

PENGARUH PENAMBAHAN TEBAL PADA BASE PLATE DENGAN DAN TANPA PENGAKU (STIFFNERS) TERHADAP MOMEN-ROTASI**Tondi Amirsyah Putera, Aldrin Dhio Pratama**Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Email : tondiamirsyah@umsu.ac.id

Article info	Abstrak.
Article history: Received : Accepted : Published :	Dalam merencanakan bangunan tingkat tinggi diperlukan material yang sangat kuat yaitu baja. Salah satu komponen penting dari struktur baja ialah <i>base plate</i> yang berfungsi sebagai penghubung antara kolom baja dengan pondasi beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh momen-rotasi pada <i>base plate</i>. <i>Base plate</i> terdiri dari tiga model, yaitu <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>, <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>, dan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok. Dimensi <i>base plate</i> 650 x 700 dan pedestal 800 x 750 untuk model <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> dan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>, dimensi <i>base plate</i> 2000 x 750 dan pedestal 2100 x 850 untuk model <i>base plate</i> dengan balok + <i>stiffners</i>. Ketiga model tersebut dibandingkan dengan variasi tebal plat 35 mm, 40 mm, dan 45 mm yang di analisis menggunakan bantuan software FEM. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> dan dengan <i>stiffners</i> berdasarkan variasi tebal berbeda dapat mempengaruhi momen-rotasi, tetapi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok dengan variasi tebal hanya berpengaruh terhadap rotasi
words : <i>base plate</i> , <i>stiffners</i> , tebal, angkur, model	

Kata kunci: *base plate*, *stiffners*, tebal, angkur, model

Abstract. In planning a high-rise building, a very strong material is needed, namely steel. One of the important components of the base plate steel structure which serves as a link between the steel column and the concrete foundation. This study aims to measure the effect of moment-rotation on the base plate. The base plate consists of three models, namely base plate without stiffeners, base plate with stiffeners, and base plate with stiffeners + beam. Base plate dimensions 650 x 700 and pedestal 800 x 750 for base plate models without stiffeners and base plate with stiffeners, base plate dimensions 2000 x 750 and pedestals 2100 x 850 for base plate models with stiffeners + beam. The third model is compared with variations in plate thickness of 35 mm, 40 mm, and 45 mm which are analyzed using FEM software. From the analysis results show that the base plate without stiffeners and with stiffeners based on different thickness variations can affect the rotation-moment, but the base plate with stiffeners + blocks with thickness variations only affects rotation.

1. PENDAHULUAN

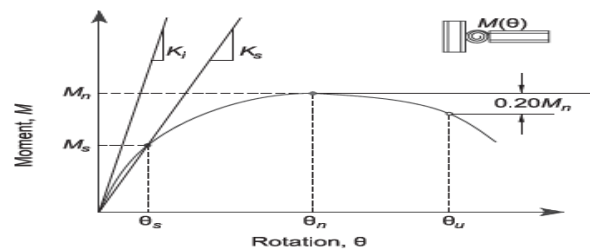
Pada umumnya sudah banyak bangunan tingkat tinggi di zaman modern ini. Dalam merencanakan bangunan tingkat tinggi tersebut memerlukan material yang sangat kuat, salah satunya baja. Baja lebih sering digunakan pada gedung tingkat tinggi karena memiliki kekuatan yang besar dalam menahan beban-beban yang sangat berat. Komponen yang paling utama dalam merencanakan konstruksi baja ialah penggunaan *base plate*. *Base plate* merupakan penghubung antara kolom baja dengan pondasi beton.

Dalam perencanaan sambungan *base plate* ada beberapa perilaku diantaranya momen-rotasi dimana *base plate* akan mengalami deformasi (terangkat) dan terjadi rotasi serta diklasifikasikan menjadi 3 perilaku sambungan, yaitu *rigid*, *semi-rigid*, dan sendi. Dari permasalahan diatas. maka penulis ingin membahas tentang “Pengaruh Penambahan Tebal Pada Base Plate Dengan dan Tanpa Pengaku (*Stiffners*) Terhadap Momen-Rotasi”.

Ada pun tujuan dalam menganalisis *base plate*, yaitu untuk mengetahui pengaruh momen rotasi ($M-\phi$) pada *base plate* dengan ketebalan plat yang berbeda.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Asumsi dasar yang dibuat dalam mengklasifikasikan sambungan adalah bahwa perilaku karakteristik sambungan dapat di modelkan dengan kurva momen-rotasi ($M-\theta$). Pada Gambar 1 menunjukkan kurva momen-rotasi ($M-\theta$).



Gambar 1: Definisi kekakuan, kekuatan, dan karakteristik daktilitas momen-rotasi [1]

Pada kekakuan sambungan untuk kekakuan garis potong (*secant stiffness*), K_s , saat beban layan diambil sebagai indeks dari kekakuan sambungan, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K_s = \frac{M_s}{\theta_s} \quad (1)$$

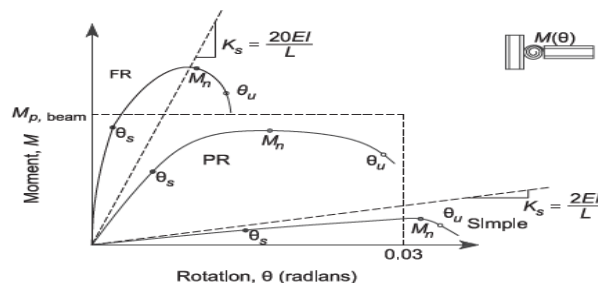
Dimana:

K_s = kekakuan garis potong (N.mm/rad)

M_s = moment saat terjadi beban layan (N.mm)

θ_s = rotasi saat terjadi beban layan (rad)

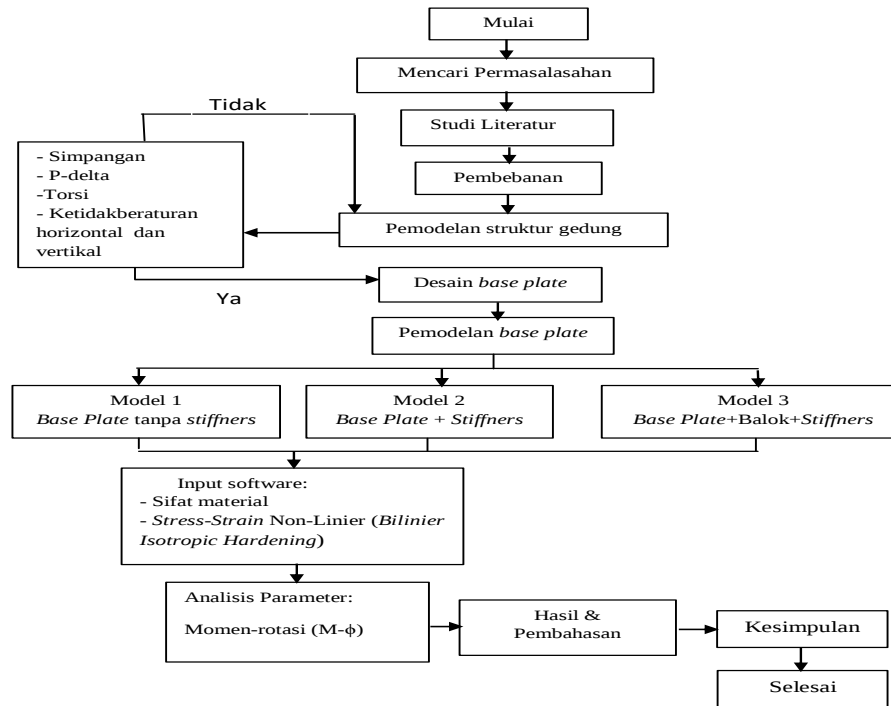
Jika $K_s.L/EI \geq 20$, maka dapat dianggap sebagai sambungan *fully restrained* atau *rigid*. Dan jika $K_s.L/EI \leq 2$, maka dapat dianggap sebagai sambungan *simple*. Sambungan dengan kekakuan yang berada di antara 2 batas tersebut dianggap sebagai *partially restrained* atau *semi-rigid*. Kondisi tersebut terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2: Klasifikasi momen-rotasi dengan batas *fully restrained* (FR), *partially restrained* (PR), dan *simple* [1]

3. METODOLOGI PENELITIAN

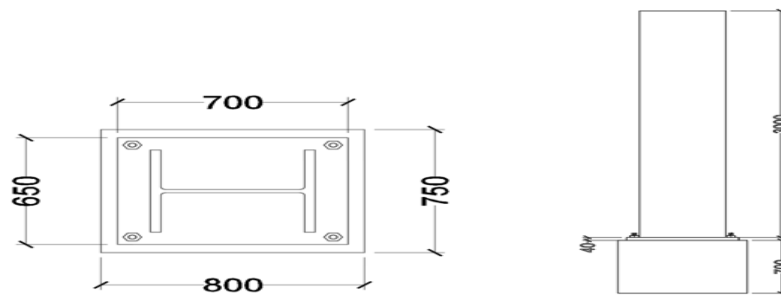
Adapun tahapan penelitian ini di dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



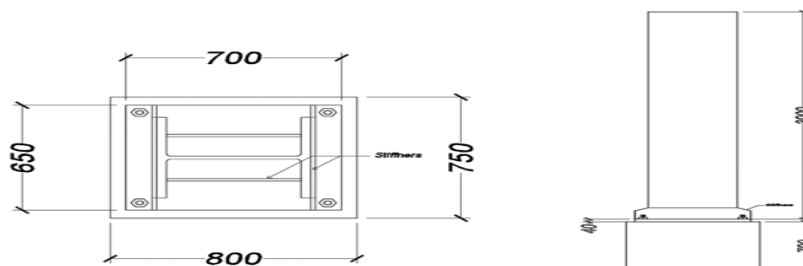
Gambar 3: Bagan alir analisis *base plate*

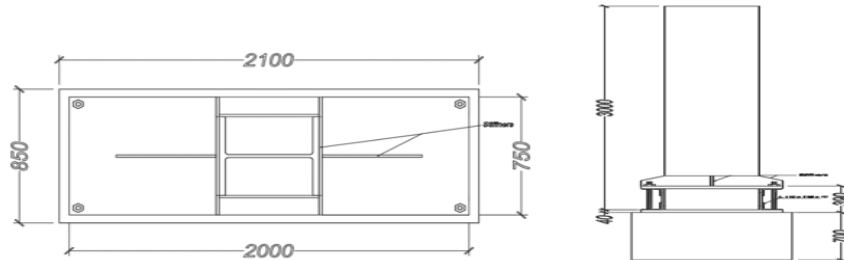
3.1 Dimensi *Base Plate*

Dimensi pada tiap-tiap model *base plate* terdapat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 dibawah ini:



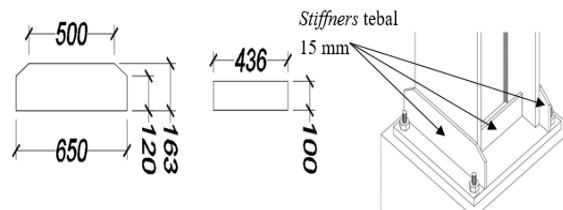
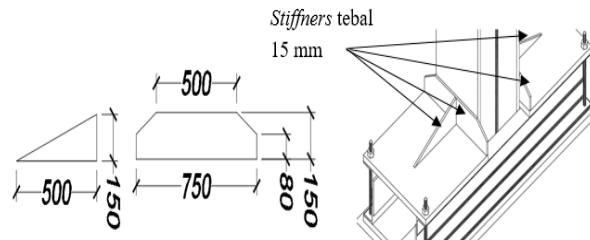
Gambar 4: Dimensi *base plate* tanpa stiffners



Gambar 5: Dimensi *base plate* dengan *stiffners*Gambar 6: Dimensi *base plate* dengan *stiffners* + balok

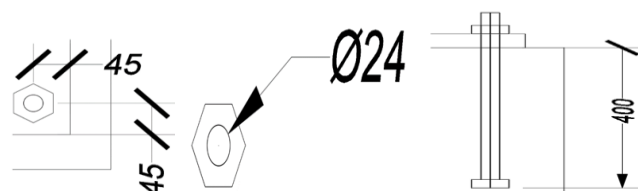
3.2 Dimensi *Stiffners*

Dimensi dari *stiffners* yang terdapat pada model *base plate* dengan *stiffners* dan model *base plate* dengan *stiffners* + balok terdapat pada Gambar 7 dan 8 dibawah ini.

Gambar 7: Dimensi *stiffners* pada model *base plate* dengan *stiffners* dan penempatannyaGambar 8: Dimensi *stiffners* pada model *base plate* dengan *stiffners* + balok dan penempatannya

3.3 Jarak dan Dimensi Angkur

Berdasarkan SNI 1729 (2015) untuk diameter 24 mm jarak tepi minimum angkur sebesar 30 mm, maka dari desain diambil 45 mm serta jarak tanam angkur pada beton seperti pada Gambar 9 di bawah ini:



Gambar 9 Jarak tepi, jarak tanam dan dimensi angkur

3.4 Definisi Material

Dalam menginput software dilakukan definisi material untuk base plate diantaranya, baja, angkur dan beton:

1. Spesifikasi Material Baja

- Mutu Baja : BJ-41
- Density : 7850 kg/m³
- Young's Modulus : 200.000 MPa
- Poisson's Ratio : 0,3
- Tangen Modulus : 6700 MPa (*Billinear Isotropic Hardening*)
- Tensile Yield Strength : 250 MPa
- Tensile Ultimate Strength : 410 MPa

2. Spesifikasi Material Angkur

- Mutu Angkur : ASTM A449
- Density : 7850 kg/m³
- Young's Modulus : 200.000 MPa
- Poisson's Ratio : 0,3
- Tangen Modulus : 6700 MPa (*Billinear Isotropic Hardening*)
- Tensile Yield Strength : 634 MPa
- Tensile Ultimate Strength : 827 MPa

3. Spesifikasi Material Beton

- Mutu Beton : fc' 25
- Density : 2400 kg/m³
- Young's Modulus : 23500 MPa
- Poisson's Ratio : 0,2
- Compressive Ultimate Strength : 25 MPa

3.5 Pembebanan

Beban yang di terima dalam melakukan analisis *base plate* ialah beban aksial sebesar 954170 N dan beban monotonik yang berupa beban horizontal.

3.6 Definisi Contact

Contact merupakan penghubung antara dua geometri yang memiliki fungsi tersendiri sesuai dengan perilaku material tersebut. Dalam analisis *base plate* ini digunakan empat tipe *contact* yang berbeda, diantaranya ialah *bonded*, *frictional*, *rough*, dan *frictionless*.

Tabel 1: *Contact untuk base plate tanpa stiffners*

Contact	Target	Koefisien Friksi	Contact Type
Kolom	Base Plate	-	Bonded
Pedestal	Base Plate	0,2	Frictional
Pedestal	Angkur	-	Rough
Base Plate	Angkur	-	Frictional
Base Plate	Nut	-	Bonded
Nut	Angkur	-	Bonded

Tabel 2: *Contact untuk base plate dengan stiffners*

Contact	Target	Koefisien Friksi	Contact Type
Kolom	Base Plate	-	Bonded
Pedestal	Base Plate	0,2	Frictional
Pedestal	Angkur	-	Rough
Base Plate	Angkur	-	Frictional
Base Plate	Nut	-	Bonded
Nut	Angkur	-	Bonded
Stiffners	Kolom	-	Bonded
Stiffners	Base Plate	-	Bonded

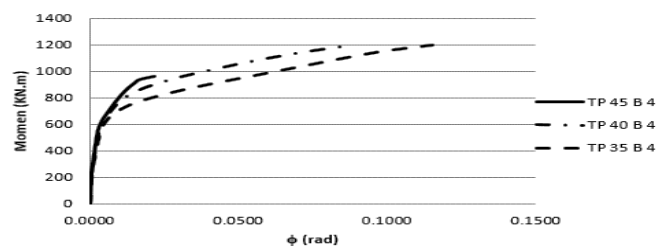
Tabel 3 *Contact untuk base plate dengan stiffners + balok*

Contact	Target	Koefisien Friksi	Contact Type
Kolom	Base Plate	-	Bonded
Pedestal	Base Plate	0,2	Frictional
Pedestal	Angkur	-	Rough
Base Plate	Angkur	-	Frictional
Base Plate	Nut	-	Bonded
Nut	Angkur	-	Bonded
Stiffners	Kolom	-	Bonded
Stiffners	Base Plate	-	Bonded
Profil L	Plate	-	Bonded
Plate	Plate	-	Frictionless
Profil L	Angkur	-	Frictionless
Profil L	Base Plate	-	Bonded

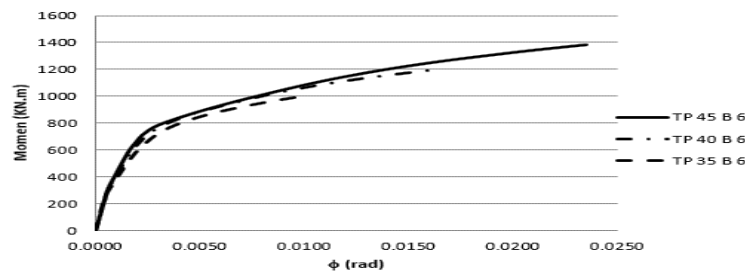
4. HASIL DAN ANALISIS

4.1 Perbandingan Momen-Rotasi Berdasarkan Ketebalan Base Plate

4.1.1 Perbandingan Momen-Rotasi Berdasarkan Ketebalan Base Plate Tanpa Stiffners

Gambar 10: Grafik momen-rotasi *base plate* tanpa *stiffners* dengan jumlah ankur 4 buah

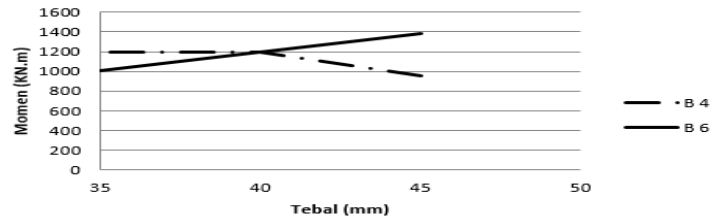
Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa base plate dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 960 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0221 rad, base plate dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0886 rad, dan base plate dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,1136 rad.



Gambar 11: Grafik momen-rotasi *base plate* tanpa *stiffeners* dengan jumlah angkur 6

Dari Gambar 11 dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 1380 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0235 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0166 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 1008 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0103 rad.

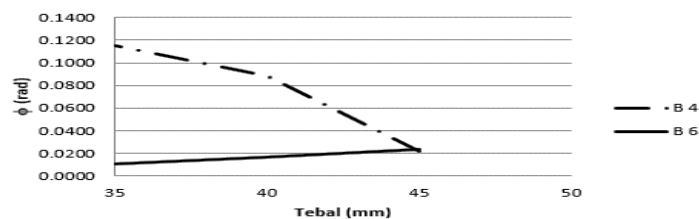
4.1.1.1 Pengaruh Ketebalan Terhadap Momen Ultimate Pada *Base Plate* Tanpa *Stiffeners*.



Gambar 12: Pengaruh ketebalan *base plate* tanpa *stiffeners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 12 diatas dapat disimpulkan bahwa *base plate* tanpa *stiffeners* saat jumlah angkur 4 buah ketahanan momen menurun ketika tebal plat bertambah dari tebal 40 mm ke 45 mm. Ini dikarenakan kemampuan dari angkur berjumlah 4 buah tidak mampu menstabilkan momen. Sedangkan saat jumlah angkur 6 buah ketahanan momen semakin meningkat saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan kemampuan dari angkur berjumlah 6 buah mampu menstabilkan momen.

4.1.1.2 Pengaruh Ketebalan Terhadap Rotasi Pada *Base Plate* Tanpa *Stiffeners*

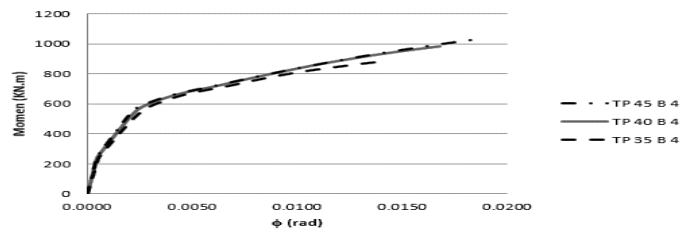


Gambar 13: Pengaruh ketebalan *base plate* tanpa *stiffeners* terhadap rotasi

Dari Gambar 13 diatas dapat disimpulkan bahwa saat *base plate* tanpa *stiffeners* dengan jumlah angkur 4 buah, rotasi yang terjadi menjadi mengalami penurunan saat bertambahnya tebal plat dikarenakan

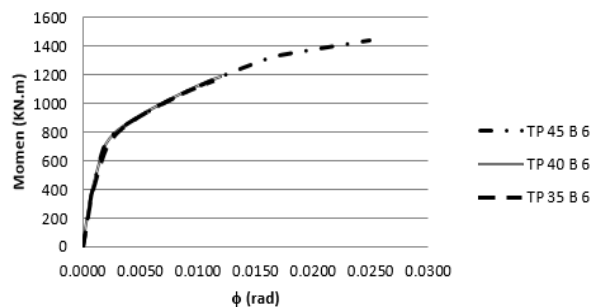
dengan kemampuan dari jumlah angkur 4 buah rotasi tidak stabil. Sedangkan untuk base plate dengan jumlah angkur 6 buah, rotasi yang terjadi mengalami peningkatan saat bertambahnya tebal base plate dikarenakan dengan kemampuan dari jumlah angkur 6 buah rotasi menjadi stabil.

4.1.2 Perbandingan Momen-Rotasi Berdasarkan Tebal Base Plate Dengan Stiffners



Gambar 14: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* dan jumlah angkur 4

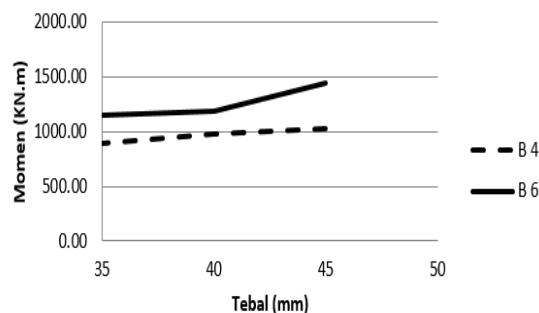
Dari Gambar 14 dapat diketahui bahwa base plate dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 1032 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0185 rad, base plate dengan tebal 40 mm, mampu menahan sebesar 984 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0168 rad, dan base plate dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 888 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0143 rad.



Gambar 15: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* dan jumlah angkur 6

Dari Gambar 15 dapat diketahui bahwa base plate dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 1440 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0249 rad, base plate tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 1188 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0120 rad, dan base plate dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 1152 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0113 rad.

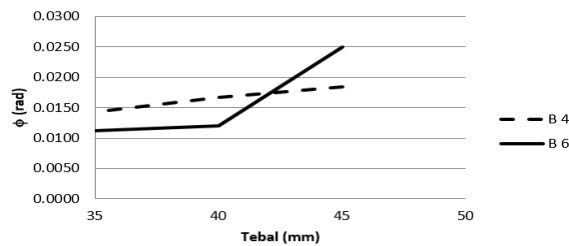
4.1.1.1 Pengaruh Ketebalan Terhadap Momen Ultimate Pada Base Plate Dengan Stiffners



Gambar 16: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 16 diatas dapat disimpulkan bahwa untuk base plate yang menggunakan stiffners dengan jumlah angkur 4 buah dan 6 buah, terjadi pening-katan ketahanan momen saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan adanya *stiffners*, sehingga ketahanan momen menjadi stabil dan meningkat seiring ber-tambahnya tebal plat.

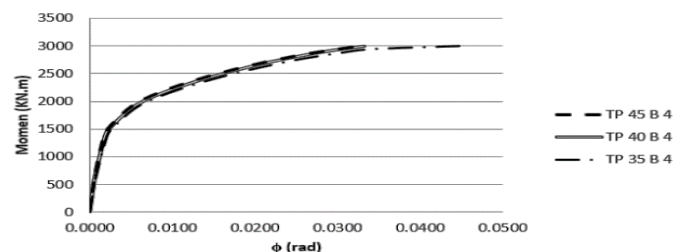
4.1.1.2 Pengaruh Ketebalan Terhadap Rotasi Pada *Base Plate* Dengan *Stiffners*



Gambar 17: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 17 dapat disimpulkan bahwa untuk base plate menggunakan *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah dan 6 buah, terjadi peningkatan rotasi saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan adanya *stiffners*, sehingga rotasi menjadi stabil dan meningkat seiring bertambahnya tebal plat.

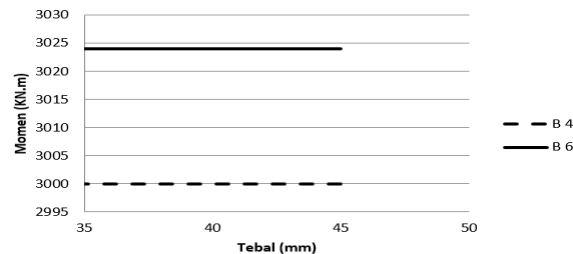
4.1.1.3 Perbandingan Momen-Rotasi Ber Dasarakan Ketebalan *Base Plate* Dengan *Stiffners* + Balok



Gambar 18: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* + balok dan jumlah angkur 4

Dari Gambar 18 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0154 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0170 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dan rotasi yang terjadi mencapai 0,0180 rad.

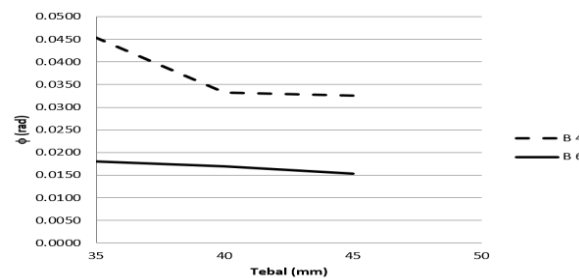
4.1.1.3.1 Pengaruh Ketebalan Terhadap Momen Ultimate Pada *Base Plate* Dengan *Stiffners* + Balok



Gambar 19: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan balok+ *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 19 diatas dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* yang menggunakan balok + *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah dan 6 buah, tidak terjadi peningkatan maupun penurunan ketahanan momen saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan dimensi plat yang panjang, sehingga momen yang mampu ditahan sama.

4.1.1.3.2 Pengaruh Ketebalan Terhadap Rotasi Pada *Base Plate* Dengan *Stiffners* + Balok



Gambar 20: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan balok + *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 20 dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* menggunakan balok + *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah maupun 6 buah, kemampuan *base plate* dalam menahan rotasi mengalami penurunan, ini dikarenakan dimensi plat yang panjang, mengakibatkan rotasi menurun seiring tebal platnya bertambah.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada model *base plate* tanpa *stiffners* dan model *base plate* dengan *stiffners*, variasi ketebalan berpengaruh terhadap momen dan rotasi, sedangkan pada model *base plate* dengan *stiffners* + balok, ketebalan akan lebih berpengaruh terhadap rotasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. American Institute Of Steel Construction.
- [2] Anonim. (2015). Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Badan Standarisasi Nasional.
- [3] Anonim. (2019a). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI

- 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD). Badan Standarisasi Nasional.
- [4] Anonim. (2019b). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Badan Standarisasi Nasional.
 - [5] Chelcea, A., Parung, H., & Amiruddin, A. A. (2017). Studi Perbandingan Pola Retak Pada Beton Normal dan Beton dengan Sambungan Model Takik Akibat Beban Siklik Lateral. 1–11.
 - [6] Cornelis, C. I. (2017). Analisis Springback pada Tube AISI 304L Berpenampang Segiempat pada Proses *Rotary Draw Bending*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
 - [7] Dewobroto, W. (2016). Struktur Baja Edisi ke-2. Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
 - [8] Imran, A. I., & Kadir. (2017). Simulasi Tegangan *Von Mises* Dan Analisa *Safety Factor* Gantry Crane Kapasitas 3 Ton. 8(2), 1–4.
 - [9] Oliy, M., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2018). *Studi Numerik Perilaku Sambungan Pelat Dasar Kolom (Column Base Plate)*. 6(12), 1065–1078.
 - [10] Paingi, R., Parung, H., & Amiruddin, A. A. (2017). Studi Daktilitas Hubungan Balok Kolom pada Sambungan Model Takik Akibat Beban Siklik Lateral.
 - [11] PU, D. (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. Yayasan penribit PU.
 - [12] Ravari, A. K., Othman, I. Bin, & Ibrahim, Z. B. (2011). *Finite Element Analysis of Bolted Column Base Connection Without and With Stiffeners*. *International Journal of Physical Sciences*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.5897/IJPS10.353>
 - [13] Som, B., Maity, S., Mondal, G. C., & Sur, S. (2015). *Design Model of Built-up-Stiffened Column Base under Large Eccentric Load*. *international Gournal of Scientific and Engineering Research*, 6(4), 439–448.
 - [14] Sumiri, & Noriji. (2015). Perilaku Nonlinier *Buckling* pada Struktur Cangkang Bola. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 20(2).
 - [15] Wijaya, Y. (2008). Studi Perilaku Balok Prategang Sebagian Akibat Beban Semi Siklik dengan Metode Numerik. Universitas Indonesia.
 - [16] You, Y. C., & Lee, D. (2020). *Development of improved exposed column-Base Plate Strong-Axis Joints of Low-Rise Steel Buildings*. *Journal of Constructional Steel Research*, 169, 106062. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106062>