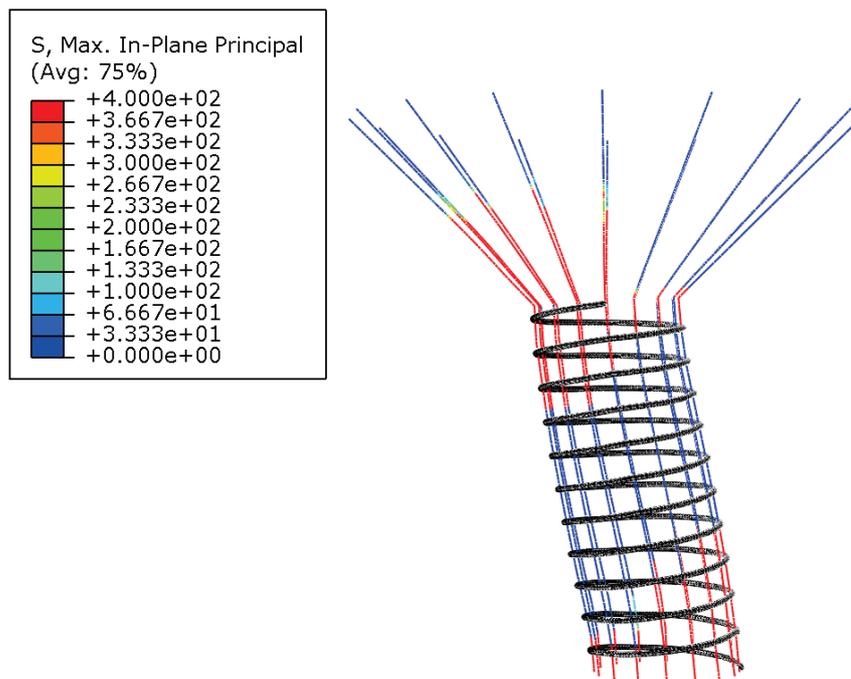


BAB IV

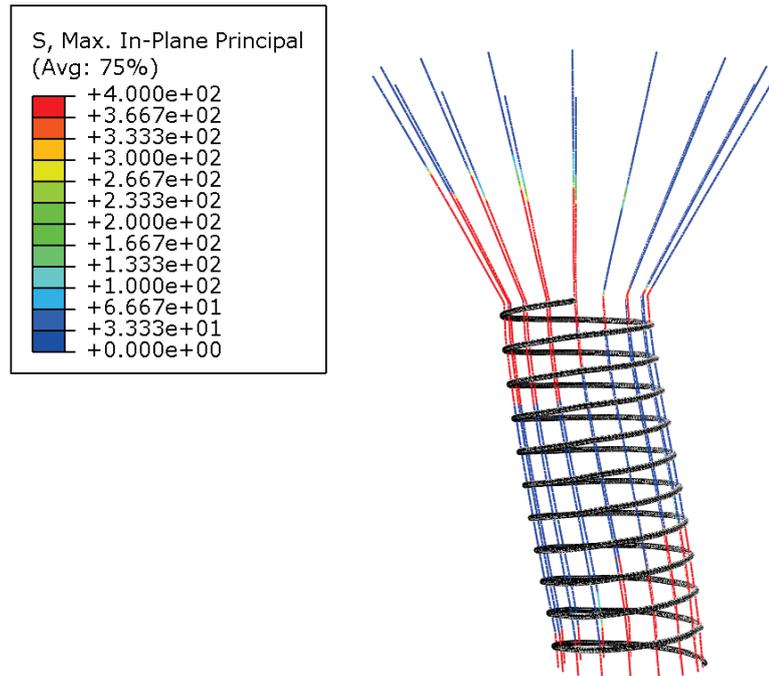
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Kerusakan yang Terjadi pada Tulangan Penghubung

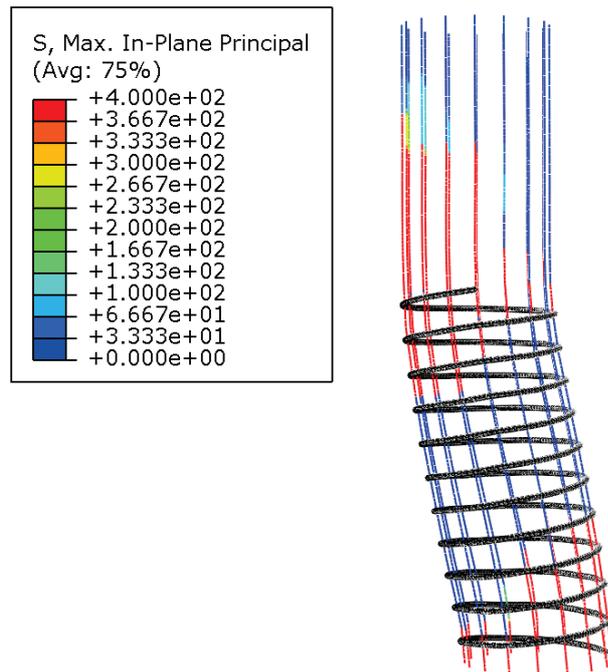
Tegangan leleh (f_y) tulangan *bored pile* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 400 MPa. Apabila tegangan yang terjadi pada tulangan mencapai tegangan lelehnya, maka tulangan tersebut akan mengalami leleh/kerusakan. Leleh adalah keadaan batas deformasi inelastis yang terjadi sesudah tegangan leleh tercapai (SNI 1729:2015). Tegangan yang terjadi pada masing-masing tulangan penghubung dari hasil permodelan menggunakan *software* ABAQUS CAE 6.14 ditunjukkan pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.5.



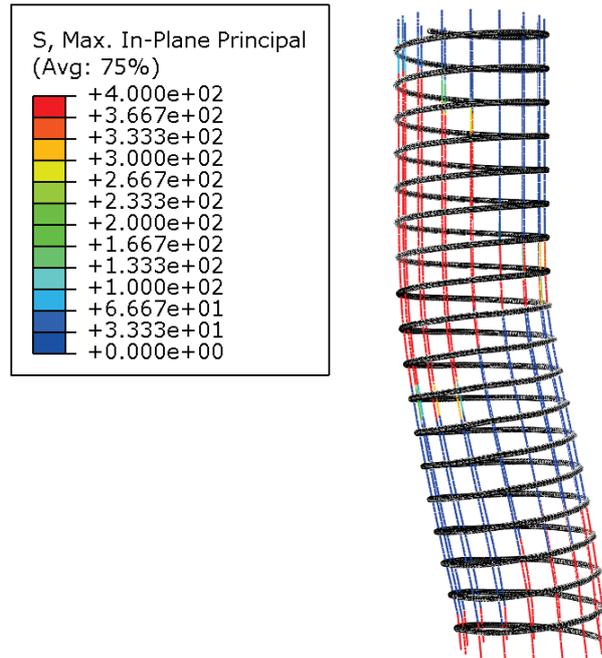
Gambar 4.1 Tegangan pada tulangan Model A



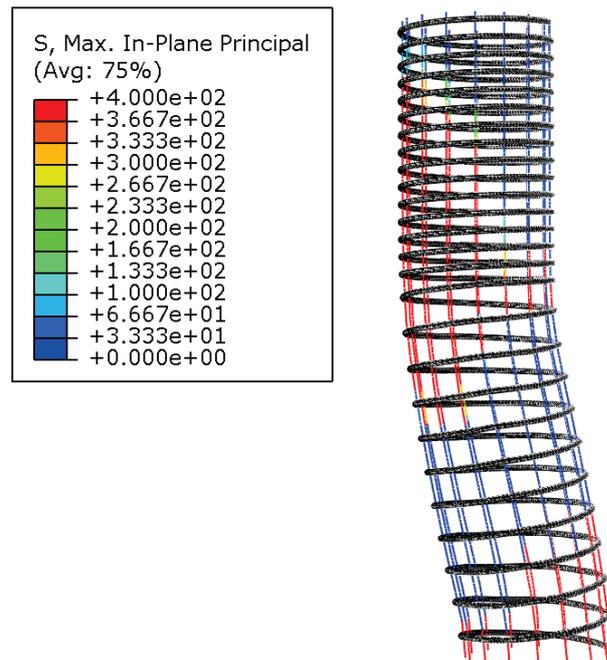
Gambar 4.2 Tegangan pada tulangan Model B



Gambar 4.3 Tegangan pada tulangan Model C



Gambar 4.4 Tegangan pada tulangan Model D



Gambar 4.5 Tegangan pada tulangan Model E

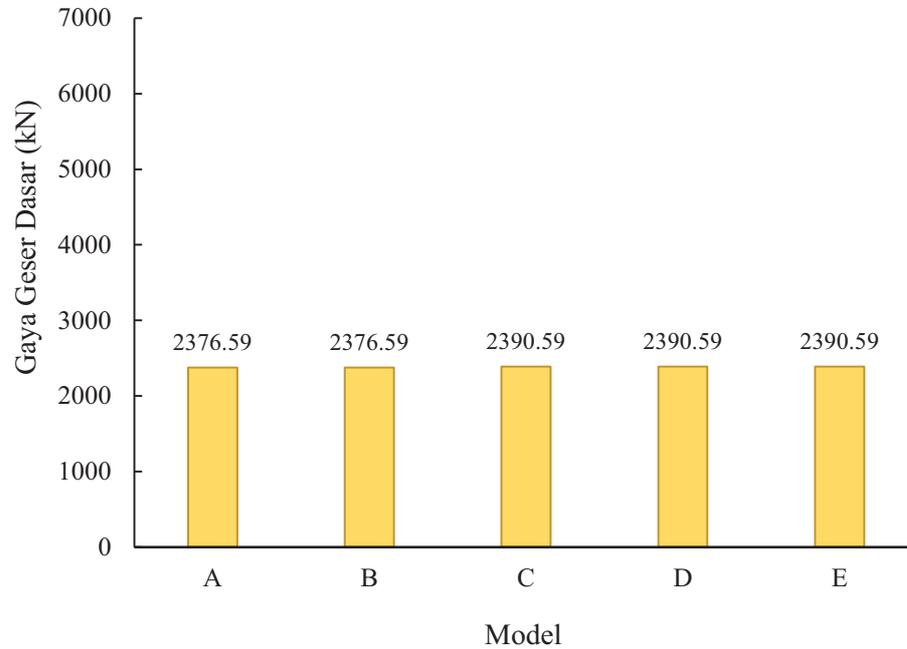
Tegangan yang terjadi pada tulangan penghubung masing-masing model seperti yang ditunjukkan Gambar 4.1 sampai Gambar 4.5 menggambarkan kerusakan tulangan terjadi pada bagian hubungan *bored pile* ke *pile cap* dan bagian bawah tiang bor. Pelelehan/kerusakan tulangan penghubung paling besar atau bagian paling kritis berada pada sisi yang berlawanan dari arah datangnya beban. Besarnya area tulangan penghubung yang mengalami leleh/kerusakan pada masing-masing model berbeda-beda. Model A dengan desain tulangan penghubung yang dibengkokkan 45° menunjukkan area kerusakan yang paling sedikit dibandingkan model yang lainnya, dan Model B dengan desain bengkokan tulangan penghubung yang lebih tegak menunjukkan area kerusakan tulangan penghubung yang sedikit lebih luas dari pada Model A, sedangkan pada Model C dengan desain tulangan penghubung lurus menunjukkan area kerusakan tulangan yang paling besar dibandingkan dengan Model A dan Model B. Selain itu, Model D dengan desain tulangan penghubung yang menggunakan sengkang, area kerusakan yang terjadi lebih luas dibandingkan dengan desain tulangan penghubung tanpa sengkang, sedangkan Model E dengan penggunaan sengkang yang lebih rapat menunjukkan area kerusakan yang paling luas diantara model lainnya.

Paragraf di atas menunjukkan bahwa besarnya sudut bengkokan tulangan penghubung berpengaruh terhadap luasnya area tulangan penghubung yang mengalami kerusakan, semakin tegak tulangan penghubung, maka area tulangan yang mengalami kerusakan juga semakin luas. Selain itu, penggunaan sengkang pada tulangan penghubung juga memberikan pengaruh, tulangan penghubung dengan tambahan sengkang mengalami kerusakan yang lebih luas dibandingkan dengan tulangan penghubung tanpa sengkang. Pengurangan jarak sengkang juga memperluas area kerusakan yang terjadi pada tulangan penghubung.

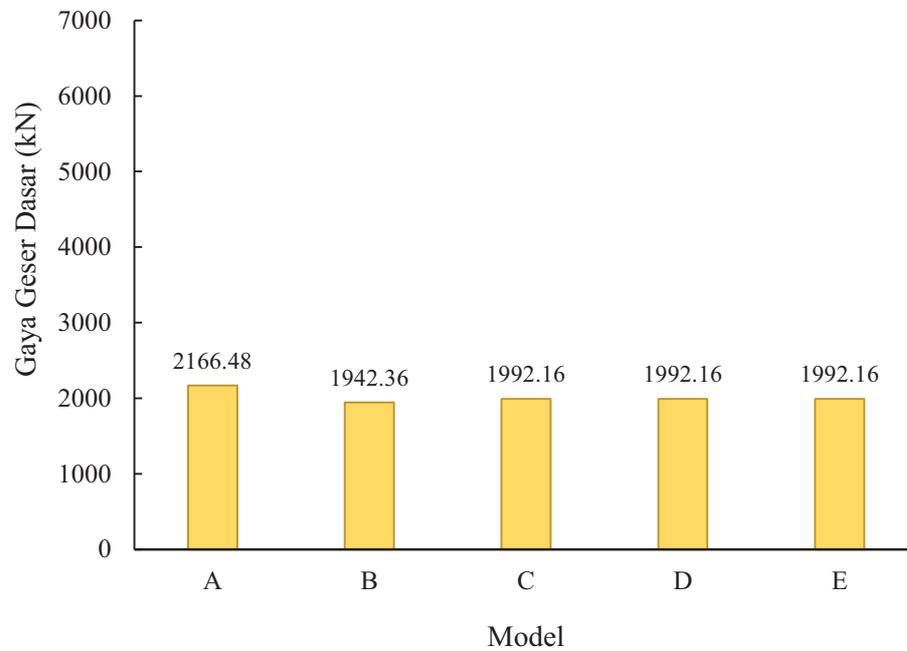
4.2. Kekuatan Masing-Masing Tulangan Penghubung

Kerusakan yang diakibatkan oleh gaya geser dasar pada setiap tulangan penghubung berbeda-beda, maka dari itu kekuatan tulangan penghubung perlu dicek satu-persatu untuk mengetahui seberapa besar gaya geser dasar yang dapat ditahan tulangan tersebut sampai mengalami leleh/kerusakan. Besarnya gaya geser

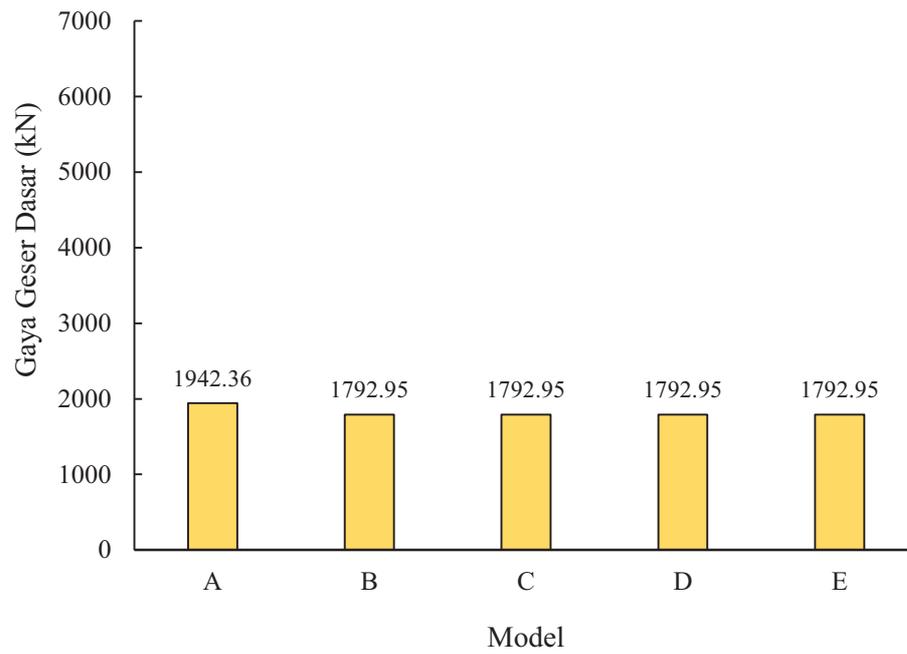
dasar yang dapat ditahan masing-masing tulangan penghubung ditunjukkan pada Gambar 4.6 sampai Gambar 4.21.



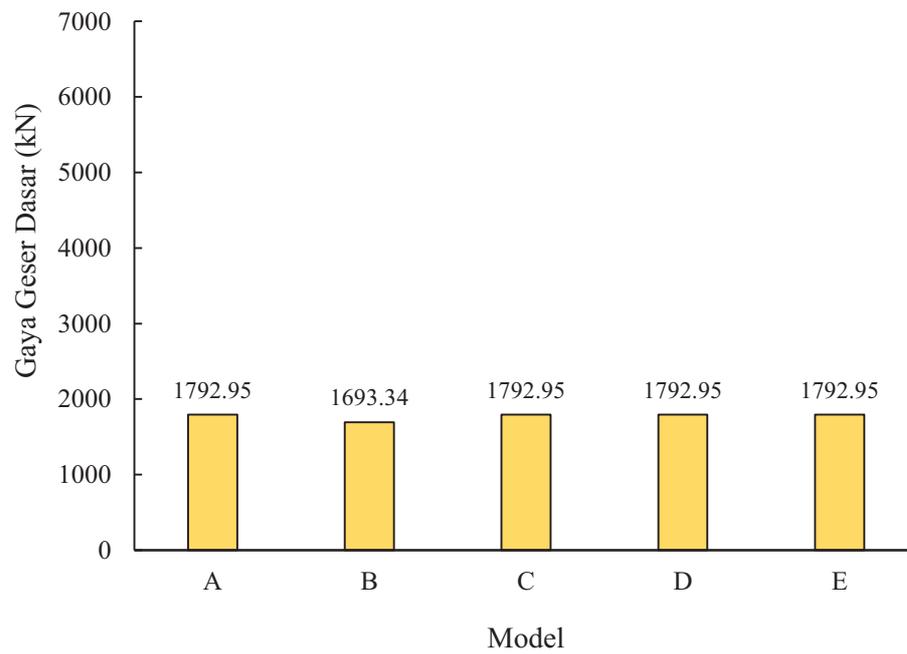
Gambar 4.6 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 1.



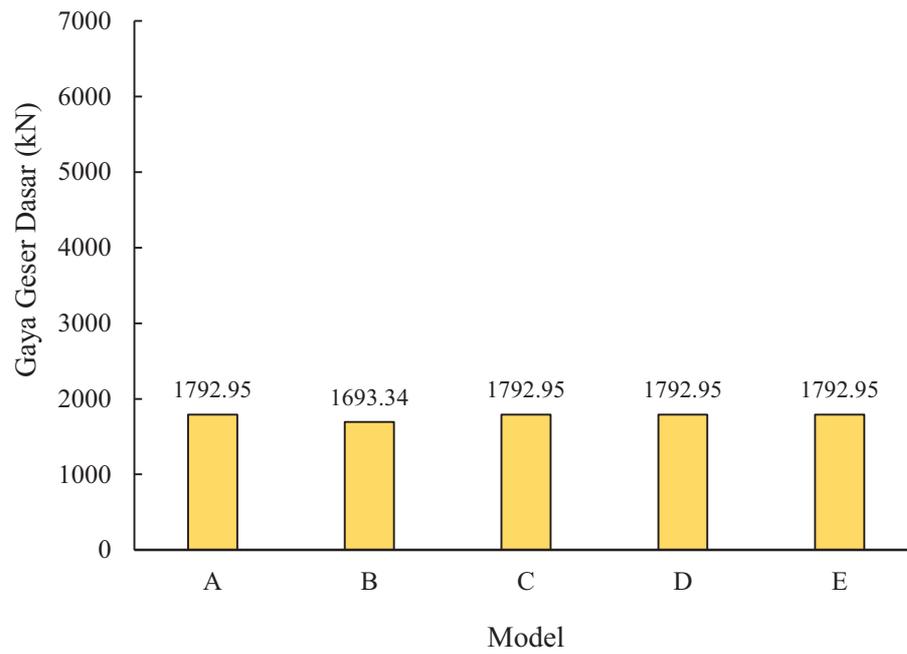
Gambar 4.7 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 2.



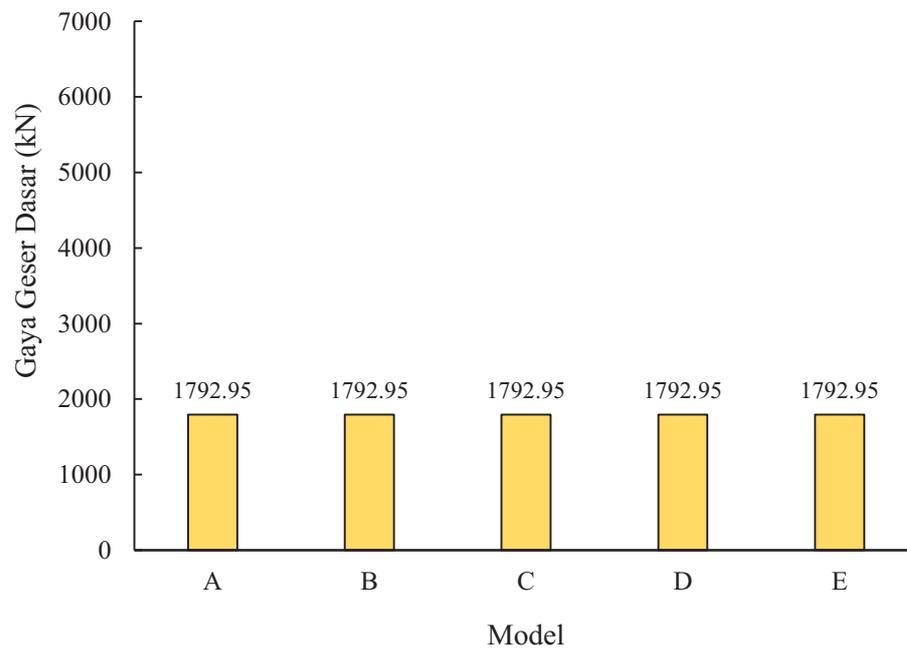
Gambar 4.8 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 3.



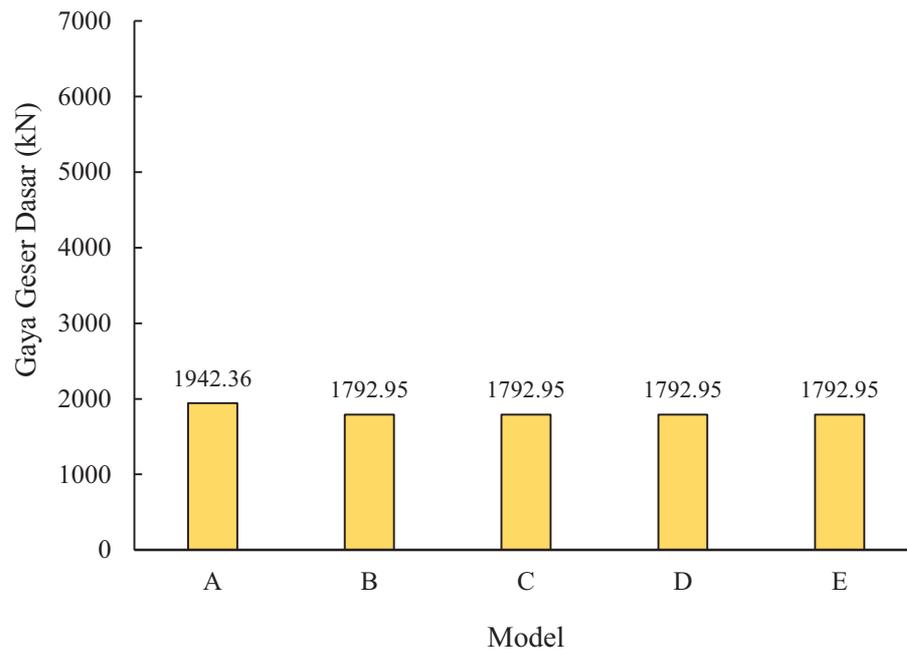
Gambar 4.9 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 4.



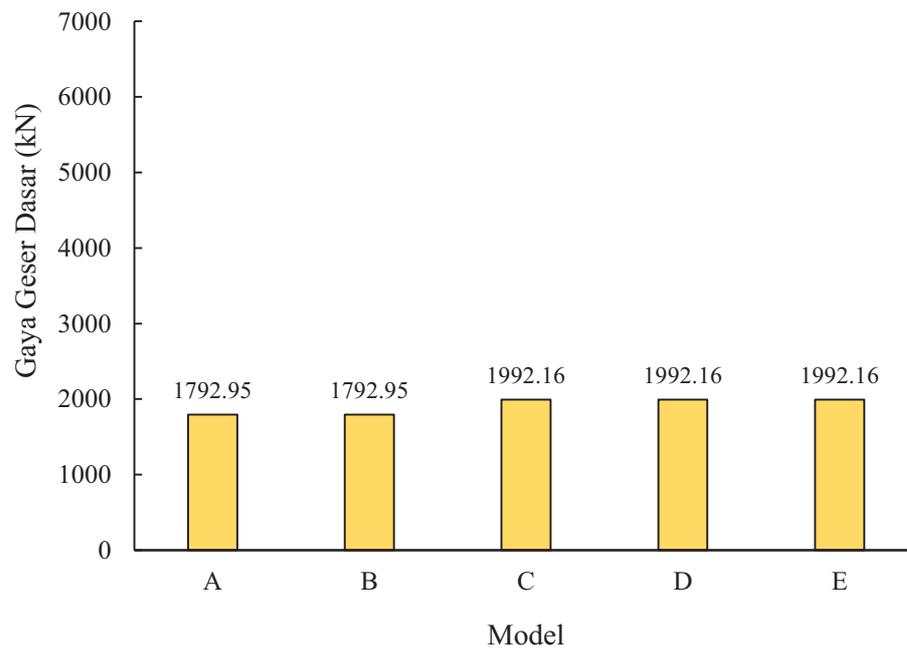
Gambar 4.10 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 5.



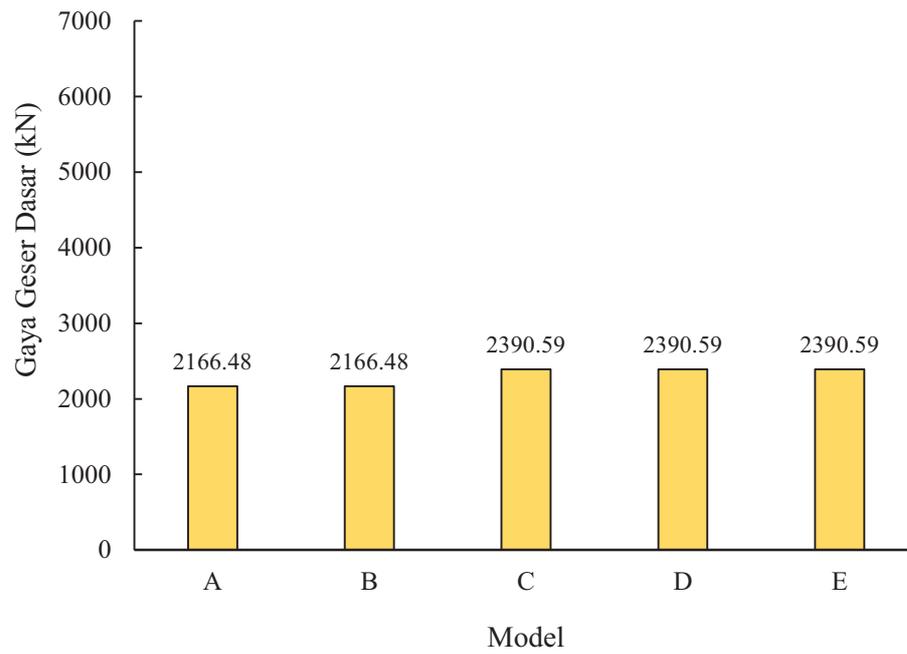
Gambar 4.11 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 6.



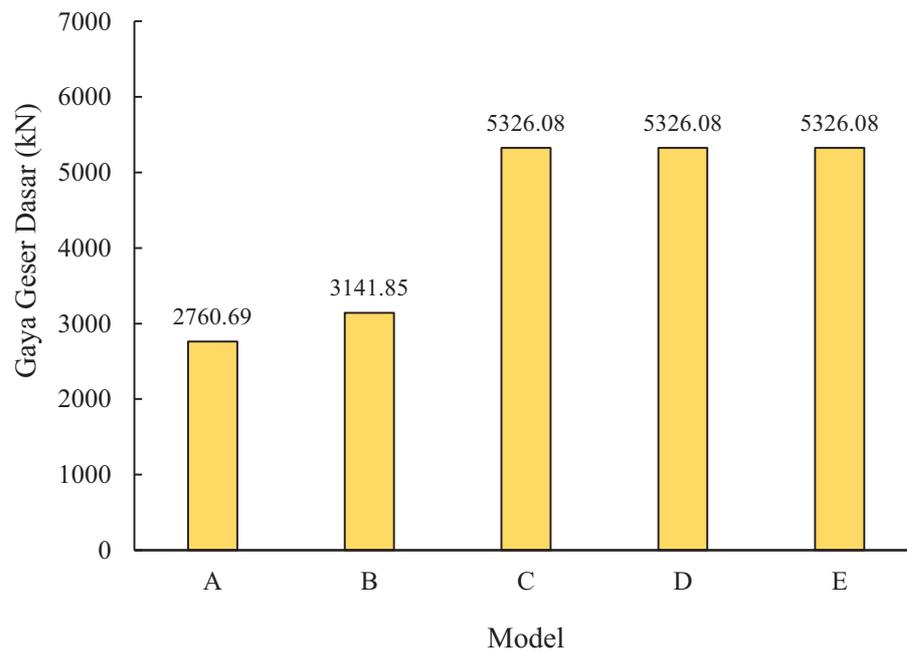
Gambar 4.12 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 7.



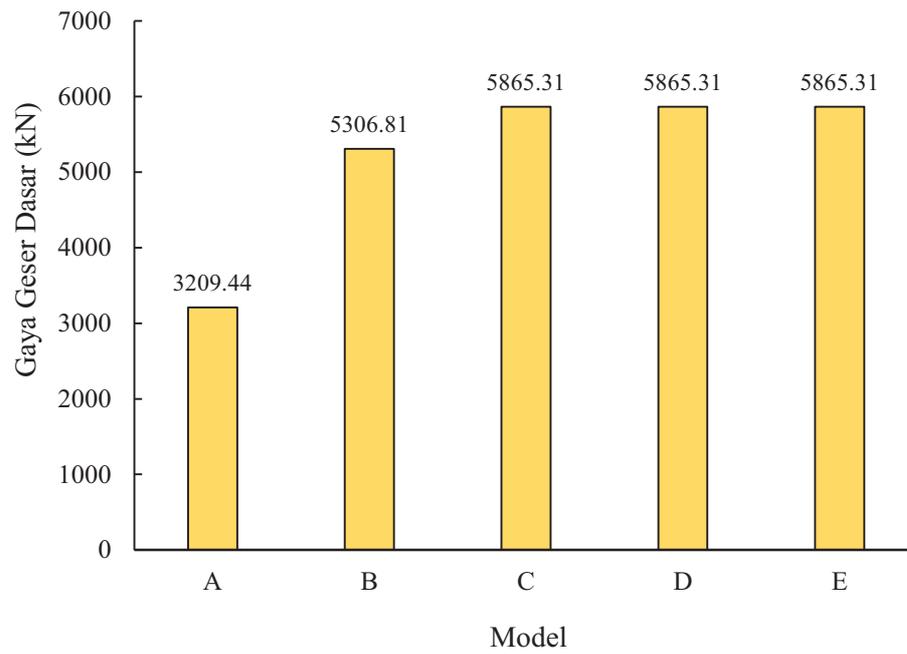
Gambar 4.13 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 8.



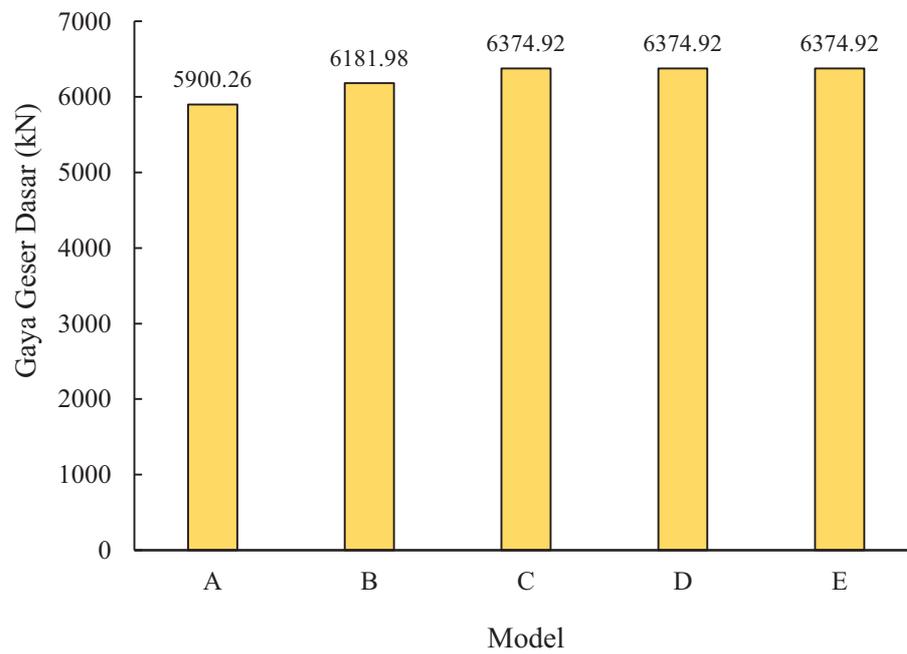
Gambar 4.14 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 9.



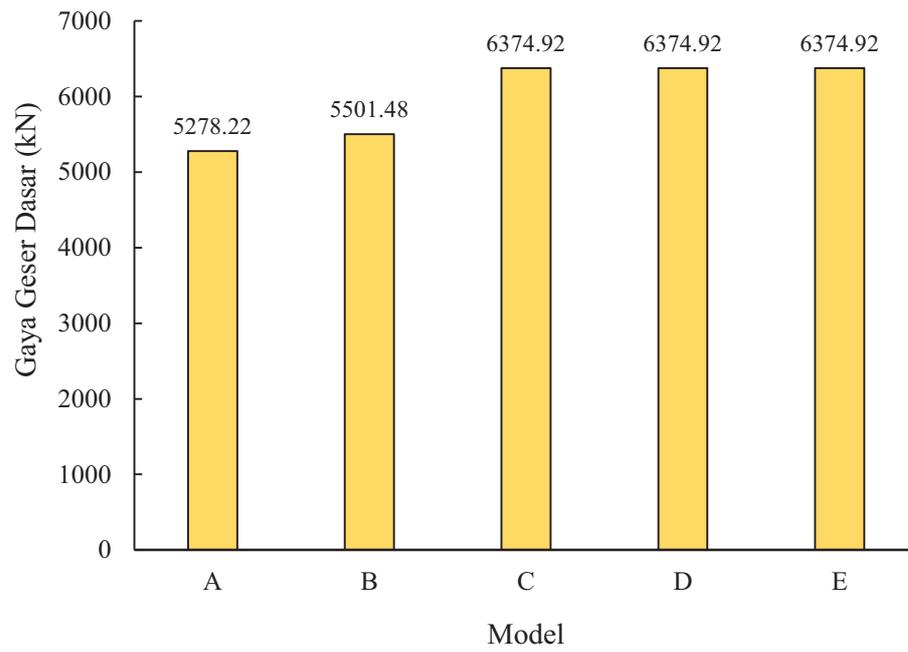
Gambar 4.15 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 10.



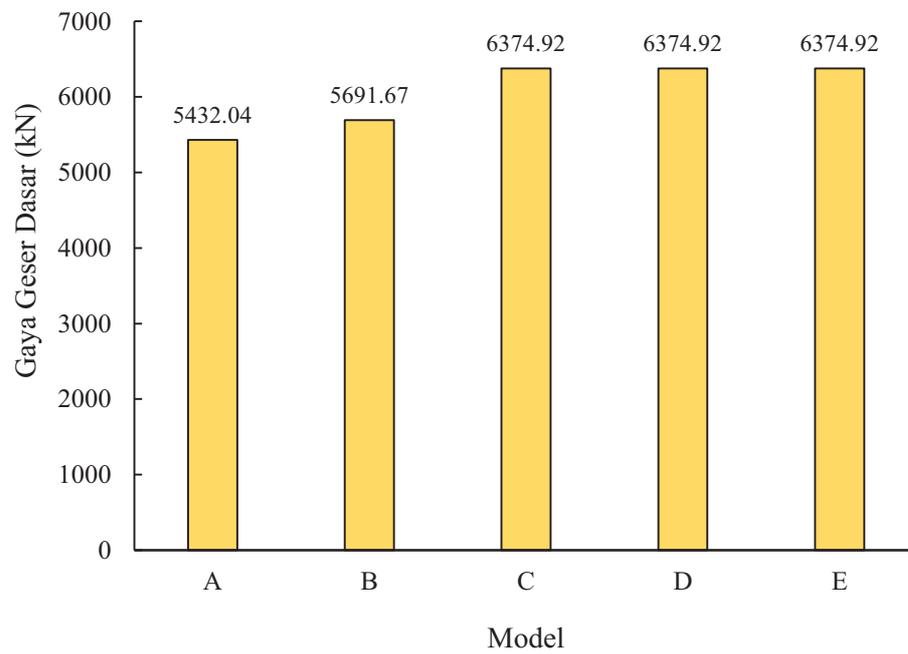
Gambar 4.16 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 11.



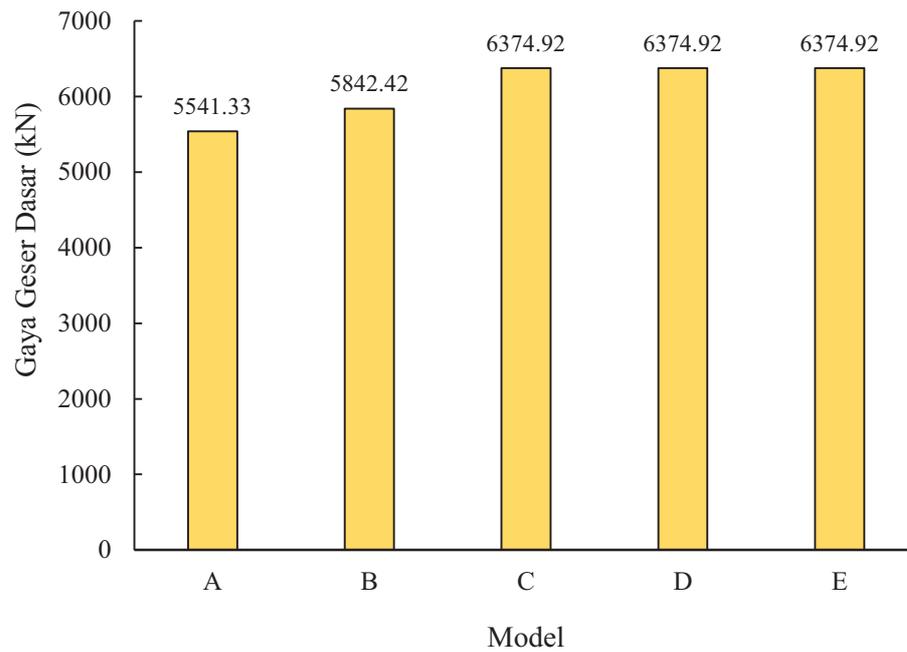
Gambar 4.17 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 12.



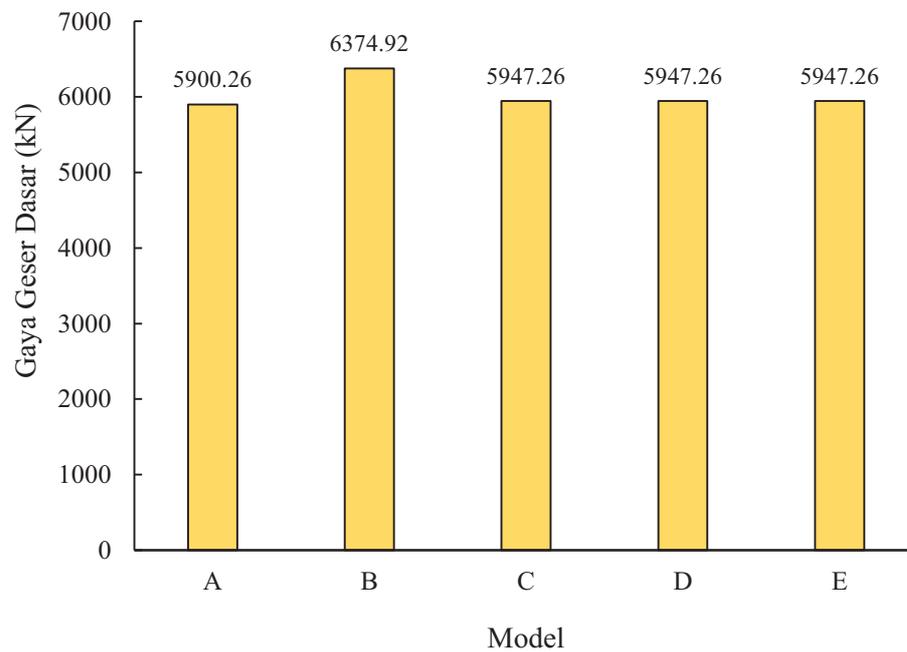
Gambar 4.18 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 13.



Gambar 4.19 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 14.



Gambar 4.20 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 15.



Gambar 4.21 Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 16.

Diagram pada Gambar 4.6 sampai Gambar 4.21 menunjukkan bahwa kekuatan tulangan penghubung Tulangan 1 sampai Tulangan 9 pada semua model tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, perbedaan kekuatan masing-masing

tulangan penghubung lebih terlihat pada Tulangan 10 sampai Tulangan 16. Kekuatan tulangan penghubung paling besar ditunjukkan oleh Model C, D, dan E dengan besar gaya geser yang sama, sedangkan tulangan penghubung dengan kekuatan paling kecil ditunjukkan oleh Model A. Rata-rata gaya geser dasar yang dapat ditahan tulangan penghubung masing-masing model ditunjukkan pada Tabel 4.1.

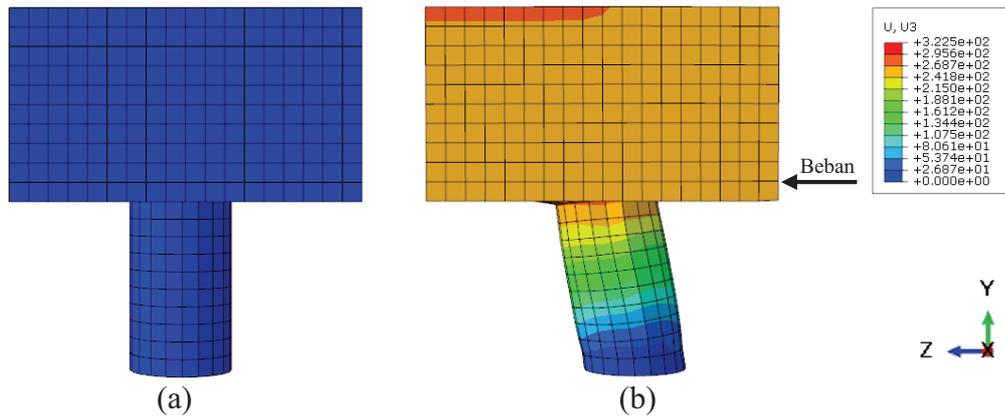
Tabel 4.1 Rata-rata kekuatan tulangan penghubung

Model	Rata-Rata Gaya Geser Dasar (kN)
A	3236,77
B	3442,82
C	3773,04
D	3773,04
E	3773,04

Berdasarkan paragraf di atas dan Tabel 4.1, ditunjukkan bahwa sudut bengkokan berpengaruh terhadap besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan tulangan penghubung tersebut. Semakin bengkok tulangan penghubung, maka gaya geser dasar yang dapat ditahan juga semakin kecil, dan tulangan penghubung lurus menunjukkan kekuatan yang paling besar. Namun, penambahan sengkang pada tulangan penghubung Model D dan pengurangan jarak sengkang pada Model E tidak menunjukkan pengaruh terhadap besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan model tersebut.

4.3. *Displacement* yang Terjadi pada Masing-Masing Model

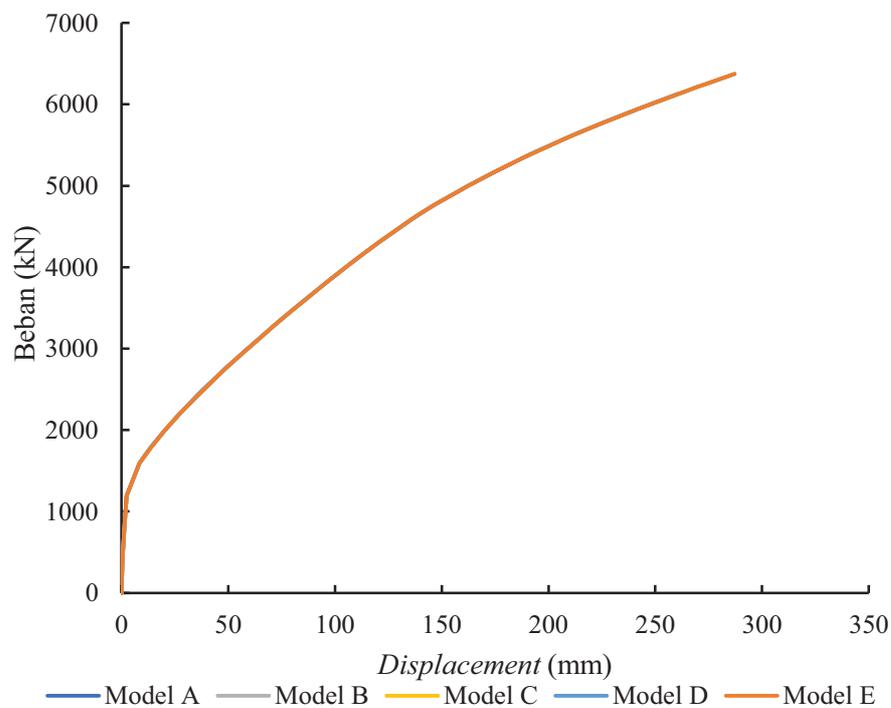
Hasil analisis menggunakan permodelan ABAQUS CAE 6.14 menunjukkan bahwa pembebanan yang dilakukan pada arah lateral mengakibatkan terjadinya *displacement* pada model. *Displacement* yang terjadi searah dengan gaya geser dasar yang bekerja, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 (a) sebelum diberi beban (b) sesudah diberi beban.

Gerakan yang terjadi pada model merupakan jenis gerakan translasi, yaitu perubahan posisi pada kepala kelompok tiang searah dengan datangnya beban lateral (Hanifah, 2018), seperti yang digambarkan Reese dan Matlock (dalam Hanifah, 2018) pada Gambar 2.8.

Besarnya *displacement* yang terjadi pada masing-masing model berbeda-beda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.23. dan *displacement* maksimal yang terjadi dicantumkan pada Tabel 4.2.



Gambar 4.23 *Displacement* masing-masing model.

Tabel 4.2 *Displacement* maksimal pada masing-masing model

Model	<i>Displacement</i> (mm)
A	287,179
B	287,123
C	287,156
D	287,156
E	287,156

Nilai *displacement* pada Gambar 4.23 dan Tabel 4.2 di atas menggambarkan bahwa Model A, B, C, D, dan E mengalami *displacement* dengan besar yang hampir sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan sudut bengkokan dan penambahan sengkang pada tulangan penghubung tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap kekakuan model.

4.4. Desain Tulangan Penghubung yang Paling Kuat

Penentuan desain tulangan penghubung yang paling kuat ditinjau berdasarkan rata-rata kekuatan/kapasitas tulangan tersebut dalam menahan gaya geser dasar, dan besarnya *displacement* yang terjadi pada model. Perbandingan kekuatan tulangan penghubung dan *displacement* yang terjadi pada masing-masing model diuraikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan kekuatan dan *displacement* masing-masing model

No.	Item	Perbandingan				
		Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
1	Rata-rata gaya geser dasar yang dapat ditahan tulangan penghubung (kN)	3236,77	3442,82	3773,04	3773,04	3773,04
2	<i>Displacement</i> yang terjadi pada model (mm)	287,179	287,123	287,156	287,156	287,156

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa Model A dengan sudut bengkokan tulangan penghubung paling miring memiliki kekuatan yang lebih kecil dibandingkan model yang lain. Sedangkan Model B dengan sudut bengkokan yang lebih tegak menunjukkan kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan Model A. Kemudian pada Model C, D, dan E dengan tulangan penghubung lurus menunjukkan kekuatan yang paling besar dibandingkan dengan model yang lain. Selain itu, *displacement* yang terjadi pada masing-masing model tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sehingga desain tulangan penghubung paling kuat ditunjukkan oleh Model C, D, dan E. Namun dari segi efisiensi penggunaan material, Model C lebih baik dibandingkan dengan Model D dan E karena tulangan penghubung Model C tidak menggunakan sengkang.