

E-ISSN : 2715-842X



Jurnal TeKLA

Jurnal Inovtek seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TeKLA)

PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Vol.6	No.1	Halaman 01 – 75	Juli 2024
--------------	-------------	----------------------------	----------------------



9 772715 842015

Dewan Redaksi:

Redaktur :

Indriyani Puluhulawa

Tim Editor/ penyunting :

Zev Al Jauhari

Zulkarnain

Lizar

Tira Roesdiana

Dian Eksana Wibowo

Mitra Bestari:

Ir. Ahmad Zaki, ST, M.Sc, Ph.D (Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Putera Agung Maha Agung (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta)

Yayan Adi Saputro (Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara)

Sigit Sutikno (Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau)

Administrasi/ Sirkulasi:

Supianto

Alamat Redaksi/ Penerbit:

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711

email: tekla@polbeng.ac.id

website: <http://ejournal.polbeng.ac.id/index.php/tekla>

Terbit pada Bulan:

Juli dan Desember

Penanggung jawab:

Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bengkalis

Jurnal Inovtek seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA) merupakan publikasi ilmiah online berkala yang diperuntukkan bagi peneliti yang hendak mempublikasikan hasil penelitiannya dalam bentuk studi literatur, penelitian, pengembangan, dan aplikasi teknologi. Jurnal TekLA memuat artikel terkait dengan ilmu rekayasa struktur dan material, ilmu pondasi dan tanah pendukung, rekayasa transportasi dan perkerasan jalan, rekayasa hidro dan bangunan air, manajemen konstruksi serta ilmu pengukuran dan pemetaan.

EDITORIAL

Bismillahirrahmanirrahiim,

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan anugerah iman dan ilmu kepada hamba-Nya. Tak terasa tim editor Jurnal TekLA telah menuntaskan proses review dan penerbitan Volume 6 Edisi 1 di Bulan Juli 2024 ini. Tim Editor menerima beberapa makalah dari dalam dan luar Polbeng. Namun dari jumlah tersebut, hanya 9 naskah yang diterima pada edisi ini.

Dalam edisi ini, topik naskah yang ditampilkan meliputi beberapa fokus keilmuan Teknik Sipil. Secara kuantitas, minat publikasi di kalangan civitas akademik bidang ilmu Teknik Sipil semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan jumlah naskah yang diterbitkan pada edisi kali ini sebanyak enam naskah. Meskipun demikian, Tim Editorial Jurnal TekLA bertekad meningkatkan kualitas naskah yang diterima dan menjaga proses review yang independen terhadap naskah-naskah tersebut. Lebih lanjut, tim Editorial juga menerapkan pemeriksaan kemiripan (*similarity*) terhadap seluruh naskah sebelum dilakukan proses review.

Tim Editorial berterimakasih kepada para reviewer eksternal yang berasal dari berbagai Perguruan Tinggi di Indonesia. Berkat saran koreksi dan review yang dijalankan oleh para reviewer tersebut, maka tim dapat menuntaskan penerbitan edisi ini.

Bengkalis, 30 Juli 2024

Indriyani Puluhulawa, S.T., M. Eng
Editor-in-Chief Jurnal TekLA
email: indriyani_p@polbeng.ac.id

DAFTAR ISI

Inventarisasi Kerusakan Jalan SDN 04 Damon Bengkalis Dengan Metode PCI Menggunakan ArcGIS 10.8 Yogi Andri Saputra, Hendra Saputra	1-10
Studi Komparasi Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Abaqus CAE Sebagai Perbandingan Nilai Beban Dan Lendutan Nofri Bernando, Zev Al Jauhari, Muhammad Gala Garcya	11-19
Analisis Biaya Perawatan Dan Pemeliharaan Jalan Perkerasan Lentur Di Kabupaten Bengkalis Fifi Mulya Putri, Gunawan, Mutia Lisya	20-29
Analisis Biaya Perawatan Dan Perbaikan Jembatan Baja Jembatan Sungai Kembang Luar Syamsuriyadi, Gunawan	30-36
Optimasi Kinerja Pelabuhan Roro Air Putih Bengkalis Aidil Riswanda, Hendra Saputra, Mutia Lisya	37-46
Analisis Biaya Perawatan Dan Pemeliharaan Jalan Perkerasan Kaku Di Kabupaten Bengkalis Sri Wahyuni, Gunawan	47-57
Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan Menggunakan Pemetaan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Jalan Jenderal Sudirman Dumai) Mutia Lisya, Aidil Abrar, Nurhidayah	58-65
Studi Perbandingan Nilai Beban Dan Lendutan Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan Tambahan Sikacim Concrete Additive Menggunakan Abaqus Cae Septian Rizki Andi, Zev Al Jauhari, M.Gala Garcya	66-75

STUDI PERBANDINGAN NILAI BEBAN DAN LENDUTAN EKSPERIMENTAL BALOK BETON BERTULANG DENGAN TAMBAHAN *SIKACIM COCRETE ADDITIVE* MENGGUNAKAN ABAQUS CAE

Septian Rizki Andi¹, Zev Al Jauhari², M.Gala Garcya³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

septianrizkiandi21@gmail.com¹, zevaljauhari@polbeng.ac.id², galagarcya@polbeng.ac.id³

Abstrak

Tidak jarang terjadi perbedaan antara perencanaan awal dengan keadaan lapangan sehingga perlu dilakukannya uji coba agar hasil yang maksimal. Software ABAQUS CAE merupakan sebuah aplikasi pemodelan yang termasuk kedalam Finite Element. Beton dengan mutu tinggi cukup susah untuk dikerjakan. Oleh karena itu ditambahkan nya bahan kimia Sikacim Concrete Additive untuk mempermudah pekerjaan dan menjaga mutu beton. Penelitian ini akan menjadi rekomendasi pada susunan tulangan yang diharapkan mampu menambah kemampuan beton bertulang. Pemodelan balok beton bertulang pada aplikasi ABAQUS CAE untuk penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil yang mendekati dengan uji eksperimental di lapangan. Hasil dengan penambahan SIKACIM Concrete Additive sebanyak 1% dari berat semen terhadap kuat tekan beton mengalami peningkatan dari beton normal yaitu dari 25,81 Mpa menjadi 28,98 Mpa. Hasil pengujian lentur balok beton bertulang dilapangan diperoleh nilai beban maksimum sebesar 123,18 KN dengan lendutan 10,79 cm. Sedangkan pemodelan balok beton bertulang pada aplikasi abaqus diperoleh nilai beban maksimum sebesar 155.738 Kn dengan lendutan 0.565 cm. lendutan pada 2 variasi ini merupakan sebuah rekomendasi yang lebih baik dibandingkan dengan pengujian di lapangan dan pemodelan abaqus tanpa variasi. Lendutan pada variasi 1 yaitu sebesar 0.485 cm dengan beban 155.738 KN dan variasi 2 yaitu sebesar 0.413 cm dengan beban 178.477 KN.

Kata Kunci: Beton Bertulang, Elemen Hingga, Uji Eksperimental.

Abstract

There are often differences between the initial design and field conditions, so trial and error to obtain maximum results are needed. ABAQUS CAE software is a modeling application that is included in Finite Element. High-quality concrete is quite difficult to work with. Therefore, the chemical SIKACIM Concrete Additive was added to make work easier and maintain the quality of the concrete. This research will provide recommendations for the arrangement of reinforcement which is expected to increase the ability of reinforced concrete. Modeling reinforced concrete beams using the ABAQUS CAE for this research is expected to obtain results close enough to experimental tests in the field. The results with the addition of SIKACIM Concrete Additive as much as 1% of the weight of cement on the compressive strength of concrete increased from normal concrete, namely from 25,81 Mpa to 28,98 Mpa. The results of the flexural test of reinforced concrete beams in the field obtained a maximum load value of 123,18 kN with a deflection of 10,79 cm. Meanwhile, modeling reinforced concrete beams using the ABAQUS CAE shows a maximum load value of 155,738 kN with a deflection of 0,565 cm. The deflection in these 2 variations is a better recommendation compared to field testing and Abaqus modeling without variations. Deflection in variation 1 is 0,485 cm with a load of 155,738 KN and variation 2 is 0,413 cm with a load of 178,477 KN.

Keywords: Reinforced Concrete, Finite Element, Experimental Test

1. PENDAHULUAN

Pengujian struktur beton di lapangan yang efektif membutuhkan banyak ketelitian dan pemahaman tentang respon dan perilaku terhadap muatan. Diperlukan pendekatan struktur beton untuk mengetahui perilakunya yaitu numerik, eksperimental, teoritis, dan lain-lain. Untuk menghindari terjadinya kesalahan struktural pada beton ataupun dalam perbaikan perkuatan struktur yang mengalami kerusakan dan kesalahan desain diperlukannya pemahaman tentang perilaku beton[1].

Menurut Dipohusodo, mengemukakan bahwa kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar antara 9 – 15% dari kuat tekannya. Sehingga sering kali dalam perencanaan, kuat tarik beton

dianggap sama dengan nol. Salah satu akibat dari kelemahan beton terhadap tarik ini adalah terjadi keruntuhan pada struktur beton bertulang. Oleh karena itu, beton sering digabungkan dengan material baja tulangan yang biasa disebut dengan beton bertulang[2].

Beton bertulang ialah kombinasi dari dua jenis material yaitu beton polos dan beton tulangan baja sehingga menjadikan suatu material yang kuat terhadap tekan bahkan tarik sekalipun[3].

Suatu waktu beton bertulang akna mengalami keretakan sehingga perlu diketahui reakan tersebut termasuk dalam kategori aman atau tidak aman (berbahaya)[4].

Saat ini konstruksi menggunakan beton bertulang sangat diandalkan karena dapat memberikan kemampuan terhadap tekan yang tinggi dan tarik yang cukup tinggi. Karena hal tersebut juga memberi dampak terhadap kemampuan beton menahan gaya tarik dan geser yang ikut meningkat sehingga itulah alasan mengapa konstruksi ini menjadi populer [5].

