan Gedung D kantor DPRD dan imbas suhu yang berlebih akibat kebakaran.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menentukan tingkat keamanan dan stabilitas bangunan. Jika perlu, langkah-langkah yang diambil untuk pemeliharaan dan perbaikan/penguatan struktur harus dilakukan.

Pemeriksaan bangunan gedung adalah kegiatan yang memeriksa keandalan seluruh atau sebagian bangunan gedung, komponennya, bahan bangunan, dan/atau prasarana dan peralatannya dalam jangka waktu tertentu untuk menentukan berfungsinya bangunan gedung. Metode pemeriksaan gedung D biro DPRD menggunakan metode non-destructive inspection (NDT) (A. W. Efendi 2020).

METODE PENELITIAN

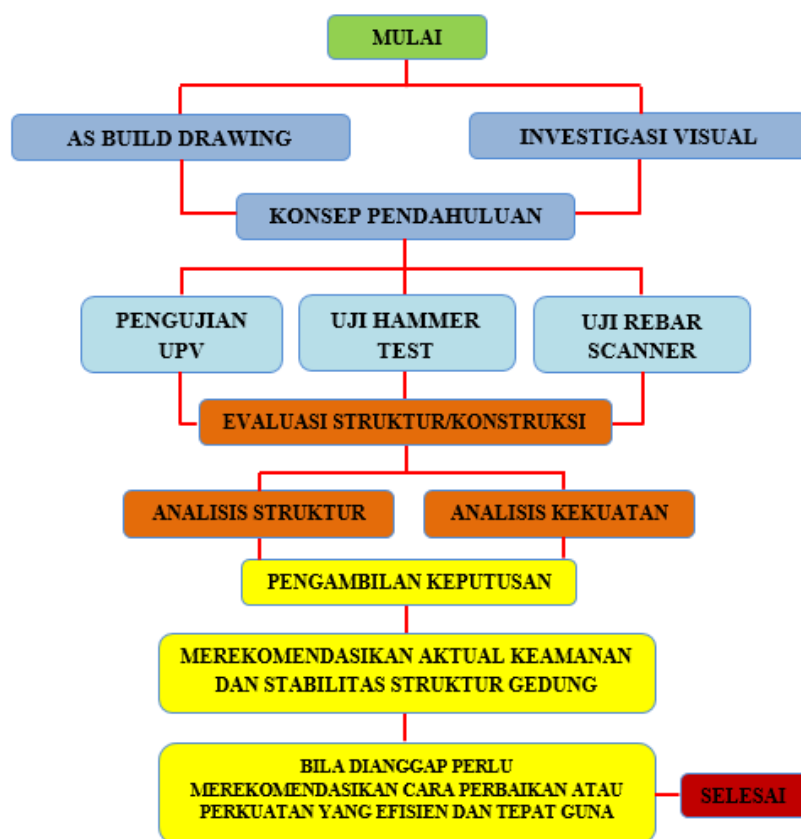
Metode penelitian ini menggunakan beberapa instrument metode tidak merusak(NDT) dengan mengambil sampel di beberapa lokasi dan ruangan yang terkena imbas kebakaran terlihat pada gambar 1. Dari hasil pemeriksaan dilakukan permodelan dengan analisis makro struktur dan analisis mikro structural terutama pada elemen bangunan yang terpapar langsung oleh imbas kebakaran.



Gambar 1. Lokasi penelitian berdasarkan ruang terdampak kebakaran

Secara garis besar, ruang lingkup tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang diperlukan untuk tugas ini seperti gambar arsitektur (arsitektur dan struktur) dan daya dukung.
2. Kualitas struktur beton dengan menguji secara acak kecepatan pulsa ultrasonik di beberapa lokasi pada beton, baik pada beton yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan dan dalam kondisi baik untuk memastikan kualitas beton, dan menyelidiki kelengkapannya.
3. Berdasarkan analisis hasil pengujian dan hasil pengujian serta analisis struktur Gedung D kantor DPRD, memperhitungkan pengaruh beban kerja gravitasi terhadap status kualitas material (A. Efendi 2020).



Gambar 2. Bagan Alir Metode Pelaksanaan

Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga (FEM) adalah metode numerik untuk memecahkan masalah analisis teknis. Metode elemen hingga menggabungkan beberapa konsep matematika untuk menghasilkan persamaan sistem linier atau nonlinier. Jumlah persamaan yang dihasilkan biasanya sangat banyak, mencapai lebih dari 20.000 persamaan. Oleh karena itu, metode ini memiliki nilai praktis yang kecil kecuali jika menggunakan komputer yang memadai (Pranata 2019).

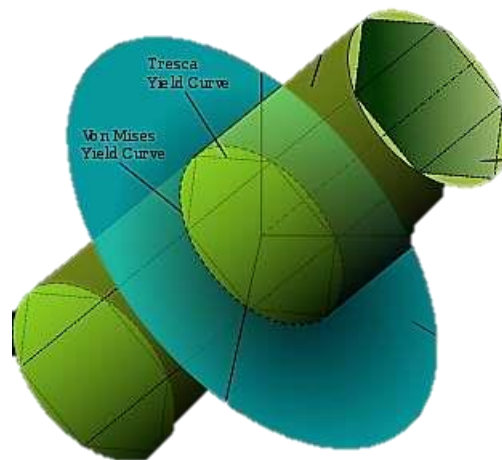
Ketika suatu struktur dikenai gaya-gaya seperti tegangan, tekanan, suhu, kecepatan aliran dan panas, akibatnya adalah regangan (deformasi) tegangan, suhu, tekanan dan kecepatan

aliran. Sifat distribusi efek yang dihasilkan (deformasi) pada suatu benda tergantung pada sifat-sifat sistem gaya dan tegangan itu sendiri. Dalam metode elemen hingga dapat menemukan distribusi efek ini, yang dinyatakan sebagai perpindahan.

Metode elemen hingga menggunakan pendekatan diskritisasi elemen untuk menyelesaikan masalah pencarian perpindahan titik simpul/sambungan/kisi dan gaya-gaya struktur. Persamaan elemen diskrit terkait dengan metode matriks untuk analisis struktur dan hasil yang diperoleh identik dengan analisis klasik untuk struktur. Diskritisasi dapat dilakukan dengan menggunakan elemen satu dimensi (elemen garis), dua dimensi (elemen bidang), atau tiga dimensi (elemen volume/kontinum). Pendekatan tersebut menggunakan elemen kontinum untuk menentukan pendekatan pemecahan masalah yang lebih mendekati kebenaran.

Tegangan Von Mises

Dalam ilmu material dan teknik hasil kriteria Von Mises dapat juga diformulasikan dalam bentuk tegangan Von Mises atau tegangan tarik yang setara σ_v , nilai tegangan skalar yang dapat dihitung dari tegangan tensor s . Dalam hal ini, material dikatakan mulai menghasilkan setelah diperkirakan tegangan Von Mises mencapai nilai kritis dikenal sebagai kekuatan luluh S_y . Tegangan Von Mises digunakan untuk memprediksi menghasilkan bahan di bawah kondisi beban dari hasil tes tarik uniaksial sederhana. Tegangan Von Mises memenuhi properti yang menyatakan dua tegangan dengan energi distorsi sama-sama memiliki tegangan Von Mises sesuai gambar 3.



Gambar 3. Kriteria Tegangan menurut Von Mises-Tresca

Menurut Von Mises kriteria hasil adalah independen dari tegangan pertama invarian, ini berlaku untuk analisis deformasi plastik untuk bahan yang ulet seperti logam, seperti timbulnya hasil untuk materi ini tidak tergantung pada komponen hidrostatis dari tegangan tensor s .

Perangkat Lunak

Sanspro

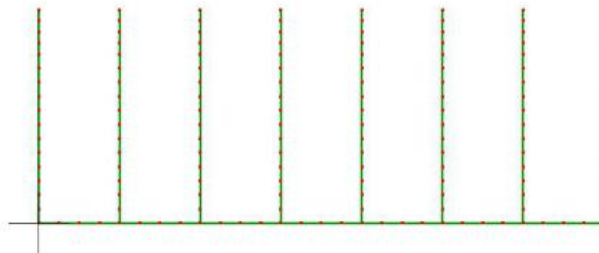
Program komputer analisis dan desain struktur (SANSPRO) pada awalnya (1988) dirancang dengan filosofi lama dimana software masih dianggap sebagai alat bantu analisis sebagai berikut:

Perencana memanfaatkan komputer sebagai alat bantu analisis dan desain struktur. Sedangkan penggambaran akhir dan perhitungan volume dilakukan dengan kontrol ketat manusia (Subagyo 2020).

LISA FEA V.8

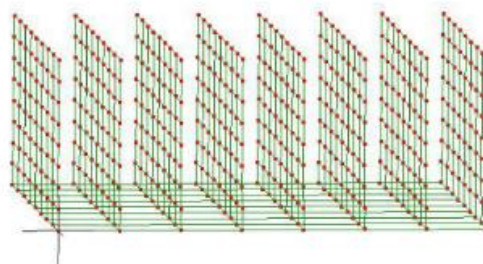
LISA merupakan perangkat lunak analisis elemen hingga yang populer, digunakan untuk memperkirakan kenaikan suhu untuk tiga model yang berbeda dari penukar panas. Tiga jenis model, dalam urutan kesederhanaan dan kemudahan konstruksi, adalah model elemen garis, model cangkang dan model padat (Paiva 2016).

Untuk elemen garis, LISA menyediakan menu bentuk elemen dan geometri struktur yang sering digunakan, pengguna hanya perlu menambahkan dimensi elemen dalam kotak dialog ditambah konduktivitas termal di kotak dialog lain. Sebuah garis model terlihat pada gambar 4 di jendela pra-pemrosesan LISA setelah meshing. Kesederhanaan dan kemudahan permodelan dengan permodelan garis ini memudahkan dalam pemrosesan analisis karena keterbatasan jumlah node yang disediakan.



Gambar 4. Permodelan elemen geomteri dengan metode garis (Couch, 2013)

Dalam penggambaran di atas, kami memilih untuk memberi kode warna pada dua tipe elemen garis dari model, yaitu pelat dasar dan sirip. Ini adalah pilihan pengguna. Model paling sederhana berikutnya adalah konstruksi pelat, pemilihan modeling dengan pelat untuk meminimalisasi proses analisis dalam FEM, karena dibatasi oleh jumlah node dan kemampuan berjalannya perangkat lunak di komputer, gambar 5.



Gambar 5. Permodelan elemen geomteri dengan metode pelat (Couch, 2013)

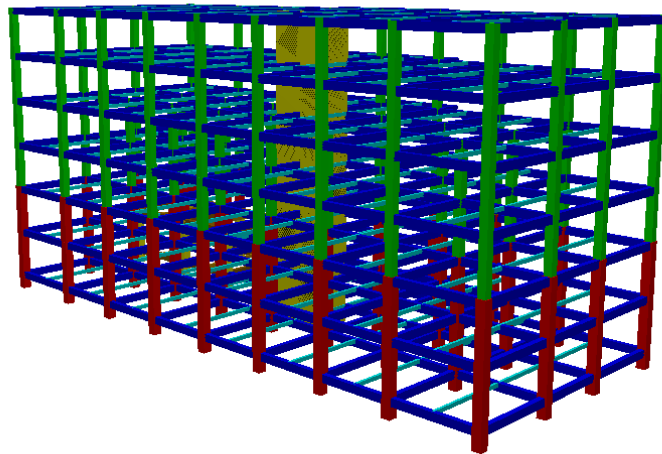
METODE ANALISIS

Perhitungan statis untuk mengevaluasi kelayakan konstruksi berdasarkan ukuran dan kondisi yang ada untuk mendapatkan gaya internal akibat kombinasi beban yang berbeda. Alat yang digunakan adalah komputer yang dilengkapi dengan software statika berupa program SANSPRO V5.20 dan melakukan

analisis struktur mikro dengan LISA V.8. Pada tahap kegiatan ini dilakukan perhitungan statis di lapangan berdasarkan as built drawing dan hasil data uji geometri. Berdasarkan hasil analisis struktur dan verifikasi gambar, dilakukan pemeriksaan kekuatan elemen kolom, gelagar dan pelat lantai yang berfungsi sebagai rangka untuk menopang beban kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

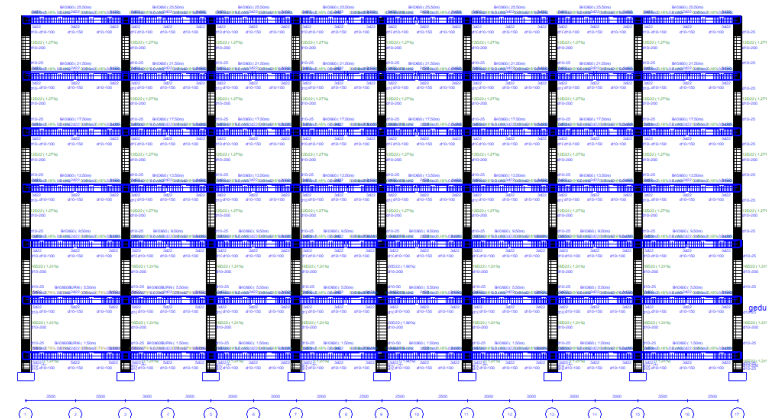
Gedung DPRD adalah gedung 6 lantai, dimana gedung dipergunakan sebagai gedung perkantoran anggota DPRD Kaltim, salah satu ruang gedung tersebut telah mengalami kebakaran di area lantai satu sesuai dengan gambar 1, untuk mendapatkan kondisi layan gedung dilakukan pengujian tidak merusak pada beberapa elemen gedung terutama elemen yang terimbas suhu ekstrim akibat kebakaran. Dari hasil pengujian dilakukan permodelan secara makro untuk mendapatkan perilaku dan kapasitas kondisi bangunan terutama pada lantai 1. Permodelan menggunakan perangkat lunak SANSPRO V.520 seperti gambar 6.



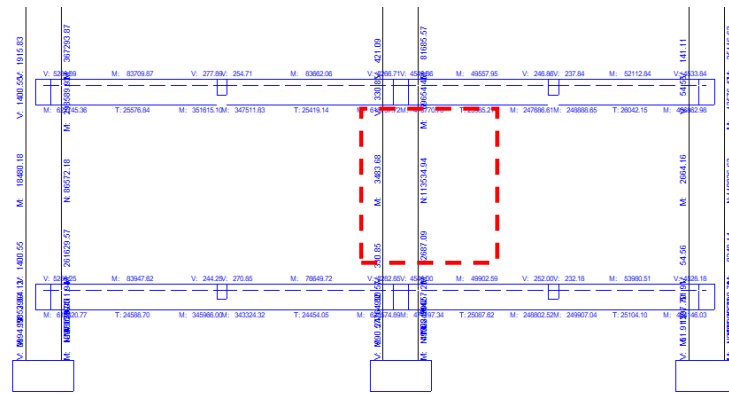
Gambar 6. Permodelan struktur gedung dengan SANSPRO V.520

Makro Analisis Terhadap Beban Gravitasi

Berdasarkan hasil review dimensi, diperoleh desain rasio maksimum pada kolom 1,905 berwarna biru masih didalam ambang batas aman batas persyaratan kekuatan yaitu 6% berwarna merah.

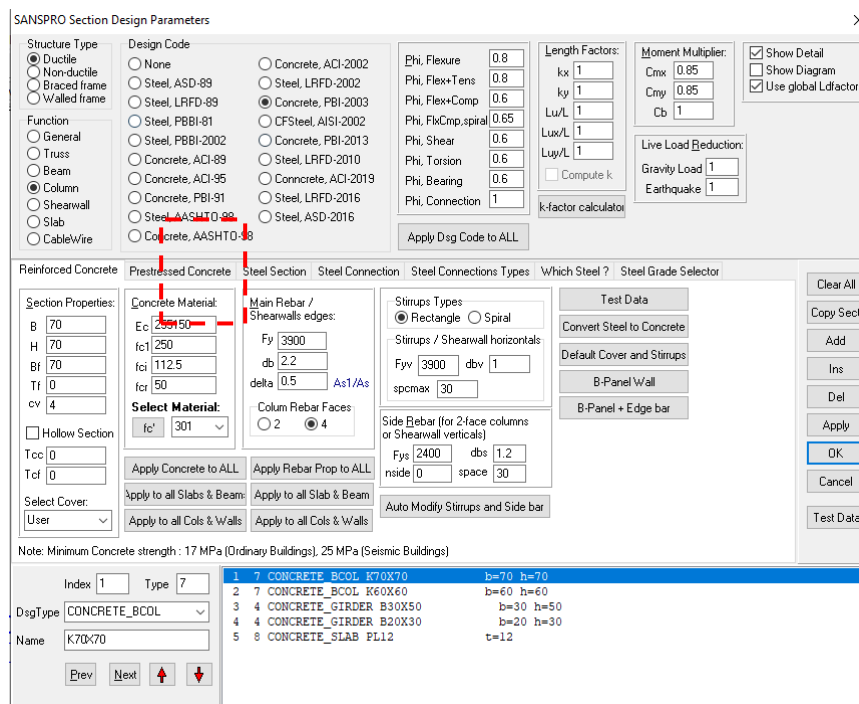


Gambar 7. Hasil analisis dan kebutuhan tulangan



Gambar 8. Data gaya yang diambil dari hasil makro analisis (Sumber SANSPRO V5.20)

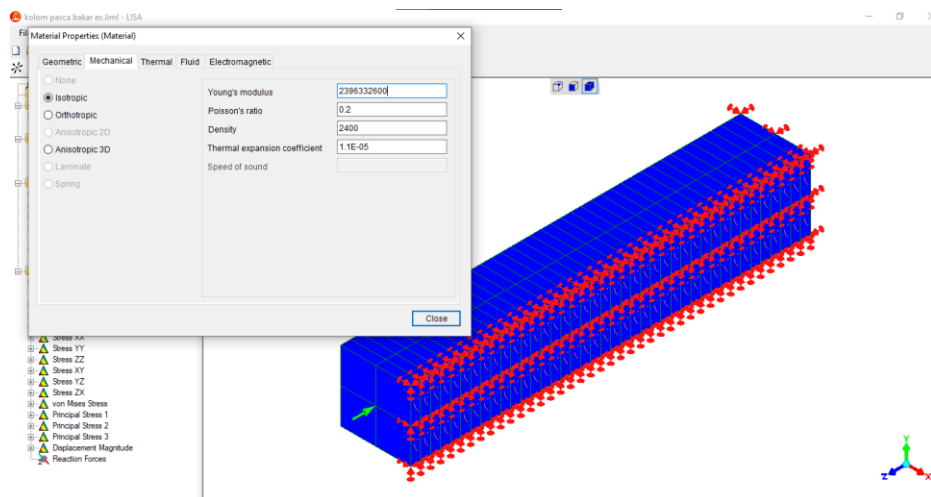
Nominal gaya axial yang terjadi diambil dari hasil makro analisis yaitu sebesar 113534,94 Kg, gaya ini terjadi pada kolom di ruangan yang mengalami kebakaran dan ditinjau. Dengan nilai mutu beton awal adalah f_c 25 MPa sesuai parameter pada makro analisis sesuai gambar 9. Analisis yang dilakukan dengan memodelkan bangunan secara 3D pada perangkat lunak SANSPRO V5.20 dengan memasukkan gaya yang terjadi ini hasil dari beban gravitasi bangunan yaitu beban hidup dan beban mati, dengan melakukan pembebanan kondisi terkini tanpa memasukkan beban terfaktor sehingga kondisi dan perilaku sesuai dengan kondisi lapangan, sedangkan parameter mutu dari material bangunan berdasarkan hasil pemeriksaan tidak merusak (NDT) hasil dari analisis berdasarkan dengan kapasitas desain terhadap struktur.



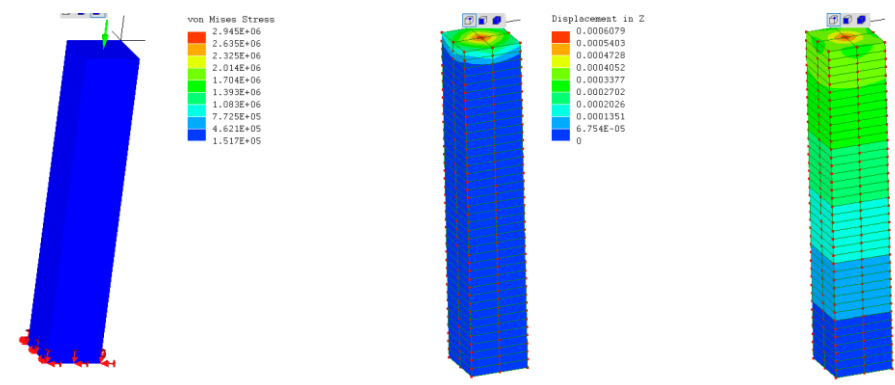
Gambar 9. Parameter yang digunakan menyesuaikan kondisi existing (Sumber SANSPRO V.520)

MIKRO ANALISIS TERHADAP ANALISIS SUHU

Hasil perilaku yang terjadi pada kolom dengan kondisi normal terlihat pada gambar 10 dengan grafik perilaku tegangan akibat beban axial. Pada gambar 11 memperlihatkan konsentrasi tegangan berada pada bagian ujung tengah kolom yang diberi beban titik sebagai asumsi beban yang bekerja pada kolom tersebut sedangkan deformasi yang terjadi terlihat pada bagian atas kolom namun merambat hingga pada bagian 16% dari bagian tumpuan masih dikategorikan tidak mengalami deformasi arah sumbu z.

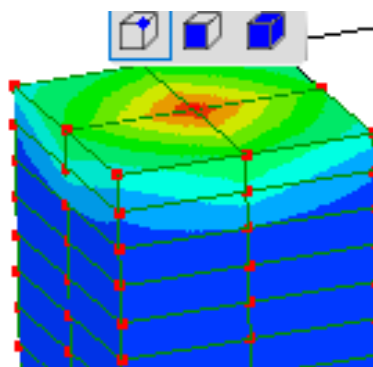


Gambar 10. Data material dan permukaan yang terimbas suhu kebakaran

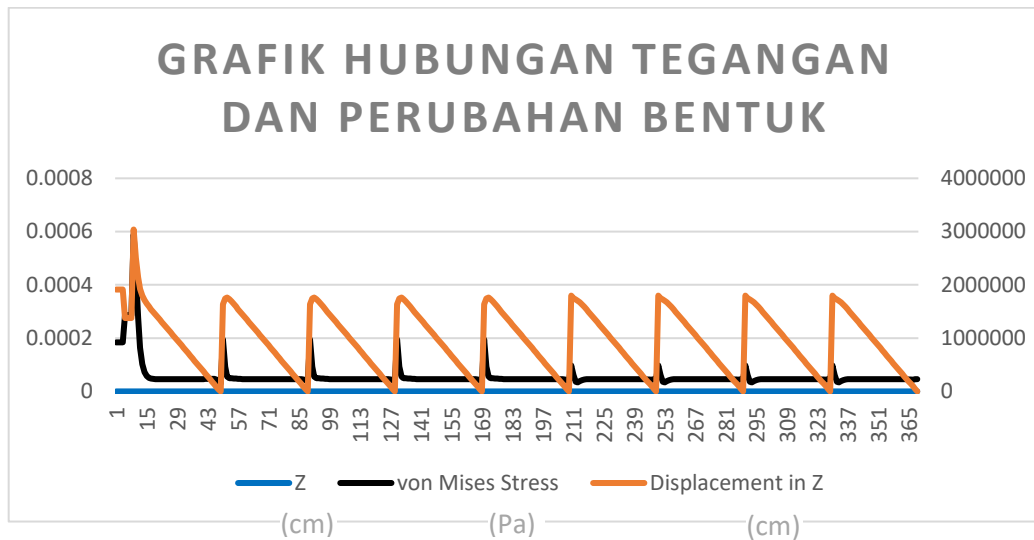


Gambar 11. Perilaku kolom dalam keadaan normal

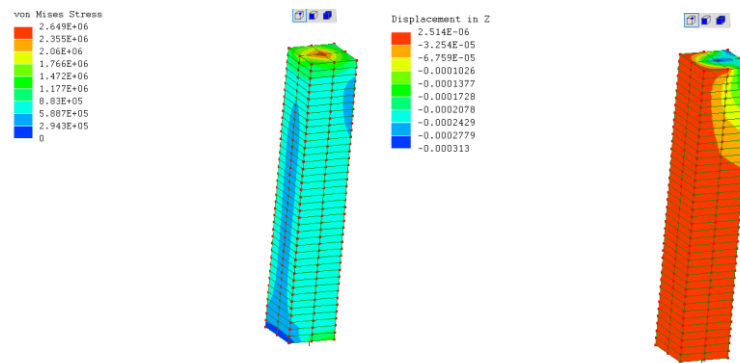
Sedangkan dari pola grafik yang terjadi sesuai pada gambar 12 terlihat 17 cm pertama terjadi tegangan yang signifikan dan relatif terjadi penurunan dimulai dari pada 49 cm dari bagian atas kolom atau lokasi titik beban yang terjadi dan kian menurun tegangan pada 209 cm atau dibagian tengah kolom sedangkan perilaku deformasi sumbu z atau searah beban terbesar 0.0006 cm pada 17 cm permukaan atas di mana relatif linier menurun hanya 0.0003cm pada 49 cm dari bagian atas kolom atau lokasi titik beban yang terjadi, terlihat pada gambar 12 bagian tengah pada elemen mengalami beban terpusat dengan tegangan membesar.



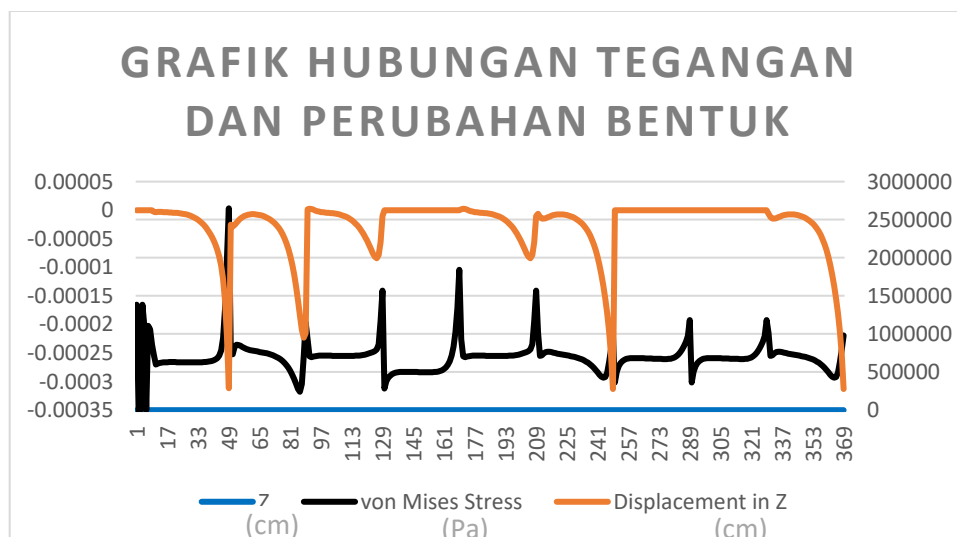
Gambar 12. Zonasi tegangan yang terjadi akibat beban gravitasi



Gambar 13. Grafik hubungan Tegangan dan Perubahan Bentuk Kondisi Kolom Normal



Gambar 14. Perilaku kolom dalam keadaan terdampak suhu bakar



Gambar 15. Grafik hubungan tegangan dan perubahan bentuk kondisi kolom suhu bakar

Pada gambar 14 adalah perilaku kolom dalam keadaan terdampak suhu bakar pada satu sisi bagian saja yang dilakukan simulasi penambahan suhu ekstrim simulasi suhu bakar. Pada gambar 13 ini terlihat sebaran tegangan tidak lagi berkisar dibagian atas kolom dimana beban diletakkan namun kini telah

merambah hingga sisi kanan dan kiri bagian kolom meskipun tidak merata, ini disebabkan adanya perubahan sifat material beton yang terjadi akibat terpapar suhu yang ekstrim.

Deformasi yang terjadi pun tidak lagi seragam, namun pada bagian yang terpapar suhu mengalami nilai deformasi permukaan yang cukup berbeda. Gambar 14 memperlihatkan mengenai hasil analisis grafik hubungan antara tegangan dengan perubahan bentuk kondisi kolom pasca bakar, dari nilai tegangan pada kedalaman 49 cm dari permukaan atas kolom terjadi nilai tegangan yang signifikan hingga setelahnya terjadi nilai tegangan yang tidak lagi linier dan seragam penurunannya atau pun kenaikan nilai tegangan, meskipun awalnya hanya terjadi nilai tegangan yang tidak lebih dari setengah nilai tegangan dari kedalaman 49 cm. Sedangkan deformasi pada sumbu z yang mengalami paparan suhu ekstrim pun tidak berpola linier namun sudah tidak beraturan.

KESIMPULAN

Dari hasil perilaku yang terjadi pada kolom normal dan pasca bakar terlihat adanya perubahan signifikan yang terjadi pada tegangan akibat beban axial kolom dan juga perilaku deformasi yang cukup signifikan berubah, ini disebabkan oleh perubahan suhu dan parameter material akibat dari paparan suhu yang terjadi. Dari grafik hubungan antara tegangan dengan displacement sumbu z memperlihatkan perilaku yang sangat dominan berubah akibat imbas penambahan suhu sebagai simulasi kebakaran yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- 6349, BSI Standards. *Code of Practice for Maritime Structures*. British: The British Standards Institution, 2000.
- ASTM. *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete C597-09*. America: ASTM, 2009.
- Building Code Requirements for Structural Concrete, ACI 318. *ASTM C597 – 09 Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*. USA: ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete, 2009.
- Couch, Charles R. *Comparative analysis of a heat sink using three different finite element models and validated experimentally*. USA: Consulting Engineer, RF and Microwave Components and Systems, 2013.
- Efendi, A W. *Audit Forensik Bangunan Gedung Balai Wilayah Sungai Provinsi Kalimantan Timur*. Balikpapan: CV. Quantum Consultant, 2020.
- Efendi, Aco Wahyudi. "Analisis Metode Pelaksanaan Retrofitting Pada Bangunan CSF Kariangau Balikpapan." *Jurnal Penelitian Teknik Universitas Tridharma Balikpapan*, 2017.
- Efendi, AW. *Investigasi dan Assesment Audit Building pada Gedung D Komplek Kantor DPRD Provinsi Kalimantan Timur*. Balikpapan: CV. Quantum Consultant, 2020.
- Energy, Innova Solar. *Analisi FEM statico – lineare dei componenti strutturali critici del sistema cogenerativo a concentrazione*. Spain: Innova Solar Energy, 2013.
- Haryadi, Gunawan Dwi. "Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460." *Rotasi*, 2006: 1-8.
- Khoeri, Heri. "NON-DESTRUCTIVE TEST TERHADAP SEMI DESTRUCTIVE TEST PADA SHEAR." *Jurnal Konstruksia*, 2016: 1-12.
- Logan, Daryl L. *A first course in the finite element method*. Boston, Massachusetts, Amerika: Cengage Learning, 2011.

- OCDI. *Technical Standards for Port and Harbor Facilities in Japan*. Japan: The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan. PIANC. 2002. *Guidelines for the Design of Fender Systems*. Japan: PIANC, 2009.
- Paiva, C E L de. *ANÁLISE DAS TENSÕES NO PATIM DO TRILHO NA*. Campinas: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2016.
- Pranata, Yosafat Aji. *Metode Elemen Hingga*. Bandung: Universitas Kristen Maranatha, 2019.
- Segerling, Larry J. *Applied Finite Element Analysis*. Singapore: John Willey & Sons, 1984.
- SNI-6880. *Spedifikasi Beton Struktural*. Jakarta: SNI, 2016.
- Subagyo, S. *PENGGUNAAN PROGRAM KOMPUTER PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN PAKET PROGRAM SANSPRO V 4.7*. Yogyakarta: Civetech, 2020.
- Suryanto, Heru. *Aplikasi Metode Elemen Hingga Untuk Analisa Struktur Statik Linier Dengan Program Msc/Nastran*. Malang: State University of Malang, 1999.