

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Permodelan

4.1.1. Partisipasi massa

Ragam getar alami pada struktur diperlukan terlebih dahulu analisis. Analisis yang dilakukan juga menyertakan ragam yang cukup hingga partisipasi massa ragam terkombinasi mencapai 90 persen dari massa aktual dalam masing – masing sumbu baik horisontal ortogonal dari respon modal yang ditinjau. Apabila belum tercapai maka mode bangunan harus ditambah sampai partisipasi massa terlampaui (BSN, 2012). Hasil dari analisis menggunakan *ETABS*, partisipasi massa telah mencapai atau lebih dari 90% pada mode ke 14 maka mode bangunan tidak perlu ditambah lagi.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1.000	0.783	0.499	0.000	0.000	0.499	0.000
Modal	2.000	0.758	0.212	0.000	0.000	0.711	0.000
Modal	3.000	0.610	0.000	0.693	0.000	0.711	0.693
Modal	4.000	0.299	0.000	0.027	0.000	0.711	0.720
Modal	5.000	0.262	0.028	0.000	0.000	0.739	0.720
Modal	6.000	0.248	0.085	0.000	0.000	0.824	0.720
Modal	7.000	0.241	0.000	0.073	0.000	0.824	0.794
Modal	8.000	0.160	0.003	0.000	0.000	0.828	0.794
Modal	9.000	0.154	0.000	0.036	0.000	0.828	0.830
Modal	10.000	0.134	0.049	0.000	0.000	0.877	0.830
Modal	11.000	0.125	0.000	0.040	0.000	0.877	0.870
Modal	12.000	0.101	0.000	0.023	0.000	0.877	0.892
Modal	13.000	0.090	0.012	0.000	0.000	0.889	0.893
Modal	14.000	0.073	0.008	0.018	0.000	0.897	0.910
Modal	15.000	0.070	0.025	0.007	0.000	0.922	0.917
Modal	16.000	0.052	0.001	0.030	0.000	0.923	0.947
Modal	17.000	0.036	0.043	0.001	0.000	0.965	0.948
Modal	18.000	0.026	0.001	0.017	0.000	0.966	0.965

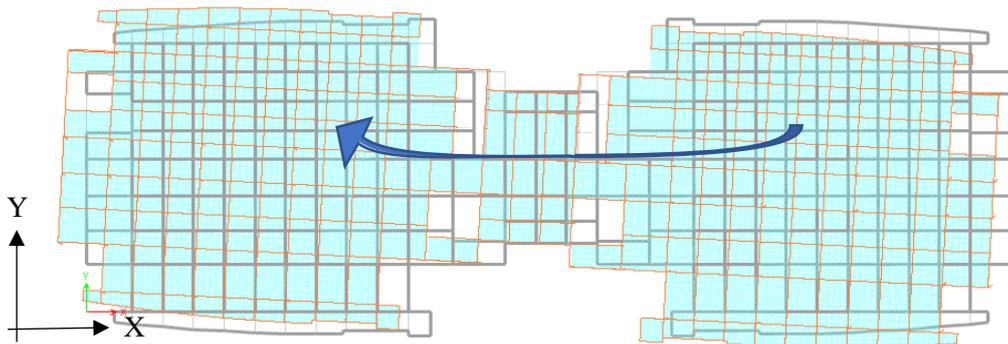
Gambar 4.1 Rasio modal pasrtisipasi massa

4.1.2. Mode getar alami gedung

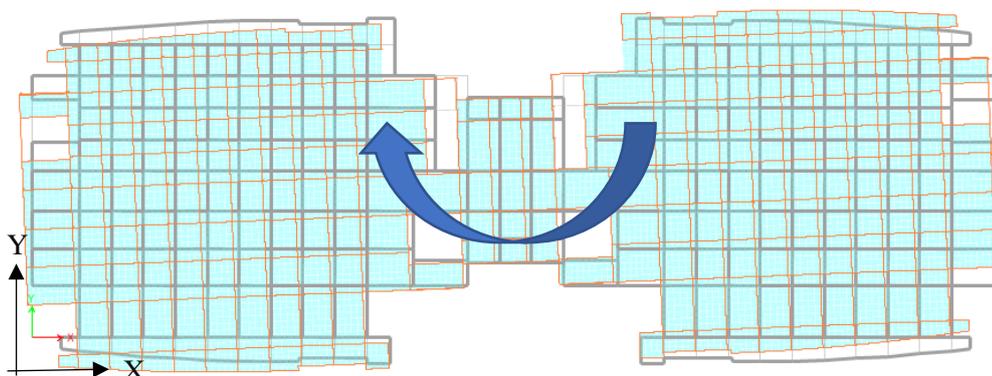
Dalam SNI 1726:2012 (BSN, 2012) menyebutkan bahwa apabila desain yang dilakukan secara 3-D maka derajat kebebasan dinamis terdiri dari 3 yaitu 2 arah translasi arah horizontal sumbu X dan Y serta 1 derajat kebebasan rotasi atau

torsi pada tiap tingkatan. Satyarno dkk. (2012) menyatakan bahwa suatu pemodelan struktur gedung pada ragam gerak pertama atau mode 1 sudah mengalami rotasi atau dominan mode keruntuhan cenderung mengalami rotasi mengindikasikan bahwa perilaku yang buruk bagi penghuni apabila terjadi gempa maka diperlukan pemodelan ulang atau menata ulang kembali penempatan unsur struktur sehingga ragam gerak pertama mengalami translasi baik arah sumbu X maupun Y.

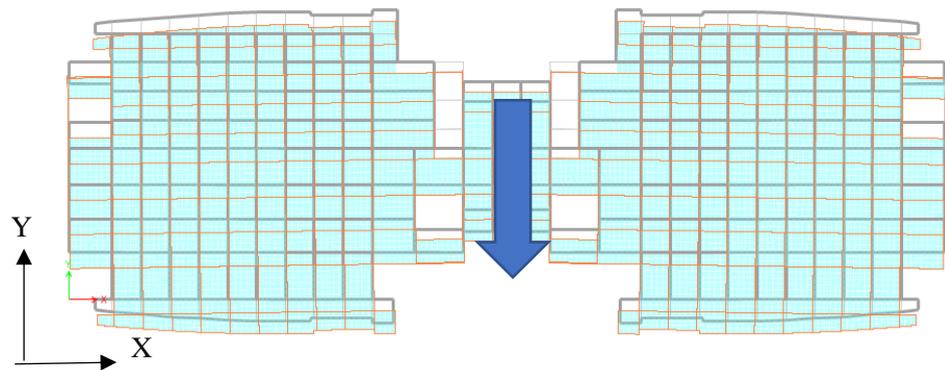
1. Mode getar 1 yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 mode bangunan cenderung mengalami translasi kearah sumbu X dengan periode getar sebesar 0,783.
2. Mode getar 2 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 mode bangunan mengalami rotasi dengan periode getar sebesar 0,758.
3. Mode getar 3 yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 mode bangunan cenderung mengalami translasi kearah sumbu Y dengan periode getar sebesar 0,61.



Gambar 4.2 Translasi arah sumbu X pada mode 1 dengan nilai $T = 0,783$ detik



Gambar 4.3 Rotasi pada mode 2 dengan nilai $T = 0,783$ detik

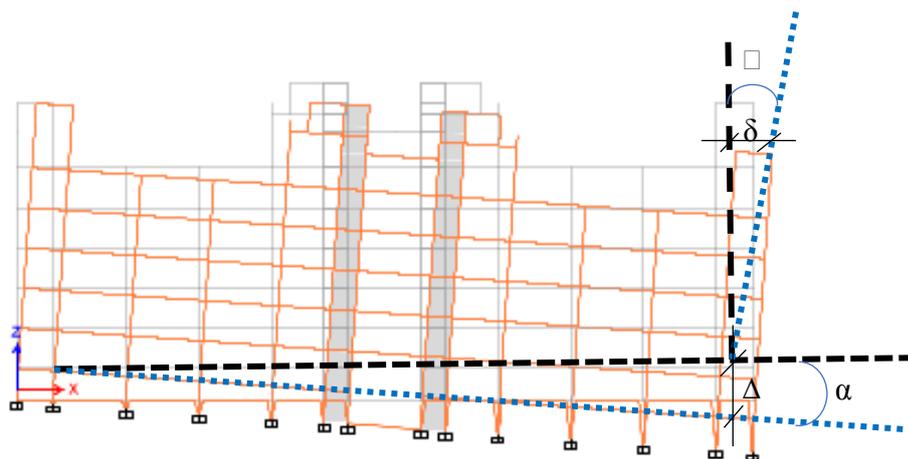


Gambar 4.4 Translasi arah sumbu Y pada mode 3 dengan nilai $T = 0,61$ detik

4.2. Pengaruh penurunan gedung

4.2.1. Kemiringan gedung

Besar sudut penurunan merupakan dasar menentukan penurunan yang terjadi sedangkan (\square) merupakan sudut yang dihasilkan dari simpangan bangunan akibat penurunan yang terjadi. Hasil analisis seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1 semakin besar penurunan maka simpangan bangunan yang terjadi semakin besar pula sebaliknya. Sudut penurunan juga menghasilkan besarnya penurunan yang terjadi yang dapat disebut sebagai (δ) dengan menggunakan menggunakan persamaan trigonometri.

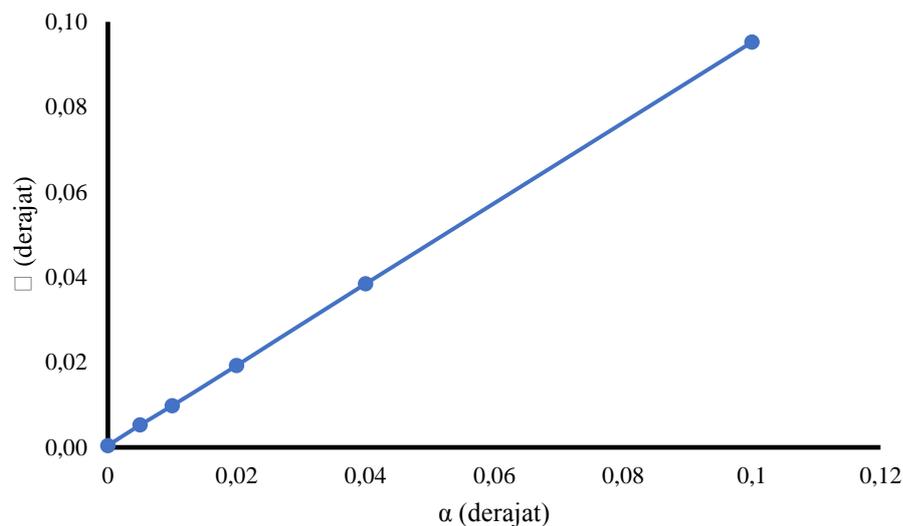


Gambar 4.5 Derajat penurunan dan simpangan bangunan

Tabel 4.1 Besar sudut α , \square , δ dan Δ

No	α ($^{\circ}$)	\square ($^{\circ}$)	Δ (m)	δ (m)
1	0	0,0004	0,0000	0,0002
2	0,005	0,0053	0,0064	0,0020
3	0,01	0,0098	0,0127	0,0038
4	0,02	0,0192	0,0254	0,0074
5	0,04	0,0384	0,0508	0,0148
6	0,1	0,0952	0,1271	0,0952

Simpangan yang terjadi diambil dari output simpangan berdasarkan analisis *ETABS*, penggunaan persamaan trigonometri untuk mendapatkan nilai sudut (\square). Simpangan terbesar yang dihasilkan pada penurunan 0,1 derajat dengan simpangan yang terjadi sebesar 0,0952.



Gambar 4. 6 Hubungan sudut penurunan dan simpangan

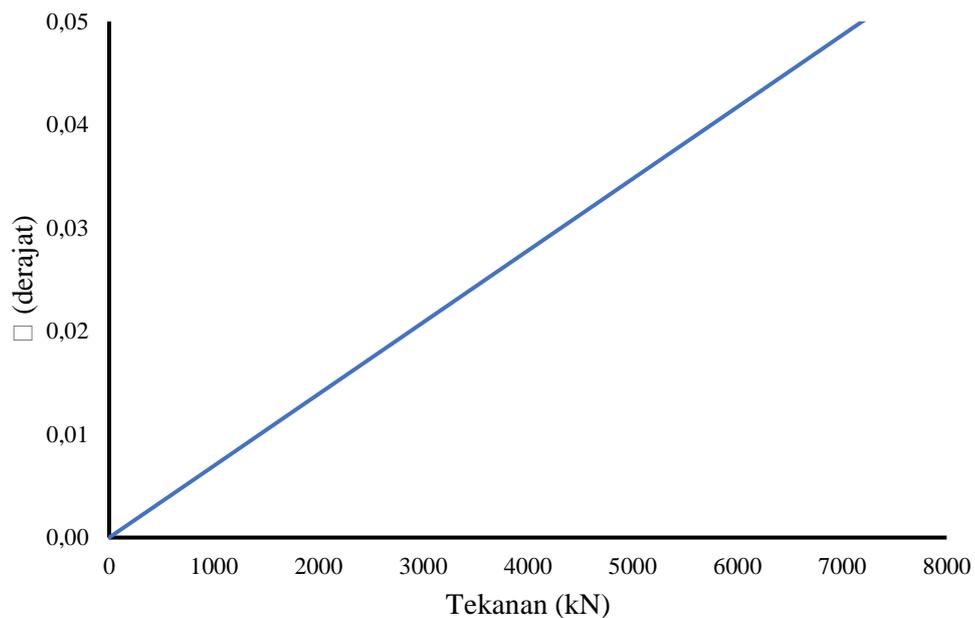
4.2.2. Kekakuan kolom

Kolom memiliki kemampuan dalam menahan tekanan arah horizontal maupun vertikal sehingga apabila terjadi penurunan pada gedung simpangan yang terjadi belum tentu sama dengan besaran penurunan pada gedung tersebut karena dipengaruhi kekakuan kolom. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sudut penurunan dan derajat simpangan yang terjadi pada gedung mengalami perubahan secara linier dapat dilihat pada Gambar 4. 6. Kolom masih

dalam kategori kaku dan mengalami perubahan linier karena kolom tersebut masih dalam atau masih berada pada area kekakuannya yang dapat dilihat pada Gambar 4. 7.

Tabel 4. 2 Kekakuan kolom

No	P (kN)	Simpangan (m)
1	0,000	0,0000
2	3000	0,0208572
3	6000	0,0417145
4	9000	0,0625717
5	12000	0,0834293
6	15000	0,1042865



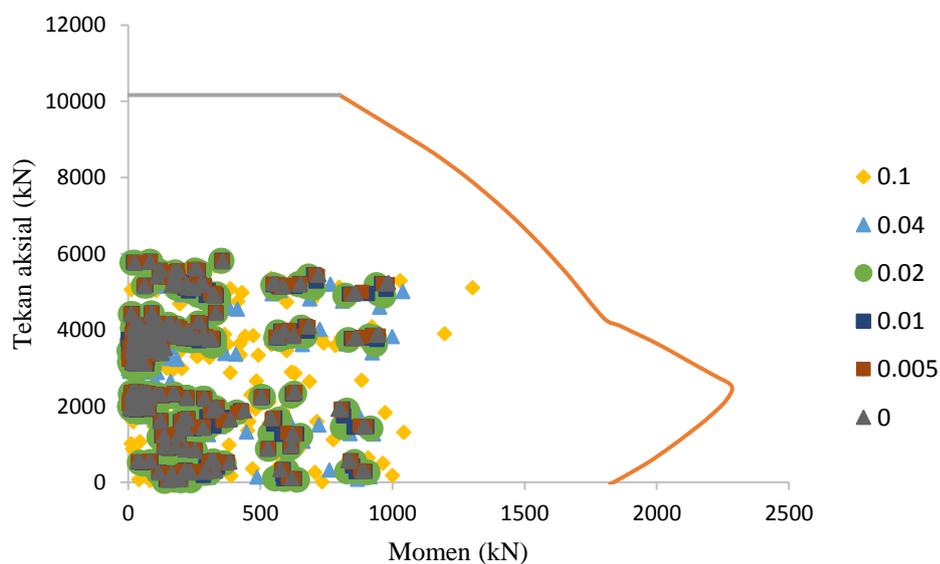
Gambar 4. 7 Grafik kekakuan kolom

4.2.3. Kapasitas penampang kolom

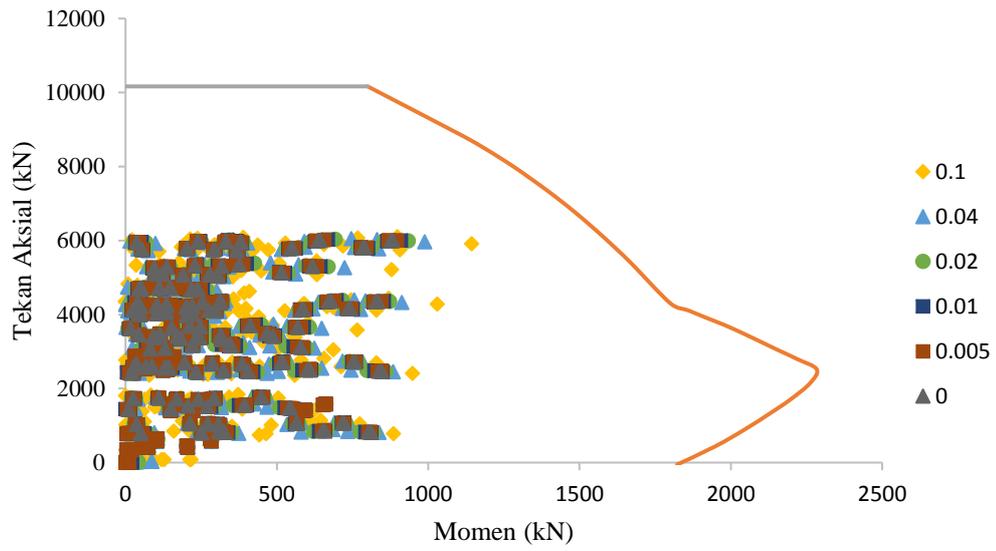
Analisis yang dilakukan mendapatkan hasil yang pertama adalah hubungan antara nilai tekan aksial dan momen. Hubungan tersebut merupakan hasil dari analisis penampang kolom antara lain adalah kolom tipe K1, K1A, K2, K3, K5 dan K7 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 sampai dengan Gambar 4.13.

Diagram interaksi yang ditampilkan di atas menunjukkan bahwa titik pada area diagram interaksi merupakan output gaya dalam yang diperoleh dari *ETABS* kemudian diplotkan ke dalam diagram interaksi. Apabila titik output yang diperoleh dari *ETABS* masih berada dalam area diagram interaksi berarti penampang kolom masih kuat menahan yang bekerja pada kolom tersebut. Jika titik tersebut berada diluar area diagram interaksi, maka penampang tersebut sudah tidak bisa menahan gaya yang bekerja pada penampang tersebut.

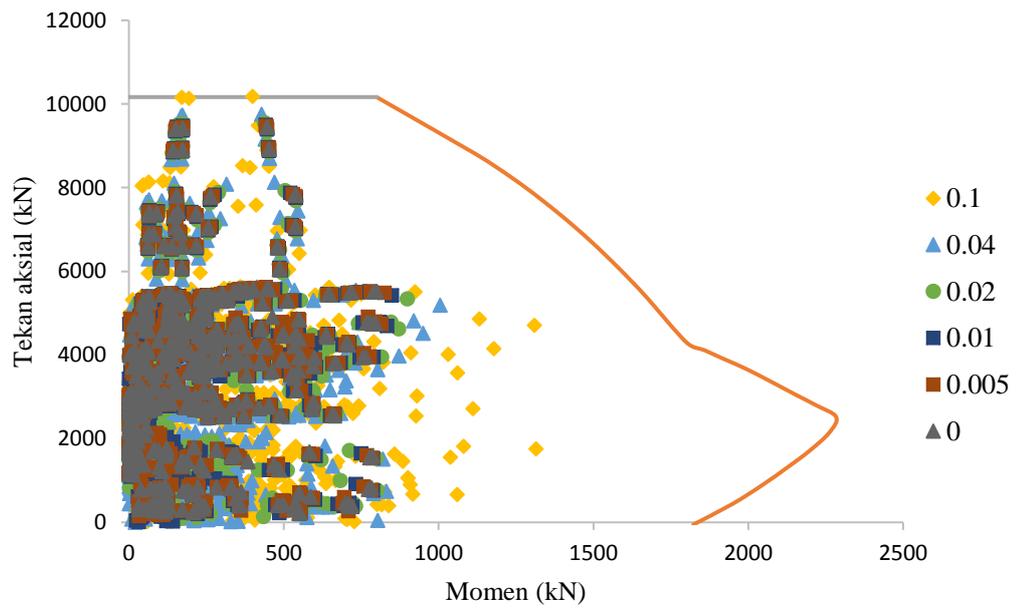
Hasil yang ditampilkan dari diagram, kolom tipe K1, K1A, dan K5 masih aman atau dapat menahan gaya yang bekerja pada penurunan yang terjadi sedangkan kolom K3 pada penurunan dengan sudut 0,04 derajat beberapa titik sudah mulai keluar dari diagram interaksi yang artinya kolom tersebut sudah tidak bisa menahan gaya yang bekerja. Kolom K7 dan K3 pada penuruna dengan sudut 0,1 derajat sudah tidak bisa menahan gaya yang bekerja, ini dapat dilihat dari semakin banyaknya titik yang kelaur dari diagram interaksi, berbeda dengan kolom K2 nilai P_u yang dihasilkan dengan nilai ϕP_n yang berarti gaya yang terjadi sudah sampai pada batas limit dari penampang kolom yang artinya kondisi ini berbahaya karena kolom sudah sampai batas ultimitnya.



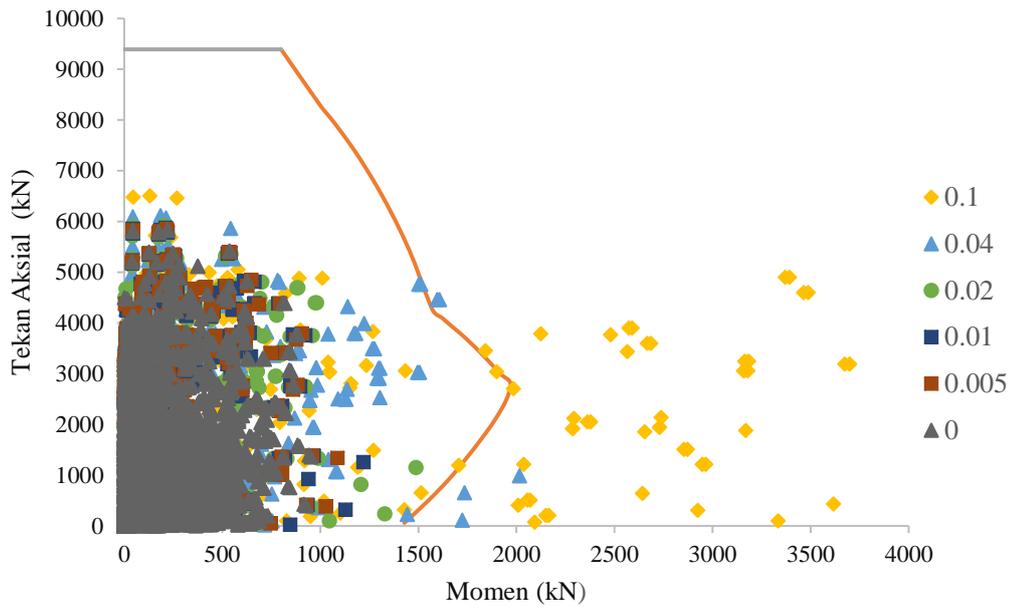
Gambar 4.8 Diagram interaksi kolom K1



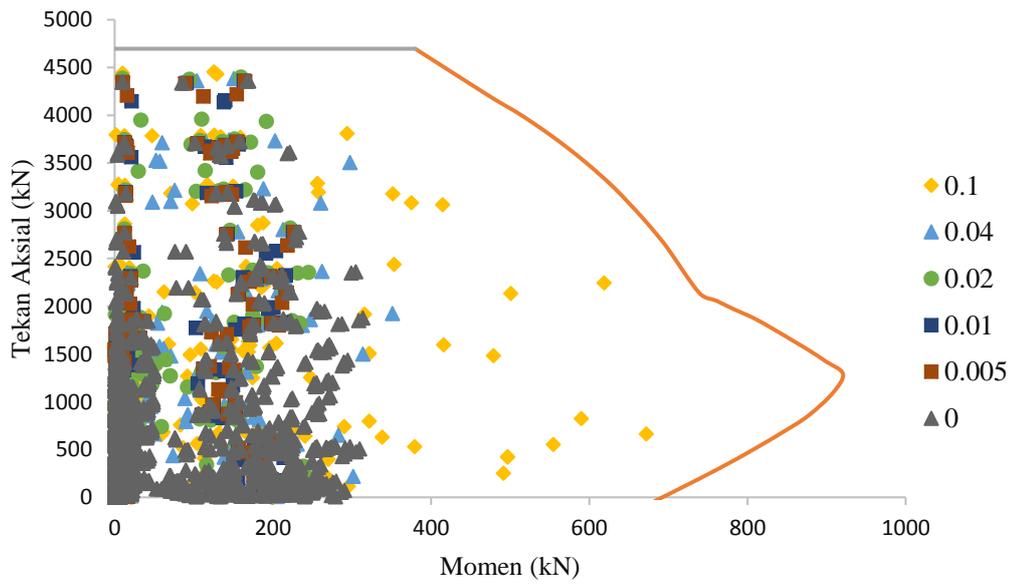
Gambar 4.9 Diagram interaksi kolom K1A



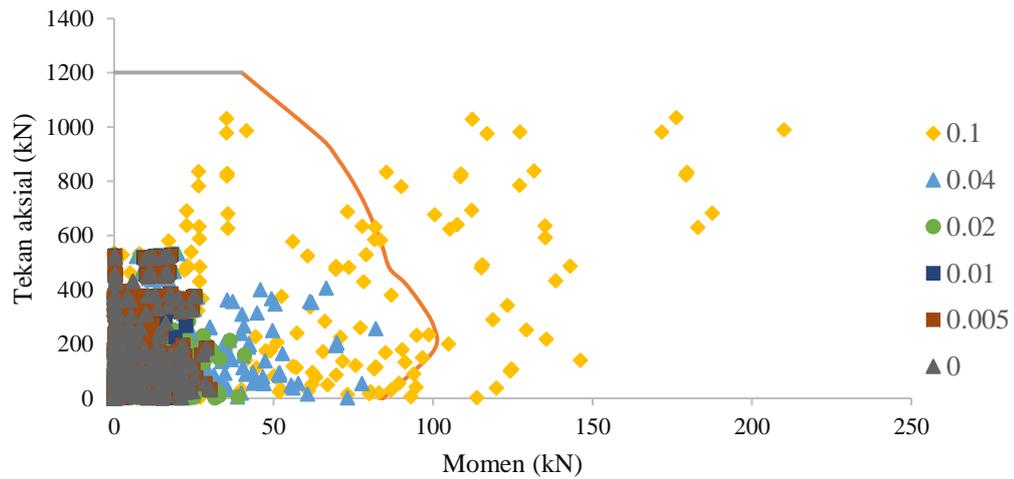
Gambar 4.10 Diagram interaksi kolom K2



Gambar 4.11 Diagram interaksi kolom K3



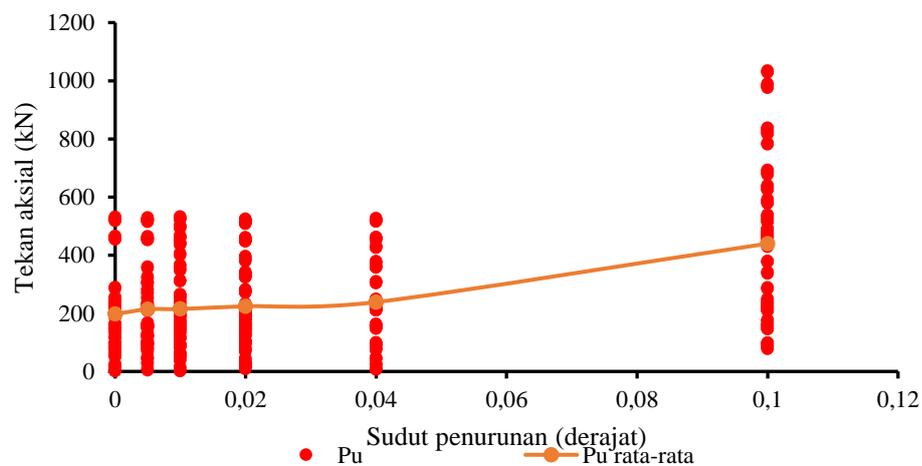
Gambar 4.12 Diagram interaksi kolom K5



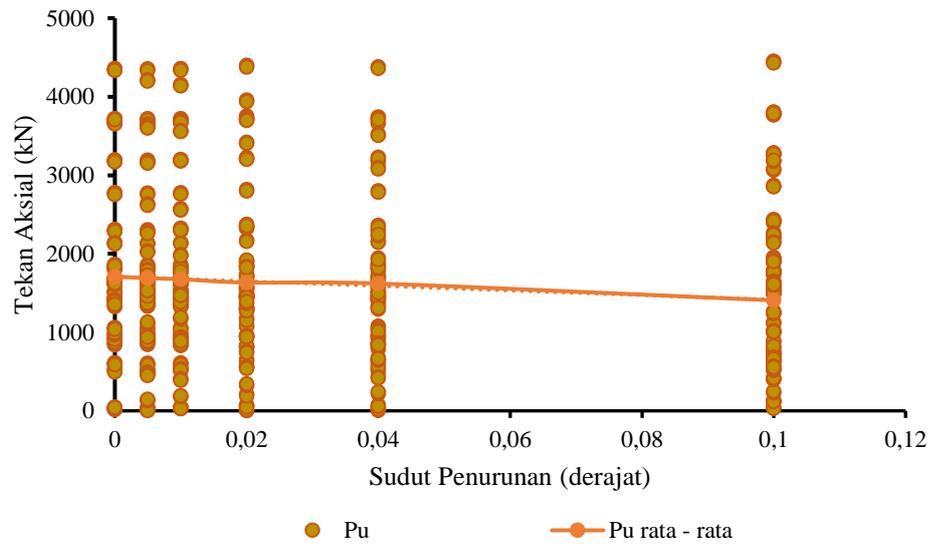
Gambar 4.13 Diagram interaksi kolom K7

4.2.4. Tekan aksial kolom

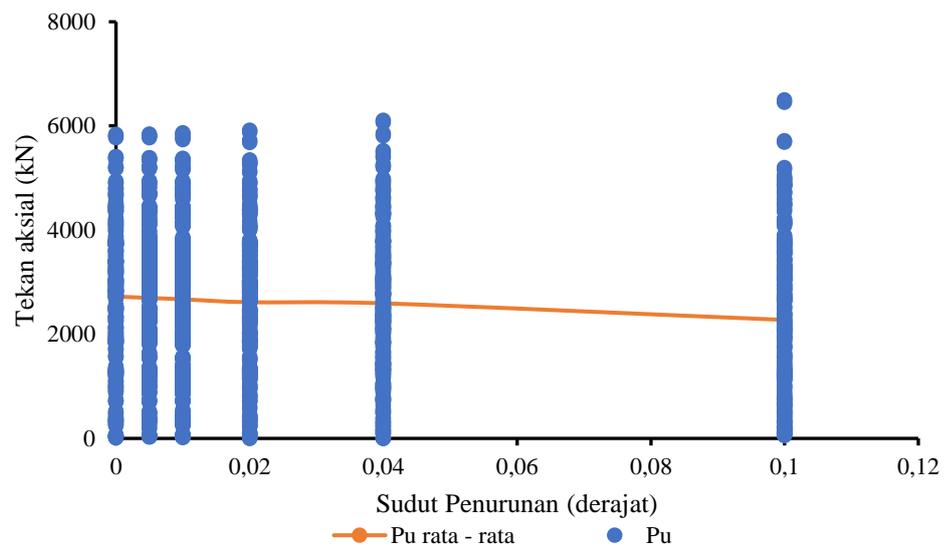
Dari hasil evaluasi grafik hubungan antara sudut penurunan dan nilai tekan aksial (P_u) yang telah ditampilkan di atas bahwa nilai P_u mengalami penurunan yang ditunjukkan garis regresi pada tiap grafik tipe kolom. Penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan terlihat pada trendline dari nilai P_u yang ada. Berbeda dengan grafik kolom K7, grafik yang ditampilkan nilai P_u mengalami peningkatan walaupun peningkatan yang terjadi juga tidak terlalu signifikan. Nilai P_u yang diatas merupakan nilai P_u dari penampang kolom yang berada pada lantai semibasement dari tiap tipe kolom.



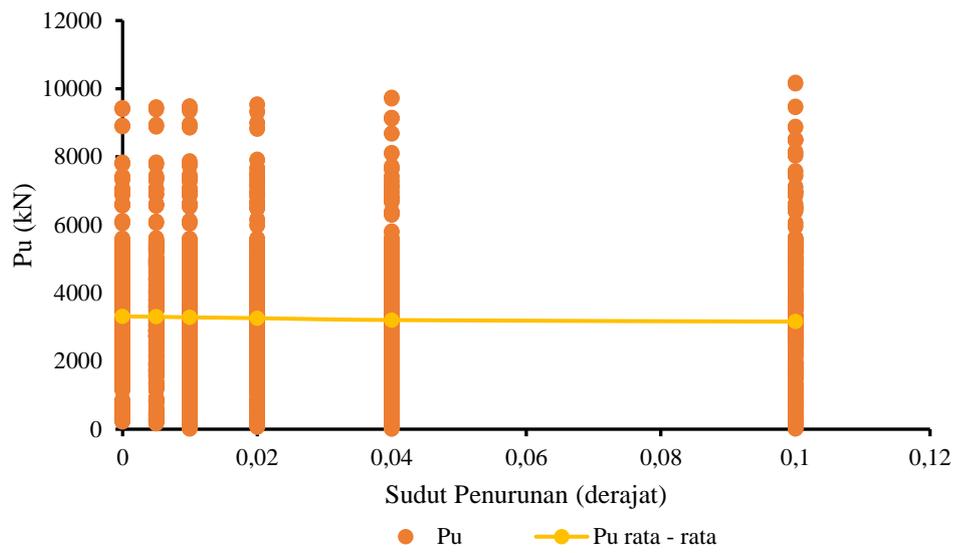
Gambar 4.14 Grafik Hubungan sudut penurunan dan tekan aksial kolom K7



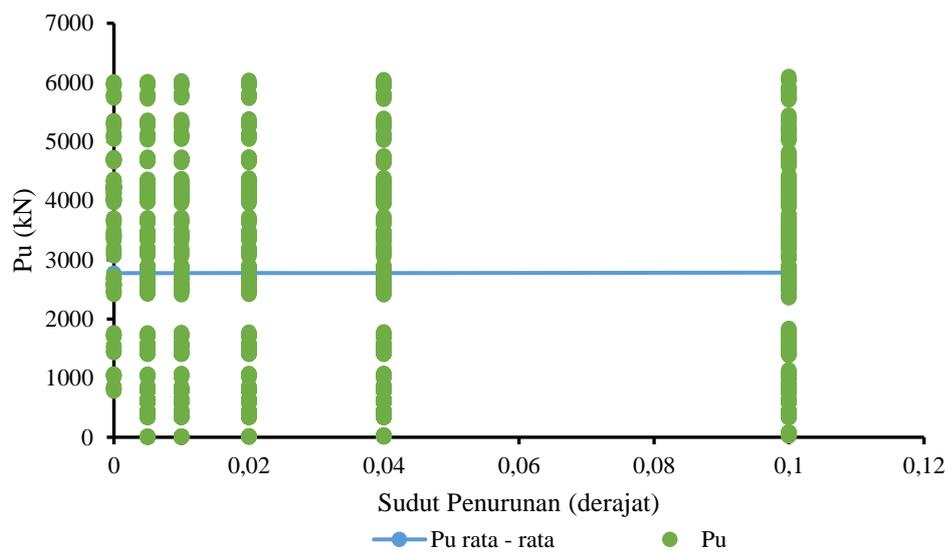
Gambar 4.15 Grafik Hubungan sudut penurunan dan tekan aksial kolom K5



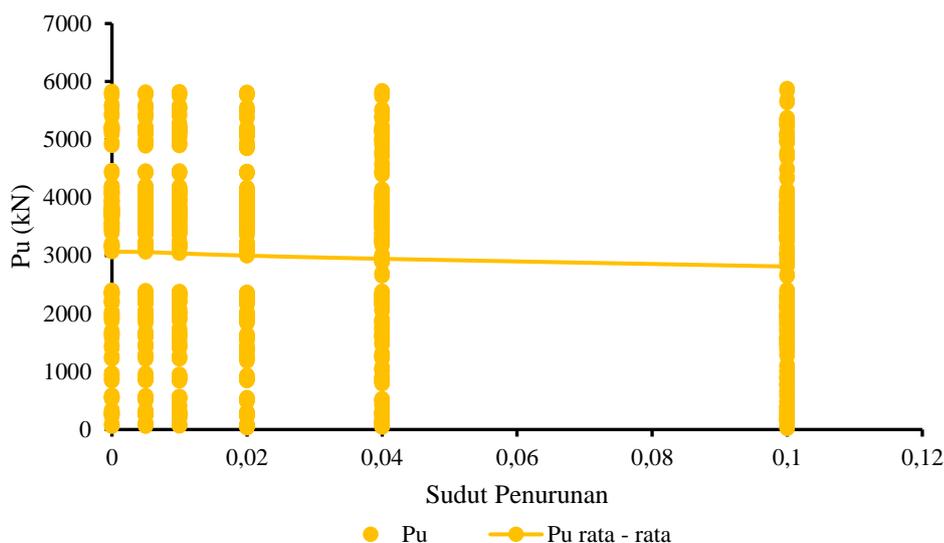
Gambar 4.16 Grafik Hubungan sudut penurunan dan tekan aksial kolom K3



Gambar 4.17 Grafik Hubungan sudut penurunan dan P_u kolom K2



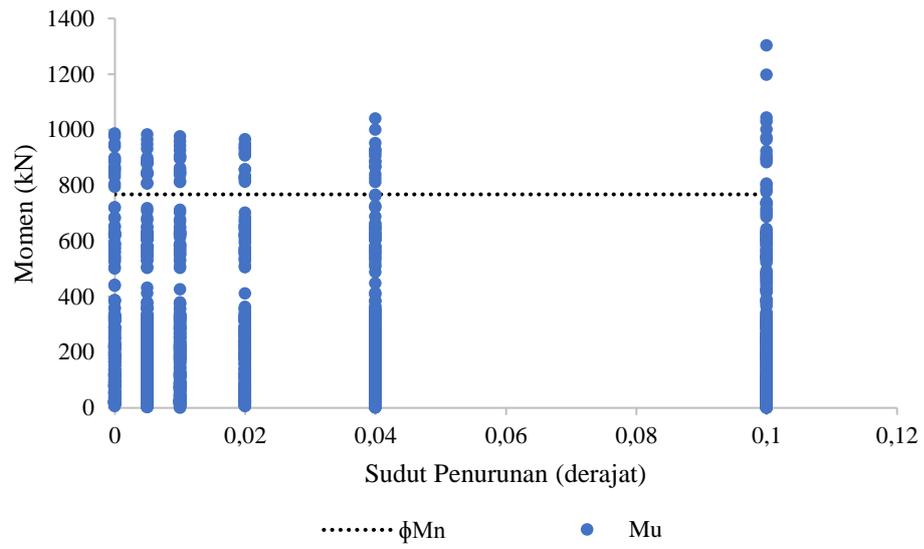
Gambar 4.18 Grafik Hubungan sudut penurunan dan P_u kolom K1A



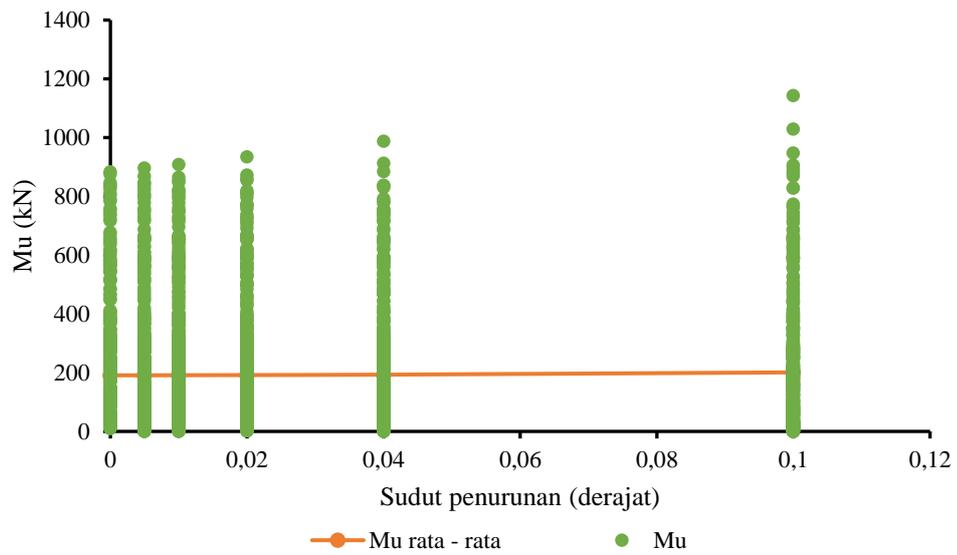
Gambar 4.19 Grafik Hubungan sudut penurunan dan P_u kolom K1

4.2.5. Momen kolom

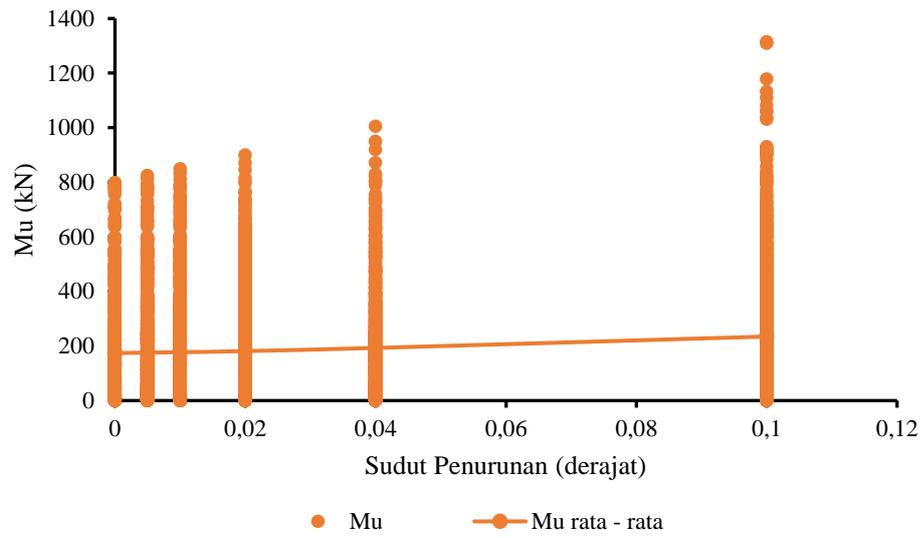
Grafik yang yang ditunjukkan pada Gambar 4.20 sampai dengan Gambar 4.25 bahwa semakin besar penurunan maka momen yang dihasilkan semakin besar, kondisi ini berbeda dengan tekan aksial yang cenderung tidak mengalami perubahan signifikan. Momen yang terjadi cenderung mengalami kenaikan, grafik tersebut merupakan hubungan antara momen murni dengan sudut penurunan yang berarti grafik tersebut tidak bisa sebagai penentu bahwa momen yang dihasilkan sudah melebihi atau sudah tidak bisa ditahan oleh momen maksimu dari penampang. Momen pada penurunan terbesar yaitu 0,1 derajat mengalami lonjakan yang besar dibandingkan kondisi awal ini menunjukkan bahwa penurunan pada bangunan sangat berpengaruh terhadap momen.



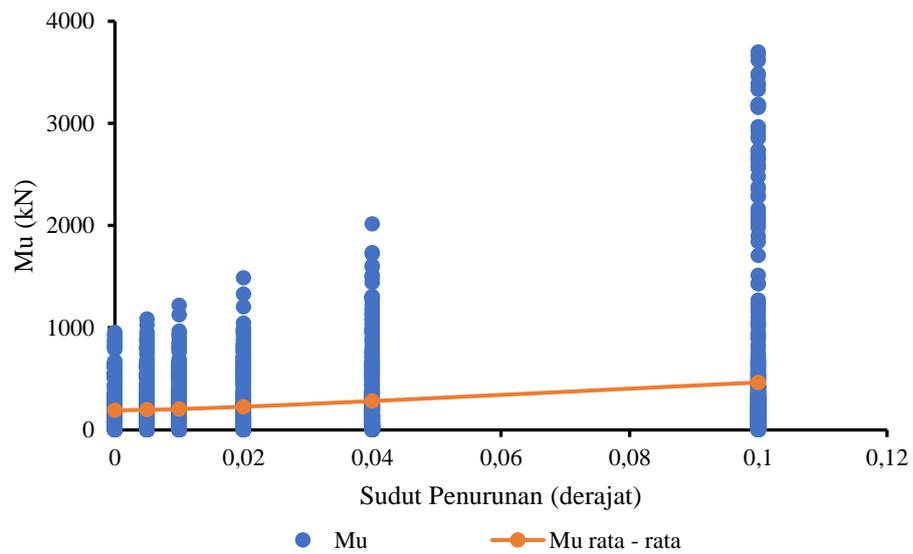
Gambar 4.20 Grafik hubungan penurunan dengan momen kolom K1



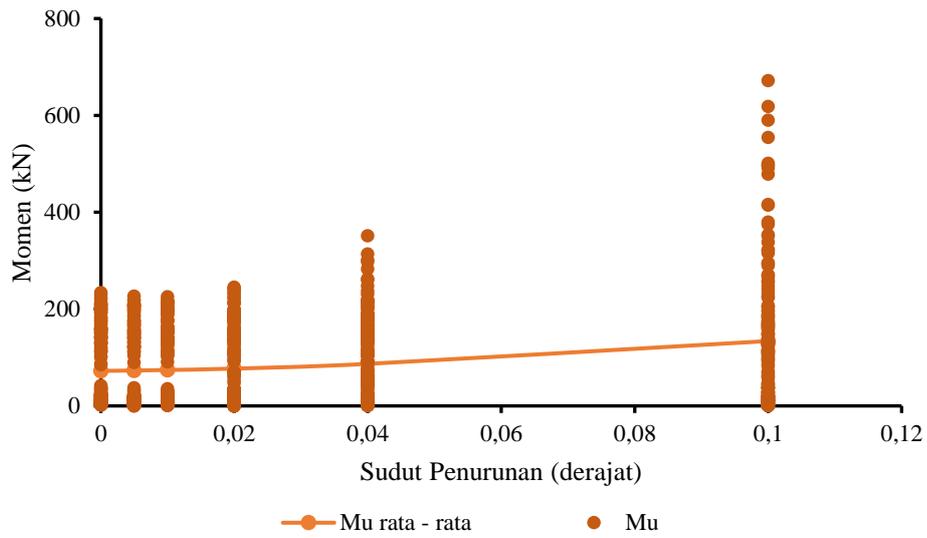
Gambar 4.21 Grafik hubungan penurunan dengan momen kolom K1A



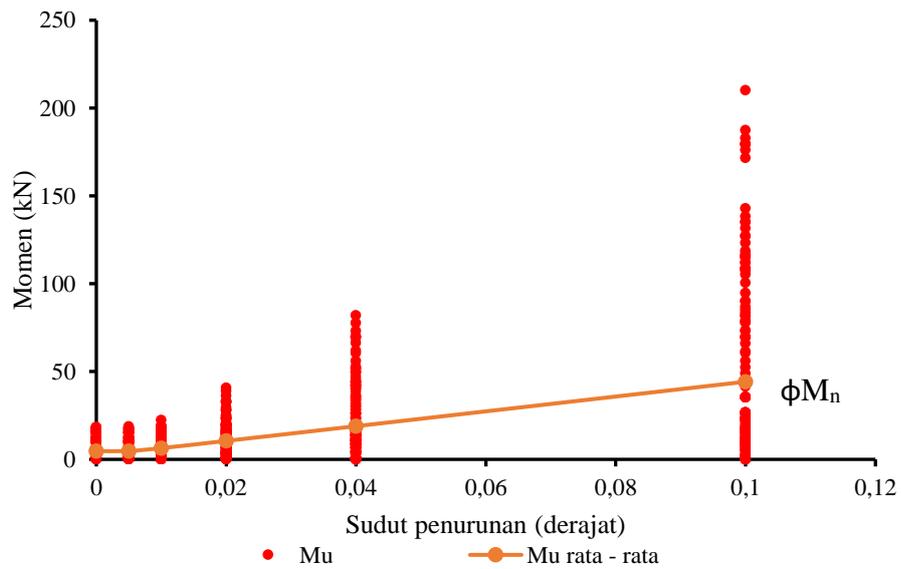
Gambar 4.22 Grafik hubungan penurunan dengan momen kolom K2



Gambar 4.23 Grafik hubungan penurunan dengan momen kolom K3



Gambar 4.24 Grafik hubungan penurunan dengan momen kolom K5



Gambar 4.25 Grafik hubungan penurunan dengan momen kolom K7