Balok beton bertulang merupakan elemen bangunan yang dapat diandalkan untuk menanggapi gaya geser dan momen lentur. Pada perencanaan balok beton bertulang, rasio tulangan atau koordinat tulangan dapat diubah maupun ditambah atau dikurangi yang nantinya akan menyebabkan tegangan dan regangan yang berbeda. Dilihat dari fungsi tulangan sebagai pemikul gaya tarik, maka tidak menutup kemungkinan apabila balok beton bertulang tersebut dibuat dengan rasio tulangan yang berbeda [6].

Konstruksi di Indonesia menggunakan aditif sudah cukup lumrah digunakan yang bertujuan untuk memodifikasi sifat beton termasuk menggunakan *superplasticizer*. Pada penelitian ini menggunakan SikaCim Concrete Additive yang tergolong bahan *superplasticizer* yang membuat beton lebih workable serta memiliki kuat tekan yang jauh lebih baik jika ditinjau dari kuat tekan [7].

Perencanaan beton perlu mempertimbangkan material yang terkandung didalamnya. Semakin baik kualitas material maka semakin tinggi kemampuan beton tersebut. Semakin baik perencanaan dan pembuatan beton maka akan semakin kecil biaya yang diperlukan [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh penambahan *sikacim concrete additive* terhadap nilai kuat tekan beton. Menganalisa beton bertulang menggunakan aplikasi abaqus yang hasilnya menjadi perbandingan pada pengujian laboratorium dan memberikan rekomendasi susunan tulangan yang digunakan.

2. METODOLOGI

A. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahap awal adalah melakukan analisis untuk menentukan berapa dimensi balok dan jumlah

tulangan yang akan digunakan untuk balok beton bertulang sebagai berikut

a. Penentuan Dimensi Tulangan

Dengan memperhatikan kapasitas alat di laboratorium dan memperhatikan faktor-faktor di bawah ini maka didapatkan penulangan pada beton bertulang yang dapat menahan momen ataupun gaya dalam yang terjadi akibat beban.

$$F'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$F_y = 240 \text{ MPa}$$

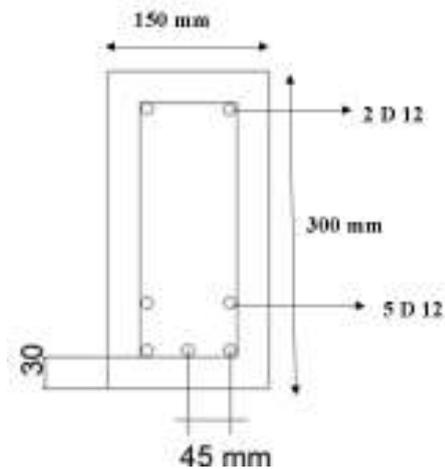
$$\beta_1 = 0,85$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

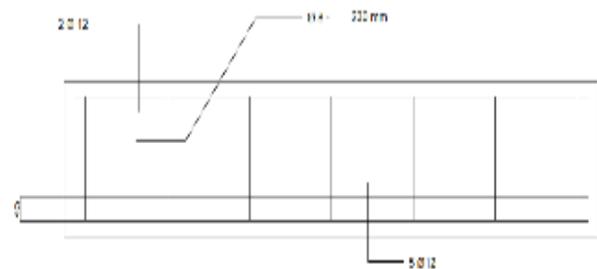
$$h = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 30 \text{ mm}$$

Gambar di bawah ini adalah hasil dari perencanaan awal dimensi pada balok beton bertulang.



Gambar 1 Penulangan Tampak Melintang



Gambar 2 Penulangan Tampak Memanjang

Dari gambar 1 didapat jumlah tulangan tarik pada balok yang direncanakan sebanyak 5 buah diameter 12 mm, tulangan tekan sebanyak 2 buah diameter 12 mm.

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 diperoleh hasil penulangan sengkang adalah diameter 8 dengan jarak sengkang 230 mm

b. Uji Propertis Agregat

Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik agregat yang diperoleh dari hasil pemecahan stone crusher (mesin pemecah batu). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan[9].

Pengujian propertis agregat bertujuan untuk mendapatkan angka untuk berat jenis agregat, berat volume agregat, kadar air agregat, kadar lumpur agregat, dan juga gradasi (saringan) agregat[10].

c. Pencampuran *Job Mix Design*

Pencampuran (*mix design*) mengacu pada Metode ACI 211.1-91, yang bertujuan untuk menentukan jumlah bagian dari semen, pasir dan kerikil, Mutu rencana pada perencanaan pencampuran *beton* ini adalah 25 MPa. Ditahap ini akan dibuat silinder beton dengan dimensi diameter 100 mm x tinggi 210 mm untuk diuji kuat tekan beton nya sebanyak 5 sampel dan juga balok beton bertulang dengan dimensi 1500 x 300 x 150 mm sebanyak 1 sampel.

Pembuatan benda uji dimulai dengan membuat cetakan untuk silinder beton sesuai ukuran yang telah ditentukan dan juga perakitan dan pembuatan bekisting untuk cetakan balok beton bertulang, setelah itu dilakukan perakitan tulangan. Selanjutnya, dilakukan pengadukan campuran beton.

Pencampuran *job mix* yang dilakukan didapat berdasarkan hasil pengolahan data yaitu:

Tabel 1 Hasil Perencanaan *Job Mix*

Material	Komposisi Per M ³ (Kg)
Semen	292,79
Air	164,65
Agregat Kasar	1073,86
Agregat Halus	735,28

Tabel 2 *Job Mix* kebutuhan balok beton

Air (Kg)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)
11.11	19.76	49.63	72.49

Tabel 3 *Job Mix* Kebutuhan Beton Silinder

Air (Kg)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)
1.82	3,24	8,13	11,88

d. Pengujian Benda Uji

Pengujian ini dilakukan pada umur 28 hari dan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 210 mm dengan jumlah benda uji sebanyak 5 sampel untuk beton normal dan 5 sampel untuk beton dengan penambahan *sikacim concrete additive* sebanyak 1% dari berat semen yaitu sebesar 2,92 kg. Tujuan dari pengujian kuat tekan ini yaitu untuk mengetahui kekuatan tekan beton dari hasil *mix design* atau campuran yang telah dibuat sesuai dengan yang telah direncanakan.



Gambar 3 Sikacim Concrete Additive



Gambar 4 Silinder Beton

Pengujian kedua yaitu uji kuat lentur beton, dimana Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan diameter 1500 x 300 x 150 mm dengan jumlah benda uji sebanyak 1 sampel untuk

beton normal dan 1 sampel beton dengan tambahan *sikacim cocrete additive*. Metode pengujian kuat lentur beton dengan balok uji sederhana yang dibebani beban terpusat langsung ini dimaksud untuk memperoleh kuat lentur beton untuk keperluan perencanaan struktur.



Gambar 5 Balok Beton

e. Pemodelan dengan Menggunakan Aplikasi Abaqus CAE

Data-data yang diinput pada *property module* yaitu:

Tabel 4 Input Nilai Plastisitas Beton

Dilation Angle	Eccentricity	fb0/fc0	K	Viscosity Parameter
31	0.1	1.16	0.667	0

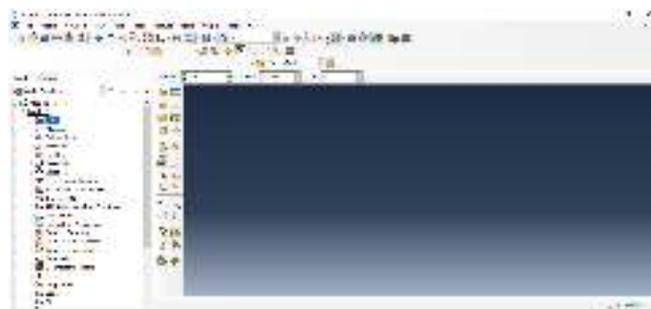
Tabel 5 Input Nilai *Compressive Behaviour*

Yield Stress	Inelastic Strain
11	0
28.95	0.002
24.3913	0.0023
23.178	0.0025

Tabel 6 Input Nilai *Tensile Behaviour*

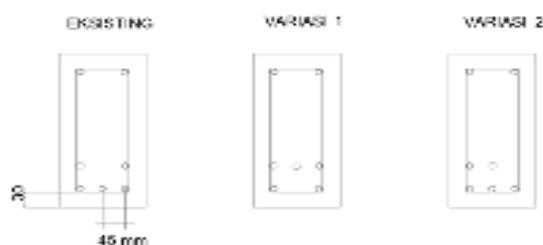
Yield Stress	Cracking Strain
3.12	0
0.2342	0.0011

Untuk membuka program Abaqus CAE, dapat dibuka langsung melalui desktop atau *panel start*, kemudian klik *icon* Abaqus CAE selanjutnya akan muncul tampilan kemudian pilih *create model database with standard/explicit model*[10].



Gambar 6 Tampilan Awal Abaqus CAE

Pada penelitian ini juga dilakukan pembuatan variasi tulangan pada aplikasi abaqus yang mana tulangan utama pada balok dipindahkan, sehingga nanti diharapkan pada penelitian ini akan mendapatkan hasil yang baik.



Gambar 7 Variasi Perletakan Tulangan Untuk Pemodelan Selanjutnya di Abaqus

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Slump

Pengujian ini digunakan menjadi tolak ukur keberhasilan campuran beton berdasarkan Tingkat kelecakan campuran beton segar. Nilai slump dari campuran adukan beton pada penelitian ini adalah 7 cm dan 8 cm, sehingga di dapat rata-rata nilai slump sebesar 7,5 cm. dengan demikian nilai slump yang diperoleh telah sesuai dengan yang direncanakan yaitu di antara 7,5 – 10 cm.



Gambar 8 Hasil Uji Slump Beton

B. Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder pada umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 9 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Pada pengujian kuat tekan beton normal didapatkan hasil rata-rata pengujian yaitu 25,81 MPa. Hasil ini sesuai dengan perencanaan awal job mix 25 Mpa.

Pada pengujian kuat tekan beton dengan sikacim concrete additive sebanyak 1% dari berat semen (Tabel 8) didapatkan hasil pengujian yaitu 28,95 Mpa. Hasil ini mengalami peningkatan dari beton normal. Hasil Pengujian

Kuat Tekan Beton ini nantinya digunakan sebagai kontrol terhadap kekuatan beton dan juga input nilai compressive behaviour untuk material beton pada software abaqus CAE.

C. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok

Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang pada umur 28 hari yaitu:



Gambar 10 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang

Sumber: Dokumentasi 2023

Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Silinder	D Atas (mm)	D Bawah (mm)	D Rerata (mm)	Tinggi (mm)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	111.6	109.9	110.75	221.5	228.9	23.76
2	111.1	110.7	110.9	219.7	241.8	25.03
3	110.7	112.2	111.45	214.4	217.8	22.33
4	108.2	111.3	109.75	212.4	335.3	35.44
Rata - Rata Hasil Uji						25,81

Tabel 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Dengan Sikacim Concrete Additive

Silinder	D Atas (mm)	D Bawah (mm)	D Rerata (mm)	Tinggi (mm)	Gaya Tekan (KN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	107.3	111.3	109.3	213.3	310.1	33.05
2	107.3	111.4	109.35	211.6	267.1	28.44
3	107.5	109.4	108.45	210.3	347.5	37.62
4	108.3	109.4	108.85	212.4	210.9	22.66
Rata - Rata Hasil Uji						28.95

Dari table 9 hasil pengujian lentur balok beton bertulang normal pada balok eksperimental dengan lendutan 11,26 mm mampu menahan beban sebesar 106,22 KN.

Dari table 10 hasil pengujian lentur balok beton bertulang dengan penambahan sikacim

concrete additive pada balok eksperimental dengan lendutan 10,41 mm mampu menahan beban sebesar 122,95 KN.

Tabel 9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Normal

Beban (KN)	Lendutan (mm)
0	0

Beban (KN)	Lendutan (mm)
3.31	0,12
6.75	0,31
8.17	0,40
10.46	0,60
14.14	0,77
22.35	1,10
30.14	1,58
34.77	1,85
38.81	2,11
41.58	2,39
45.33	2,79
48.64	2,99
53.62	3,26
57.83	3,51
63.19	4,10
71.06	5,27
78.88	5,72
86.97	6,13
88.85	6,40
92.66	6,64
93.18	7,05
94.91	7,24
96.03	7,40
96.71	7,63
97.2	7,73
101.86	8,19
103.18	9,82
103.58	10,19
106.22	11,26
103.97	11,15
101.88	11,00
100.83	10,71
99.88	10,45
98.29	10,01
97.08	10,09
9559	9,,60

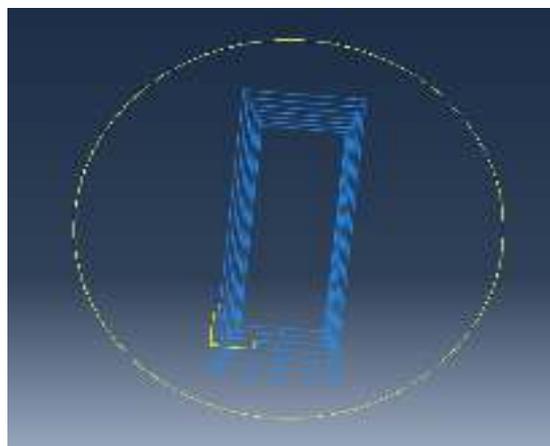
Beban (KN)	Lendutan (mm)
80,84	3,5
86,36	3,8
91,69	4
93,60	4,24
98,13	4,55
102,06	4,89
103,11	4,96
108,15	5,25
111,77	5,7
113,65	5,75
116,18	5,97
118,37	6,02
118,70	9,41
120,51	10,48
123,18	10,79
122,95	10,41
122,03	10,4
121,66	10,3
119,25	9,19
0	0
22,85	0,01
27,44	0,35

Tabel 10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Sikacim Concrete Additive

Beban (KN)	Lendutan (mm)
0	0
22,85	0,01
27,44	0,35
30,33	0,55
33,82	0,89
38,45	1,11
40,57	1,28
47,50	1,59
52,21	1,82
56,86	2,09
60,63	2,3
61,49	2,31
66,47	2,51
70,61	2,74
74,95	3,05

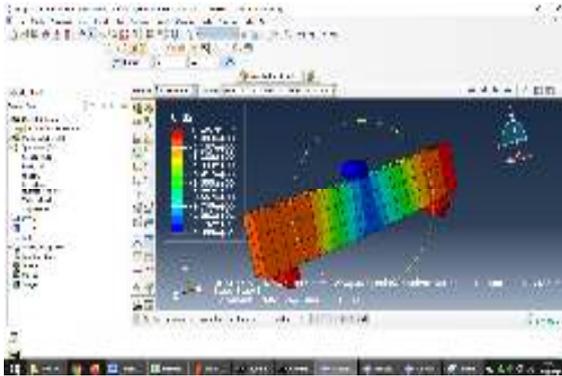
D. Pemodelan Menggunakan Software Abaqus CAE

Hasil Pemodelan Balok Beton Bertulang menggunakan software abaqus terdapat pada gambar 11.



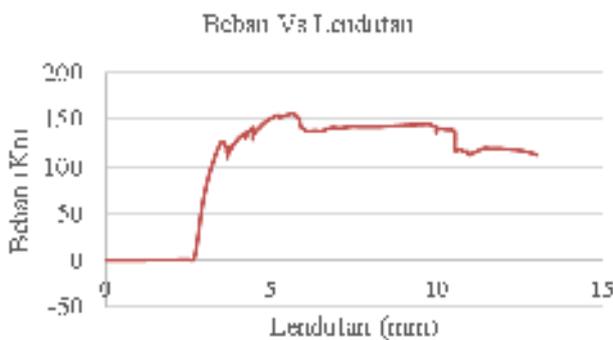
Gambar 11 Letak Penulangan pada software abaqus CAE

Dari gambar di atas dapat dilihat koordinat tulangan pada kondisi eksisting yang dimodelkan dalam aplikasi abaqus. Data input dan posisi koordinat tulangan dimodelkan sesuai dengan pengujian yang dilakukan di laboratorium.



Gambar 12 Hasil Analisis Menggunakan Abaqus CAE

Gambar diatas merupakan hasil pemodelan balok beton bertulang yang mana balok ini dibuat sesuai dengan keadaan eksperimental yang sudah diuji. Input nilai geometri pun juga berdasarkan balok beton eksperimental, sehingga didapatkan hasil beban dan lendutan dengan grafik seperti gambar:



Gambar 13 Grafik Hasil Balok Pemodelan Abaqus

Tabel 11 Hasil Beban dan Lendutan Balok Pada Abaqus

Lendutan (mm)	Beban (Kn)	Beban (N)
5.44525	154.066	154066
5.51474	154.857	154857
5.61897	155.659	155659
5.65805	155.738	155738
5.67271	155.682	155682
5.67821	155.642	155642

Sumber: Olahan Data 2023

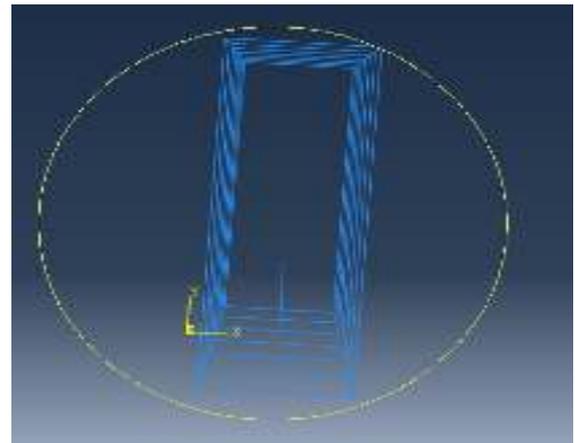
Dapat dilihat pada tabel dan grafik , dimana hasil beban maksimum yang terjadi pada balok

abacus yaitu sebesar 155,78Kn dengan lendutan yang terjadi 5,65 mm.

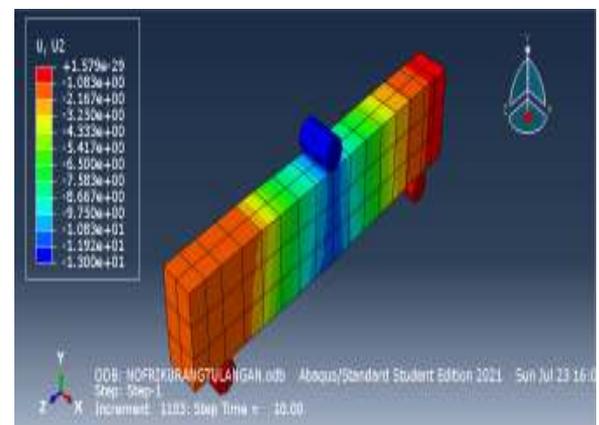
Hasil permodelan balok pada pemodelan Software abaqus dengan lendutan 5,65 mm mampu menahan beban sebesar 155,73 KN.

Langkah selanjutnya dilakukan pemodelan abaqus sesuai dengan gambar variasi perletakan tulangan dan didapatkan hasil sesuai gambar:

a. Variasi Abaqus 1

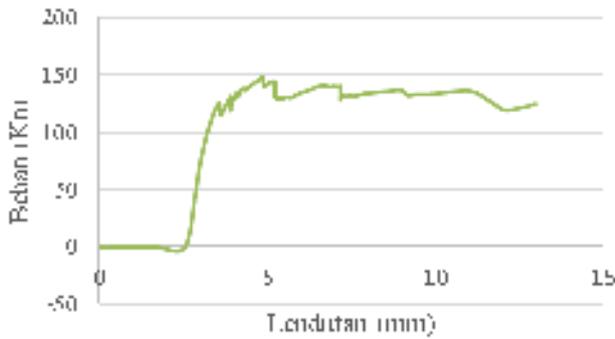


Gambar 14 Letak Penulangan Variasi 1 Abaqus CAE
Sumber: Pemodelan Abaqus 2023



Gambar 15 Hasil Pemodelan Abaqus Variasi 1
Sumber: Pemodelan Abaqus 2023

Dari gambar 15 dapat dilihat koordinat tulangan pada variasi 1 yang dimodelkan dalam aplikasi abaqus.



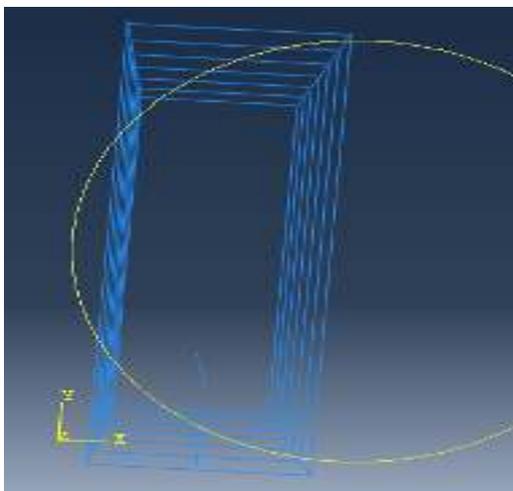
Gambar 16 Hasil Abaqus Variasi 1

Tabel 12 Hasil Beban dan Lendutan Balok Abaqus Variasi 1

Lendutan (mm)	Beban (Kn)	Beban (N)
4.84693	147.911	147911
4.85158	147.97	147970
4.85333	147.986	147986
4.85594	147.966	147966
4.85692	147.905	147905

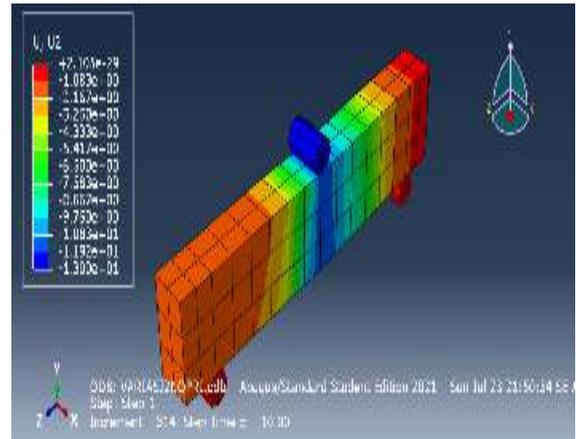
Didapat hasil penelitian pada balok abaqus variasi 1 dengan lendutan 4,85 mm mampu menahan beban sebesar 147,98 Kn.

b. Variasi Abaqus 2

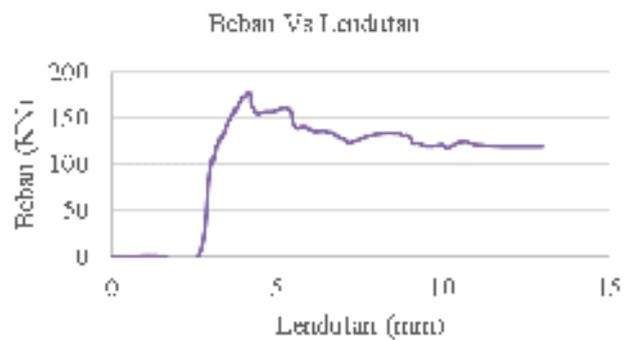


Gambar 17 Letak Penulangan Variasi 2 Abaqus CAE

Pada Tabel 13 didapat hasil penelitian pada balok abaqus variasi 2 dengan lendutan 4,13 mm mampu menahan beban sebesar 178,47 Kn.



Gambar 18 Hasil Pemodelan Abaqus Variasi 2



Gambar 19 Hasil Abaqus Variasi 2

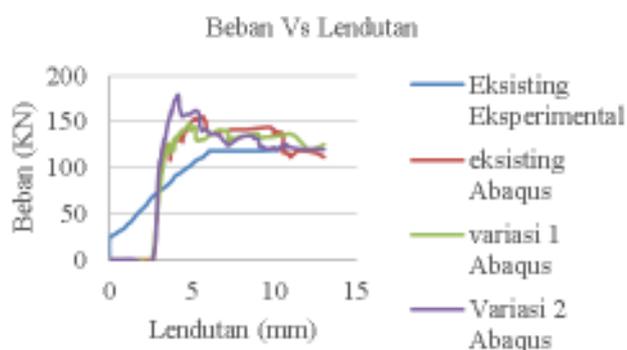
Tabel 13 Hasil Beban dan Lendutan Balok Abaqus Variasi 2

Lendutan (mm)	Beban (Kn)	Beban (N)
4.07301	176.796	176796
4.09614	177.645	177645
4.13085	178.477	178477
4.14387	178.49	178490
4.16339	177.634	177634

Setelah data-data balok eksperimental, pemodelan, variasi, dan 2 didapat, maka selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap nilai-nilai beban dan lendutan yang terdapat pada Gambar 20.

Jadi, pada penelitian ini didapatkan hasil variasi 1 abaqus dengan lendutan 4,85 mm beban 147,982Kn dan variasi 2 abaqus dengan lendutan 4,13 mm beban 178,47 Kn. Dari penelitian yang dibuat pada variasi 1 dan 2 abaqus ini dapat dilihat bahwa variasi 1 memiliki beban yang lebih kecil dibandingkan

variasi 2. Jadi, variasi 2 lebih bagus daripada variasi 1 karena lendutan yang terjadi hanya sekitar 4,13 mm dengan beban yang mampu menahan sebesar 178,47 Kn.



Gambar 20 Grafik Hasil Eksperimental, Existing Abaqus, Variasi 1 Abaqus, Variasi 2 Abaqus

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan analisis data dari permodelan model balok normal uji laboratorium, balok normal abaqus, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada silinder beton, kuat tekan balok normal adalah 25,81MPa dan kuat tekan beton dengan penambahan sikacim concrete additive sebanyak 1% dari berat semen mengalami peningkatan yaitu 28,95 MPa.
- Dari hasil pengujian lentur di laboratorium balok beton bertulang dengan kondisi normal diperoleh nilai beban maksimum sebesar 106,22 Kn dengan lendutan 11,26 mm. Sedangkan pengujian di laboratorium pada balok beton bertulang dengan tambahan sikacim concrete additive diperoleh beban yang mengalami peningkatan pada beban maksimum sebesar 122,95 Kn dengan lendutan 10,41 mm.
- Hasil permodelan di aplikasi abaqus pada kondisi eksisting diperoleh beban maksimum sebesar 155.73 Kn dengan lendutan 5.65 mm sedangkan pada pengujian dilaboratorium

diperoleh beban maksimum sebesar 122,95 Kn dengan lendutan 10,41mm.

- Pada variasi pemodelan balok beton bertulang menggunakan aplikasi abaqus, penulis membuat 2 variasi pemodelan yang mana hasil beban dan lendutan pada 2 variasi ini berbeda. Variasi 1 didapat tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan, sedangkan variasi kedua mendapatkan hasil yang bagus sesuai yang diharapkan dengan lendutan sebesar 4,13 mm yang sanggup menahan beban sebesar 178,47 Kn. Variasi kedua ini akan menjadi sebuah rekomendasi yang lebih baik dibandingkan dengan pengujian di lapangan dan pemodelan abaqus tanpa variasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan semua pihak yang terlibat dalam melakukan penelitian ini. Semoga dengan adanya paper yang telah dibuat ini dapat bermanfaat bagi akademis dan pihak perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andre Renaldi Prameswara (2022). *GEDUNG DI KALIMANTAN BARAT Material beton merupakan salah satu material penting yang sering digunakan mengembangkan ilmu dalam pembuatan bulan dan pengujian dilakukan di Sipil Politeknik Negeri Pontianak . Formula (DMF) beton K-300 ($f_c' =$ Pengujian Beton Analisa Data Pengujian Agregat mengetahui kelayakan dari agregat. 4(3).*
- [2] Firman, S. (2019). *BAB I Latar Belakang Instansi.* 1–5. <http://repository.stimart-amni.ac.id/613/1/BAB I.pdf>
- [3] Husni Mubarak. (2019). *Finite Element Analysis Perilaku Beton. Finite Element Analysis Perilaku Beton Bertulang Dan Beton Prategang Menggunakan Software Abaqus 6.14.*
- [4] Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, D. B. (2019). *Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat*

- Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik*, 7(Juni), 711–722.
- [5] Yanti, G. (2021). Variasi Penambahan Sikacim Pada Beton Porous. Variasi Penambahan Sikacim Pada Beton Porous, Volume 10, 112–123. <https://doi.org/10.22225/Pd.10.1.2617.112-123>
- [6] Pustaka, T., & Landasan, D. A. N. (2014). Bab 2 tinjauan pustaka dan landasan teori 2.1. *Bab li, XI(5)*, 5–13.
- [7] Putrianti, P. R., & Setiawan, A. A. (2021). Karakteristik Uji Propertis Dan Campuran Beton Normal. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v5i1.52251>
- [8] Runandhani, V., & Bengkalis, P. N. (2022). *Pengujian lentur balok beton bertulang dengan penambahan baja ringan.*
- [9] SURAHMAN, R. (2020). *ANALISIS ELEMEN HINGGA PADA BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) MENGGUNAKAN SOFTWARE.* 8(4), 733–742. <http://digilib.unila.ac.id/61551/>
- [10] Wahyuningtyas, W., Pratama, Y., Krisnamurti, Suyoso, H., & Nurtanto, D. (2021). Modeling Pola Retak Balok Beton Bertulang Akibat Beban Lentur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 53–61. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS>