

ANALISA TEGANGAN REGANGAN PADA BALOK DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ABAQUS CAE V6.14

(Analysis Of Stress Strain on Beams Using Abaqus Cae V6.14 Software)

Resti Nur Arini¹ Reflangga Pradana¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail : resti.nurarini@univpancasila.ac.id

Diterima 25 September 2021, Disetujui 25 November 2021

ABSTRAK

Beton bertulang ialah gabungan dari dua tipe bahan, yaitu beton polos yang mempunyai kuat tekan yang besar akan tetapi kuat tariknya rendah, serta batang baja yang ditanamkan didalam beton yang bisa membagikan kekuatan Tarik yang dibutuhkan. Misalnya tulangan baja yang diletakan pada wilayah tarik di struktur balok. Pada umumnya balok untuk menahan beban mati dan beban hidup suatu bangunan harus memiliki struktur yang baik untuk menerima beban yang bekerja. Oleh karena itu balok sebagai penyalur beban mati dan beban hidup bangunan ke kolom harus dibuat dengan perhitungan yang baik. Besarnya tegangan pada sebuah beton adalah perbandingan antara gaya tarik yang berkerja pada beton terhadap luas penampang beton tersebut. Sedangkan regangan merupakan perubahan relative ukuran beton yang mengalami tegangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang beton saat mula-mula. Analisa tegangan regangan dilaukan menggunakan program aplikasi Finite Element Analysis. Program yang akan digunakan dalam analisa ini adalah ABAQUS CAE V6.14. Hasil oenelitian ini didapat nilai tegangan maksimum balok beton sebesar 0.352748 Kn/m², nilai regangan maksimum balok beton sebesar 0.00000352074, dan nilai displacement yang terjadi pada balok beton sebesar 0,003492 m. Sedangkan nilai tegangan maksimum H beam sebesar 0.74088 Kn/m², regangan maksimum yang terjadi adalah 0.00000814532, dan displacement yang terjadi pada H beam sebesar 0,001596 m.

Kata kunci: Balok, Tegangan, Regangan, Displacement

ABSTRACT

Reinforced concrete is a combination of two types of materials, namely plain concrete which has a high compressive strength but low tensile strength, and steel bars embedded in the concrete which can provide the required tensile strength. For example, steel reinforcement placed in the tensile region in the beam structure. In general, the beam to withstand the dead load and live load of a building must have a good structure to accept the working load. Therefore, the beam as a distributor of the dead load and the live load of the building to the column must be made with a good calculation. The amount of stress in a concrete is the ratio of the tensile force acting on the concrete to the cross-sectional area of the concrete. While strain is the relative change in the size of the concrete under stress. Strain can be defined as the ratio between the initial elongation of the concrete. Stress-strain analysis was carried out using the Finite Element Analysis application program. The program that will be used in this analysis is ABAQUS CAE V6.14. The results of this study obtained the maximum stress value of the concrete beam is 0.352748 Kn/m², the maximum strain value of the concrete beam is 0.00000352074, and the displacement value that occurs in the concrete beam is 0.003492 m. While the maximum stress value of the H beam is 0.74088 Kn/m², the maximum strain that occurs is 0.00000814532, and the displacement that occurs in the H beam is 0.001596 m.

Keywords: Beams. Stress, Strain, Displacement

PENDAHULUAN

Beton bertulang ialah gabungan dari dua tipe bahan, yaitu beton polos yang mempunyai kuat tekan yang besar akan tetapi kuat tariknya rendah, serta batang baja yang ditanamkan didalam beton yang bisa membagikan kekuatan Tarik yang dibutuhkan. Misalnya tulangan baja yang diletakan pada wilayah tarik di struktur balok [1].

Balok merupakan elemen lentur struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur serta gaya geser. Dua hal utama yang dialami oleh suatu balok merupakan kondisi tekan serta Tarik, yang terjalin karena adanya pengaruh lentur ataupun gaya lateral. Tegangan lentur balok disebabkan oleh regangan yang muncul karena beban luar. Apabila beban meningkat maka pada balok akan terjadi deformasi serta regangan tambahan yang menyebabkan terjadinya keruntuhan balok. Pada peristiwa momen lentur positif, regangan tekan terjadi di bagian atas serta regangan Tarik di bagian dasar dari penampang. Regangan- regangan tersebut menyebabkan munculnya tegangan- tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan di bagian atas serta tegangan Tarik di bagian dasar [2].

Besarnya tegangan pada sebuah beton adalah perbandingan antara gaya tarik yang berkerja pada beton terhadap luas penampang beton tersebut. Sedangkan regangan merupakan perubahan relative ukuran beton yang mengalami tegangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang beton saat mula-mula.

Dari uraian latar belakang tersebut maka akan dilakukan penelitian yaitu analisa tegangan regangan pada balok dengan menggunakan software Abaqus CAE v6.14. Penelitian ini menggunakan pendekatan terhadap analisa elemen hingga dengan menggunakan program bantu software Abaqus CAE v6.14.

Software Abaqus V6.14. merupakan salah satu *Software Computer-aided engineering (CAE)*, yang meruakan aplikasi yang digunakan untuk permodelan dan analisis komponen dan rakitan mekanis dan memvisualisasikan hasil analisis elemen hingga. Software ini sangat populer di kalangan akademik dan penelitian bidang teknik karena kapabilitas permodelan material yang luas, dan kemampuan program untuk disesuaikan, misalnya, pengguna dapat model material yang dipilih sehingga dapat disimulasikan pada software Abaqus ini. Software Abaqus tersebut yang akan digunakan untuk analisis tegangan-regangan pada balok.

BEBAN STRUKTUR

Dalam pelaksanaan konstruksi beban sangat diperhitungkan sebab dalam pembangunan, suatu konstruksi dipersiapkan untuk sanggup melayani beban-beban yang mungkin terjadi. Beban secara umum diklarifikasikan secara umum menjadi tiga jenis yakni beban hidup (live loads), beban mati (dead loads), serta beban lingkungan. Ada pula definisi dari beban- beban tersebut adalah :

1. Beban Hidup (live loads)

Beban hidup ialah beban yang bersifat sementara, dinamis, serta dapat berubah. Contoh dari beban hidup merupakan penghuni, furnitur, serta sebagian objek yang lain. Besarnya beban hidup untuk suatu bangunan menurut SNI 1727 : 2013

2. Beban mati (Dead Loads)

Beban mati ialah beban yang statis atau permanen, beban mati berkaitan dengan beban dari struktur itu sendiri. Beban mati akan tetap sama dan konstan sepanjang waktu. Contoh dari beban mati dapat mencakup peralatan tidak bergerak, berat elemen structural, serta lain- lain. Beban mati dihitung dengan menjumlahkan berat bahan struktur yang ditetapkan.

3. Beban Lingkungan (Enviromental Loads)

Beban lingkungan merupakan tipe beban yang bekerja pada suatu struktur akibat kondisi lingkungan serta cuaca. Contoh dari beban lingkungan ini merupakan, beban angin, beban salju, serta beban gempa.

BALOK

Balok merupakan bagian dari struktur suatu bangunan yang kaku yang memiliki fungsi untuk meneruskan beban-beban dari pelat lantai ke kolom. Balok merupakan elemen structural yang di disain untuk menahan momen lentur dan gaya geser yang akan terjadi akibat gaya transversal yang terjadi terhadap sumbunya di sepanjang bentangnya [3]. Adapun jenis-jenis balok yang digunakan dalam konstruksi antara lain:

1. Balok Sederhana

Balok sederhana memiliki tumpuan pada kolom pada ujungnya, dengan satu ujung bebas yang berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana tidak tergantung pada bentuk penampang dan materialnya.

Pada disain balok sederhana sangat dihindari terhadap keruntuhan tekan (over-reinforced), karena sifat ini karena sistem ini dapat mengakibatkan runtuhnya balok secara mendadak. Beton bertulang dengan keruntuhan yang seimbang (balance) adalah beton bertulang yang sangat ideal tetapi desain keruntuhan yang seimbang ini sangat sulit dan tidak akan pernah tercapai. Meskipun sistem perencanaan penampang beton dengan keruntuhan tarik (under-reinforced) dapat mudah didapatkan dan dapat dijamin untuk keselamatan selama baja tulangan yang digunakan tidak terlalu kecil atau sedikit [4].

2. Balok Kantilever

Kantilever adalah salah satu jenis balok yang bertumpu di salah satu ujung balok. Balok ini berguna untuk menanggung beban di ujung yang tidak memiliki tumpuan.

Balok kantilever adalah suatu sistem yang sangat rawan mengalami keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik, hal ini dikarenakan oleh balok kantilever akan mengakibatkan perubahan momen lentur dan torsi. Hal tersebut dapat diselesaikan apabila dimensi balok yang digunakan disesuaikan dengan panjang kantilevernya sendiri. Oleh karena itu diperlukan suatu

perencanaan yang baik dan tepat untuk dapat memenuhi kriteria kekuatan, keselamatan, kenyamanan, dan umur rencana [5].

3. Balok Menerus

Balok terus menerus memiliki bentuk yang menerus memanjang dan melewati lebih dari dua jumlah kolol. Ini dilakukan untuk memberikan kekakuan yang tinggi dan menghasilkan nilai momen yang lebih rendah dari rangkaian balok tidak menerus dengan beban yang sama di sebuah bangunan.

Jumlah momen negatif pada tumpuan balok menerus menghasilkan jumlah tulangan yang digunakan menjadi banyak dan menjadi sangat kompleks, yang mengakibatkan perencanaan menjadi tidak ekonomis. Berdasarkan mekanisme keruntuhan, struktur statis tak tentu tidak akan runtuh ketika penampang mencapai kapasitas maksimumnya, tetapi akan mendistribusikan momen kepada penampang yang belum mencapai kapasitas maksimumnya. Proses distribusi tersebut dikenal juga dengan redistribusi momen [6].

Masa layan sebuah struktur suatu konstruksi balok sangat ditetapkan oleh besarnya lendutan yang terjadi oleh konstruksi balok tersebut. Seiring dengan bertambahnya usia bangunan maka akan ada penurunan dari kapasitas struktur yang akan mengakibatkan lendutan pada komponen bangunan struktur akan bertambah besar. Factor lendutan ini memegang peranan yang sangat penting dalam hal keamanan dan kenyamanan bangunan. Lendutan yang tidak diperhitungkan pada saat pembangunan struktur akan mengakibatkan struktur bangunan mengalami lendutan yang melebihi toleransi yang telah diizinkan, dan dapat mengakibatkan retak pada sebuah struktur. Hal tersebut akan menjadi berbahaya karena akan menyebabkan inersia beton akan menjadi lebih kecil dan akan mengurangi kemampuan beton. Pada saat perencanaan harus sangat memperhatikan lendutan sesaat (immediate) maupun lendutan jangka panjang (long term) agar tidak melebihi toleransi yang telah diizinkan, serta harus memperhatikan rangkai (creep), susut (shrinkage), dan regangan-regangan yang akan terjadi. Regangan-regangan tambahan ini akan mengakibatkan berubahnya distribusi tegangan pada beton dan baja sehingga lengkungan pada elemen struktur bertambah untuk beban yang tetap [7].

TEGANGAN

Tegangan adalah jumlah perbandingan gaya (P) atau reaksi dengan luas penampang (a), maka persamaan yang digunakan adalah :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- σ = Tegangan (N/m²)
- F = Gaya yang bekerja (N)
- A = Luas penampang (m²)

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*).

REGANGAN

Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Batasan sifat elastis perbandingan tegangan regangan akan linier dan akan berakhir pada titik mulur. hubungan tegangan tegangan tidak lagi linier ketika material mencapai batas sifat plastis. Rumus untuk memperoleh satuan deformasi atau regangan yaitu dengan membagi perpanjangan (I-Io) dengan panjang material awal (Io). hal ini sesuai dengan rumus

$$\epsilon = (I-Io)/Io \dots \dots \dots (2)$$

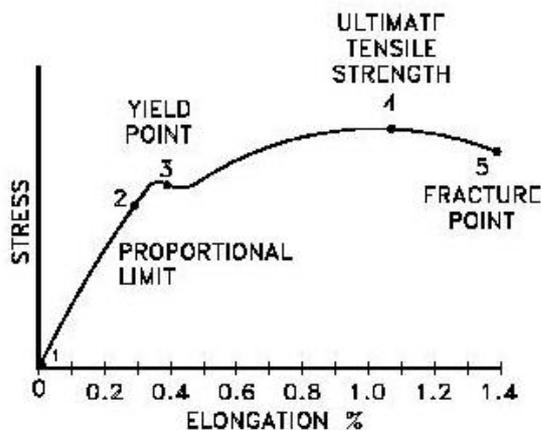
Dimana:

- E = Regangan
- I-Io = Pertambahan panjang dari panjang awal (m)
- Io = Panjang awal (m)

HUBUNGAN TEGANGAN REGANGAN

Hubungan tegangan-regangan harus didapati untuk menurunkan persamaan analisis dan rancangan serta langkah-langkah pada struktur beton. Semakin tinggi kualitas dari beton, maka semakin tinggi kurva tegangan-tegangan yang dihasilkan. Pengekangan pada beton dapat meningkatkan kuat lentur, ini disebabkan adanya tulangan (sengkang) yang dipasang di sepanjang bentang.

Kekuatan batas dari beton bertulang dalam lentur tergantung pada keadaan tegangan regangan dari beton dan baja.

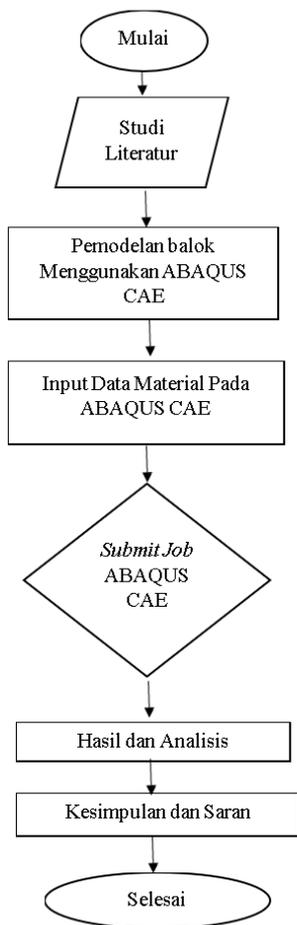


Gambar 1. Kurva Tegangan Regangan

Berdasarkan gambar 1. kurva tegangan regangan dapat disimpulkan bahwa hubungan tegangan regangan untuk beton tidak linier, tetapi kesalahan dalam pengamsusian kelinieran terhadap tegangannya, yang bervariasi dari 1/3 dari nilai maksimumnya, tidak serius. Ini dapat dibenarkan untuk penggunaan garis lurus, tidak ada teori tarik yang berlaku untuk beban kerja dalam beton pratekan. Regangan yang terjadi ketika tegangan maksimum berkisar dari 0,002 untuk semua beton. Regangan maksimum dalam beton dapat bervariasi sesuai dengan kekuatan beton, tetapi secara umum, nilainya bervariasi dari 0,0025 sampai 0,004 [8].

= 12.385.587,5 KN/m²

METODE



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

DATA STRUKTUR BALOK

Geometri balok yang akan ditinjau adalah sebagai berikut :

1. Lebar balok = 250 mm
2. Tinggi balok = 600 mm
3. Bentang balok = 8100 mm.

MATERIAL PROPERTIES

Balok yang akan ditinjau memiliki *material properties* seperti dibawah ini :

1. Mutu beton, f_c' = 40 MPa
2. Komponen prosesus elastisitas beton :
 $E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$ (3)
 = 4700 $\sqrt{40}$
 = 29.725, 41 MPa
 = 29.725.410 KN/m²
3. Massa jenis beton = 2,4 KN/m³
4. Rasio *poisson*, ν = 0,2
5. Komponen prosesus geser, G :
 $G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$ (4)
 = $\frac{29.725,41 \text{ MPa}}{2(1+0,2)}$
 = 12.385,58 MPa

PEMBEBANAN

Tabel 1 Perhitungan Pembebanan

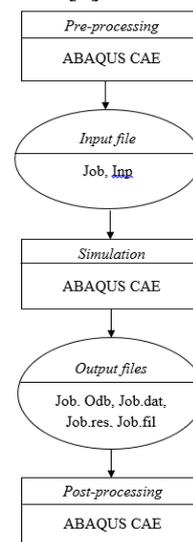
No	Beban	Kg
1	Beban Pelat	4665.6.1
2	Beban Balok	2916
Total		7581.6

Terlihat pada tabel 1 didapat total pembebanan struktur balok sebesar 7581.6 Kg atau sebesar 7.581 Ton.

ABAQUS

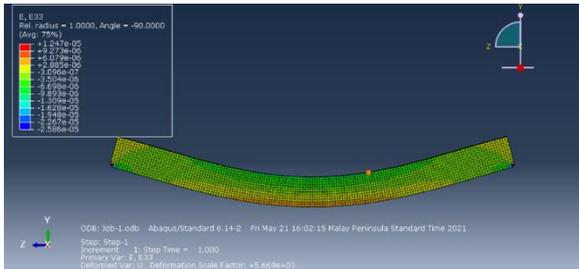
Abaqus merupakan *software* dengan berbagai macam program yang dapat melakukan simulasi dan rekayasa yang didasari oleh metode elemen hingga, yang mampu memecahkan suatu masalah struktur dari mulai analisa linier sederhana sampai dengan simulasi nonlinier yang kompleks. Program ini dapat memodelkan semua geometri, dan juga mempunyai daftar luas dari model material yang mampu memsimulasikan perilaku bahan material, termasuk karet, logam, polimer, beton, dan bahan geoteknit seperti batuan dan tanah.

Abaqus dapat memberikan berbagai kemudahan untuk simulasi aplikasi linier dan nonlinier. Abaqus dapat memodelkan beberapa bagian elemen dengan berbagai geometri bagian elemen dengan material model yang sesuai dan dapat menetapkan interaksi setiap elemen. Dalam analisis yang non linier, abaqus dapat memilih nilai penjumlahan beban yang akurat dan toleransi konvergensi dan terus menyesuaikan pada saat proses analisis untuk membuktikan bahwa didapatkan solusi yang akurat dan efisien pada saat analisis [9].



Gambar 3 Diagram Alir Proses Abaqus

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

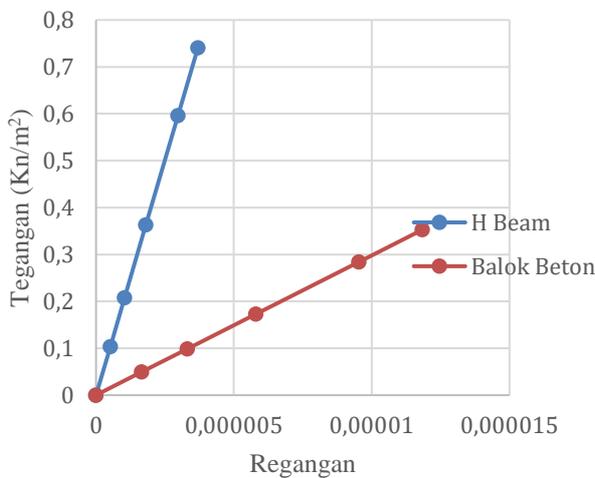


Gambar 4 Analisa Tegangan Regangan Balok

Dari proses simulasi yang dilakukan dengan program Abaqus CAE ditunjukkan dengan bentuk deformasi dan juga skala warna yang dilakukan pada model yang telah disimulasikan. Warna-warna tersebut menunjukkan nilai dari besaran tegangan dan regangan yang terjadi pada balok yang dilakukan simulasi.

ANALISA TEGANGAN REGANGAN

Perbandingan Balok Beton dan H Beam



Gambar 4. Perbandingan Balok Beton Dan HBeam

Pada gambar 4 dapat dilihat perbandingan tegangan dan regangan antara balok beton bertulang dan H Beam. Dari grafik dapat terlihat bahwa nilai tegangan yang terjadi pada beton bertulang lebih besar dari H Beam tetapi regangan yang terjadi lebih besar. Pada balok beton terjadi tegangan maksimal sebesar 0.352748 Kn/m² sedangkan pada H Beam tegangan maksimal yang terjadi sebesar 0.74088 Kn/m² dengan selisih sebesar 0.388132 Kn/m² hal ini diakibatkan karena luas penampang balok beton lebih besar dari pada H beam yang mengakibatkan tegangan yang terjadi pada balok beton memiliki tegangan yang lebih kecil. Sedangkan regangan yang terjadi pada balok beton sebesar 0.0000118418 dan pada H beam terjadi regangan sebesar 0.00000352074 dengan selisih sebesar 0.00000814532 hal ini diakibatkan karena material baja memiliki kuat tarik yang lebih besar dari pada beton.

DISPLACEMENT

Tabel 2. Perbandingan *Displacement* Pada Balok Beton Dan Baja

<i>Displacement</i>		
No	Balok Beton (m)	H Beam (m)
1	0,003492	0.001596

Pada tabel 2. terlihat besar displacement yang terjadi pada balok beton adalah 0,003492 m dan pada H beam sebesar 0,001596 m.

VALIDASI PERHITUNGAN

Perhitungan yang dilakukan pada software Abaqus CAE dilakukan terhadap perhitungan program aplikasi SAP 2000 dengan memvalidasi perhitungan displacement yang dilakukan pada kedua program aplikasi tersebut.

Tabel 3. Validasi *Displacement* Balok Beton

<i>Displacement</i>			
No.	Abaqus CAE (m)	SAP 2000 (m)	Persentase (%)
	0,003492	0,003426	0,96

Dari tabel 3 dapat terlihat nilai *displacement* pada balok beton yang terjadi terdapat perbedaan nilai hasil perhitungan sebesar 0,96%

Tabel 4. Validasi *Displacement H beam*

<i>Displacement</i>			
No.	Abaqus CAE (m)	SAP 2000 (m)	Persentase (%)
	0.001596	0.001642	2.9

Dari tabel 4 dapat terlihat nilai *displacement* pada H beam yang terjadi terdapat perbedaan nilai hasil perhitungan sebesar 2,9%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dapat disimpulkan:

- Besar nilai tegangan yang terjadi pada balok beton adalah sebesar 0.352748 Kn/m², sedangkan besar tegangan balok H beam yang terjadi lebih besar dari balok beton sebesar 0.74088 Kn/m² yang diakibatkan oleh luas penampang balok beton lebih besar dari H beam.
- Nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton adalah sebesar 0.00000352074, sedangkan regangan yang terjadi pada H beam adalah sebesar 0.00000814532 hal ini terjadi karena material baja lebih kuat menahan kuat tarik dari material beton.
- Nilai *displacement* yang terjadi pada balok beton sebesar 0,003492 m sedangkan pada H beam terjadi *displacement* sebesar 0,001596 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. . SALMON.C, "Wang C. K., Reinforced Concrete Design, 7th ed, 2006.pdf." .
- [2] J. O. Simanjuntak and T. E. Saragi, "Perbandingan Kekuatan Balok Persegi dan Balok T dengan Luas Penampang dan Luas Tulangan yang Sama." p. 24, 2016, [Online]. Available: [https://uhn.ac.id/files/akademik_files/1905061534_2016_Jurnal Fakultas Teknik Volume II Nomor 2_PERBANDINGAN KEKUATAN BALOK PERSOGEI DAN BALOK T DENGAN LUAS PENAMPANG DAN LUAS TULANGAN YANG SAMA.pdf](https://uhn.ac.id/files/akademik_files/1905061534_2016_Jurnal_Fakultas_Teknik_Volume_II_Nomor_2_PERBANDINGAN_KEKUATAN_BALOK_PERSOGEI_DAN_BALOK_T_DENGAN_LUAS_PENAMPANG_DAN_LUAS_TULANGAN_YANG_SAMA.pdf).
- [3] E. g Nawy, *pdf-beton-bertulang-pendekatan-mendasar-edward-g-nawy_compress.pdf*.
- [4] C. Merril, R. Marthin, D. J. Sumajouw, and R. S. Windah, "Evaluasi Balok dan Kolom pada Rumah Sederhana," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 6, pp. 301–309, 2014.
- [5] Rahmawati, "CANTILEVER EFFECT ON BENDING MOMENT AND TORSIONINLONGITUDINAL AND TRANSVERSAL BEAM ON FRAME CONSTRUCTION Rahmawati , Lawalenna Samang , Achmad Bakri Muhiddin Jurusan Sipil , Fakultas Teknik , Universitas Hasanuddin , Makassar Alamat Korespondensi Rahmawat," pp. 1–9.
- [6] F. F. Muaja, M. D. J. Sumajouw, and R. e. Pandaleke, "Beton Bertulang," vol. 6, no. 9, pp. 705–714, 2018.
- [7] D. Wiyono and W. Trisina, "Analisis Lendutan Seketika Dan Lendutan Jangka Panjang Pada Struktur Balok," *J. Tek. Sipil Maranatha*, vol. 9, no. 1, pp. 20–37, 2013.
- [8] N. Rizkiani, "Analisis Tegangan Regangan Pada Kolom Menggunakan Software Abaqus Cae V6. 14 Pada Struktur Bangunan Hotel Ibis Style 14 ...," 2019, [Online]. Available: <https://lib.unnes.ac.id/36236/>.
- [9] D. M. T. D. Herlina, *Menggunakan Program Abaqus Cae V6 . 14 Pada Gedung Hotel Ibis Style Dalam*. 2019.

