

ANALISIS KAPASITAS PELAT BETON RINGAN MENGGUNAKAN APLIKASI MIDAS FEA

Arles Octavianus Sintiawan¹, Widodo Kushartomo², dan Sunarjo Leman³

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta
arles.325190107@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
widodo@untar.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta
sunarjo@ft.untar.ac.id

Masuk: 26-01-2023, revisi: 15-03-2023, diterima untuk diterbitkan: 30-05-2023

ABSTRACT

The use of concrete in a building has been well-known since the 1800s. Many concrete models are new to the present and still growing, one of which is lightweight concrete. Lightweight concrete is the manufacture of ordinary concrete with the addition of styrofoam. The addition of styrofoam is useful as a cavity shaper, so the volume of concrete will increase without the addition of paste or other aggregates. The density of lightweight concrete that has been made is in the range of 1850 kg/m³-1900 kg/m³. After the Laboratory was tested, we got a density of around 1373.5 kg/m³. The process of calculating the structure is also very developed to date. Many calculation methods used by experts in building design include the use of the Finite element method. This Finite element method is used for obtaining results that detail the behaviour of structures such as tensile strength, compressive strength, deformation, stress and others. In the study will be made an experiment to make a Laboratory with lightweight concrete with wire mesh reinforcement with a diameter of 4 mm. after the testing process with manual test with Laboratory tests and with the help of the Midas Finite Element Analyst application. The results of this test turned out to be the same when the load reached 800 kg of test objects in Midas FEA and Laboratory tests were both destroyed, but the deformation results were quite far apart, this is happened because Midas could not detect certain materials with certain parameters in its application.

Keywords: lightweight concrete; wiremesh; deformation; concrete panel; finite element method.

ABSTRAK

Penggunaan beton pada suatu bangunan sudah terkenal sejak 1800an dan terus berkembang sampai sekarang. Banyak model-model beton yang baru untuk sekarang ini dan terus bertambah sampai sekarang salah satunya adalah beton . Beton ringan merupakan pembuatan beton biasa dengan tambahan *styrofoam*. Penambahan *styrofoam* ini berguna sebagai pembentuk rongga, sehingga volume beton akan bertambah tanpa tambahan pasta atau agregat lain. Massa jenis beton ringan yang telah dibuat oleh para ilmuwan adalah berkisar 1850 kg/m³-1900 kg/m³. Setelah proses pengujian selesai hasil yang kami dapatkan 1373.5 kg/m³. Proses Perhitungan struktur juga sangat berkembang sampai saat ini. Banyak metode perhitungan yang dipakai para ahli dalam perancangan bangunan salah satunya penggunaan metode finite element. Metode finite element ini berguna untuk mendapatkan hasil yang perilaku detail struktur seperti kuat tarik, kuat tekan, deformasi, tegangan dan lainnya. Pada penelitian akan dibuat percobaan membuat pelat dengan beton ringan dengan tulangan wiremesh dengan diameter 4 mm. setelah itu proses pengujian akan dibuat secara manual yaitu uji Laboratorium dan dengan bantuan aplikasi Midas Finite Element Analyst. Hasil dari pengujian ini ternyata sama pada saat beban mencapai 800 kg benda uji dalam Midas FEA dan uji Laboratorium sama-sama hancur, tetapi hasil deformasi yang berbeda cukup jauh, ini dikarenakan Midas tidak dapat mendeteksi bahan tertentu dengan parameter tertentu dalam aplikasinya.

Kata kunci: ringan; *wiremesh*; deformasi; panel; *finite element method*.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan material beton pada suatu bangunan sangatlah umum dan hampir semua bangunan di Indonesia menggunakannya. Teknologi beton sangatlah berkembang dari masa ke masa. Pada zaman dahulu orang membangun sebuah bangunan-bangunan dari batu yang disusun sehingga menjadi sebuah bangunan susunan batu. Perkembangan

beton bertulang dituliskan pada website bnproducts memberi catatan tersendiri, mana kala pada tahun 1848 Jean Louis Lambott memasukan tulangan baja dan jala baja (*wire mesh*) untuk memperkokoh kapal beton. lalu, pada tahun 1854, William B. Wilkinson membangun suatu bangunan 2 tingkat yang dimana struktur pelatnya diperkuat dengan tulangan besi dan helaian dari tali tambang. Bangunan ini dipercayai sebagai awal permulaan suatu bangunan yang menggunakan struktur perkuatan beton bertulang. Teknologi beton bertulang berkembang di Indonesia seiring berkembangnya pembangunan di Hindia Belanda (Setyowati, 2019). Bahan dasar beton yang digunakan pada saat ini adalah semen. Biasanya banyak orang menggunakan semen Portland sebagai bahan dasar beton. Semen Portland merupakan jenis semen yang paling umum di Indonesia sebagai dasar dalam pembauatan beton, mortar, plester, dan adukan beton lainnya. Semen ini berkembang dari jenis lain kapur hidrolis pada pertengahan abad ke-19, dan sebagian besar berasal dari batu kapur. Semen ini sangat halus teksturnya dan diproduksi dengan menggunakan pemansan batu gamping juga mineral tanah liat dalam tanur untuk pembentukan klinker, penggilingan klinker, dan menambahkan sejumlah sebagian kecil zat-zat dan bahan-bahan lain. Manfaat utama semen adalah untuk mengikat dan menempelkan butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu massa atau benda yang padat dan mengisi lubang-lubang udara diantara butiran agregat. Walaupun komposit semen dalam campuran beton hanya sekitar 10-15% namun karena digunakan untuk bahan pengikat atau lem maka peran semen sangatlah penting sebagai peran pengikat agregat-agregat yang terdapat pada beton (Mulyono, 2004). Kuat tarik belah beton sangat rendah, hanya sekitar 10-15% dari kuat tekannya. Pendekatan yang lebih tepat untuk menghitung kuat tarik beton f^c_{ct} adalah dengan rumus $0,1f^c < f^c_{ct}$ (Nawy, 1998).

Kekurangan penggunaan beton pada suatu bangunan adalah massa jenis yang sangat berat dan mahal. Maka karna semakin berkembangnya teknologi pembuatan beton, penggunaan *styrofoam* akan membuat beton menjadi lebih ringan dengan menambah ukuran volume beton, maka itu dinamakan beton ringan. Pengurangan massa jenis beton akan berkurang sebesar $\leq 1900 \text{ kg/m}^3$, Meskipun beton ringan tidak memiliki kekuatan seperti beton biasanya, tetapi menurut saya ini cukup untuk bangunan-bangunan yang tidak memerlukan beban yang besar khususnya tempat tinggal. Maka itu pembuatan beton ringan ini harus diteliti terlebih dahulu dengan cara yang kami lakukan adalah membuat desain berupa Rumah kecil berukuran $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ dengan tinggi 1 m , dan meneliti berapa beban yang akan bisa ditahan oleh beton ini. Sehingga kita menjadi lebih yakin untuk bisa membuat beton ini kedalam kehidupan sehari-hari dan menerapkannya. (Hadi, 2019).

Penambahan *styrofoam* pada campuran beton dapat menambah ringan beton sekitar 12% dengan takaran *styrofoam* sebanyak 1% dari total volume adukan beton. Selain hal tersebut penambahan *styrofoam* pada beton menurunkan kuat tekan beton normal. Untuk penambahan *Styrofoam* sebesar 1% terjadi penurunan 54% (Priyono & Nadia, 2014). *Styrofoam* pada penelitian ini berfungsi untuk membentuk rongga udara pada beton sehingga penelitian tidak terfokus pada ketahanan *styrofoam*. Namun secara umum beton ringan memiliki standar yang berhubungan dengan ketahanan yakni berdasarkan JIS A1148 yang berjudul "*Freezing and Thawing Test for Concrete, Method*". Hal ini berhubungan dengan faktor lingkungan tetentu (cuaca) di daerah dingin. Penelitian dilakukan dengan metode merendam di dalam air. Pada topik ini, beton dengan agregat ringan yang dibasahi terlebih dahulu, sampai memiliki kandungan air 25-35%.. Penelitian dilakukan menggunakan silinder beton berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm. beton dilakukan pengujian pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari. Dengan modifikasi 60 %, 70 %, dan 80 %. Hasil penelitian menunjukkan komposisi *styrofoam* terbanyak mengalami kekuatan yang paling lemah dengan urutan 1792,3770 kg/m³, 1734,2110 kg/m³, 1618,2200 kg/m³. (Siahaan, Sumajouw, & Mondoringin, 2020). Penelitian beton menggunakan *styrofoam* juga harus diteliti dengan pengaruh faktor air semen.. Nilai kuat tekan yang diperoleh dan telah memenuhi persyaratan kuat tekan beton ringan pada struktural ringan SNI 03-3449-2002. Beton ringan *styrofoam* baik digunakan untuk pembuatan beton struktural ringan jika memenuhi syarat dan diuji dengan parameter kekuatan yang berlaku (Purnawirati, 2020). Karena kita sudah berada pada zaman teknologi yang berkembang pesat, maka hasil dari yang didapat dari Laboratorium harus kita bandingkan dengan hasil yang kita buat dari aplikasi. Aplikasi yang akan digunakan nanti adalah Midas *Finite Element Analysis* Aplikasi ini akan berguna sebagai mengidentifikasi kondisi crack horizontal dan vertical sehingga kita tahu apa yang akan terjadi ketika kita menerapkannya pada saat praktek langsung (Karimi et al., 2021).

Sebelum melakukan simulasi numerik dengan software *Finite element method* terlebih dahulu mencari referensi dari beberapa sumber-sumber artikel atau penelitian yang membahas tentang beton ringan atau *lightweight concrete*, beton ringan ramah lingkungan, inovasi material beton ringan yang mudah di dapatkan, pelat, pengaruh beban aksial dan lateral terhadap pelat, dan simulasi dengan menggunakan software *Finite element method*. Pemodelan diperiksa dengan beberapa parameter model dan kemudian *setting* analisis yaitu memasukan *constrain/fixe support* atau tumpuan pada sisi geometri yang telah ditentukan biasanya bagian ujung-ujung. Kemudian input gaya-gaya yang akan bekerja pada sisi geometri yang telah akan diuji. Setelah *setting* pada pemodelan selesai lalu cek pemodelan material dengan berbagai tinjauan yaitu deformasi, reaksi perletakan, Untuk mendapatkan hasil analisis dari *software finite element* maka lakukan *solve analysis* untuk melakukan proses *running* sehingga hasil *Post-work* dapat dianalisis dan disesuaikan secara manual. (Hadipramana & Jaka, 2020). Penggunaan pelat lantai beton sudah banyak digunakan

untuk berbagai kebutuhan lantai rumah bertingkat maka apabila penggunaan beton ringan sebagai bahan pelat lantai tersebut apakah sesuai standar yang berlaku atau tidak dari segi kekuatan, kekakuan dan desain, maka perlu dilakukan penelitian pemodelan terkait dengan sifat mekanis berdasarkan bentuk pemodelan yang akan diuji. Penelitian ini akan menganalisa pengaruh kerapatan *wiremesh* tersebut terhadap kapasitas lentur pelat beton ringan komposit. Pelat yang digunakan berdiamensi 1200×1000×50 mm dan *wiremesh* dengan diameter 4 mm.

Adapun beberapa masalah yang mungkin akan timbul pada penelitian ini, yaitu:

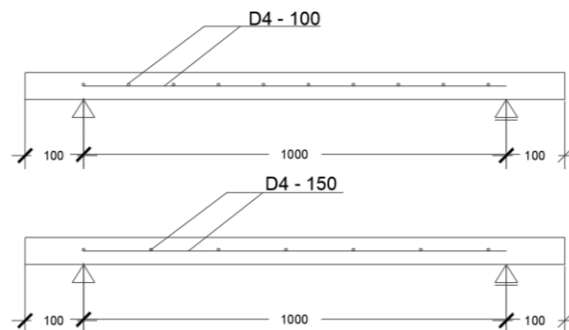
- a) Berapakah nilai hasil uji seperti deformasi pada panel beton ringan yang didapatkan dari aplikasi Midas FEA
- b) Bagaimana pola keruntuhan panel beton ringan dengan tulangan *wiremesh* yang dimodelkan pada program Midas FEA.

Berdasarkan masalah-masalah di atas adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

- a) Untuk mengetahui besar kapasitas dari panel beton ringan dengan menggunakan *wiremesh* yaitu deformasi berdasarkan batasan-batasan yang telah ditentukan
- b) Untuk mengetahui pola keruntuhan pada panel beton ringan

2. METODE PENELITIAN

Studi numerik yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Finite element method* (metode elemen hingga). *Finite element method* adalah salah satu metode numerik yang dapat menyelesaikan permasalahan teknik dengan cara membagi objek yang dianalisis menjadi bagian-bagian yang kecil sampai tidak terhingga. Melalui program MIDAS FEA akan diperoleh nilai dan pola keruntuhan geser dari objek penelitian yang dianalisis. Data-data penelitian yang diperlukan beberapa didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Data-data yang didapatkan dari hasil *Finite element method* ini akan dibandingkan dengan hasil uji Laboratorium apakah sama, menyerupai, atau berbeda. Sehingga melalui penelitian ini kami akan melakukan kedua uji tersebut untuk membuktikan bahwa hasil uji aplikasi akan sama atau tidak dengan hasil uji Laboratorium. Berikut merupakan sketsa tumpuan yang akan dilakukan pada uji Laboratorium.



Gambar 1. Sketsa Metode Pengujian

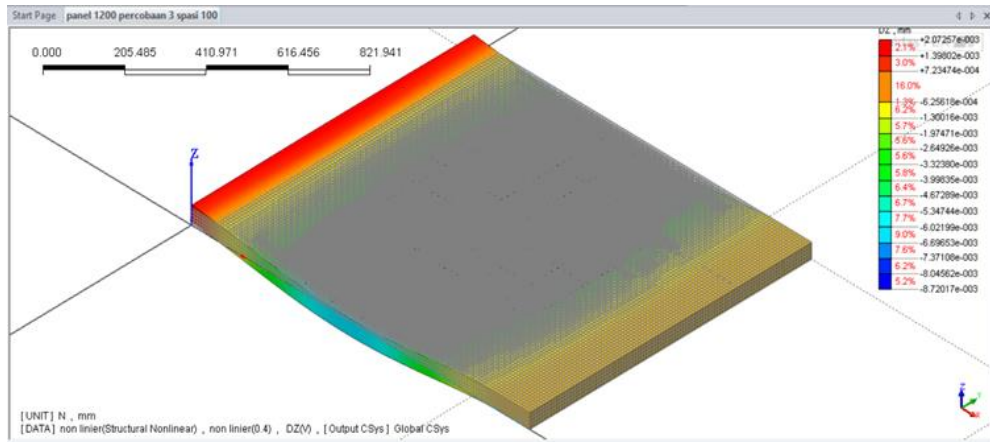
Dalam bab metode penelitian ini, akan membahas tahapan penelitian yang menjadi pedoman agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik serta sistematis. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa data pengujian di Laboratorium. Data ini akan digunakan dan dibandingkan dalam analisis untuk mengetahui kekuatan geser ultimit dan pola keretakan yang diuji dengan analisis *finite element*.

Dalam penulisan jurnal ini, Penulis memperoleh data-data dari berbagai sumber, yaitu studi literatur yang didapatkan dari berbagai sumber seperti website, jurnal ilmiah, skripsi Angkatan diatas saya dan artikel-artikel yang berkaitan tentang beton. Dalam pemodelan benda uji ada 2 macam panel yang saya uji dengan ukuran yang sama tetapi jarak antar tulangan *wiremesh* yang berbeda sebagai yaitu, panel berukuran 1200mm x 1000mm x 60mm diameter *wiremesh* 4mm dengan spasi antar tulangan 150mm dan 100mm. untuk analisis elemen menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program MIDAS FEA. Menganalisis hasil yang diperoleh dari program MIDAS FEA untuk menjawab semua rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya.

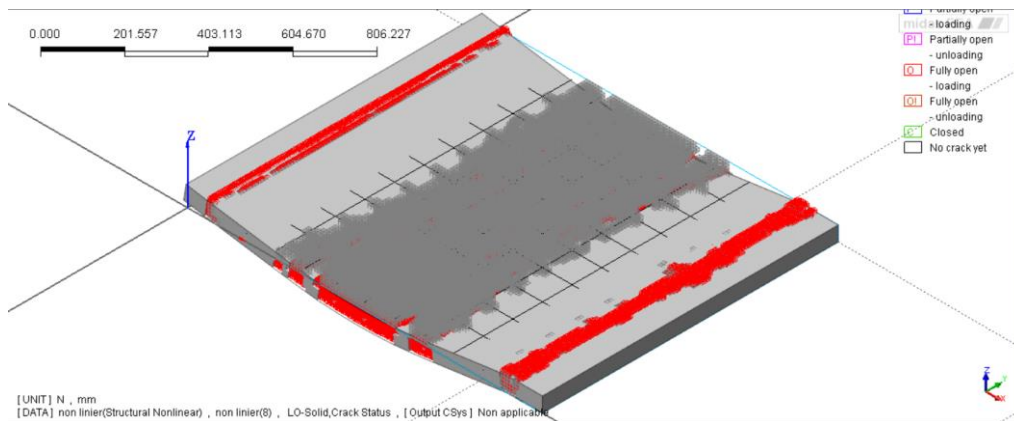
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium dan Midas Pada Benda Uji Pelat Beton

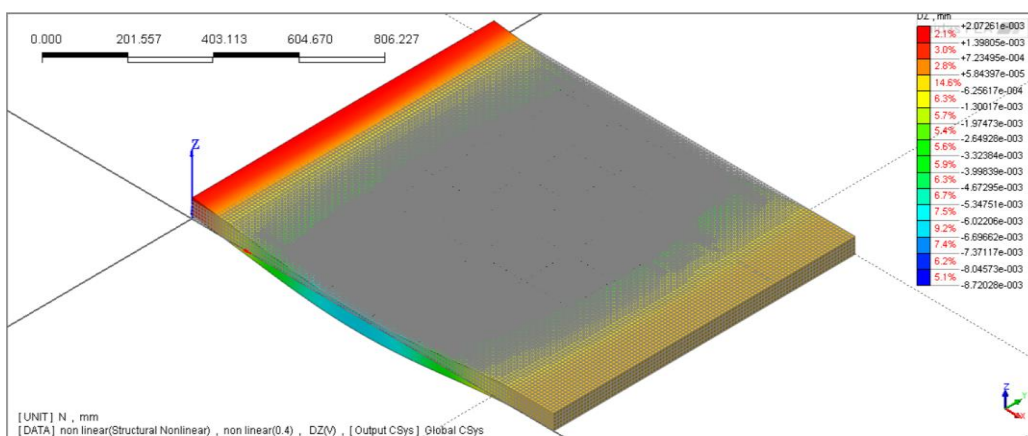
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut.



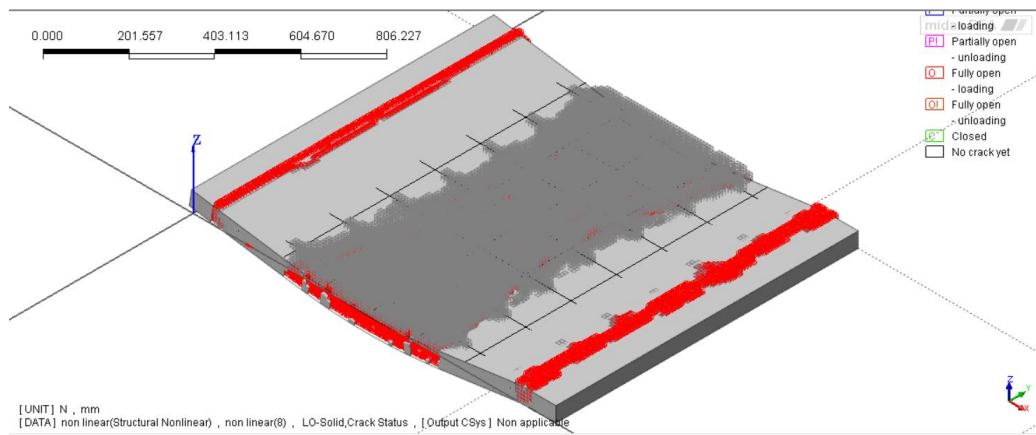
Gambar 2. Lentutan Awal Beban 40 kg pada pelat wiremesh 100 mm pada Midas FEA



Gambar 3. Keruntuhan Pelat dengan wiremesh 100 mm Pada Saat Mencapai Beban Maksimum 800 kg



Gambar 4. Lentutan Awal Beban 40 kg pada pelat wiremesh 150 mm pada Midas FEA



Gambar 5. Keruntuhan Pelat dengan wiremesh 150 mm Pada Saat Mencapai Beban Maksimum 800 kg

Dari hasil gambar dan keruntuhan lendutan diatas dapat dijelaskan bahwa kedua analisis yaitu hasil uji Laboratorium dan aplikasi Midas sama-sama runtuh pada saat beban di 800 kg untuk *wiremesh* spasi 100 dengan diameter 4mm. Untuk *wiremesh* dengan ukuran 150mm dan diameter yang sama keruntuhan pada uji Laboratorium hanya mencapai 640 kg dan pada Midas mencapai 800 kg. hal ini disebabkan karena mutu beton yang rendah, maka kemungkinan besar juga pelat ini mengalami *over reinforced* sehingga beton tanpa tulangan pun dengan mutu yang sama akan hancur pada 800 kg, tetapi tulangan nya belum hancur atau mencapai titik lelehnya. Hasil pengujian Laboratorium dengan Midas terdapat perbedaan yang cukup signifikan untuk ukuran lendutan yang terjadi.

Perbandingan Hasil Perhitungan Lendutan Teoritis Dan Midas FEA Pada Saat Penempatan Beban Pertama 40 Kg

1. Tahapan-tahapan perhitungan pelat dengan *wiremesh* spasi 100 mm dan 150 mm dengan diameter yang sama yaitu 4 mm
2. Mencari batas lendutan yang diizinkan SNI 03-2847-2002 Tabel 9 dengan syarat :

$$L_x/240 \tag{1}$$

Dimana:

L_x : panjang benda uji (mm)

3. Menghitung rumus empiris momen inersia bruto penampang pelat

$$I_g = \frac{1}{12} \times b \times h^3 \tag{2}$$

Dimana:

I_g : momen inersia (mm^4)

b : lebar benda uji (mm)

h : tinggi benda uji (mm)

4. Menghitung besar nilai modulus keruntuhan lentur beton Menurut SNI 03-2847-2002 Pasal 11.5

$$f_r = 0.7 \sqrt{f_c'} \tag{3}$$

Dimana:

f_r : modulus keruntuhan lentur beton (Mpa)

f_c' : kuat tekan beton (Mpa)

5. Menghitung momen *crack* yang terjadi sesuai SNI 03-2847-2002 Pasal 11.5 dengan rumus :

$$M_{cr} = f_r \times I_g / Y_t \tag{4}$$

Dimana:

M_{cr} : momen *crack* (Nmm)

- f_r : modulus keruntuhan lentur beton (Mpa)
- I_g : momen inersia (mm⁴)
- Y_t : tegangan tarik besi (mm)

6. Menghitung momen akibat beban merata

$$Ma = \frac{1}{8} \times Q \times L^2 \tag{5}$$

Dimana:

- Ma : momen akibat beban (Nmm)
- Q : beban merata (N/mm)
- L : Panjang bentang (mm)

7. Mencari Inersia efektif untuk perhitungan lendutan sesuai SNI 03-2847-2002

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{Ma}\right)^3 \times I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{Ma}\right)^3\right) \times I_c \tag{6}$$

Dimana:

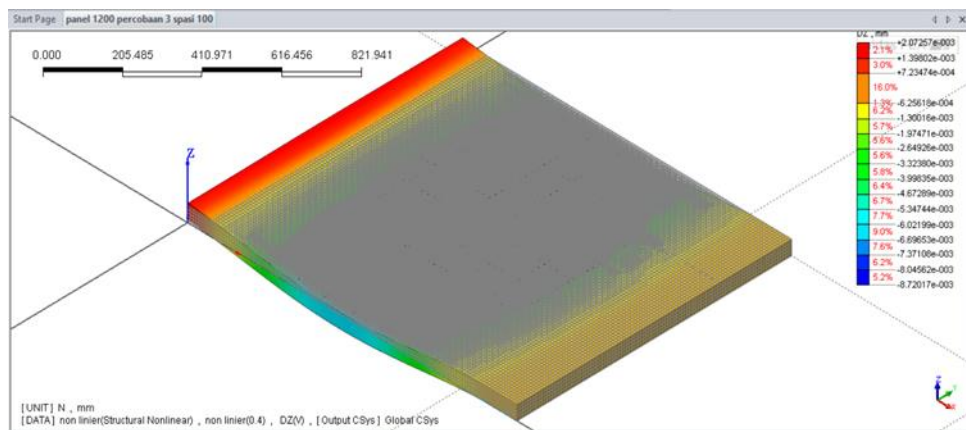
- I_e : inersia efektif (mm⁴)
- Ma : momen akibat beban (Nmm)
- M_{cr} : momen *crack* (Nmm)
- I_g : momen inersia (Nmm⁴)

8. Lendutan seketika akibat beban yang bekerja :

$$\delta = \frac{q \times L^4}{E_c \times I_e} \tag{7}$$

Dimana:

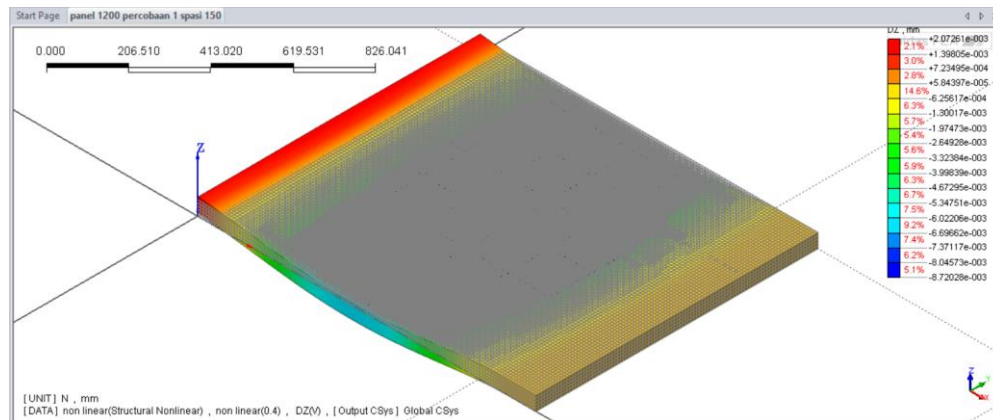
- δ : Lendutan (mm)
- q : beban merata (N/mm)
- L : Panjang benda uji (mm)
- E_c : modulus elastisitas beton (Mpa)
- I_e : inersia efektif (mm⁴)



Gambar 5. Lendutan Pelat Wiremesh spasi 100 mm Pada Saat Beban 40kg

Hasil lendutan dari Midas FEA untuk spasi 100 mm yaitu 0,00872017mm

$$\text{Persentase kesalahan} = \left\{ \frac{0,00872017\text{mm} - 0,009521386\text{ mm}}{0,009521386\text{ mm}} \right\} \times 100\% = 8,4149\%$$



Gambar 6. Lendutan Pelat Wiremesh spasi 150 mm Pada Saat Beban 40kg

Hasil lendutan dari Midas FEA untuk spasi 150 mm yaitu 0,00872028mm

$$\text{Persentase kesalahan} = \left\{ \frac{0,00872028\text{mm} - 0,009035279\text{ mm}}{0,009035279\text{ mm}} \right\} \times 100\% = 3,4861\%$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil aplikasi Midas FEA dan hasil pengujian laboratorium terdapat perbedaan pada kedua jenis pelat yang dimodelkan kedalam Aplikasi. Pelat dengan *wiremesh* 150mm hancur pada saat beban mencapai 640kg pada uji laboratorium, sedangkan pada aplikasi Midas pelat hancur di pembebanan 800 kg. Artinya aplikasi Midas FEA hanya mendeteksi bahwa kuat beton untuk f_c' 16,0258 mPa dan ukuran 1200 mm x 1000 mm x 50 mm akan hancur ketika menahan beban 800 kg.
2. Pada proses pengecoran banyak terjadi *human error* seperti proses pengadukan yang tidak rata, takaran tidak sesuai *mix design*, terlalu banyak air dalam proses pengadukan, bekisting yang melendut, peletakan bekisting pada lantai yang tidak rata dan lainnya.
3. Bahan campuran beton untuk *styrofoam* tidak sesuai parameter yang terdapat pada Midas, sehingga hasil yang didapatkan jauh berbeda dengan hasil uji Laboratorium karna parameter yang dimasukkan dalam Midas tidak terlalu spesifik atau tidak pasti untuk beton ringan khususnya berbahan dasar *styrofoam*.
4. Hasil dari output Midas dan hasil pengujian terdapat kesamaan pada benda uji dengan *wiremesh* spasi 100mm pelat hancur pada saat beban mencapai 800kg atau 7848 N.
5. Berdasarkan hasil analisa aplikasi Midas FEA dan pengujian Laboratorium, pelat dapat disimpulkan mengalami *over reinforced* yang berarti beton hancur terlebih dahulu daripada *wiremesh*, hal disebabkan oleh beton yang bermutu rendah sehingga reaksi *wiremesh* tidak begitu membantu signifikan ketika beton mengalami pembebanan.

Saran

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk pengujian yang lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Lebih perhatikan pada parameter-parameter yang akan dimasukkan kedalam aplikasi agar hasilnya tepat, karena tugas dari aplikasi hanya proses perhitungan dan menjalankan apa yang akan kita masukan data kedalamnya.
2. Agar dilakukan lebih banyak benda uji agar tercapai hasil yang maksimal antara pengujian dan perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

Hadipramana, J., & Jaka, S. (2020). Perbandingan Simulasi Gaya Aksial Dan Lateral Plain, *Progress In Civil Engineering Journal*, 8-19.

- Karimi, A. K., Aasim, B. A., & Tomiyama, J. (2021). A Numerical Study On The Control Of Horizontal Cracking At The Ends Of BS22 Hollow-Type PC-Girders Utilizing Midas. *Journal Of Physics: Conference Series*.
- Mulyono, T. (2004). Teknik Beton. Jakarta: Andi Offset.
- Nawy, E. G. (1998). Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar). Bandung: PT. Rafika Aditama.
- Priyono, Y. J., & Nadia. (2014). Pengaruh Penggunaan *Styrofoam* Sebagai Pengganti Agregat Kasar, *Jurnal Konstruksia*, 55-61.
- Purnawirati, I. N. (2020). Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan *Styrofoam*, *Jurnal Kacapuri*, 59-70.
- Setyowati, M. (2019). Berkala Arkeologi. Perkembangan Penggunaan Beton Bertulang Di Indonesia Pada Masa Kolonial (1901-1942), 201-220.
- Siahaan, N. S., Sumajouw, M. D., & Mondoringin, M. R. (2020). Penggunaan *Styrofoam* Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Bon Ringan, *Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.4.*, 635-644.
- Hadi, S. (2019). Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Styrofoam, *Binawakya*, 2533-2540.