

# KAJIAN KAPASITAS PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG DENGAN TAMBAHAN ABU TERBANG (FLY ASH) TERHADAP VARIASI BEBAN RUNTUH DENGAN METODE CONCRETE JACKETING

Recky Pasila

Marthin D. J. Sumajouw, Ronny E. Pandelege

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email : [recky\\_pasila@yahoo.com](mailto:recky_pasila@yahoo.com)

## ABSTRAK

Kolom beton bertulang merupakan elemen penting dalam suatu struktur bangunan. Karena kolom mampu memikul beban aksial. Kerusakan pada kolom dapat menyebabkan fungsi utama dari bangunan tersebut sudah tidak lagi dapat terpenuhi sehingga gedung tersebut telah mengalami kegagalan. Penanganan perbaikan kolom dapat dilakukan yaitu dengan cara pembesaran penampang kolom dengan metode Concrete Jacketing. Metode ini merupakan salah satu alternatif perkuatan struktur yang difokuskan pada kolom. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas beton yang telah mengalami variasi persentase keruntuhan kemudian di perkuat lagi dengan metode Concrete Jacketing. Pengujian dilakukan dengan skala laboratorium, dengan umur perawatan 28 hari, persentase keruntuhan yang di uji adalah 100%, 50%, 60%, 70%, 80%. Dengan Benda uji menggunakan kolom 100x100x500(mm), yang kemudian akan di jacket menjadi 150x150x500(mm) Setelah mengalami pengujian persentase keruntuhan. Pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder 100/200(mm), dengan perencanaan mutu beton ( $f_c$ ) 30 MPa. Tulangan yang digunakan untuk tulangan logitudinal menggunakan  $\varnothing 8$  dan untuk tulangan sengkang  $\varnothing 6$ . Perencanaan slump ditetapkan ialah 75-150 mm. Hasil pengujian menyatakan bahwa variasi persentase keruntuhan pembebanan berpengaruh terhadap kapasitas kolom beton bertulang dalam menerima beban. Sehingga diperoleh bahwa yang paling efektif dilakukan perbaikan dengan menggunakan Concrete Jacketing adalah kolom dengan batas keruntuhan 70%, karena keruntuhan 70% masi memberikan kenaikan kapasitas yang besar.

Kata kunci : beban runtuh, concrete jacketing, perbaikan beton bertulang

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kolom beton bertulang merupakan elemen penting dalam suatu struktur bangunan. Hal ini karena kolom beton bertulang merupakan komponen struktur yang dapat memikul beban vertikal dari berat bangunan atas dan meneruskannya ke bagian struktur bawah bangunan. Keruntuhan yang terjadi pada suatu kolom dapat juga memicu terjadinya keruntuhan total struktur. Oleh sebab itu Seiring perkembangan jaman pekuatan struktur kolom beton bertulang sudah mengalami kemajuan. Ada bermacam inovasi perkuatan struktur saat ini yang telah di teliti antara lain adalah memperpendek bentang dari struktur dengan beton maupun baja, memperbesar dimensi daripada beton (*Concrete Jacketing*), menambah plat baja, melakukan eksternal prestressing, dll. Kegagalan struktur kolom beton bertulang pada gedung dapat disebabkan oleh berbagai faktor antara lain: kesalahan konsep/desain, kesalahan pelaksanaan atau dapat pula terjadi karena perubahan pemanfaatan gedung.

Masalah-masalah tersebut dapat diatasi dengan suatu perkuatan struktur beton, Oleh sebab itu metode

yang diambil adalah *Concrete Jacketing* sebagai salah satu alternatif perkuatan struktur. Terutama akan difokuskan pada kolom yang merupakan elemen struktur yang sangat penting.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas beton yang telah mengalami persentase keruntuhan yang bervariasi kemudian di perkuat lagi dengan metode *Concrete Jacketing*.

### Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi perkembangan teknologi beton, antara lain untuk memberikan informasi tentang *Concrete Jacketing* sebagai salah satu metode perkuatan struktur pada beton. Dan akan menjadi sumber informasi tentang pembuatan benda uji beton yang diperbesar penampangnya dengan cara menyelimuti beton yang telah ada dengan beton tambahan.

## LANDASAN TEORI

### Umum

#### Pengertian Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (collapse) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (total collapse) seluruh struktur.

SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Kolom terbagi menjadi 3 berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya (Nawy, 1990) yaitu :

1. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral. Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya.
2. Kolom menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi dari tulangan spiral adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.
3. Struktur kolom komposit, merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.

#### Kolom Pendek dengan beban aksial

Beton dan baja dianggap sebagai satu kesatuan dalam kolom yang dibebani dengan beban aksial. Tegangan & regangan yang terjadi pada kolom dianggap terdistribusi merata ke seluruh penampang kolom, akibat beban aksial yang bekerja. Sehingga regangan yang terjadi pada beton dianggap sama dengan regangan yang terjadi pada baja ( $\epsilon_c = \epsilon_s$ ). Beton mencapai kekuatan maksimum  $f'_c$ , saat regangan yang terjadi mencapai sekitar 0,002 in./in. – 0,003 in./in. Sehingga kapasitas beban aksial maksimum yang dapat dipikul oleh kolom pendek beton bertulang merupakan penjumlahan dari kekuatan beton dan kekuatan baja. Kontribusi beton yaitu  $\sigma_c A_c$  atau  $0,85f'_c A_g$ . Apabila digunakan luas penampang beton dihitung menggunakan luas

penampang bersih beton, maka kontribusi kekuatan beton menjadi  $0,85f'_c (A_g - A_{st})$ . Sedangkan kontribusi kekuatan baja adalah  $\sigma_s A_s$  atau  $f_y A_{st}$ .

Dalam analisis dan desain kolom, faktor reduksi beban aksial untuk kolom bersengkang yang disyaratkan adalah sebesar 20%. Sehingga kapasitas beban sentris maksimum pada kolom pendek bersengkang yang dibebani aksial menjadi,

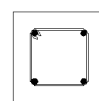
$$P_{n(max)} = 0,8\{0,85f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\}$$

Sesuai dengan SNI 2847-2013 tentang "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," pasal.10.3.6.2 untuk desain beban aksial maksimum pada komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat (termasuk kolom bersengkang), adalah:

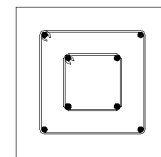
$$\phi P_{n(max)} = 0,80\phi [0,85f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

#### Sistem Perkuatan Struktur dengan Metode Concrete Jacketing

Concrete Jacketing adalah salah satu metode perkuatan struktur yang digunakan pada kolom bangunan yang bertujuan untuk memperbesar penampang kolom, maka penampang kolom menjadi besar dari pada sebelumnya sehingga kekuatan geser beton menjadi meningkat. Keuntungan utama dari metode ini adalah memberikan peningkatan dan pertambahan batas daripada kekuatan dan duktilitas beton, dan keuntungan kedua, bahwasannya *jacket* dalam melindungi dari kerusakan *fragment* dan struktur yang diperbaiki memiliki kemampuan dalam menerima beban, karena *jacket* dapat mengurangi kegagalan geser langsung (*direct shear*), namun dapat juga menyediakan peningkatan kapasitas struktur itu sendiri.



KOLOM ASLI



KOLOM JACKETING

Adanya Perkuatan Kolom Beton adalah tindakan untuk mengantisipasi kolom dari kerusakan yang dapat terjadi, misalnya kerusakan akibat pengaruh lingkungan yang disebabkan karena cuaca dan suhu, kesalahan dalam perencanaan, adanya perubahan fungsi bangunan dari rencana semula (disain) dan akibat beban yang berlebihan dari kapasitas yang direncanakan serta akibat beban sementara seperti gempa, beban hidup yang besar yang tidak terduga, dan lain sebagainya. Perkuatan kolom dilakukan dengan tujuan antara lain:

1. Meningkatkan kapasitas beban hidup yang dapat ditanggung oleh kolom.
2. Menambah perkuatan pada kolom untuk mengatasi kesalahan perencanaan maupun konstruksi.

- Meningkatkan ketahanan kolom bangunan terhadap gaya gempa yang akan terjadi dilihat dari tingkat kepentingan bangunan, lokasi bangunan, dan lain sebagainya.
- Menambah atau menggantika penulangan yang berkurang akibat kerusakan karena tumbukan atau korosi.

### Abu Terbang (Fly Ash)

Fly ash (abu terbang) adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus. Abu yang tidak naik disebut bottom ash. Dalam dunia industri, fly ash biasanya mengacu pada abu yang dihasilkan selama pembakaran batubara.

### Modulus Elastisitas

Modulus elastis atau modulus Young merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami oleh suatu benda. Menurut SNI-03-2847- 2002 nilai modulus elastisitas beton, baja tulangan, dan tendon sebagai berikut :

- Untuk nilai  $w_c$  diantara  $1500 \text{ kg/m}^3$  dan  $2500 \text{ kg/m}^3$ , nilai modulus elastisitas beton  $E_c$  dapat diambil sebesar  $(w_c)^{1,5} 0,043\sqrt{f'c}$  (dalam MPa). Untuk beton normal  $E_c$  dapat diambil sebesar  $4700\sqrt{f'c}$ .
- Modulus elastisitas untuk tulangan non-prategang  $E_s$  boleh diambil sebesar 200.000 MPa.
- Modulus elastisitas untuk beton prategang  $E_s$  ditentukan melalui pengujian atau dari pabrik.

- Rumus modulus elastisitas adalah:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

dimana :

$E$  = Modulus elastisitas (  $\text{N/m}^2$  )

$\sigma$  = Regangan (  $\text{N/m}^2$  )

$\epsilon$  = Tegangan

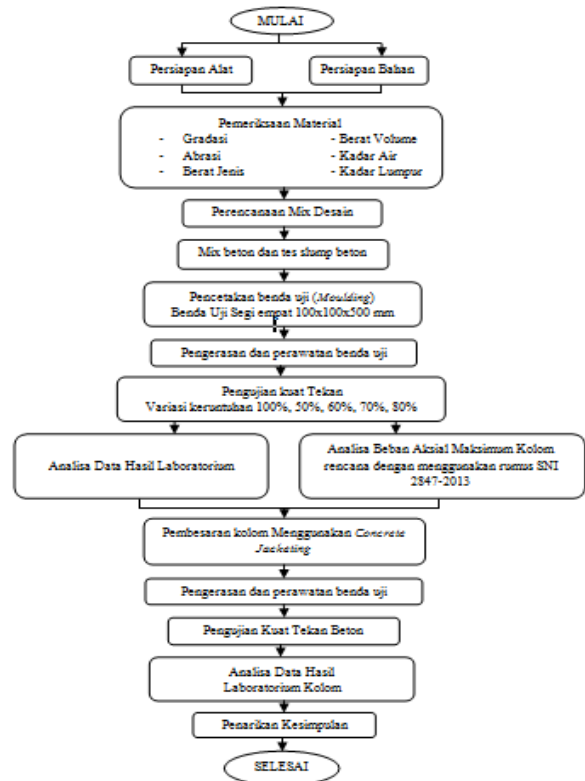
### METODOLOGI PENELITIAN

#### Umum

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada.

#### Diagram Alir Penelitian

Adapun langkah – langkah penelitian tersebut di visualisasikan dalam diagram alir berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### Variasi Keruntuhan

Pembuatan benda uji pada masing-masing variasi keruntuhan.

Tabel 3.1 Variasi Pembebanan Runtuhan

Benda uji	Kolom 100x100x500 (mm)				
	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm
Tebal jacket	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm
% pembebanan runtuh	100%	50%	60%	70%	80%
Jumlah benda uji	3	3	3	3	3

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melaksanakan penelitian ini didapat hasil dari hubungan kuat tekan terhadap kuat lentur balok beton bertulang tarik yang diberi pembebanan vertical. Dalam hal ini pengujian dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Dari hasil tersebut akan dibahas dan dibandingkan dengan hasil perhitungan analitis.

### Pemeriksaan Nilai Slump

Nilai slump yang direncanakan dalam penelitian ini ialah slump 75-150 mm. berikut adalah nilai slump yang diambil pada saat pengecoran kolom 100x100x500 (mm).

Tabel 4.1 Nilai Slump Kolom 100x100x500 (mm) dengan perencanaan slump 75-150 (mm)

Pengecoran	Nilai Slump [mm]
A	85
B	105
C	80
D	100
E	90

### Pengujian Kolom

Benda uji yang akan di uji yaitu Kolom 100x100x500 (mm) dan silinder 100x200 (mm) untuk pengujian kuat tekan. Untuk kolom 100x100x500 (mm) akan di uji dengan bervariasi pembebanan runtuh yaitu dengan keruntuhan 100%, 50%, 60%, 70%, dan 80%.

- Kapasitas Keruntuhan Kolom Berpenampang persegi

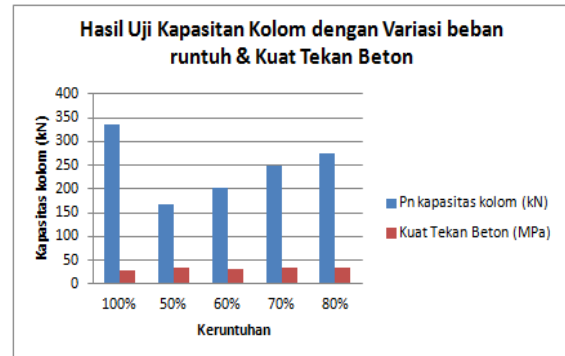
Tabel 4.2 Hasil Uji Kapasitas Kolom dengan Variasi Beban Runtuh.

Keruntuhan %	No Benda uji	Hasil pengujian Kolom		P rata-rata (kN)	P rata-rata (kg)	Hasil pengujian silinder		f <sub>c</sub> rata-rata (MPa)	f <sub>c</sub> rata-rata (kg/mm <sup>2</sup> )
		P (kN)	f <sub>c</sub> (MPa)			f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (kg/mm <sup>2</sup> )		
100%	A1	326,80		335,43	33543,33	29,37	29,59	2,96	
	A2	328,00				29,04			
	A3	351,30				30,37			
50%	B1	166,80		166,90	16690,00	33,42	34,33	3,43	
	B2	165,70				35,49			
	B3	168,20				34,07			
60%	C1	203,60		202,78	20278,00	32,75	32,16	3,22	
	C2	202,14				31,87			
	C3	202,60				31,86			
70%	D1	247,90		247,60	24760,00	35,79	35,41	3,54	
	D2	248,30				36,01			
	D3	246,60				36,43			
80%	E1	275,10		276,07	27606,67	34,53	34,55	3,43	
	E2	276,20				35,72			
	E3	276,90				34,73			

Pada Pengujian keruntuhan 100% nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{11}$ ) sebesar 335,43 kN, dan nilai rata-rata kuat tekan silinder ( $f_{c11}$ ) sebesar 29,59 MPa, Untuk nilai rata-rata keruntuhan 100% menjadi patokan untuk variasi keruntuhan yang lain. sehingga untuk keruntuhan 50% memiliki nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{21}$ ) sebesar 166,90 kN, tetapi untuk kuat tekan ( $f_{c21}$ ) mengalami pertambahan 4,74 MPa menjadi 34,33 MPa dari kuat tekan ( $f_{c11}$ ) = 29,59 MPa.

Kemudian untuk keruntuhan 60% nilai kapasitas beban aksial kolom ( $P_{31}$ ) Sebesar 202,78 kN, dan untuk kuat tekan beton ( $f_{c31}$ ) bertambah 2,57 MPa menjadi 32,16 MPa dari kuat tekan ( $f_{c11}$ ) = 29,59 MPa keruntuhan 100%. Selanjutnya untuk keruntuhan 70% nilai rata-rata beban aksial kolom ( $P_{41}$ ) sebesar 247,60 kN, untuk kuat tekan beton ( $f_{c41}$ ) bertambah 5,82 MPa menjadi

35,41 MPa, dari kuat tekan beton ( $f_{c11}$ ) = 29,59 MPa keruntuhan 100%. Dan untuk keruntuhan 80% memiliki nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{51}$ ) sebesar 276,07 kN, untuk kuat tekan beton ( $f_{c51}$ ) bertambah 4,75 MPa menjadi 34,33 MPa, dari kuat tekan beton ( $f_{c11}$ ) = 29,59 MPa keruntuhan 100%. Berdasarkan hasil tabel sebelumnya, maka hasil uji kapasitas kolom berpenampang persegi digambarkan dalam diagram batang berikut ini;



Gambar 4.1 Diagram Nilai Rata-rata Hasil Pengujian Kapasitas Kolo Dengan Variasi Keruntuhan dan Kuat Tekan Beton

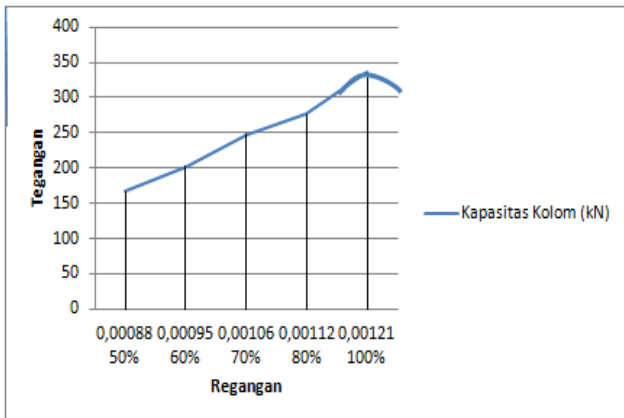
### Menganalisa Nilai Regangan yang Terjadi Pada Kolom yang Mengalami Keruntuhan

- Diketahui moduus elastisitas ( $E$ ) =  $4700 \sqrt{f'c}$ .
- Untuk kehancuran 100 %
- $P_n = 335,43 \text{ kN}$ ,  $f_c = 32,54 \text{ MPa} = 3,254 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$
- $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$
- $4700 \sqrt{32,54 \text{ MPa}} = 32,54 \text{ MPa} / \epsilon$
- $\epsilon = 0,00121$
- Untuk keruntuhan 50%
- $P_n = 166,9 \text{ kN}$ ,  $f_c = 17,16 \text{ MPa} = 1,716 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$
- $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$
- $4700 \sqrt{17,16 \text{ MPa}} = 17,16 \text{ MPa} / \epsilon$
- $\epsilon = 0,00088$
- Untuk keruntuhan 60%
- $P_n = 202,78 \text{ kN}$ ,  $f_c = 20,12 \text{ MPa} = 2,012 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$
- $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$
- $4700 \sqrt{20,12 \text{ MPa}} = 20,12 \text{ MPa} / \epsilon$
- $\epsilon = 0,00095$
- Untuk keruntuhan 70%
- $P_n = 247,6 \text{ kN}$ ,  $f_c = 24,79 \text{ MPa} = 2,479 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$
- $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$
- $4700 \sqrt{24,79 \text{ MPa}} = 24,79 \text{ MPa} / \epsilon$
- $\epsilon = 0,00106$
- Untuk keruntuhan 80%

-  $P_n = 276,07 \text{ kN}$ ,  $f_c = 27,46 \text{ MPa} = 2,746 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$   
 $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$   
 $4700 \sqrt{27,46 \text{ MPa}} = 27,46 \text{ MPa} / \epsilon$   
 $\epsilon = 0,00112$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Analitis Regangan yang Terjadi Pada Kolom yang Dibebeani Pembebanan Runtuh

Keruntuhan [%]	Tegangan [kN]	Elastisitas [ $\frac{N}{\text{mm}^2}$ ]	regangan
50%	166,9	$4700\sqrt{f'_c}$	0,00088
60%	202,78	$4700\sqrt{f'_c}$	0,00095
70%	247,6	$4700\sqrt{f'_c}$	0,00106
80%	276,07	$4700\sqrt{f'_c}$	0,00112
100%	335,43	$4700\sqrt{f'_c}$	0,00121



Gambar 4.2 Grafik Tegangan Regangan Kolom yang Telah Menerima Beban Variasi Keruntuhan.

### Menganalisa Kapasitas Beban Aksial Maksimum Kolom Beton Bertulang.

- Diketahui kolom berpenampang persegi dengan data sebagai berikut:
  - $f_y = 549,552$  (Hasil uji Laboratorium,  $\phi 8$ )
  - $A_{st} = 4 \times (\pi \times 8^2 / 4) = 201,06 \text{ mm}^2$
  - $A_g = 100 \times 100 = 10.000 \text{ mm}^2$
  - Kehancuran 100% (Sampel A)  $f'_c = 29,59 \text{ MPa}$  (kuat tekan silinder rata-rata)
  - Kehancuran 50% (Sampel B)  $f'_c = 34,33 \text{ MPa}$  (kuat tekan silinder rata-rata)
  - Kehancuran 60% (Sampel C)  $f'_c = 32,16 \text{ MPa}$  (kuat tekan silinder rata-rata)
  - Kehancuran 70% (Sampel D)  $f'_c = 35,41 \text{ MPa}$  (kuat tekan silinder rata-rata)
  - Kehancuran 80% (Sampel E)  $f'_c = 34,33 \text{ MPa}$  (kuat tekan silinder rata-rata)

### Penyelesaian:

Rumus menghitung kapasitas beban aksial maksimum kolom beton bersengkang sesuai dengan SNI 03-2847-2013, adalah:

$$P_{n(max)} = 1x\{0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\}$$

Sehingga kapasitas beban aksial maksimum ( $P_n$  maks) yang dapat dipikul kolom persegi ialah:

- Untuk keruntuhan 100% ( $f'_c = 29,59 \text{ MPa}$ )
  - $P_n \text{ maks} = 1x (0,85 \times 29,59 (10.000-201,06) + (549,552 \times 201,06))$
  - $P_n \text{ maks} = 356950,965 \text{ N} = 356,951 \text{ kN}$
- Untuk keruntuhan 50% ( $f'_c = 34,33 \text{ MPa}$ )
  - $P_n \text{ maks} = 1x (0,85 \times 34,33 (10.000-201,06) + (549,552 \times 201,06))$
  - $P_n \text{ maks} = 396430,89 \text{ N} = 396,431 \text{ kN}$
- Untuk keruntuhan 60% ( $f'_c = 32,16 \text{ MPa}$ )
  - $P_n \text{ maks} = 1x (0,85 \times 32,16 (10.000-201,06) + (549,552 \times 201,06))$
  - $P_n \text{ maks} = 378356,749 \text{ N} = 378,357 \text{ kN}$
- Untuk keruntuhan 70% ( $f'_c = 35,41 \text{ MPa}$ )
  - $P_n \text{ maks} = 1x (0,85 \times 35,41 (10.000-201,06) + (549,552 \times 201,06))$
  - $P_n \text{ maks} = 405426,32 \text{ N} = 405,426 \text{ kN}$
- Untuk keruntuhan 80% ( $f'_c = 34,33 \text{ MPa}$ )
  - $P_n \text{ maks} = 1x (0,85 \times 34,33 (10.000-201,06) + (549,552 \times 201,06))$
  - $P_n \text{ maks} = 396430,89 \text{ N} = 396,431 \text{ kN}$

Tabel 4.4 Hasil Analitis kapasitas Beban Aksial Kolom Beton Bertulang yang Mengalami Variasi Keruntuhan

Sampel	Hasil Analitis			
	Keruntuhan %	$P_n$ (maks) (N)	$P_n$ (maks) (kN)	K. $P_n$ (maks) (kN.%)
A	100	356950,97	356,951	356,951
B	50	396430,89	396,431	198,216
C	60	378356,75	378,357	227,014
D	70	405426,32	405,426	287,798
E	80	396430,89	396,431	317,145

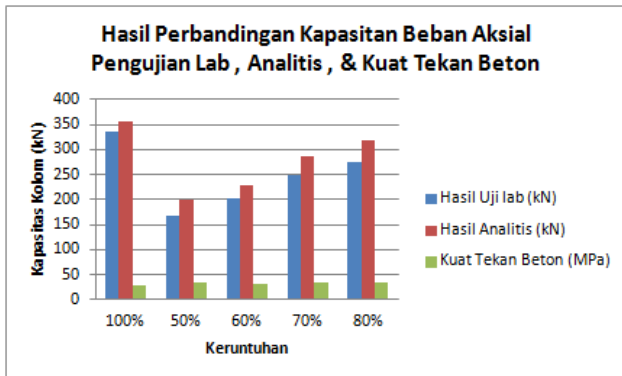
### Perbandingan Hasil Uji Analitis Kapasitas Beban Aksial Kolom dengan Hasil Uji Laboratorium

Pada kolom dengan Keruntuhan 100% memiliki nilai rata-rata kapasitas beban aksial hasil anlitis lebih besar 21,521 kN (6,029%) dari hasil uji lab. Kemudian untuk Kolom dengan keruntuhan 50% nilai rata-rata kapasitas beban aksial hasil analitis lebih besar 31,316 kN (15,799%) dari hasil uji lab. Selanjutnya untuk kolom dengan keruntuhan 60% nilai rata-rata kapasitas beban aksial hasil analitis lebih besar 24,234 kN (10,675%) dari hasil uji lab. Lalu untuk kolom dengan keruntuhan 70% nilai rata-rata kapasitas beban aksial hasil analitis lebih besar 40,198 kN (13,967%) dari hasil uji lab. Dan untuk kolom dengan keruntuhan 80% nilai rata-rata

kapasitas beban aksial hasil analitis lebih besar 41,075 kN (12,95%) dari hasil uji lab.

Tabel 4.5 Nilai Perbandingan Hasil Uji laboratorium, Analitis, dan Kuat Tekan Beton

Sampel	Keruntuhan	Uji Lab	Analitis	Kuat tekan
	%	kN	kN	MPa
A	100	335,43	356,951	29,59
B	50	166,9	198,216	34,33
C	60	202,78	227,014	32,16
D	70	247,6	287,798	35,41
E	80	276,07	317,145	34,33



Gambar 4.3 Diagram Perbandingan Kapasitas Beban Aksial Kolom Beton Bertulang

### Metode Concrete Jacketing

Concrete Jacketing adalah salah satu metode perkuatan struktur yang digunakan pada kolom bangunan yang bertujuan untuk memperbesar penampang kolom, sehingga kapasitas dari kolom tersebut bertambah.

### Pembesaran Kolom 100x100x500 (mm) dengan cara Metode Concrete Jacketing, sehingga Menjadi Kolom 150x150x500 (mm).

Untuk kolom 150mm x 150mm x 500mm berasal dari kolom 100mm x 100mm x 500mm yang telah mengalami variasi pembebanan keruntuhan yang kemudian diperbesar penampangnya dengan cara di tambahkan selimut beton sebesar 25mm di setiap sisinya. Sehingga menjadi kolom 150mm x 150mm x 500mm. Yang akan di uji kembali untuk mendapatkan hasil kapasitas maksimum dari variasi keruntuhan yang sebelumnya.

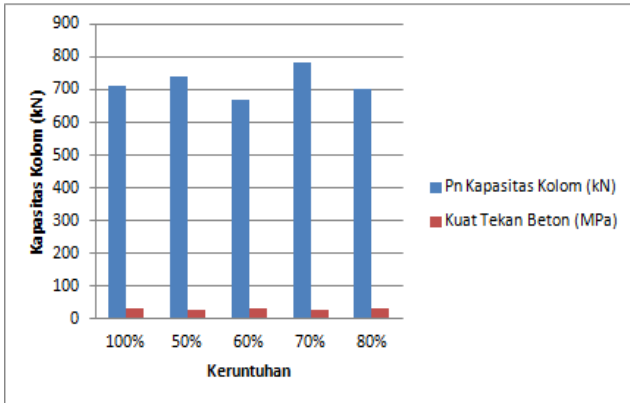
Berikut ini adalah tabel hasil uji kapasitas beban aksial maksimum kolom 100mm x 100mm x 500mm yang telah mengalami pembesaran penampang menjadi 150mm x 150mm x 500mm ;

Tabel 4.6 Hasil Uji Kapasitas Kolom yang Telah Mengalami Pembesaran Penampang

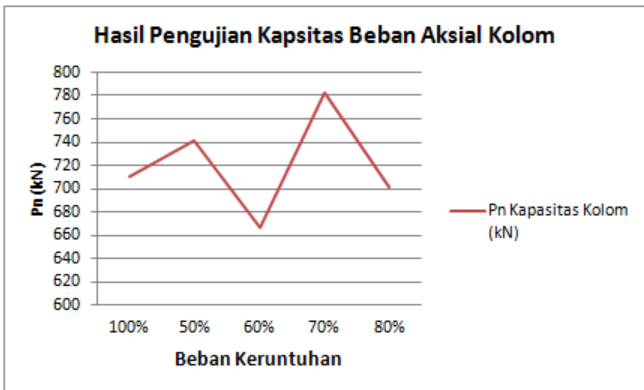
Keruntuhan (%)	No. Benda uji	hasil pengujian Kolom	P rata-rata (kN)	P rata-rata (kg)	Hasil pengujian standar	f'c rata-rata (MPa)	f'c rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
		P (kN)			f'c (MPa)		
100%	A1	689,2	710,8	73080	34,11	32,14	3,234
	A2	761,4			31,84		
	A3	681,8			30,48		
50%	B1	776,7	741	74100	29,76	26,34	2,634
	B2	708			27,23		
	B3	748,3			28,03		
60%	C1	661,3	667,2	68716,7	31,84	31,97	3,197
	C2	573,7			32,12		
	C3	768,5			31,95		
70%	D1	731,1	782,8	78280	31,32	28,73	2,873
	D2	770,1			29,35		
	D3	847,2			28,55		
80%	E1	604,8	701,6	70160	31,63	31,53	3,153
	E2	690,7			31,34		
	E3	809,2			31,63		

Pada kolom berpenampang 150mm x 150mm x 500mm dengan keruntuhan 100% , pada saat menggaami pembebanan full, nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{12}$ ) sebesar 710,8 kN, dan nilai rata-rata kuat tekan beton ( $f'_{c12}$ ) sebesar 32,14 MPa. Selanjutnya untuk kolom dengan keruntuhan 50% nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{22}$ ) meningkat sebesar 30,2 kN (4,076%) menjadi 741 kN dari nilai rata-rata kapasitas kolom dengan keruntuhan 100%, Sedangkan untuk kuat tekan betonnya ( $f'_{c22}$ ) menurun sebesar 5,8 MPa (18,04%) menjadi 26,34 MPa. Sedangkan untuk kolom dengan keruntuhan 60% nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{32}$ ) menurun sebesar 73,83 kN (9,96%) menjadi 667,17 kN dari nilai rata-rata kapasitas kolom dengan keruntuhan 50%, Sedangkan untuk kuat tekan betonnya ( $f'_{c32}$ ) naik sebesar 5,63 MPa (17,61%) menjadi 31,97 MPa. Kemudian untuk kolom dengan keruntuhan 70% nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{42}$ ) bertambah 115,63 kN (14,77%) menjadi 782,8 kN dari nilai rata-rata kapasitas kolom dengan keruntuhan 60%, dan untuk kuat tekan betonnya ( $f'_{c42}$ ) lebih kecil 3,24 MPa (10,14%) yaitu 28,73 MPa. Selanjutnya untuk kolom dengan keruntuhan 80% nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_{52}$ ) berkurang 81,2 kN (10,37%) menjadi 701,6 kN dari kolom dengan keruntuhan 70%, sedangkan untuk kuat tekan beton ( $f'_{c52}$ ) lebih besar 2,8 MPa (8,88%) yaitu 31,53 MPa.

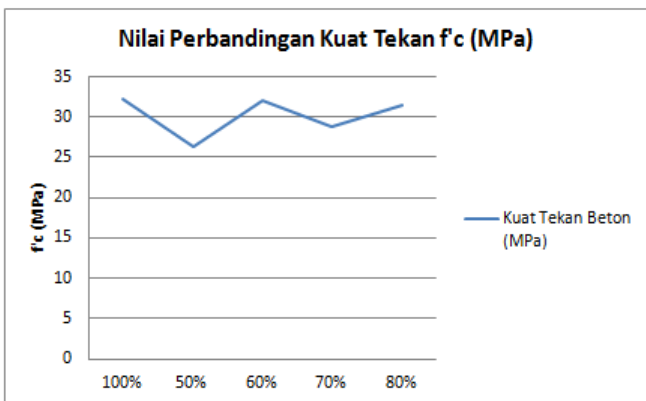
Berdasarkan hasil tabel sebelumnya, maka hasil uji kapasitas kolom 150mm x 150mm x 500mm. Digambarkan dalam diagram berikut:



Gambar 4.4 Diagram Hasil Uji Kapasitas Kolom yang Telah Diperbesar Penampangnya Menggunakan Metode *Concrete Jacketing*



Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kapasitas Beban Aksial Kolom 150x150x500 (mm) yang Telah Mengalami Pengujian Hingga Kehancuran full



Gambar 4.6 Nilai Kuat Tekan Beton Silinder Untuk Kolom 150x150x500 (mm)

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk Bangunan kolom beton bertulang yang mengalami keruntuhan 50% dan 70% masih dapat digunakan kembali bila kolom beton bertulang tersebut diperbesar penampangnya menggunakan metode *Concrete Jacketing*, karena kapasitas yang dihasilkan dari kolom dengan keruntuhan tersebut masih mengalami kenaikan yang cukup pesat. Hal ini dilihat dari besarnya perbedaan kapasitas kolom yang dihasilkan dari kolom dengan keruntuhan 100% atau kolom sudah tidak mampu menahan beban aksial.
2. Sedangkan untuk kolom beton bertulang dengan kehancuran 80% sudah tidak layak digunakan kembali, karena kapasitas yang dihasilkan dari kolom keruntuhan 80% tidak mengalami kenaikan yang cukup pesat, melainkan kapasitas yang didapatkan sama dengan kolom dengan keruntuhan 100%.
3. Dan untuk Kolom beton bertulang dengan keruntuhan 60% didalam penelitian kapasitas yang didapat mengalami penurunan. Sedangkan untuk kuat tekan betonnya memiliki kuat tekan yang direncanakan.
4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa batas keruntuhan bangunan yang dapat digunakan kembali atau merubah fungsi dari bangunan. Adalah dengan batas keruntuhan maksimum yaitu keruntuhan 70%.

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai metode *concrete jacketing* yaitu dengan cara, variasi tebal selimut beton, ataupun variasi tulangan, dan variasi mutu beton yang akan di bebani variasi keruntuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifi Soenaryo, M.Taufik H dan Hendra Siswanto, 2009, *Perbaikan Kolom Beton Bertulang menggunakan Concrete Jacketing dengan Prosentase Beban Runtuh yang Bervariasi*, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 3, No.2, 2009. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Skripsi Ferbianti Kumaseh “ *Pengaruh Jarak Sengakang Terhadap Kapasitas Beban Aksial Maksimum Kolom Beton BerpenampangLingkaran & Segi Empat*”.
- Buku struktur beton bertulang (Istimawan Dipohusodo, 1994).
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2834-2000 tentang “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.*”
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2847-2013 tentang “*Persyaratan beton struktur untuk bangunan gedung.*” Hal 17,25,56,75,78
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2976-1995 tentang “*Tata cara pengadukan dan pengecoran beton.*” Hal 1
- McCormac, Jack C, 2003. *Desain Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta, Jilid 1, hal 275.
- Troxell, G.E. et all, *Composition and Properties of Concrete*, Second Edition, Mc Graw-Hill BookCompany, New York, 1986.
- SK SNI T-15-1991-03 “*Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*”. Hal 1,3.
- Nawy.E.G, 1990. *Beton bertulang (suatu Pendekatan Dasar)*, PT. Eresco, Bandung
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-1974-1990 tentang “*Metode Pengujian Kuat Tekan*”.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 07-2052-2002 tentang “*Baja Tulang beton*”
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2847-2002 tentang “ *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*”
- Tjokrodinuljo, K., 2003, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univeritas Gadjah Mada, Yogyakarta