

PENGARUH LUBANG PADA INTI KOLOM TERHADAP DAKTALITAS

Mufti Amir Sultan
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Khairun
e-mail : muftiasltn@gmail.com

ABSTRACT

Conduits (pipes) in reinforced concrete columns is still use to date. SNI 03-2847-2002 Code limits up to 4% of the column cross section. But the codes does not mention the effect of the hollow cross section ductility. This study was done by testing hollow and solid column with four variation, column cross section $b=h= 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$, column length $L = 1.500 \text{ mm}$, hole ratio (0%; 3,32%; 5,68%; 12,31%), single stirrup. End of the column are loaded by constant axial compression 5,0 ton, lateral load are applied at $\frac{1}{2}$ span until ultimate strength. The observed variables are lateral load and deflection. The result of the study shows momen strength hollow column experience is decline 4,04% at hole ratio 3,32%; 7,99% at hole ratio 5,68% and 21,66% at hole ratio 12,31%. Ductility for column with hole ratio 3,32% and solid column same asumed. The experiment also indicates ductility within range of 7,683 μ_{ϕ}

1

Key words : column, hole ratio, ductility.

ABSTRAK

Sampai sekarang masih ditemui pemakaian pipa-pipa (conduit) pada kolom beton bertulang sehingga penampang kolom menjadi berlubang. Pada peraturan SNI 03-2847-2002 membatasi besarnya lubang maksimum 4% terhadap penampang kolom. Peraturan ini tidak menyinggung pengaruh lubang terhadap daktilitas kolom berlubang. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji kolom berlubang dan tak berlubang dengan empat varisai, penampang kolom = $b \times h = 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$, panjang kolom $L = 1.500 \text{ mm}$, rasio lubang (0%; 3,32%; 5,68%; 12,31%), menggunakan sengkang tunggal, pada ujung kolom diberikan $P_{\text{aksial-konstan}} = 5,0 \text{ ton}$, pada $\frac{1}{2}$ bentang diberikan beban lateral sampai mencapai keadaan batas. Variabel yang diamati berupa lendutan dan beban lateral. Hasil penelitian ini menunjukkan kekuatan momen kolom berlubang mengalami penurunan masing-masing 4,04% pada rasio lubang 3,32%; 7,99% pada rasio lubang 5,68% dan 21,66% pada rasio lubang 12,31%. Daktilitas untuk kolom dengan rasio lubang 3,32% dan kolom penuh (rasio lubang 0%) dianggap sama. Penelitian ini juga mendapatkan daktilitas 7,638 μ_{ϕ}

Kata kunci : kolom, rasio lubang, daktilita

PENDAHULUAN

Daktilitas adalah kemampuan elemen struktur atau struktur secara keseluruhan untuk mengalami deformasi plastis yang besar tanpa mengalami banyak penurunan kekuatan yang besar. Daktilitas merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan elemen yang berkaitan dengan faktor keamanan dan redistribusi beban. Struktur harus mempunyai daktilitas yang baik agar tidak mengalami kegagalan, misalnya lendutan yang berlebihan atau bahkan keruntuhan.

Sebagai elemen struktur kolom mempunyai peranan yang sangat penting jika dibandingkan dengan elemen struktur yang lain, tetapi pada kenyataannya banyak bangunan gedung di Indonesia karena tuntutan estetika kadang-kadang kurang memperhatikan pengaruh adanya instalasi untuk pembuangan air hujan, sanitasi dan lain-lain, yang tertanam dalam kolom, karena dengan adanya lubang dapat mengurangi luas penampang yang akibatnya dapat mengurangi kekuatannya.

Menurut SNI 03-2847-2002 saluran-saluran (*conduits*) dan pipa, dengan segala

kelengkapannya yang tertanam dalam suatu kolom tidak boleh mengambil lebih dari 4% dari luas penampang kolom yang digunakan dalam perhitungan kekuatan kolom atau dari luas penampang yang diperlukan untuk ketahanan terhadap kebakaran. Dalam peraturan ini disebutkan apabila prosentase lubang kolom lebih kecil dari 4 persen dari luas penampang melintang dianggap tidak berpengaruh terhadap kekuatan kolom, tetapi bagaimana pengaruh daktilitas kolom tersebut akibat adanya lubang.

Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lubang pada elemen struktur terkekang yang menerima beban lateral dan aksial konstan terhadap daktilitas dan kekuatan kolom

TINGKAT DAKTALITAS

Dasar dan defenisi daktilitas adalah suatu hubungan gaya dengan deformasi. Nilai daktilitas didefenisikan sebagai perbandingan antara deformasi total dengan deformasi leleh. Pada umumnya kurva P vs adalah berupa lengkungan, sehingga perlu diadakan idealisasi agar dapat diaplikasikan. Beberapa parameter daktilitas yang penting diketahui adalah:

- Faktor daktilitas regangan (*strain ductility*) adalah perbandingan antara regangan maksimum dan regangan leleh pada balok yang dibebani aksial tarik/tekan maksimum dan regangan leleh pada balok yang dibebani aksial tarik/tekan .
- Faktor daktilitas kelengkungan (*curvature ductility*) didefenisikan sebagai perbandingan sudut kelengkungan (*angle of curvature*) maksimum dengan sudut kelengkungan leleh
- Faktor daktilitas rotasional (*rotational ductility*) didefenisikan sebagai perbandingan putaran sudut maksimum pada sendi plastis terhadap putaran sudut leleh.
- Faktor daktilitas perpindahan (*displacement ductility*) adalah perbandingan perpindahan (*deformation*) struktur (umumnya pada arah lateral) maksimum dalam kondisi '*post-elastic*' terhadap deformasi strukturr pada saat leleh

Daktilitas menurut SNI 1726-2002 merupakan kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak balik akibat beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, walaupun sudah berada di ambang keruntuhan. Daktilitas suatu struktur menurut Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 1726-2002 terdiri atas 2 taraf kinerjia struktur yaitu :

- Daktilitas penuh, yaitu suatu tingkat daktilitas struktur gedung, dimana sturkturnya mampu mengalami simpangan pasca-elastik pada saat mencapai kondisi diambang keruntuhan yang paling besar, yaitu mencapai nilai faktor daktilitas 5,3.
- Daktilitas parsial, yaitu suatu tingkat daktilitas struktur gedung, dimana faktor daktilitas di antara untuk sturkturnya yang elastik penuh sebesar 1,0 dan untuk daktilitas penuh sebesar 5,3.

ANALISA KEKUATAN PENAMPANG KOLOM SEGIEMPAT

a. Kolom segiempat tidak berlubang

$$C_c = r . f' c . b . k d \dots\dots\dots(1)$$

$$P = r . f' c . b . kd + \sum_{i=1}^n fsi . Asi \dots\dots\dots(2)$$

$$M = . f' c . b . kd \left(\frac{h}{2} - . kd \right) + \sum_{i=1}^n fsi . Asi \left(\frac{h}{2} - di \right) \dots\dots\dots(3)$$

$$\{ = \frac{V_{cm}}{kd} \dots\dots\dots(4)$$

b. Kolom segiempat berlubang

Gaya aksial kolom :

$$P = Cc + \sum_{i=1}^n fsi . Asi \dots\dots\dots(5)$$

Momen kolom :

$$M = Cc . Z_3 + \sum_{i=1}^n fsi . Asi . \left(\frac{h}{2} - di \right) \dots\dots\dots(6)$$

METODE PENELITIAN

Benda Uji Kolom

Untuk mengetahui pengaruh lubang terhadap daktilitas kolom dibuat delapan benda uji, rincian benda uji dapat dilihat di Tabel 1.

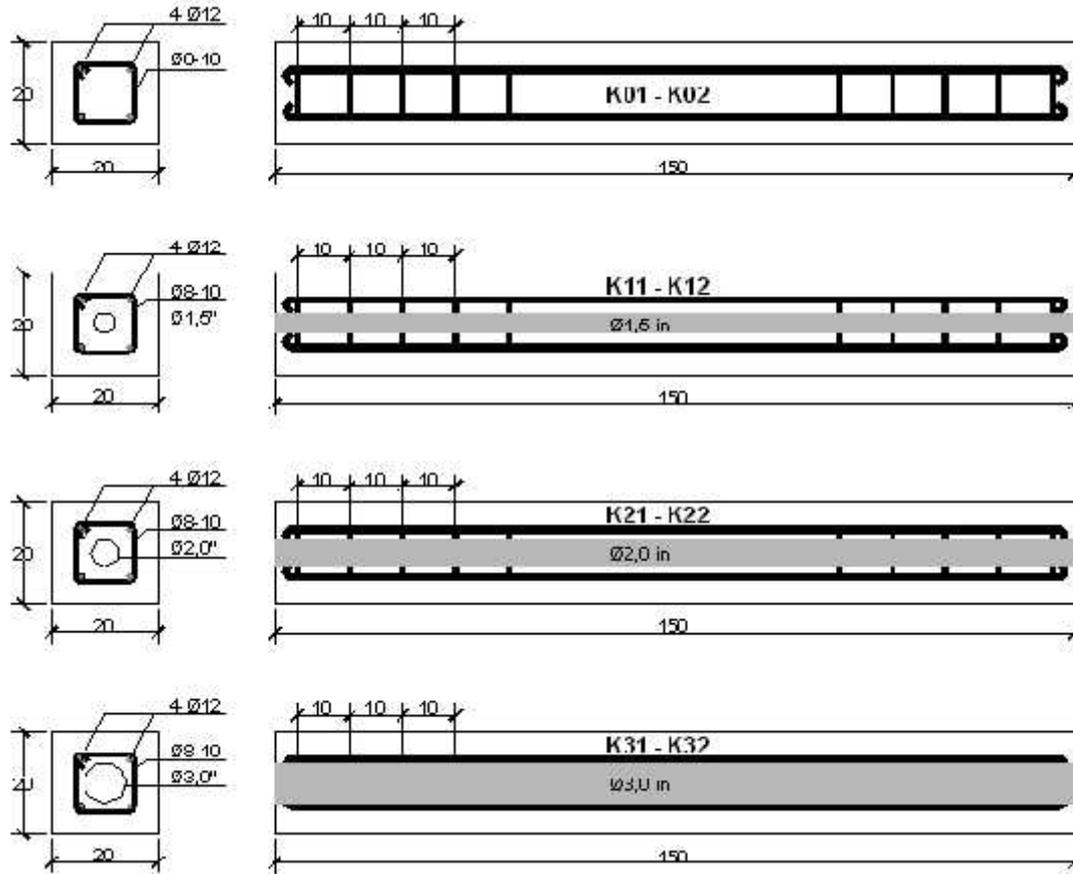
Tabel 1. Rincian benda uji kolom

Benda Uji	Rasio Lubang (%)	φ Lubang (mm)	Jarak Sengkang (mm)
K0-1	0	0	100
K0-2	0	0	100
K1-1	3.32	41.1	100
K1-2	3.32	41.1	100
K2-1	5.68	53.8	100
K2-2	5.68	53.8	100
K3-2	12.31	79.2	100
K3-2	12.31	79.2	100



Gambar 1. Pengecoran benda uji

Kolom yang diteliti berukuran 200 x 200 mm, menggunakan tulangan utama 4φ12 dan tulangan sengkang φ8-100. gambar penulangan kolom dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Penulangan benda uji kolom beton

ANALISA TEORITIS

Analisa teoritis momen dan daktilitas benda uji kolom berlubang dan tak berlubang yang menerima kombinasi gaya aksial dan lateral dianalisa menggunakan persamaan 1 s.d persamaan 6, hal ini dilakukan untuk memprediksi perilaku benda uji.

PENGOLAHAN DATA EKSPERIMEN

1. Dari eksperimen diperoleh data beban aksial, beban lateral dan lendutan
2. Besarnya momen eksperimen dihitung sesuai dengan setup benda uji, menggunakan rumus

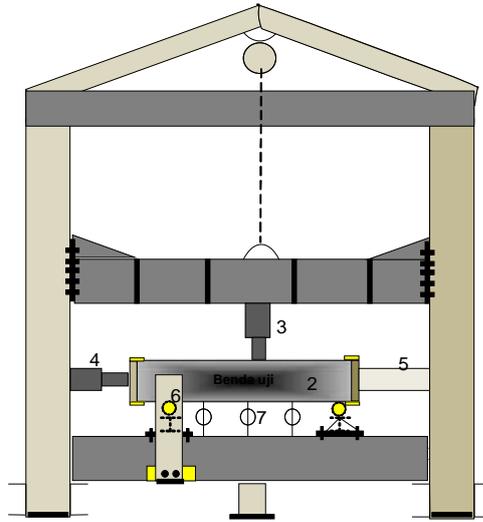
$$M_{\text{eksp}} = \{(P_{\text{lat}}/2) \cdot (l_t/2)\} + (P_{\text{aksial}} \cdot \delta), \dots\dots\dots(7)$$

dimana

l_t = panjang antara dua tumpuan dan

δ = lendutan yang terjadi.

SETUP ALAT DAN BENDA UJI



Gambar 3. Gambar Alat Uji

Keterangan gambar :

1. Portal uji
2. Benda uji kolom beton bertulang
3. *Hydraulic jack* berkemampuan tekan 20 ton
4. *Hydraulic jack* berkemampuan 10 ton
5. Tumpuan sendi
6. Tumpuan Rol
7. *Dial gauge* untuk mengetahui lendutan



Gambar 4. Metode pembebanan kolom

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

HASIL UJI BAHAN

Agregat kasar dan agregat halus diambil dari desa Bili-bili, Uji material dan kuat tekan beton dilaksanakan pada Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin, hasil uji agregat halus modulus kehalusan 2,57%; SSD 2,62; absorpsi 5,74%; kadar air 4,40%; kadar lumpur 4,62% dan berat volume 1,36. Hasil pengujian agregat kasar modulus kehalusan 6,89%; SSD 2,58; absorpsi 2,78%; kadar air 0.70%; kadar lumpur 0,85; berat volume 1,32 dan abrasi 27,82%. Dari uji silinder yang berukuran $\phi 150 \times 300$ sebanyak 20 buah diperoleh mutu beton rencana 25 Mpa.

Uji mutu baja dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Makassar. Pengujian 5 buah tulangan $\phi 8$ mm didapat nilai rata-rata $f_y = 541,26$ Mpa; $F_{s_{max}} = 644,30$ Mpa; $\epsilon_s = 0,00218$; $E_s = 249.465,49$ Mpa dan diameter efektif 7,5 mm. Untuk pengujian 5 buah tulangan D12 mm didapat nilai rata-rata $f_y = 426,12$ Mpa; $F_{s_{max}} = 593,63$ Mpa; $\epsilon_s = 0,00180$; $E_s = 236.730,56$ Mpa dan diameter efektif 10 mm.

HASIL PENGUJIAN KOLOM

Hasil uji pembebanan pada kolom beton tidak berlubang dan yang berlubang dapat dilihat pada tabel 2 dan 3

Tabel 2. Nilai momen dan daktalitas hasil analitis

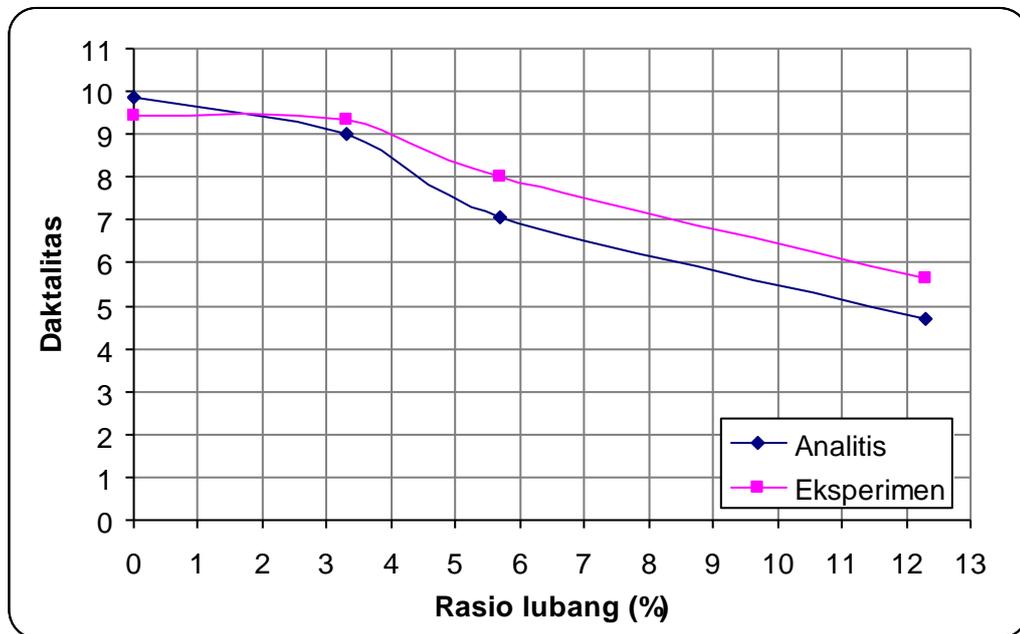
No	Karakteristik	Analitis			
		K0	K1	K2	K3
1	Momen (ton.m)	9.869	9.828	9.827	9.824
2	Daktalitas	9.864	9.024	7.048	4.690

Tabel 3. Nilai momen dan daktalitas hasil eksperimen

No	Karakteristik	Ekperimen			
		K0	K1	K2	K3
1	Momen (ton.m)	8.813	8.457	8.109	6.904
2	Daktalitas	9.413	9.361	8.025	5.638

Pada tabel 2 dan 3 terlihat perbedaan daktalitas antara kolom normal dengan kolom berlubang. Untuk menentukan nilai daktalitas masing-masing benda uji dapat dihitung dari kurva beban – lendutan dan kurva hubungan momen – kelengkungan. Kolom tanpa lubang mempunyai daktalitas 9,413; daktalitas mengalami penurunan dengan bertambahnya rasio lubang : pada kolom dengan rasio lubang 3,38% mengalami penurunan 0,55% atau nilai daktalitas 9,361, lubang dengan rasio 5,56% turun sebesar 14,75% atau daktalitas 8,025 dan pada kolom dengan rasio 12,31% mengalami penurunan sampai dengan 18,86% atau nilai

daktalitas 7,638, begitu pula dengan prediksi teoritis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan rasio lubang vs daktalitas

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. maka syarat-syarat penggunaan Tingkat daktalitas hasil eksperimen untuk kolom tak berlubang dengan kolom berlubang rasio 3,32% menunjukkan hasil yang hampir sama, tetapi untuk kolom dengan rasio 5,56% dan 12,31% masing-masing mengalami penurunan daktalitas sebesar 14,74% dan 18,85% terhadap kolom tak berlubang.
2. Dari uraian diatas dapat dilihat bahwa semakin besar rasio lubang maka akan menurunkan tingkat daktalitas, lubang pada kolom hendaknya tetap mengacu ke SNI 03-2847-2002

DAFTAR PUSTAKA

- Beton Untuk Bangunan Gedung dengan Standar SK SNI 03 – 2847 - 2002, Badan Standarisasi Nasional.
- Hahn, G.D; Champlin, B.P., 2002. *Stability of Columns Under Combined Lateral and Vertical Loads*, Civil and Environmental Engineering Vanderbilt University.
- Nawi, Edward G., 1998. *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*, Penerbit PT. Rafika Aditama, Bandung.
- Purwono, R., 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa (sesuai SNI-1726 dan SNI-2847 Terbaru)*, Penerbit itspress, Surabaya.
- Purwono, R; Tavo; Imran, I; Raka, G.P., 2007. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung [SNI 03-2847-2002] Dilengkapi Penjelasan [S-2002]*, Penerbit itspress, Surabaya.

- Sabariman B; Purwono R; Priyosulistoyo; 2004. Efek Pengekangan Kolom Berlubang Terhadap Daktilitas Kurvatur, Jurnal Teknik Sipil No. 2 September 2004.
- Shah, S.A.A, 2002. *Confinement Analysis of the Column-Slab Joint Specimens*, LACER No. 7, Universitas Leipzig.
- Sudjati J.J; Triwiyono, A, 2003. Perkuatan Kolom Beton Bertulang Dengan Carbon Fiber Jacket, Jurnal Teknik Sipil Volume 3 No. 2 April 2003.
- Tjitradi, D; Taufik, S; Kosasih, B.L., 2003. *Perhitungan Kapasitas Penampang Kolom Beton Mutu Tinggi Yang Terkekang Dengan Blok Tegangan Segiempat Ekuivalen*, Jurnal Dimensi Teknik Sipil Vol. 5.