

Studi Parametrik Pengaruh Variasi Pengekangan Terhadap Nilai Kapasitas dan Daktilitas Penampang Kolom Beton Bertulang Bentuk T

Parametric Study of the Confinement Variations Effect on the Capacity and Ductility Value of T-shaped Reinforced Concrete Columns Cross-Section

Adveni H.A. Lada¹, Partogi H. Simatupang², A. Hidayat Rizal^{3*)}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Kolom beton bertulang non persegi, pengekangan, kapasitas, daktilitas

Keywords:

Non-square reinforced concrete column, restraint, capacity, ductility

Article history:

Received: 27-01-2021

Accepted: 21-03-2021

*Koresponden email:
advenihesty@gmail.com

Abstrak

Kolom memiliki fungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi dengan bentuk penampang yang umumnya ditemui adalah persegi. Dalam perkembangannya bentuk dari penampang kolom ini pun mulai bervariasi yakni penampang berbentuk 'L', 'T' dan 'Plus (+)'. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter pengekangan seperti diameter tulangan sengkang, jarak antar sengkang, diameter dan konfigurasi tulangan longitudinal serta mutu beton terhadap kapasitas dan daktilitas penampang kolom non persegi berbentuk T menggunakan bantuan program *Response-2000*, *XTRACT* dan *SAP2000* untuk memastikan persentase perbandingan data hasil analisis tidak lebih dari 5%. Hasil dari penelitian ini untuk tiap tipe penampang yaitu setiap kenaikan persen parameter mutu beton rentang 25-35 MPa, diameter tulangan longitudinal dan diameter tulangan sengkang akan meningkatkan nilai kapasitas dan menurunkan nilai daktilitas sedangkan untuk setiap kenaikan persen parameter jarak antar sengkang akan menurunkan nilai kapasitas dan nilai daktilitasnya. Sementara variasi konfigurasi tulangan longitudinal menghasilkan penampang T2-1 sebagai penampang dengan nilai kapasitas terbesar dan penampang T1-2 sebagai penampang yang memiliki nilai daktilitas terbesar.

Abstract

Column has a function as a successor of the entire building load for foundation with a cross-sectional shape which generally a square. In its development, the shape of column section has begun to vary, namely the 'L', 'T' and 'Plus (+)' shaped sections. The purpose of this study was to determine the effect of restraint parameters such as diameter of stirrups, distance between stirrups, diameter and configuration of longitudinal reinforcement also concrete quality on the capacity and ductility of T-shaped non-square column using *Response-2000*, *XTRACT* and *SAP2000* programs to ensure the percentage comparison of the analysis result data is not more than 5%. The results of this study for each type of cross-section, namely each increase in the percentage of concrete quality parameters ranging from 25-35 MPa, the diameter of longitudinal reinforcement and diameter of stirrups will increase the value of capacity and decrease the value of ductility, while for each increase in the percentage of parameters the distance between stirrups will decrease the value of capacity and the ductility value. Meanwhile, the variation of longitudinal reinforcement configuration produces T2-1 section as cross section with the largest capacity value and T1-2 section as cross section with the greatest ductility value.

Kutipan: Adveni, Partogi, A. Hidayat: *Studi Parametrik Pengaruh Variasi Pengekangan Terhadap Nilai Kapasitas dan Daktilitas Penampang Kolom Beton Bertulang Bentuk T*

1. Pendahuluan

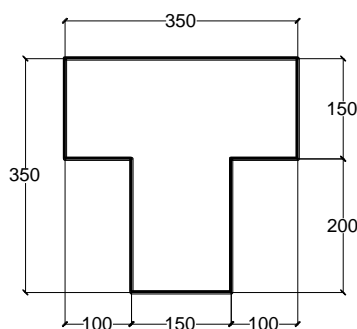
Secara umum konstruksi dari sebuah gedung terdiri atas beberapa elemen struktur yang berbeda-beda namun saling berkaitan. Kolom merupakan salah satu elemen vertikal struktur rangka gedung yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban seluruh elemen bangunan ke pondasi. Pemilihan jenis kolom pun tergantung pada pertimbangan pihak yang mendesain. Untuk Kolom beton bertulang sendiri tersusun atas kombinasi dari baja/besi tulangan dan beton. Keduanya merupakan gabungan material yang tahan terhadap gaya tarik dan gaya tekan. Sehingga gabungan dari kedua material ini memungkinkan kolom mampu untuk menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

Seiring berjalannya waktu, kolom beton bertulang pun turut mengalami perkembangan salah satunya dari segi bentuk. Umumnya bentuk penampang kolom yang ditemui adalah persegi. Kolom persegi sangat disukai dan sering dipakai dalam perencanaan pembangunan karena bentuknya yang simetris, lebih mudah dalam merencanakan dan tentunya tidak menyulitkan saat pengerjaan dilapangan. Saat ini, telah muncul inovasi baru bentuk kolom beton bertulang untuk menjawab kebutuhan estetika bangunan yang ingin menghindari tonjolan-tonjolan kolom yaitu penggunaan kolom-kolom non simetris yang tebalnya mengikuti lebar ukuran dinding yang saat ini dapat ditemukan dengan bentuk variasi *L-shaped column*, *T-shaped column* dan *Plus(+)* *shaped column*.

Telah banyak dilakukan berbagai macam penelitian tentang kolom beton bertulang khususnya kolom berbentuk persegi. Sejumlah penelitian yang dapat ditemukan adalah seperti meneliti tentang kapasitas kolom beton bertulang dengan dimensi tertentu, membandingkan nilai daktilitas berbagai jenis kolom, meneliti pengaruh perubahan bentuk penampang kolom, dan lain sebagainya. Dengan munculnya inovasi kolom beton bertulang non persegi dan melihat pentingnya fungsi kolom dalam sebuah struktur bangunan khususnya kekuatan atau kapasitas kolom, pengaruh tulangan sebagai pengekang bahkan sifat daktil dari kolom yang menjadi parameter penting yang perlu diperhatikan untuk menghindari kegagalan sebuah struktur kolom maka perlu adanya suatu evaluasi nilai kapasitas dan daktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi dengan memperhitungkan pengaruh pengekangan pada kolom.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini didahului dengan melakukan *preliminary design* terhadap unsur-unsur penampang seperti dimensi, mutu material serta tulangan dan konfigurasinya. Model dan ukuran penampang kolom beton bertulang non persegi yang akan dianalisis dapat dilihat dalam Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. *Preliminary design* model dan ukuran penampang kolom bentuk T

Parameter-parameter pengekangan yang akan divariasikan adalah sebagai berikut :

1. Mutu Beton : 25 MPa, 30 MPa dan 35 MPa
2. Mutu Baja Tulangan : $f_{yt} = 400$ MPa & $f_{ys} = 240$ MPa
3. Diameter Tulangan Longitudinal : D13, D16 dan D19
4. Diameter Tulangan Sengkang : $\varnothing 6$, $\varnothing 8$ dan $\varnothing 10$
5. Jarak Antar Sengkang : 125 mm, 150 mm dan 200 mm
6. Letak dan Konfigurasi Tulangan Longitudinal dapat dilihat dalam Tabel 1

Tabel 1. Letak dan Konfigurasi Tulangan Longitudinal Penampang Kolom Bentuk T untuk tiap aplikasi/software

Aplikasi/Software	Kolom Bentuk T	
	TIPE T1	TIPE T2
Response-2000		
XTRACT		
SAP2000		

Variasi dari semua parameter pengekanan diatas akan menghasilkan 10 tipe penampang kolom bentuk T yang dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Variasi Pemodelan Penampang Kolom Bentuk T

No	Parameter	Nama Penampang	fc' (MPa)	Tulangan Longitudinal	fyl (MPa)	Jarak antar sengkang (mm)	fys (MPa)	Tulangan Sengkang
1	Mutu Beton	T1-1	25	10D16	400	150	240	Ø8
		T1-2	30	10D16	400	150	240	Ø8
		T1-3	35	10D16	400	150	240	Ø8
2	Diameter Tulangan Longitudinal	T1-4	30	10D13	400	150	240	Ø8
		T1-2	30	10D16	400	150	240	Ø8
		T1-5	30	10D19	400	150	240	Ø8
3	Diameter Tulangan Sengkang	T1-6	30	10D16	400	150	240	Ø6
		T1-2	30	10D16	400	150	240	Ø8
4	Jarak Antar Sengkang	T1-7	30	10D16	400	150	240	Ø10
		T1-8	30	10D16	400	125	240	Ø8
		T1-2	30	10D16	400	150	240	Ø8
5	Letak dan Konfig. Tulangan Longitudinal	T1-9	30	10D16	400	200	240	Ø8
		T1-2	30	10D16	400	150	240	Ø8
		T2-1	30	14D16	400	150	240	Ø8

Selanjutnya 10 tipe penampang diatas masing-masing akan dimodelkan dalam software *Response2000*, *XTRACT* dan *SAP2000*. Software-software ini akan membantu dalam pemodelan penampang kolom dan membantu menganalisis momen aksial serta momen kurvatur tiap tipe penampang. Hasil output analisisnya adalah Diagram Interaksi Kolom dan Grafik Momen Kurvatur masing-masing tipe penampang. Dari diagram interaksi kolom dapat langsung kita tentukan besar nilai kapasitas penampang dengan mengambil nilai gaya aksial terbesar. Sementara dari grafik momen kurvatur akan dihitung besar nilai daktilitas penampang menggunakan rumus daktilitas kurvatur menurut persamaan (1).

$$\mu_{\phi} = \frac{\phi_m}{\phi_y} \tag{1}$$

Dimana :

μ_{ϕ} = daktilitas kurvatur

ϕ_m = adalah lengkungan maksimum yang akan timbul (rad/m)

ϕ_y = adalah lengkungan pada saat leleh (rad/m)

Nilai kapasitas dan daktilitas setiap tipe penampang yang telah diperoleh ini akan menunjukkan pengaruh dari variasi parameter pengekangan yang diberikan untuk masing-masing software. Apakah memberikan pengaruh peningkatan atau penurunan nilai kapasitas dan daktilitas penampangnya dengan menghitung persentase kenaikan atau penurunan yang terjadi. Dengan menghitung persentase kenaikan atau penurunan setiap tipe penampang untuk masing-masing software akan membantu dalam melihat software dengan hasil analisis yang paling menunjukkan signifikansi. Selanjutnya, dilakukan perbandingan data hasil analisis tiap tipe penampang dari ketiga software guna memastikan bahwa data hasil analisis yang diperoleh tidak jauh berbeda atau relevan satu sama lain dengan melihat persentase perbandingan data gaya aksial maksimum dan data momen maksimum yang diharapkan kurang dari 5%. Setelah dipastikan semua data relevan barulah kemudian dibahas dan dijelaskan bagaimana hubungan antara variasi pengekangan dengan nilai kapasitas dan daktilitas penampang sesuai dengan hasil perhitungan dan analisis penampang yang telah dilakukan dengan memakai hasil salah satu software yang lebih menunjukkan signifikansi perubahan yaitu dalam hal ini yang dipakai adalah *XTRACT*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis nilai kapasitas dan daktilitas menggunakan *Response-2000*

Hasil analisis nilai kapasitas dan daktilitas penampang kolom beton bertulang berbentuk T menggunakan bantuan software *Response2000* ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis nilai kapasitas dan daktilitas menggunakan software *Response2000*

Nama Penampang	Kurvatur (1/m)		Momen (kN/m)		Daktilitas	Kapasitas (kN)
	Leleh	Ultimit	Leleh	Ultimit		
T1-1	0,0089	0,1883	46,071	66,177	21,11337	2754,015
T1-2	0,0089	0,1884	46,948	65,293	21,11399	3138,756
T1-3	0,0089	0,1885	47,658	64,629	21,13741	3524,324
T1-4	0,0089	0,2073	34,581	46,675	23,22540	2858,093
T1-5	0,0089	0,1883	63,537	18,791	21,11399	3436,506
T1-6	0,0089	0,1884	47,818	67,372	21,11399	3136,715
T1-7	0,0089	0,1884	46,093	63,213	21,11399	3140,800
T1-8	0,0089	0,1884	46,948	65,293	21,11399	3138,756
T1-9	0,0089	0,1884	46,948	65,293	21,11399	3138,756
T2-1	0,0089	0,1712	80,886	123,741	19,19446	3387,795

3.2. Analisis nilai kapasitas dan daktilitas menggunakan *XTRACT*

Hasil analisis nilai kapasitas dan daktilitas penampang kolom beton bertulang berbentuk T menggunakan bantuan software *XTRACT* ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis nilai kapasitas dan daktilitas menggunakan software XTRACT

Nama Penampang	Kurvatur (1/m)		Momen (kN/m)		Daktilitas	Kapasitas (kN)
	Leleh	Ultimit	Leleh	Ultimit		
T1-1	0,0090	0,266	47,490	69,680	29,288	2836
T1-2	0,0090	0,255	47,080	69,140	27,844	3253
T1-3	0,0090	0,240	46,630	67,930	25,894	3653
T1-4	0,0088	0,2911	32,300	47,640	33,200	2940
T1-5	0,0095	0,1705	63,710	86,400	17,912	3476
T1-6	0,0091	0,2585	47,420	69,980	28,407	3136
T1-7	0,0092	0,2478	46,350	66,180	26,818	3260
T1-8	0,0091	0,2583	47,050	68,260	28,171	3304
T1-9	0,0091	0,2543	47,050	68,760	27,735	3136
T2-1	0,0095	0,2444	96,108	132,360	25,680	3454

3.3. Analisa dan perbandingan data hasil analisis pada Response2000, XTRACT dan SAP2000

Analisa penampang kolom beton bertulang dengan menggunakan software SAP2000 dilakukan tidak jauh berbeda dari analisa-analisa sebelumnya pada aplikasi/software Response-2000 dan XTRACT. Nilai kapasitas aksial dan momen maksimum tiap tipe penampang masing-masing software ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis momen maksimum dan kapasitas aksial penampang kolom tiap software

No.	Nama Penampang	Response-2000		XTRACT		SAP2000	
		Momen ultimit	Gaya Aksial Max	Momen ultimit	Gaya Aksial Max	Momen ultimit	Gaya Aksial Max
1	T1-1	66,177	2754,02	68,680	2836,00	65,626	2809,00
2	T1-2	65,293	3138,76	69,140	3253,00	66,146	3177,00
3	T1-3	64,629	3524,32	68,680	3653,00	66,565	3541,00
4	T1-4	46,675	2858,09	47,640	2940,00	48,5003	2918,00
5	T1-5	86,244	3436,51	86,400	3476,00	89,816	3496,00
6	T1-6	67,372	3136,72	69,980	3136,00	68,088	3180,00
7	T1-7	63,213	3140,80	66,180	3259,60	64,381	3180,00
8	T1-8	65,293	3138,76	68,260	3304,00	66,4235	3195,00
9	T1-9	65,293	3138,76	68,260	3136,00	65,614	3157,00
10	T2-1	123,741	3387,80	132,360	3454,00	129,12	3488,00

Hasil analisis dari ketiga software ini akan dibandingkan satu sama lain guna memastikan relevansi hasil ouput masing-masing software dengan melihat nilai persentase perbandingan data nilai momen kurvatur dan kapasitas aksial yang tidak melebihi 5% yang ditampilkan dalam Tabel 6.

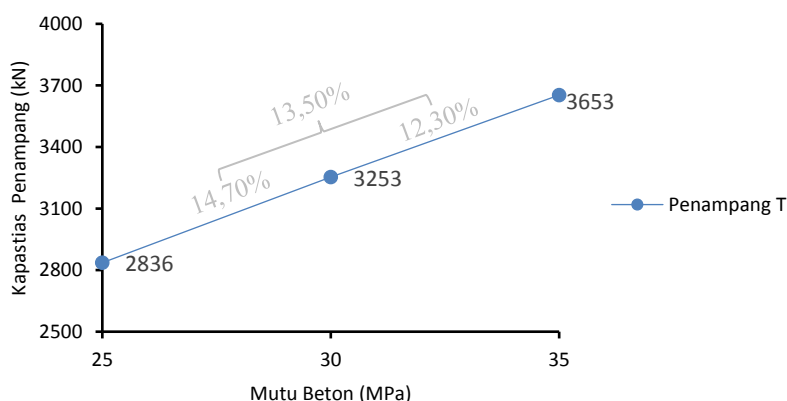
Tabel 6. Hasil perhitungan persentase perbandingan data penampang kolom antar software

No.	Nama Penampang	Persentase Perbandingan Data					
		Response-2000 vs SAP		XTRACT vs SAP		Response-2000 vs XTRACT	
		Momen Ultimit	Gaya Aksial Maks.	Momen Ultimit	Gaya Aksial Maks.	Momen Ultimit	Gaya Aksial Maks.
1	T1-1	0,83%	1,96%	4,45%	0,95%	3,64%	2,89%
2	T1-2	1,29%	1,20%	4,33%	2,34%	4,56%	3,51%
3	T1-3	2,91%	0,47%	3,08%	3,07%	4,90%	2,79%
4	T1-4	3,76%	2,05%	1,77%	0,75%	2,03%	2,79%
5	T1-5	3,98%	1,70%	3,80%	0,57%	0,18%	1,14%
6	T1-6	1,05%	1,36%	2,70%	1,38%	3,73%	0,02%
7	T1-7	1,81%	1,23%	2,72%	2,44%	4,48%	3,64%
8	T1-8	1,70%	1,76%	2,69%	3,30%	4,35%	4,00%
9	T1-9	0,49%	0,58%	3,88%	0,67%	4,35%	0,09%
10	T2-1	4,17%	2,87%	2,45%	0,97%	4,51%	1,92%

3.4. Pengaruh variasi parameter pengekanan terhadap kapasitas penampang

Hasil analisis penampang kolom beton bertulang bentuk T yang dipakai dalam melihat pengaruh variasi parameter pengekanan terhadap kapasitas penampang adalah hasil analisis software XTRACT.

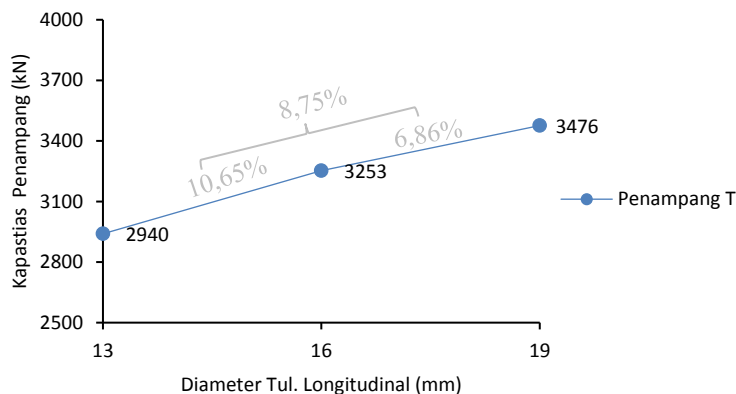
3.4.1. Variasi mutu beton



Gambar 1. Grafik perbandingan peningkatan nilai kapasitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi mutu beton

Gambar 1 menunjukkan bahwa seiring meningkatnya mutu khususnya pada rentang mutu 25 MPa s/d 35 MPa untuk penampang kolom bentuk T semakin meningkat pula nilai kapasitas penampangnya. Hasil perhitungan persentase kenaikan pun menunjukkan bahwa perubahan mutu beton dari 25 MPa ke 30 MPa memberi kenaikan sebesar 14,70% dan dari 30 MPa ke 35 MPa memberi kenaikan sebesar 12,30% kemudian dirata-ratakan hingga mendapat rerata persentase kenaikan nilai kapasitas sebesar 13,50%.

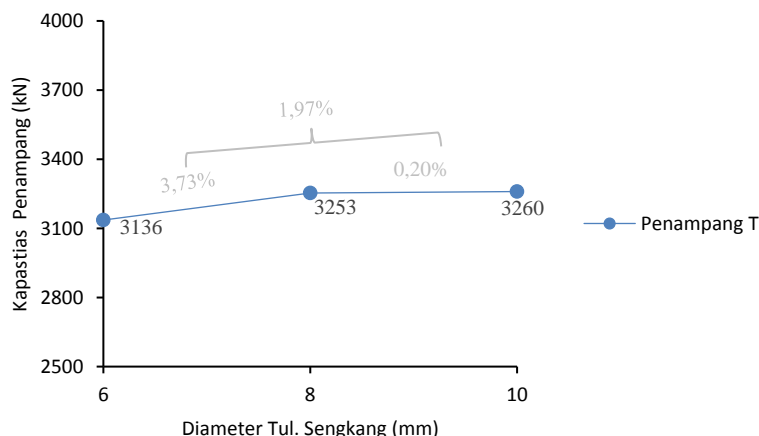
3.4.2. Variasi diameter tulangan longitudinal



Gambar 2. Grafik perbandingan peningkatan nilai kapasitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi tulangan longitudinal

Gambar 2 menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter tulangan longitudinal yang semakin diperbesar terhadap kapasitas penampang kolom bentuk T yaitu semakin meningkatkan nilai kapasitas penampangnya dengan peningkatan dari D13 ke D16 dan D16 ke D19 berturut-turut sebesar 10,65% dan 6,86% sehingga reratanya adalah 8,75%. Adapun dengan melihat pada keberadaan tulangan longitudinal pada kolom beton yang berfungsi untuk menjaga kolom agar tidak memendek dan mengalami keruntuhan saat menerima gaya tekan turut menyumbang kekuatan pada bagian terkekang kolom sehingga semakin besar diameter tulangan akan semakin besar pula kekuatan/kapasitas penampang kolom.

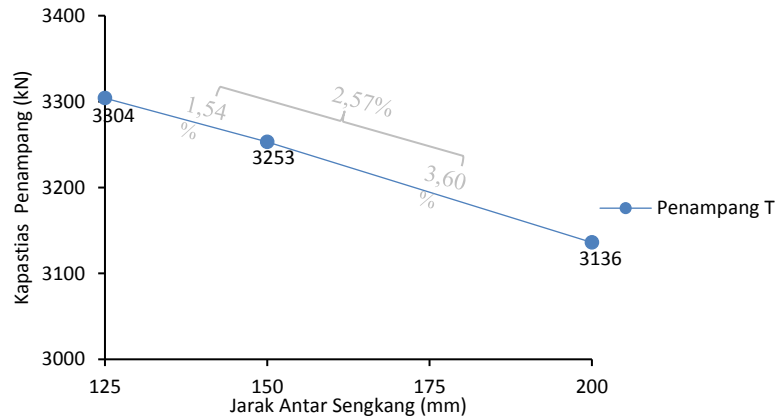
3.4.3. Variasi diameter tulangan sengkang



Gambar 3. Grafik perbandingan peningkatan nilai kapasitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi diameter tulangan sengkang

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar diameter tulangan sengkang maka nilai kapasitas yang dihasilkan oleh penampang cenderung semakin besar pula walaupun peningkatan yang terjadi tidak begitu besar dengan rerata peningkatan yang terjadi sekitar 1,97%. Hal ini tentu dapat terjadi dengan melihat keberadaan tulangan sengkang pada kolom beton yang berfungsi untuk mencegah kegagalan kolom ke arah horizontal telah turut menyumbang kekuatan kekangan inti kolom sehingga semakin besar diameter tulangan sengkang akan semakin besar pula kekuatan/kapasitas penampang kolom

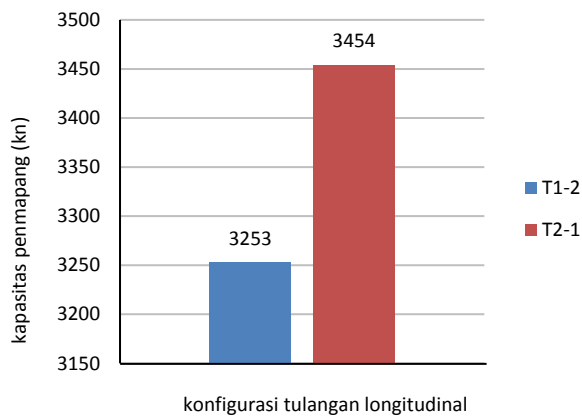
3.4.4. Variasi jarak antar sengkang



Gambar 4. Grafik perbandingan penurunan nilai kapasitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi jarak antar sengkang

Gambar 4 menunjukkan bahwa pengaruh variasi jarak antar sengkang yang semakin diperbesar terhadap kapasitas penampang kolom bentuk T yaitu semakin menurunkan nilai kapasitas penampangnya dengan rerata penurunan sebesar 2,57%. Melihat pengaruh jarak tulangan antar sengkang pada kolom beton yang turut menyumbang kekuatan kekangan inti kolom maka semakin besar jarak antar tulangan sengkang, semakin berkurang jumlah tulangan sengkang pada kolom, semakin besar kemungkinan terjadi keruntuhan ke arah horizontal dan secara otomatis menunjukkan penurunan kekuatan/kapasitas penampang kolom

3.4.5. Variasi letak dan konfigurasi tulangan longitudinal



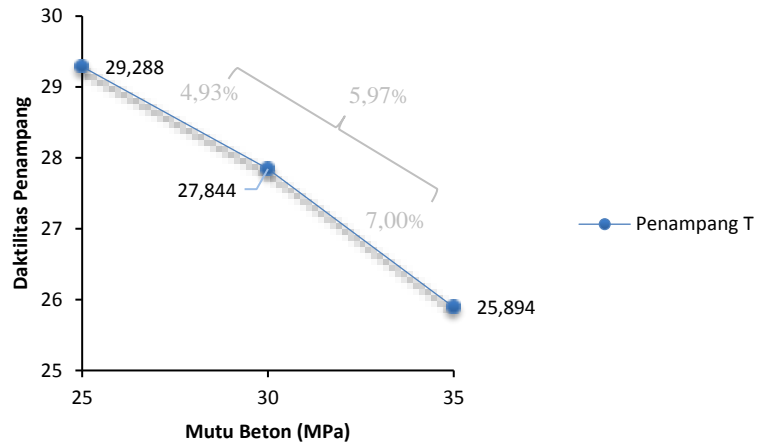
Gambar 5. Grafik perbandingan peningkatan nilai kapasitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi letak dan konfigurasi tulangan longitudinal

Gambar 5 menunjukkan bahwa dari 2 tipe pemodelan penampang yakni penampang bentuk T tipe T1-2 dengan jumlah tulangan longitudinal sebanyak 10 tulangan dan tipe T2-1 dengan jumlah tulangan longitudinal sebanyak 14 tulangan terlihat bahwa tipe konfigurasi T2-1 yang memiliki nilai kapasitas terbesar diantara tipe lainnya.

3.5. Pengaruh variasi parameter pengekangan terhadap daktilitas penampang

Hasil analisis penampang kolom beton bertulang bentuk T yang dipakai dalam melihat pengaruh variasi parameter pengekangan terhadap daktilitas penampang adalah hasil analisis software XTRACT.

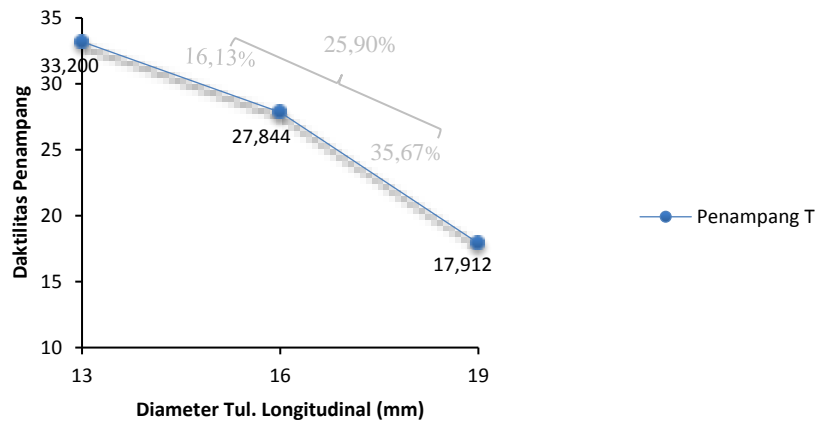
3.5.1. Variasi mutu beton



Gambar 6. Grafik perbandingan penurunan nilai daktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi mutu beton

Gambar 6 menunjukkan bahwa pengaruh variasi mutu beton yang semakin diperbesar khususnya pada mutu beton rentang 25 MPa s/d 35 MPa terhadap daktilitas penampang kolom yaitu semakin menurunkan nilai daktilitas penampangnya dengan besar persentase penurunan dari 25 MPa ke 30 MPa dan dari 30 MPa ke 25 MPa berturut-turut adalah sebesar 4,93% dan 7,00% sehingga diperoleh rerata penurunan sebesar 5,97%. Disisi lain, penurunan nilai daktilitas ini tentunya dapat terjadi karena semakin tinggi mutu beton membuat semakin getas atau kurang daktail sifat suatu beton.

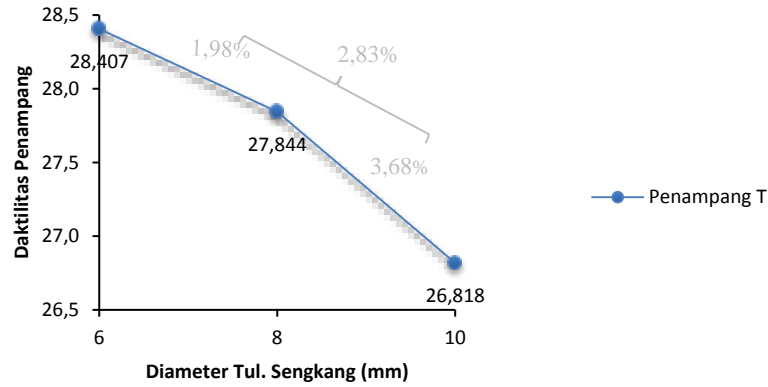
3.5.2. Variasi diameter tulangan longitudinal



Gambar 7. Grafik perbandingan penurunan nilai daktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi diameter tulangan longitudinal

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin besar diameter tulangan longitudinal maka nilai daktilitas yang dihasilkan oleh penampang cenderung semakin menurun yang mana penurunan yang terjadi cukup besar dengan rerata penurunannya adalah 25,90%. Hal ini dapat terjadi karena kondisi diameter tulangan longitudinal yang terlampaui besar justru membuat beton terlampaui kuat sehingga dapat mengalami retak mula-mula, dapat memicu keruntuhan/kegagalan struktural dan secara tidak langsung menunjukkan sifat daktilitas yang rendah.

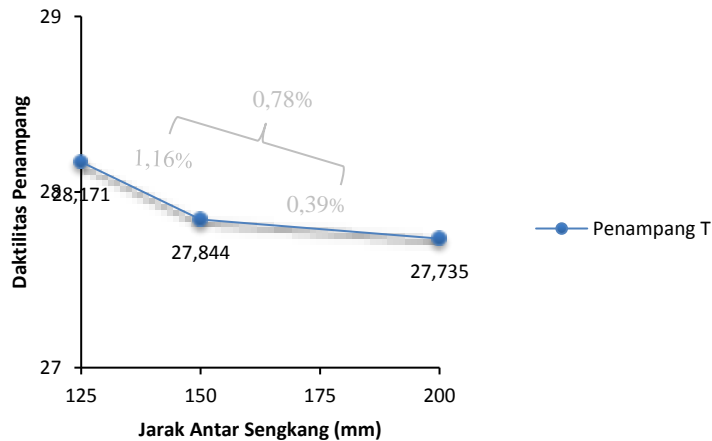
3.5.3. Variasi diameter tulangan sengkang



Gambar 8. Grafik perbandingan penurunan nilai duktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi diameter tulangan sengkang

Gambar 8 menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter tulangan sengkang yang semakin diperbesar terhadap duktilitas penampang kolom bentuk T yaitu semakin mengurangi nilai duktilitas penampangnya dengan besar rerata penurunannya adalah 2,83%. Penurunan nilai duktilitas ini dapat terjadi dengan melihat pada fungsi keberadaan tulangan sengkang untuk mencegah kegagalan kolom ke arah horizontal yang sangat baik dalam hal kekuatan namun kondisi diameter tulangan sengkang yang terlampaui besar justru membuat beton terlampaui kuat sehingga dapat mengalami retak mula-mula dan tentunya kondisi ini semakin menjauhkannya dari sifat kolom beton yang duktail.

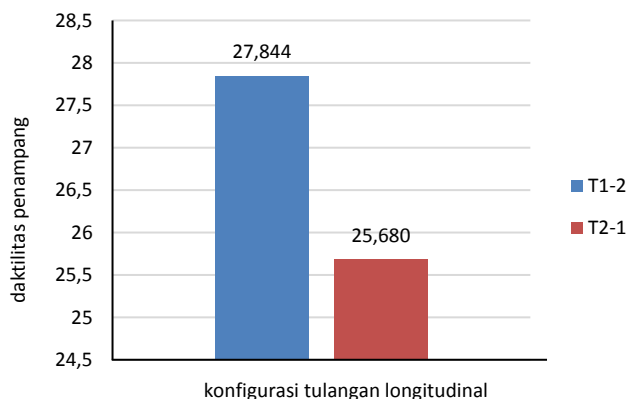
3.5.4. Variasi jarak antar sengkang



Gambar 9. Grafik perbandingan perubahan nilai duktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi jarak antar sengkang

Gambar 9 menunjukkan bahwa pengaruh variasi jarak antar sengkang yang semakin diperbesar terhadap duktilitas penampang kolom bentuk T yaitu semakin menurunkan nilai duktilitas penampangnya dengan persentase penurunan dari jarak 125 mm ke 150 mm dan dari 150 mm ke 200 mm berturut-turut adalah sebesar 1,16% dan 0,39% sehingga diperoleh rerata persentase penurunan sebesar 0,78% walaupun penurunan yang terjadi cenderung semakin mengecil.

3.5.5. Variasi letak dan konfigurasi tulangan longitudinal



Gambar 10. Grafik perbandingan perubahan nilai daktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi bentuk T akibat variasi jarak antar sengkang

Gambar 10 menunjukkan bahwa dari 2 tipe pemodelan penampang yakni penampang bentuk T tipe T1-2 dengan jumlah tulangan longitudinal sebanyak 10 tulangan dan tipe T2-1 dengan jumlah tulangan longitudinal sebanyak 14 tulangan terlihat bahwa tipe konfigurasi T1-2 yang memiliki nilai daktilitas terbesar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk setiap kenaikan parameter mutu beton khususnya pada rentang 25 MPa s/d 35 MPa, kenaikan persen parameter diameter tulangan longitudinal dan diameter tulangan sengkang, akan meningkatkan nilai kapasitas penampang kolom beton bertulang non persegi berbentuk T namun untuk setiap kenaikan parameter jarak antar sengkang akan menurunkan nilai kapasitas penampangnya. Sementara untuk parameter konfigurasi dan letak tulangan longitudinal menghasilkan penampang dengan nilai kapasitas tekan terbesar yaitu penampang T2-1.
2. Untuk setiap kenaikan parameter mutu beton khususnya pada rentang 25 MPa s/d 35 MPa, diameter tulangan longitudinal dan diameter tulangan sengkang serta jarak antar sengkang akan menurunkan nilai daktilitas penampang kolom beton bertulang non persegi berbentuk T. Sementara untuk parameter konfigurasi dan letak tulangan longitudinal menghasilkan penampang dengan nilai daktilitas terbesar yaitu penampang T1-2.

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang ada penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan membandingkan kapasitas dan daktilitas antara kolom persegi dan non persegi. Juga dapat melanjutkan penelitian untuk variasi pengekangan dengan mutu beton tinggi. Atau dapat menambahkan dan meneliti kolom non persegi bentuk lainnya seperti bentuk *L-shaped column* bahkan kolom bulat agar pengetahuan tentang bentuk-bentuk kolom dan kekuatannya semakin berkembang.
2. Analisis kapasitas dan daktilitas penampang dapat juga dilakukan dengan menggunakan aplikasi/software lainnya khususnya aplikasi dengan finite non linear yang lebih tinggi tingkatannya seperti ANSYS dan ABAQUS.

Daftar Pustaka

- Angelina. 2017. "Studi Parametrik Pengaruh Pengekangan Lateral Terhadap Nilai Daktilitas dan Kapasitas Penampang Kolom Beton Bertulang." Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana.
- Asroni, A. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Asroni, A. 2010. *Kolom, Fondasi dan Balok "T" Beton Bertulang*, Cetakan Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Spesifikasi Beton Struktural (SNI 6680:2016)*. Jakarta: BSN.
- Bentz, E. and Collins M. 2001. *User Manual Response-2000*. Ontario Canada: University of Toronto.
- Concrete Structures, CIE 525. 2012. *XTRACT Cross Sectional Analysis of Structural Components Tutorial*. New South Wales: Imbsen Software systems.
- Computer and Structures, Inc. 1997. *SAP2000 Tutorial Manual*. Berkeley, California USA
- Dipohusodo, I. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Park, R. and Pauly, T. 1975. *Reinforced Concrete Structures*, John Wiley dan Sons, New York.
- Sudarsana, IK. 2010. "Analisis Pengaruh Konfigurasi Tulangan Terhadap Kekuatan dan Daktilias Kolom Beton Bertulang." Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana.