

Analisa Pola Keruntuhan akibat Beban Siklik Maksimal pada Sambungan Balok Kolom Precast 1 Lantai terhadap Bangunan Tahan Gempa menggunakan *Software Abaqus 2017*

Tiara Ayu Azaliah¹, Januar Sasongko²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yudharta Pasuruan

Keywords :

Precast beam-column connection; maximum cyclic load; failure analysis; Abaqus CAE 2017; earthquake resistant building

Kata Kunci :

Sambungan balok - kolom precast; beban siklik maksimal; analisis keruntuhan; Abaqus CAE 2017; bangunan tahan gempa

Article History :

Submitted : 30 Agustus 2023

Accepted : 1 September 2023

Available Online : Juni 2024

Korespondensi Penulis :

Tiara Ayu Azaliah

Email :

tiarazaliah@gmail.com

Abstract

Precast beam - column joint have a crucial role in ensuring the integrity and safety of earthquake resistant building structures. This study aims to analyze the failure pattern due to the maximum cyclic load received by the 1st floor precast beam column joints with the Abaqus CAE 2017 program. This research uses the finite element method by testing a cyclic load of 7 tons. The results of the analysis show that the structure is able to withstand the load without collapsing. However, there is a pattern of cracks at the joins of the beams - columns which indicates the presence of deformation and redistribution of forces in response to cyclic loads. From this simulation it can be concluded that the specimen is able to withstand the given maximum cyclic load. However, there are some critical areas that need to be considered such as the location of the failure and the redistribution of forces in the structure.

Abstrak

Sambungan balok dan kolom precast memiliki peran penting dalam memastikan integritas dan keamanan struktur bangunan tahan gempa. Penelitian ini menggunakan objek beton pracetak yang terdapat pada balok maupun kolom. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola keruntuhan akibat beban siklik maksimal yang diterima sambungan balok kolom precast 1 lantai dengan program Abaqus CAE 2017. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dengan melakukan pengujian beban siklik sebesar 7 ton. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur berhasil menahan beban tersebut tanpa mengalami keruntuhan. Akan tetapi, terdapat pola retak pada bagian sambungan balok - kolom tersebut yang menandakan adanya deformasi dan redistribusi gaya dalam respons terhadap beban siklik. Dari simulasi ini dapat disimpulkan bahwa benda uji tersebut mampu menahan beban siklik maksimal yang diberikan sesuai pengujian yang dilakukan. Namun, ada beberapa daerah kritis yang perlu diperhatikan seperti letak keruntuhan dan redistribusi gaya dalam struktur.

DOI :

Sitasi : Azaliah, Tiara Ayu dan Sasongko, Januar. 2024. *Analisa Pola Keruntuhan akibat Beban Siklik Maksimal pada Sambungan Balok Kolom Precast 1 Lantai terhadap Bangunan Tahan Gempa menggunakan Software Abaqus 2017*. Vol. 03 No. 01. Hal. 13-18.

© 2023 Composite: Journal of Civil Engineering

This is an open access article distributed under the CC BY-SA 4.0 license

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang berada di antara dua lautan besar dan terletak di kawasan lempeng tektonik atau wilayah Cincin Api Pasifik yang memiliki resiko gempa bumi yang cukup tinggi. Gempa bumi yang terjadi di Indonesia telah menyebabkan kerusakan di beberapa bangunan yang menggunakan konstruksi beton bertulang, bahkan beberapa di antaranya banyak bangunan yang mengalami keruntuhan. Salah satu kerusakan yang umum terjadi ketika gempa bumi adalah diarea sambungan balok - kolom. Menurut (Maestopo 2012) prinsip dari perencanaan bangunan tahan gempa adalah untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan korban jiwa. Oleh sebab itu, perlu dirancang secara khusus agar tidak mengalami perubahan bentuk yang tidak elastis saat terjadi gempa.

Sambungan balok - kolom merupakan bagian terpenting dari struktur rangka. Dampaknya, jika daerah sambungan antara balok dan kolom tersebut tidak dirancang dengan tepat, dapat menyebabkan keruntuhan geser yang bersifat rapuh dan mengancam keselamatan pengguna bangunan (Setiawan 2012). Secara umum, keruntuhan pada balok sering kali ditunjukkan oleh pemisahan lapisan beton pelindung dan peningkatan jumlah serta lebar retakan (Suharwanto, Artiningsih, and Budiono 2016). (Gilbert and Micklebrought 1990) menyatakan bahwa ada lima jenis retakan, diantaranya : retak lentur, retak geser balok, retak geser lentur, retak puntir, dan retak lekatan. Ketika terjadi gempa, keruntuhan geser secara fisik bisa dilihat melalui retakan diagonal yang muncul pada sambungan antara balok dan kolom. Maka dari itu, sebagai langkah antisipasi terhadap kerusakan yang mungkin timbul akibat gempa, bisa dilakukan simulasi pemberian beban siklik pada sambungna antara balok dan kolom dari beton pracetak. Keruntuhan dapat terjadi dikarenakan struktur tersebut sudah tidak mampu lagi menahan beban. Beton pracetak adalah sebuah inovasi dalam industri konstruksi yang pada dasarnya tidak memiliki perbedaan mendasar dengan beton konvensional, kecuali dalam segi pembuatannya (Cahyani, Soehardjono, and Wibowo 2019). (Felny 2015) menyatakan bahwa kegagalan struktur melibatkan berbagai variasi dan kondisi detail yang berbeda, yaitu keruntuhan getas dan keruntuhan lelah.

Benda uji yang digunakan di penelitian ini adalah sambungan balok - kolom pracetak. Menurut (Tjahjono and Purnomo 2010), prinsip perencanaan sambungan pada elemen pracetak dapat dikelompokkan dalam dua kategori, diantaranya yaitu sambungan kuat dan sambungan daktil. Pada bagian struktur balok terdapat tambahan komponen bata ringan dan menggunakan komponen bambu sebagai tulangan longitudinal. Tambahan komponen bata ringan di bagian struktur balok bertujuan untuk meringankan beban konstruksi itu sendiri. Pada bagian struktur kolom, menggunakan komponen bambu sebagai tulangan longitudinal. Bambu merupakan tumbuhan menjalar yang tumbuh di wilayah subtropis dan masuk ke dalam keluarga *gramieae* dan menyebar hampir di seluruh dunia kecuali di Eropa (Frick 2004). Bambu memiliki daya tahan terhadap tarikan yang signifikan dan merupakan bahan yang dapat diperbaharui daripada baja (Wonlele, Dewi, and Nurlina 2013). Dengan menerapkan bambu sebagai tulangan dan melapisinya dengan beton, selain dapat mengurangi biaya konstruksi dan menggunakan bahan ramah lingkungan, yaitu rentan terhadap kebakaran (Irvansyah 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola keruntuhan dan beban maksimal yang dapat diterima pada sambungan balok kolom *precast* 1 lantai terhadap beban siklik dengan menggunakan bantuan program Abaqus CAE 2017. Oleh karena itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi representasi terhadap konstruksi pada bangunan akibat beban siklik dan menjadi salah satu solusi serta referensi dalam perencanaan struktur saat menangani kegagalan pada bagian sambungan balok - kolom.

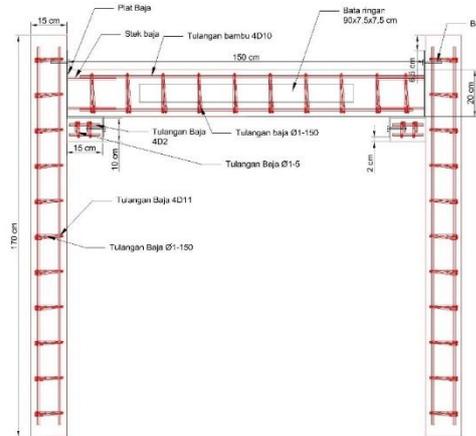
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menganalisis pola keruntuhan yang terjadi pada portal 1 lantai dengan menggunakan beton pracetak. Adapun kerangka pikiran pada penelitian ini dimulai dari studi literatur untuk dijadikan pedoman dalam penelitian yang dilakukan. Kemudian menentukan gap penelitian permasalahan yang jarang muncul dan menarik untuk dijadikan penelitian selanjutnya. Kemudian dilakukan uji eksperimental pada penelitian tersebut dengan menggunakan prototype desain permodelan objek penelitian dengan baik. Selanjutnya, melakukan pengujian dengan menggunakan program abaqus untuk mendapatkan hasil beban maksimal yang diterima oleh struktur tersebut.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode elemen hingga atau finite element method dengan menggunakan bantuan perangkat lunak abaqus. Pada penelitian ini digunakan sambungan portal balok - kolom pracetak 1 lantai untuk benda uji. Dengan menggunakan tambahan bata ringan di bagian struktur balok dan menggunakan tulangan longitudinal dari bambu yang kemudian dimodelkan dengan

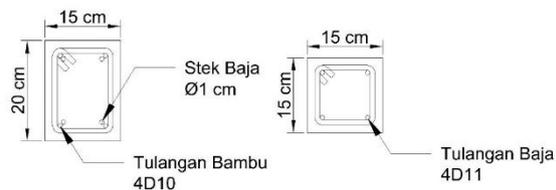
menggunakan software AutoCAD terlebih dahulu lalu diimpor ke program Abaqus untuk dilakukan pengujian.

Pada permodelan benda uji, digunakan jenis sambungan kering atau dry connecting dan sambungan eksterior. Di mana alat yang digunakan untuk menyambungkan kolom dan balok adalah baut dan plat baja. Pada hasil uji eksperimental, benda uji akan diberikan beban siklik maksimal sebesar 7 ton. Permodelan benda uji dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Detail Gambar Benda Uji Portal Satu Tingkat

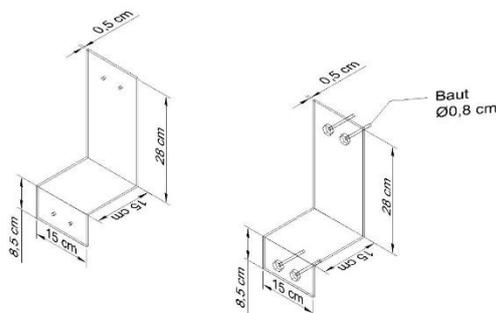
Sumber : Hasil Perencanaan



Keterangan:
 Panjang Stek Baja 20 cm

Gambar 2. Detail Gambar Tulangan

Sumber : Hasil Perencanaan



Gambar 3. Detail Gambar Plat Baja dan Baut

Sumber : Hasil Perencanaan

Tahap pengolahan data yang dilakukan di penelitian ini dimulai dari studi literatur yang mencakup gambaran umum, tujuan, serta batasan masalah dan penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan mendesain benda uji di AutoCAD kemudian dilanjutkan ke tahap analisa data dengan menggunakan metode elemen hingga yang didukung oleh perangkat lunak abaqus guna untuk mempermudah ekperimental.

Tabel 1. Data Material

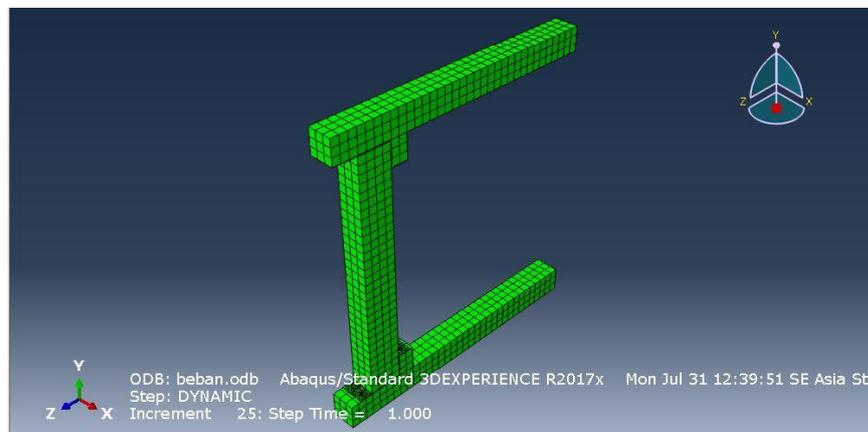
BETON		
Density (Berat Jenis)	Young Modulus (Modulus Elastisitas)	Poisson Ratio
0.0024 kg/cm ³	201720.26 kg/cm ²	0.2
BAJA		
Density (Berat Jenis)	Young Modulus (Modulus Elastisitas)	Poisson Ratio
0.00785 kg/cm ³	2039432.43 kg/cm ²	0.3
BATA RINGAN		
Density (Berat Jenis)	Young Modulus (Modulus Elastisitas)	Poisson Ratio
0.006945 kg/cm ³	239633.31 kg/cm ²	0.15
BAUT TITANIUM		
Density (Berat Jenis)	Young Modulus (Modulus Elastisitas)	Poisson Ratio
0.00442 kg/cm ³	1121687.83 kg/cm ²	0.34
BAMBU		
Density (Berat Jenis)	Young Modulus (Modulus Elastisitas)	Poisson Ratio
0.0008 kg/cm ³	145.605 kg/cm ²	0.334
PLAT BAJA		
Density (Berat Jenis)	Young Modulus (Modulus Elastisitas)	Poisson Ratio
0.00785 kg/cm ³	2039432.43 kg/cm ²	0.3

Sumber : Hasil Analisis

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, dibutuhkan data material yang harus dimasukkan pada tools material di program abaqus. Berikut merupakan data material yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan tabel di bawah ini.

Bersarkan hasil dari pengujian portal satu tingkat dengan menggunakan perangkat lunak Abaqus CAE 2017 dengan memberikan beban siklik maksimal pada bagian sambungan balok – kolom maka diperoleh hasil animasi seperti gambar berikut ini.

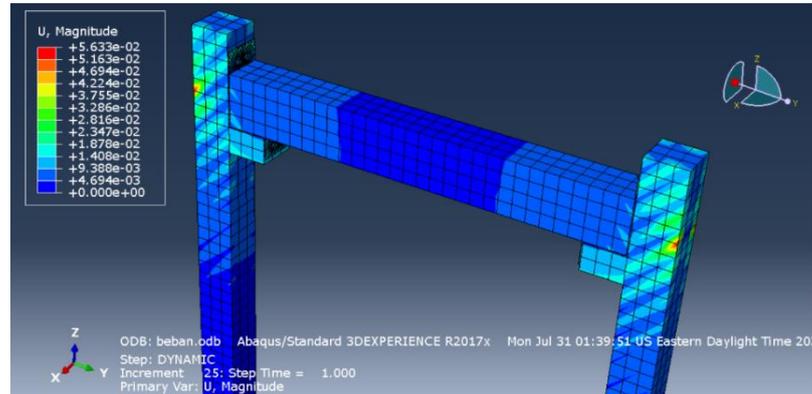


Gambar 4. Permodelan Benda Uji

Sumber : Hasil Analisa

Kapasitas beban yang dapat ditahan oleh objek yang dianalisis tersebut sebesar 7 ton dengan menggunakan metode elemen hingga. Beban horizontal yang diterapkan bersifat siklik, tujuannya untuk

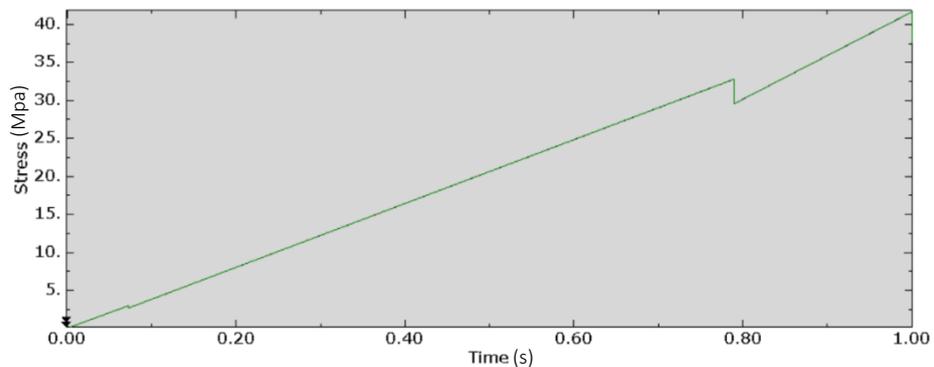
menghasilkan suatu kurva yang menggambarkan relasi antara perpindahan dan beban. Beban siklik merupakan model pembebanan yang mencerminkan kondisi di mana material atau struktur mengalami beban yang berubah secara periodik. Hal ini, untuk mengidentifikasi titik keruntuhan dari tipe sambungan tersebut dan keamanan struktur dalam jangka panjang.



Gambar 5. Hasil Benda Uji saat diberikan Beban Gempa

Sumber : Hasil Analisa

Pada gambar 5. Diatas, menunjukkan pola retak keruntuhan yang terjadi akibat beban siklik yang diberikan. Pada gambar tersebut terdapat titik keretakan pada bagian sambungan antara balok dan kolom. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur tersebut berhasil menahan beban siklik maksimal tanpa mengalami keruntuhan. Akan tetapi, terlihat bahwa saat benda uji diberikan beban siklik maksimal sebesar 7 ton terdapat retak puntir pada bagian sambungan balok - kolom yang menandakan bahwa adanya deformasi dan redistribusi gaya dalam respon terhadap beban siklik.



Gambar 6. Grafik Tegangan Akibat Step Pembebanan

Sumber : Hasil Analisa

Dari pengujian model portal satu tingkat tersebut didapat grafik tegangan akibat step pembebanan yang telah dibuat sebelumnya. Semakin lama waktu yang dibutuhkan, semakin besar juga tegangan yang terjadi.

4. Simpulan

Dari hasil analisa yang dilakukan, struktur atau benda uji tersebut mampu menahan beban maksimal 7 ton dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Abaqus tanpa mengalami keruntuhan. Meskipun demikian, adanya retakan pada sambungan menunjukkan adanya deformasi atau tegangan yang signifikan selama pengujian. Validasi numerik menggunakan perangkat lunak Abaqus 2017 telah berhasil. Rekomendasi perbaikan atau peningkatan desain sambungan balok - kolom pracetak dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan ketahanan sambungan terhadap beban siklik di masa depan.

5. Daftar Pustaka

- Cahyani, Kharisma Nur, Agoes Soehardjono, and Ari Wibowo. 2019. "Kajian Eksperimental Pola Retak Pada Sambungan Balok-Kolom Beton Pracetak Dengan Menggunakan Sambungan Kering." *PROKONS Jurusan Teknik Sipil* 13 (1): 31.
- Felny, Fideriko. 2015. "Perilaku Sambungan Balok-Kolom Tabung Baja Dengan Isian Beton Menggunakan Pelat Diafragma Menerus Akibat Beban Siklik."
- Frick, heinz. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu : Pengantar Konstruksi Bambu / Heinz Frick*. Yogyakarta: Kanisius.
- Gilbert, R.I, and N.C Mickleborought. 1990. "Design of Pre Stressed Concrete." Unwin Hyman Ltd: R. I Gilbert, N. C Mickleborought.
- Irvansyah, Rifqi. 2015. "Penggunaan Bambu Sebagai Alternatif Pengganti Tulangan Baja Pada Beton." *Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala* .
- Maestopo, M. 2012. *Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa*. Jakarta: Seminar dan Pameran HAKI.
- Setiawan, Agus. 2012. "Analisis Hubungan Balok Kolom Beton Bertulang Proyek Pembangunan Gedung DPRD-Balai Kota DKI Jakarta." *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications* 3 (1): 711.
- Suharwanto, Titik Penta Artiningsih, and Bambang Budiono. 2016. "Kinerja Balok Beton Prategang Parsial Pratarik Yang Telah Diperbaiki Akibat Pembebanan Siklik" 7 (2559): 892-97.
- Tjahjono, Elly, and Heru Purnomo. 2010. "Pengaruh Penempatan Penyambungan Pada Perilaku Rangkaian Balok-Kolom Beton Pracetak Bagian Sisi Luar." *MAKARA of Technology Series* 8 (3): 90-97.
- Wonlele, Tedy, Sri Murni Dewi, and Siti Nurlina. 2013. "Penerapan Bambu Sebagai Tulangan Dalam Struktur Rangka Batang Beton Bertulang" 7 (1): 1-12.