

## PENGARUH VARIASI LUAS PIPA PADA ELEMEN KOLOM BETON BERTULANG TERHADAP KUAT TEKAN

Laris Parningotan Situmorang, H. Manalip, Banu Dwi Handono  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

### ABSTRAK

Penggunaan pipa PVC pada kolom karena tuntutan estetika seperti menyembunyikan pipa instalasi air bersih, pipa saluran pembuangan maupun instalasi listrik sering dilakukan penambahan lubang (rongga) pada kolom. Penambahan lubang (rongga) tersebut mengakibatkan terjadi pengurangan luas penampang kolom yang akan mempengaruhi kekuatan tekan kolom. Hal ini sering luput dari perhatian pihak perencana maupun pihak pelaksana karena menganggap penambahan lubang (rongga) tersebut adalah hal sepele. Namun jika tidak direncanakan dan dilaksanakan sesuai prosedur, penambahan lubang (rongga) tersebut bisa berakibat fatal terhadap bangunan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan kapasitas beban aksial akibat penambahan pipa PVC pada kolom. Pengujian dilakukan dengan skala laboratorium, dengan umur perawatan 28 hari. Benda uji menggunakan kolom 150x150x500(mm), dengan variasi luas lubang 2%, 4%, dan 6% terhadap luas penampang kolom. Pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder 100/200(mm), dengan perencanaan mutu beton ( $f_c$ ) 20 Mpa. Tulangan yang digunakan untuk tulangan longitudinal menggunakan  $\phi 8$  dan untuk tulangan sengkang  $\phi 6$ . Perencanaan slump ditetapkan ialah 75-150 mm. Hasil pengujian menyatakan bahwa penambahan pipa PVC pada kolom yang mengakibatkan pengurangan luas penampang kolom akan berpengaruh terhadap kapasitas beban aksial. Dimana semakin besar lubang pada kolom semakin berkurang kapasitas beban aksialnya. Kolom dengan variasi luas lubang 2% terhadap luas penampang kolom mengalami penurunan kapasitas beban aksial sebesar 1,18%. Kolom dengan variasi luas lubang 4% terhadap luas penampang kolom mengalami penurunan kapasitas beban aksial sebesar 2,52%. Dan untuk variasi luas lubang 6% terhadap luas penampang kolom mengalami penurunan kapasitas beban aksial sebesar 4,34%.

Kata kunci : pipa PVC, luas penampang kolom, kapasitas beban aksial

### 1. Pendahuluan

#### Latar Belakang

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal. Tanpa menghilangkan peran dari komponen struktur lainnya, kolom merupakan elemen struktur yang memegang peranan paling penting dari suatu bangunan, sehingga kegagalan pada suatu kolom dapat menyebabkan kegagalan seluruh bangunan. Kolom diusahakan tidak ada cacat, baik itu karena tidak tercetak sempurna, tidak sesuai ukuran yang seharusnya, maupun kolom yang berongga-rongga. Karena akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan kolom itu sendiri. Dalam dunia teknik sipil terdapat tuntutan estetika seperti menyembunyikan pipa instalasi air bersih, pipa saluran pembuangan maupun instalasi listrik. Maka dari itu, dilakukanlah penambahan lubang (rongga) pada kolom. Penambahan lubang (rongga) tersebut mengakibatkan terjadinya pengurangan luas penampang kolom yang akan mempengaruhi kekuatan tekan kolom. Hal ini sering luput dari perhatian pihak perencana maupun pihak pelaksana karena penambahan lubang (rongga) dianggap bukanlah hal

yang penting. Namun jika tidak direncanakan dan dilaksanakan sesuai prosedur, penambahan lubang (rongga) tersebut bisa berakibat fatal terhadap bangunan tersebut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diperiksa seberapa besar pengaruh lubang (rongga) terhadap kapasitas kuat tekan aksial kolom tersebut,

#### Rumusan Masalah

Dengan adanya permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka dalam penelitian ini akan diteliti: seberapa besar pengaruh lubang (rongga) terhadap kapasitas kuat tekan aksial kolom.

#### Batasan Masalah

1. Bahan pembentuk beton sebagai berikut:
  - a. Semen Portland
  - b. Agregat halus yang dipakai yaitu pasir dari Amurang
  - c. Agregat kasar yang dipakai yaitu kerikil dari Kemma

- d. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Beton, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
2. Benda uji yang digunakan berbentuk segi empat dengan ukuran 150x150x500 (mm) dengan selimut beton 25 mm.
3. Tulangan memanjang / longitudinal yang digunakan  $\phi 8$  mm.
4. Tulangan sengkang yang digunakan  $\phi 6$  mm.
5. Kolom hanya menerima beban aksial, sedangkan momen dan pengaruh eksentrisitas tidak diperhitungkan.
6. Pipa yang digunakan adalah pipa PVC tipe AW.
7. Pipa diletakkan ditengah-tengah penampang kolom.
8. Diameter pipa PVC yang akan digunakan  $\frac{1}{2}$  ", 1 ", 1  $\frac{1}{4}$  " dengan asumsi besar luas pipa PVC tersebut adalah sebesar 2% ,4% dan 6% dari luas penampang kolom.
9. Mutu beton yang direncanakan 20 MPa.
10. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 28 hari.
11. Perhitungan komposisi campuran beton sesuai SNI Beton 03-2834-2000

#### *Tujuan Penelitian*

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah : untuk mengetahui pengaruh lubang (rongga) terhadap kapasitas kuat tekan aksial.

#### *Manfaat Penelitian*

Dengan dilakukan penelitian ini, diharapkan dapat memberi manfaat yaitu:

1. Memberikan pemahaman bahwa penggunaan lubang (rongga) pada kolom tidak dilakukan dengan sembarang tetapi harus direncanakan.
2. Hasil penelitian ini bisa menjadi sumber informasi tentang penggunaan lobang pada kolom

## **2. Landasan Teori**

### *Pengertian Beton*

Yang dimaksud dengan beton adalah campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan (Jack C. McCormac. 2001).

### *Sifat Beton*

Sifat beton perlu diketahui untuk mendapatkan mutu beton yang diharapkan sesuai dengan tuntutan konstruksi dan umur bangunan yang bersangkutan. Pada saat segar atau sesaat setelah di cetak, beton bersifat plastis dan mudah dibentuk. Sedangkan pada saat keras, beton memiliki kekuatan yang cukup untuk menerima beban.

### *Material Pembentuk Beton*

1. Semen. Portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan berupa silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Bahan baku pembuat semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silikat, alumina, oksida, besi dan oksida lainnya.
2. Agregat. Agregat terdiri dari campuran agregat halus dan kasar, biasanya pasir untuk agregat halus dan kerikil atau batu pecah untuk agregat kasar. Dalam SNI 03-2847-2002 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu bahan pengikat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan.
3. Air. Didalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan. Air yang dipergunakan untuk membuat beton harus terbebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan garam-garam lain.

### *Faktor Air Semen*

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen seperti pada persamaan :

$$FAS = Ww / Wc$$

Dimana : Ww = berat air; Wc = berat semen

Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara bagian bagian semen sedikit sehingga jarak antara butiran butiran semen pendek.

### *Berat Volume Beton*

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Berat volume beton dipengaruhi oleh bentuk agregat, gradasi agregat, berat jenis agregat, ukuran maksimum agregat, karena berat volume beton tergantung pada berat volume agregat. Berat volume beton ini semuanya berada dalam keadaan kering udara.

### *Beton Bertulang*

Beton bertulang merupakan beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja (SNI 03-2847-2013 Pasal 2.2 )

### Baja Tulangan

Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami retak-retak. Untuk itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam suatu sistem struktur, perlu dibantu dengan memberinya perkuatan yang terutama akan mengemban tugas menahan gaya tarik yang bakal timbul di dalam sistem.

### 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 :

1. 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  $(w_c)^{1.5} 0,043 f'c^{0.5}$  (dalam MPa). Untuk beton normal  $E_c$  dapat diambil sebesar  $4700.f'c^{0.5}$ .
2. Modulus elastisitas  $E_s$  untuk tulangan non-prategang boleh diambil sebesar  $200.000 \text{ MPa}$ .
3. Modulus elastisitas  $E_s$  untuk beton prategang ditentukan melalui pengujian atau dari pabrik.

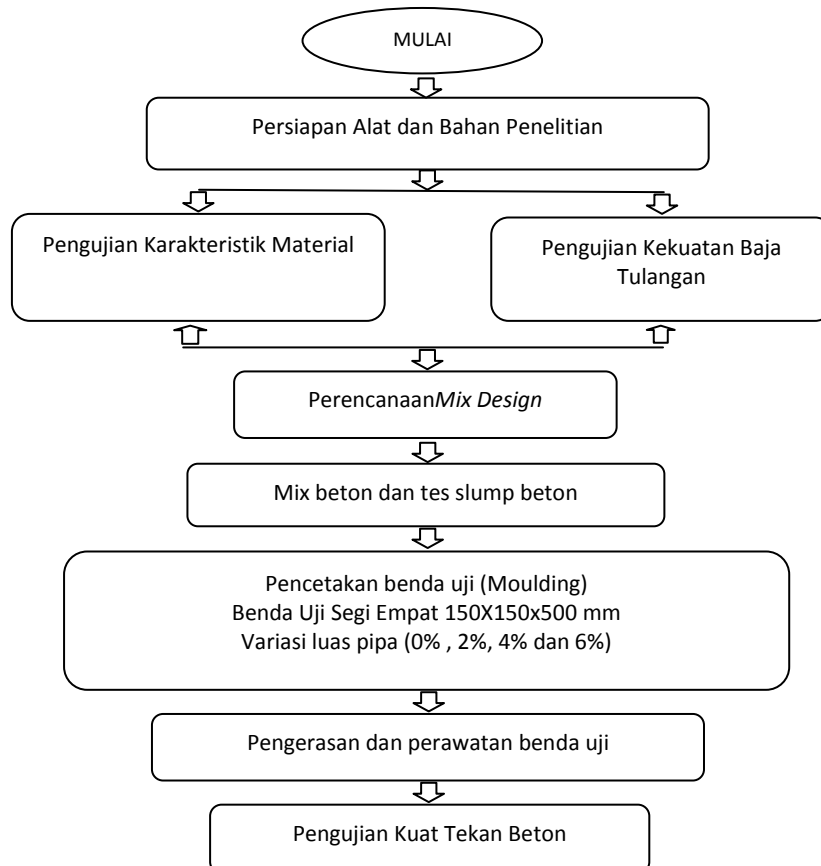
### Kekuatan Tekan Beton (Compressive Strength)

Kekuatan tekan beton didefinisikan sebagai tegangan yang terjadi dalam benda uji pada pemberian beban hingga benda uji tersebut hancur. Pengukuran kuat tekan beton didasarkan pada SK SNI M 14 -1989 F (SNI 03-1974-1990). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai  $1000 \text{ kg/cm}^2$  atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Tjokrodimulyo, 1995) :

1. Pengaruh mutu semen portland.
2. Pengaruh dari perbandingan adukan beton.
3. Pengaruh air untuk membuat adukan
4. Pengaruh umur beton.
5. Pengaruh waktu pencampuran.
6. Pengaruh perawatan.
7. Pengaruh bahan campuran tambahan.

### 3. Pelaksanaan Penelitian

Langkah- langkah untuk perencanaan akan di jelaskan dalam diagram alir pada gambar berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Kegiatan Penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### Pemeriksaan Nilai Slump

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui *workability* campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan nilai slump. Nilai slump merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil. Nilai slump yang diambil pada saat pengecoran kolom 100mm x 100mm x 500 mm ditampilkan pada Tabel 1.

##### Pengujian Kolom

Benda uji yang akan di uji yaitu kolom 150 mm x 150 mm x 500 mm dan silinder 100 mm x 200 mm untuk pengujian kuat tekan. Untuk kolom 150 mm x 150 mm x 500 mm akan di uji dengan memvariasikan luas lobang (rongga) dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6% terhadap luas penampang kolom atau dengan menggunakan pipa pvc dengan diameter 0 inch, ½ inch, 1 inch, dan 1 ¼ inch. Pada Pengujian kolom utuh atau tanpa lobang (rongga) nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_1$ ) sebesar

587,15 kN dan nilai rata-rata kuat tekan silinder ( $f'_{c1}$ ) sebesar 22,74 MPa. Untuk nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom utuh ( $P_1$ ) atau tanpa lobang (rongga) menjadi patokan untuk perbandingan terhadap variasi luas lobang. Pengujian kolom dengan variasi luas lobang (rongga) 2% terhadap luas penampang kolom, nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_2$ ) sebesar 573,45 kN dan nilai rata-rata kuat tekan silinder ( $f'_{c2}$ ) sebesar 23,73 MPa. Pada variasi ini kapasitas beban aksial menurun sebesar 23,7 kN. Untuk pengujian kolom dengan variasi luas lobang (rongga) 4% luas penampang kolom nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_3$ ) sebesar 549,82 kN, dan nilai rata-rata kuat tekan silinder ( $f'_{c3}$ ) sebesar 23,44 MPa. Pada variasi ini kapasitas beban aksial menurun sebesar 47,328 kN. Dan untuk pengujian kolom dengan variasi luas lobang (rongga) 6% luas penampang kolom nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom ( $P_4$ ) sebesar 516,95 kN, dan nilai rata-rata kuat tekan silinder ( $f'_{c4}$ ) sebesar 22,71 MPa. Pada variasi ini kapasitas beban aksial menurun sebesar 80,2 kN.

Tabel 1. Nilai Slump Kolom 150 mm x 150 mm x 500 mm Dengan Perencanaan Slump 75 – 150 mm

Pengecoran	Nilai Slump (mm)
A	115
B	105
C	110
D	100

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Kapasitas Kolom Berpenampang Persegi

Diameter pipa [Inch]	No.Benda Uji	Hasil pengujian Kolom P [Kn]	P rata-rata [kN]	P rata-rata [kg]	Kuat Tekan Silinder $f'c$ [Mpa]	$f_c$ rata-rata [Mpa]	$f_c$ rata-rata [kg/cm <sup>2</sup> ]
0	A1	593,6	597,15	59715	21,55	22,7425	227,425
	A2	580,25			22,7		
	A3	604,48			24,24		
	A4	610,27			22,48		
1/2"	B1	582,6	573,45	57345	23,06	23,7375	237,375
	B2	569,7			22,04		
	B3	587,9			25,24		
	B4	553,6			24,61		
1 "	C1	520,38	549,8225	54982,25	26	23,445	234,45
	C2	530,61			22		
	C3	587,9			24,51		
	C4	560,4			21,27		
1 1/4 "	D1	544,41	516,95	51695	25,45	22,715	227,15
	D2	498,27			23,1		
	D3	558,55			22,81		
	D4	466,57			19,5		



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kapasitas Beban Aksial Kolom Segi Empat 150 x 150 x 100 mm

*Perhitungan Kapasitas Beban Aksial Kolom Beton Bertulang*

Menurut SNI Beton 03-2847-2013 pasal.10.3.6.2 rumus untuk kapasitas beban aksial maksimum pada komponen struktur non-prategang dengan jumlah pengikat (sengkang), adalah :

$$Pn_{(max)} = 0,8 \{0,85f_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\}$$

Karena menggunakan perhitungan skala lab maka, faktor reduksi diabaikan sehingga menjadi :

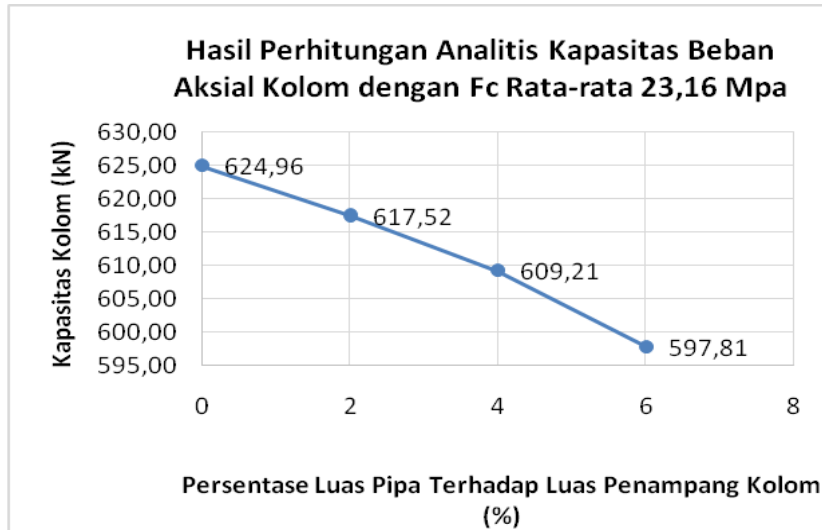
$$Pn_{(max)} = 1x \{0,85f_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\}$$

Penelitian ini menggunakan variasi luas lobang (rongga) terhadap luas penampang kolom. Untuk mendapatkan luas lobang tersebut digunakan pipa pvc dengan diameter pipa yang dibutuhkan. Jadi kapasitas beban aksial menjadi :

$$Pn_{(max)} = 1x \{0,85f_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st} + fpAp\}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Analitis Kapasitas Beban Aksial Kolom Beton Bertulang dengan f'c Rata-rata 23,16 MPa

Sampel	Hasil Analitis													
	f'c	Ag	Ac	Ast	Apipa	Ahole	D	Fy	fpipa	Pbeton	Ppipa	Ptulangan	Pn (maks)	Pn (maks)
	(Mpa)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(Mpa)	(Mpa)	(N)	(N)	(N)	(N)	(kN)
A	23,16	22500,00	22198,29	301,71	0,00	0,00	8,00	622,98	0,98	436995,45	0,00	187961,97	624957,42	624,96
B	23,16	22500,00	21818,00	301,71	53,30	380,29	8,00	622,98	0,98	429509,15	52,24	187961,97	617523,35	617,52
C	23,16	22500,00	21393,71	301,71	97,43	804,57	8,00	622,98	0,98	421156,66	95,48	187961,97	609214,11	609,21
D	23,16	22500,00	20812,29	301,71	141,40	1386,00	8,00	622,98	0,98	409710,66	138,57	187961,97	597811,19	597,81



Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan Analitis Kapasitas Beban Aksial Kolom Segi Empat 150 x 150 x 500 mm

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

Nilai rata-rata kapasitas beban aksial pada kolom utuh, hasil analitis lebih besar 27,81 kN (4,449%) dari hasil uji laboratorium. Kemudian untuk kolom dengan variasi luas lubang 2% terhadap luas penampang kolom (diameter pipa 0,5 Inch), nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom hasil analitis lebih besar 44,07 kN (7,137%) dari hasil uji laboratorium. Selanjutnya untuk kolom dengan variasi luas lubang 4% terhadap luas penampang kolom (diameter pipa 1 Inch), nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom hasil analitis lebih besar 59,38 kN (9,749%) dari hasil uji laboratorium. Dan kolom dengan variasi luas pipa 6% terhadap luas penampang kolom (diameter pipa 1 ¼ Inch), nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom hasil analitis lebih besar 80,86 kN (13,526%) dari hasil uji laboratorium.

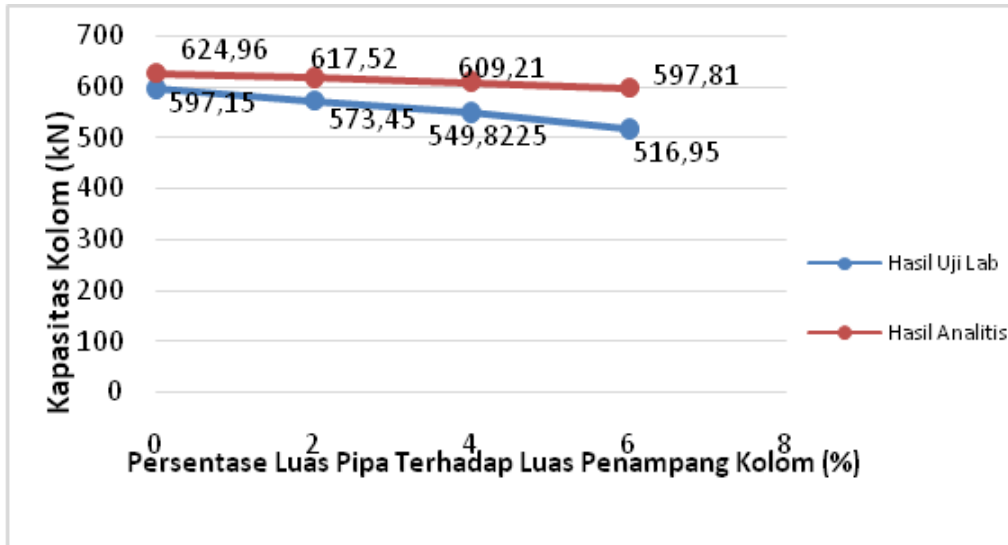
*Perubahan Luas Penampang Beton (Ac) Terhadap Kapasitas Kolom*

Perubahan luas penampang beton (Ac) pada setiap variasi menyebabkan perubahan kapasitas beban

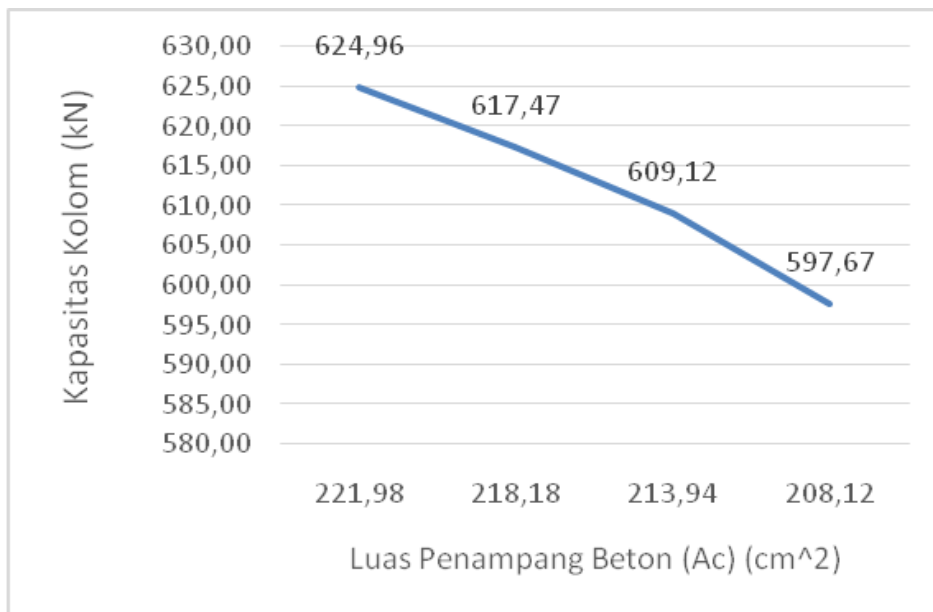
aksial. Penampang kolom utuh dengan luas penampang beton (Ac) sebesar 221,98 cm<sup>2</sup>, kapasitas beban aksialnya 624,96 kN. Kolom dengan variasi luas lubang (rongga) 2% terhadap penampang kolom mempunyai luas penampang beton (Ac) sebesar 218,18 cm<sup>2</sup>, kapasitas beban aksialnya menjadi 617,47 kN. Pada variasi ini luas penampang beton (Ac) mengalami penurunan sebesar 3,77 cm<sup>2</sup> dan mengalami penurunan beban aksial sebesar 7,49 kN. Kolom dengan variasi luas lubang (rongga) 4% terhadap penampang kolom mempunyai luas penampang beton (Ac) sebesar 213,94 cm<sup>2</sup>, kapasitas beban aksialnya menjadi 609,12 kN. Pada variasi ini luas penampang beton (Ac) mengalami penurunan sebesar 4,24 cm<sup>2</sup> dan mengalami penurunan beban aksial 15,84 kN. Kolom dengan variasi luas lubang (rongga) 6% terhadap penampang kolom mempunyai luas penampang beton (Ac) sebesar 208,12 cm<sup>2</sup>, kapasitas beban aksialnya menjadi 597,67 kN. Pada variasi ini luas penampang beton (Ac) mengalami penurunan sebesar 10,05 cm<sup>2</sup> dan mengalami penurunan beban aksial 27,29 kN.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Uji Laboratorium Dengan Perhitungan Analitis

Sampel	Persentase Luas (%)	Uji Lab. (kN)	Analitis (kN)	Persentase Perbedaan Analitis Terhadap Lab. (%)
A	0	597,15	624,96	4,449
B	2	573,45	617,52	7,137
C	4	549,8225	609,21	9,749
D	6	516,95	597,81	13,526



Gambar 4. Grafik Hasil Perbandingan Kapasitas Beban Aksial Kolom Pengujian Lab. dengan Hasil Perhitungan Analitis



Gambar 5. Grafik Perubahan Luas Penampang Beton (Ac) Terhadap Kapasitas Kolom

#### Kuat Tekan Pipa PVC

Setiap variasi pipa PVC memberikan kuat tekan yang berbeda. Kolom utuh yang tidak menggunakan pipa PVC, tidak mendapat tambahan kuat tekan dari pipa PVC. Kolom dengan variasi luas lubang 2% terhadap luas penampang atau memakai pipa PVC dengan diameter ½ inch memberikan tambahan kuat 0,05 kN atau memberi kontribusi 0,00845% terhadap kapasitas beban aksial. Kolom dengan variasi luas lubang 4% terhadap luas penampang atau memakai pipa PVC dengan diameter 1 inch memberikan tambahan kuat 0,1 kN atau memberi kontribusi 0,01565% terhadap

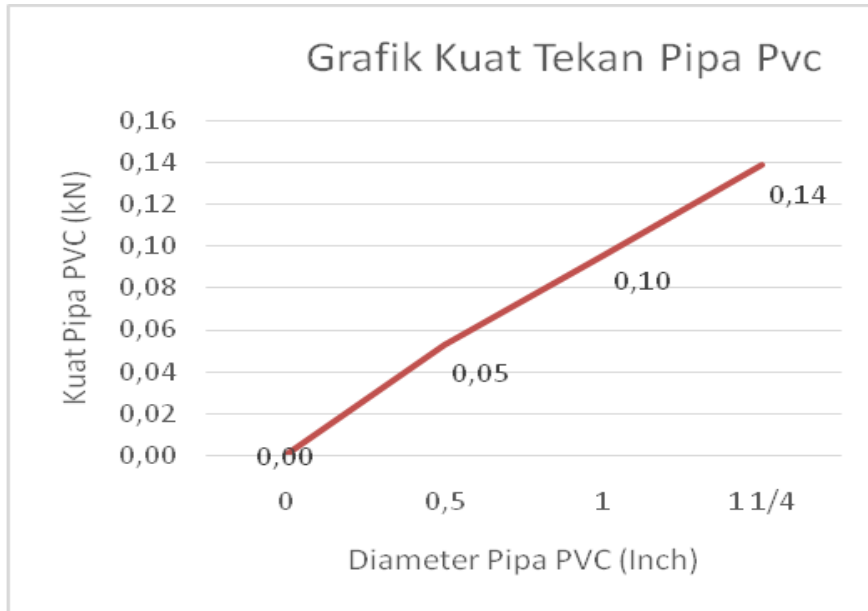
kapasitas beban aksial. Kolom dengan variasi luas lubang 6% terhadap luas penampang atau memakai pipa PVC dengan diameter 1 ¼ inch memberikan tambahan kuat 0,14 kN atau memberi kontribusi 0,0231% terhadap kapasitas beban aksial.

#### Perbandingan Kapasitas Beban Aksial Kolom Akibat Luas Penampang Beton (Ac) dan Luas Penampang Beton (Ac) ditambah Pipa PVC

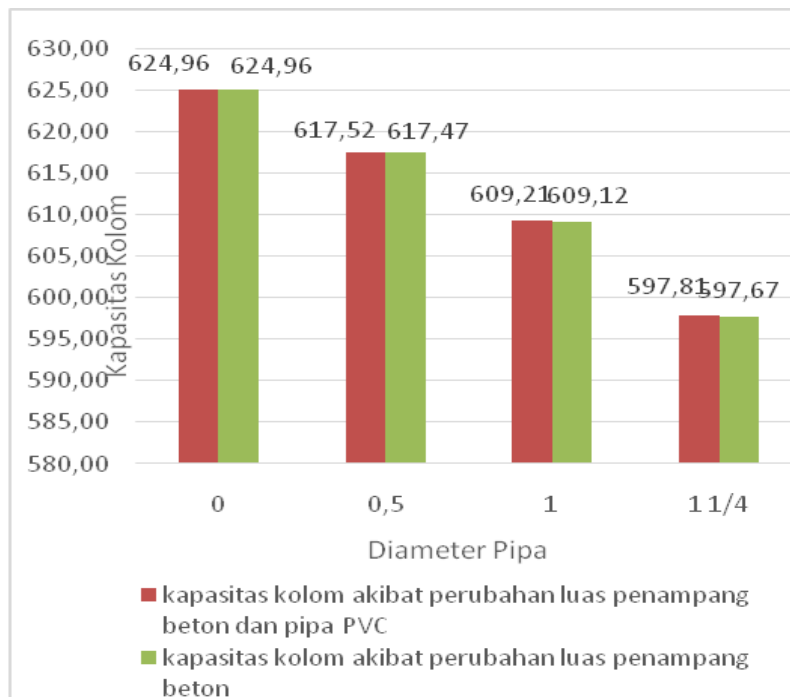
Kapasitas beban aksial kolom utuh yang diakibatkan perubahan luas penampang beton (Ac) sebesar 624,96 kN. Kolom dengan variasi luas lubang (rongga) 2%

terhadap luas penampang kolom, kapasitas beban aksial yang diakibatkan luas penampang beton ( $A_c$ ) sebesar 617,47 kN. Sedangkan yang diakibatkan pipa PVC, kapasitas beban aksialnya 617,52 kN. Kolom dengan variasi luas lubang (rongga) 4% terhadap luas penampang kolom, kapasitas beban aksial yang diakibatkan luas penampang beton ( $A_c$ ) sebesar 609,12

kN. Sedangkan yang diakibatkan pipa PVC, kapasitas beban aksialnya 609,21 kN. Kolom dengan variasi luas lubang (rongga) 6% terhadap luas penampang kolom, kapasitas beban aksial yang diakibatkan luas penampang beton sebesar 597,67 kN. Sedangkan yang diakibatkan pipa PVC, kapasitas beban aksialnya 597,81 kN.



Gambar 6. Grafik Kuat Tekan Pipa PVC



Gambar 7. Grafik Pengaruh Kuat Pipa Terhadap Kapasitas Beban Aksial



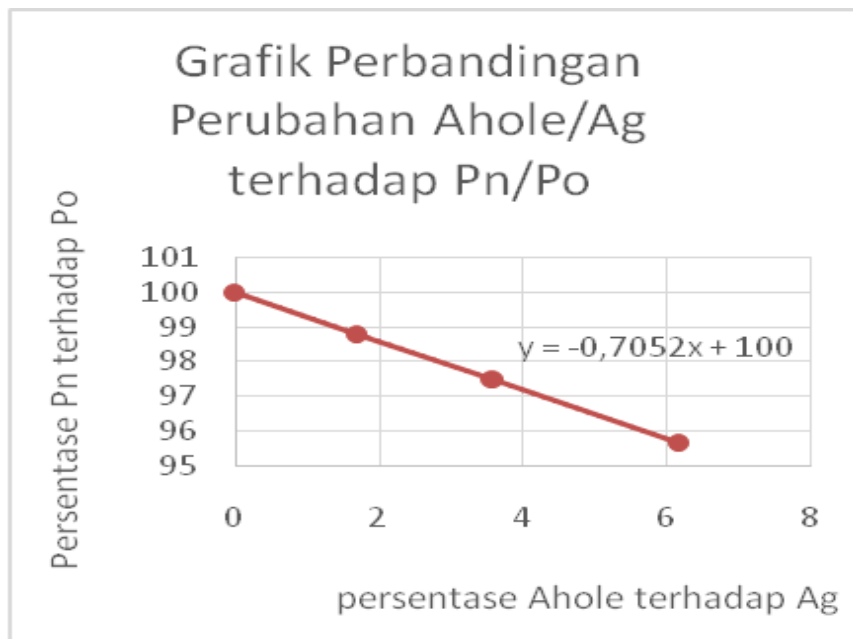
*Perbandingan Luas Lubang terhadap Luas Bruto Penampang Kolom terhadap Kapasitas Beban Aksial Kolom*

Kapasitas beban aksial kolom utuh persegi dengan ukuran 150 x 150 x 500 (mm) yang menjadi perbandingan terhadap kapasitas beban aksial kolom untuk masing-masing variasi luas lubang (rongga) 2%, 4%, 6% terhadap luas penampang kolom. Dari grafik di atas, didapat persamaan  $y = -0,7052x + 100$ . Untuk mendapatkan kapasitas beban aksial kolom dengan variasi lainnya digunakan  $y = P_n/P_o$  dan  $x = A_{hole}/A_g$ . Dimana semakin berkurangnya luas penampang kolom yang diakibatkan penggunaan pipa PVC, akan mengakibatkan pengurangan kapasitas beban aksial kolom tersebut. Dengan setiap penambahan 1% luas lubang terhadap luas penampang kolom akan mengakibatkan pengurangan kapasitas beban aksial kolom sebesar 0,7052 %.

*Perbandingan Luas Pipa terhadap Luas Penampang Lubang terhadap Kapasitas Beban Aksial Kolom*

Kapasitas beban aksial kolom utuh persegi dengan ukuran 150 x 150 x 500 (mm) menjadi perbandingan

terhadap kapasitas beban aksial kolom untuk masing-masing variasi luas lubang (rongga) 2%, 4%, 6% terhadap luas penampang kolom. Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara luas pipa terhadap luas lubang terhadap kapasitas beban aksial. Dimana kolom dengan diameter pipa 1/2 inch, persentase perbandingan luas pipa terhadap luas lubang sebesar 14,01% dan kapasitas kolom berkurang sebesar 1,18%. Kolom dengan diameter pipa 1 inch, persentase perbandingan luas pipa terhadap luas lubang sebesar 12,109% dan kapasitas kolom berkurang sebesar 2,52%. Kolom dengan diameter pipa 1 1/4 inch, perbandingan luas pipa terhadap luas lubang sebesar 10,201% dan kapasitas kolom berkurang sebesar 4,34%. Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai perbandingan luas pipa terhadap luas lubang, kapasitas beban aksialnya menjadi semakin besar. Dengan setiap penambahan 1% luas pipa terhadap luas lubang akan mengakibatkan penambahan 0,8628 % kapasitas beban aksial kolom.



Dengan :

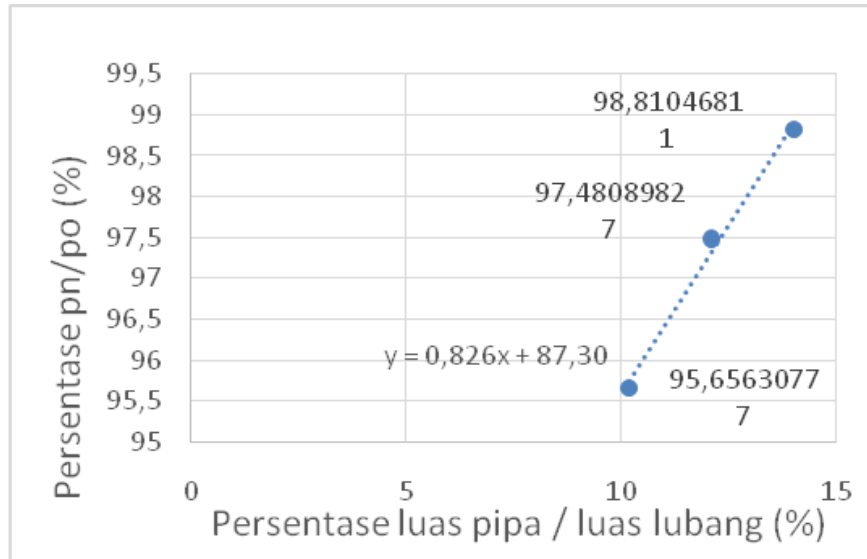
Ahole = Luas lubang pada kolom (mm<sup>2</sup>)

Ag = Luas bruto penampang kolom (mm<sup>2</sup>)

Pn = Kapasitas beban aksial pada kolom utuh (kN)

Po = Kapasitas beban aksial pada setiap kolom yang memiliki lubang (kN)

Gambar 8. Grafik Perbandingan Perubahan Ahole/Ag terhadap Pn/Po



Gambar 9. Grafik Perbandingan A pipa / A lubang terhadap Pn/Po

## 5. Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

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

1. Lubang pada kolom beton bertulang mengakibatkan penurunan kapasitas beban aksial.
2. Kolom utuh persegi penampang 150 x 150 x 500 (mm) mempunyai kapasitas beban aksial 587,15 kN. Kemudian kolom dengan variasi luas lubang 2% terhadap luas penampang kolom mengalami penurunan kapasitas beban aksial sebesar 1,18%. Kolom dengan variasi luas lubang 4% terhadap luas penampang kolom mengalami penurunan kapasitas beban aksial sebesar 2,52%. Dan untuk variasi luas

lubang 6% terhadap luas penampang kolom mengalami penurunan kapasitas beban aksial sebesar 4,34%. Kemudian untuk variasi lain dapat dihitung dengan persamaan  $y = -0,7052X + 1$ , dengan  $y$  = kapasitas beban aksial kolom berlubang / kapasitas beban aksial kolom utuh dan  $x$  = luas lubang / luas penampang kolom.

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis kolom berbeda, seperti kolom bulat dan kolom persegi panjang dan letak lubang tidak berada tepat ditengah lubang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisai Nasional. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan SNI 03-1974-1990*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisai Nasional. 1995. *Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton SNI 03-2976-1995*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisai Nasional. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI 03-2834-2000*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisai Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan gedung SNI 03-2847-2013*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia
- Dipohusodo I., 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- McCormac, Jack C., 2003. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga
- Mulyono, Tri., 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit: ANDI. Yogyakarta
- Nawy, E.G., 2008. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama.
- Tjokrodinuljo, K. 2003. *Teknologi Bahan Konstruksi*. Yogyakarta. Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada