

PENGARUH RASIO TULANGAN LONGITUDINAL (ρ_L) TERHADAP KUAT GESER BALOK BETON BERTULANG

NI KADEK ASTARIANI

Fak. Teknik Univ. Mahasaraswati Mataram

ABSTRAK

Keruntuhan geser balok beton bertulang adalah sangat getas. Ada banyak parameter yang mempengaruhi kuat geser balok diantaranya mutu beton, rasio tulangan longitudinal, rasio bentang geser dan tinggi efektif (a/d) dan sebagainya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh rasio tulangan longitudinal (ρ_l) terhadap kuat geser balok beton bertulang dan membandingkan data eksperimen dengan perhitungan teoritis (SK-SNI-T-15-1991-03).

Mutu beton direncanakan dengan kuat tekan silinder $f'_c = 25$ Mpa, yang dilakukan pada 9 buah balok berukuran 15 x 20 x 110 cm, dengan variasi rasio tulangan longitudinal (ρ_l) yaitu 1.8%, 2.155%, 2.4%. Untuk mengetahui kuat tekan beton pada umur 28 hari, digunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan rasio tulangan dapat meningkatkan kuat geser balok beton bertulang dengan perincian sebagai berikut. Untuk prosentase peningkatan untuk $\rho_l = (1.8\% - 2.155\%)$ adalah rata-rata sebesar 12.6%, sedangkan untuk $\rho_l = (2.155\% - 2.4\%)$ adalah rata-rata sebesar 3.67%. Perbandingan hasil kuat geser penelitian (V^*_{exp}) dengan teori SK-SNI-T-15-1991-03 adalah rata-rata sebesar 1.89 dengan standar deviasi 0.603 dan nilai covarian 0.320 dan hal ini menunjukkan bahwa peraturan SK-SNI-T-15-1991-03 sangat aman dengan faktor keamanan lebih dari 80%.

Kata kunci : rasio tulangan longitudinal, kuat geser balok, mutu beton.

PENDAHULUAN

Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang dinyatakan dengan atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja

Umumnya beton lemah terhadap tegangan tarik, maka baja tulangan biasa digunakan karena bahan tersebut dapat bekerja sama dengan beton dan mampu membantu kelemahan dari beton terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Oleh karena itu dalam merencanakan suatu struktur beton bertulang, harus tersedia tingkat keamanan yang cukup terhadap segala ragam keruntuhan akibat beban – beban yang akan bekerja pada struktur tersebut.

Perencanaan penulangan geser pada balok adalah usaha menyediakan sejumlah tulangan baja untuk menahan gaya tarik arah tegak lurus terhadap retak tarik diagonal sedemikian rupa sehingga mampu mencegah bukaan retak lebih lanjut. Retak miring akibat geser di badan balok beton bertulang dapat terjadi tanpa disertai retak akibat lentur di sekitarnya, atau dapat juga sebagai kelanjutan proses retak lentur yang telah mendahuluinya.

Salah satu keruntuhan yang harus dicegah adalah keruntuhan geser yang dalam kenyataannya merupakan keruntuhan yang sangat getas dibandingkan dengan keruntuhan akibat lentur. Keruntuhan yang bersifat getas (tidak daktail) terjadinya secara tiba-tiba tanpa ada peringatan. Pengaruh dari gaya geser akan mengurangi kekuatan dan daktilitas elemen struktur. Disamping itu ragam keruntuhan akibat geser adalah sangat kompleks dibandingkan dengan keruntuhan akibat lentur karena banyak faktor yang berpengaruh terhadap ragam keruntuhan tersebut seperti kuat tekan beton (f'_c), rasio tulangan longitudinal (ρ_l), perbandingan bentang geser dengan tinggi efektif (a/d), dan perbandingan panjang bersih balok dengan tinggi efektif (l_e/d) dan sudut kemiringan retaknya, sehingga untuk membuat rumah/ gedung bertingkat, maka disain terhadap geser perlu diperhatikan dalam sruktur beton bertulang.

Dari uraian di atas, yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh rasio tulangan longitudinal (ρ_l) terhadap kuat geser balok beton bertulang. Kapasitas geser balok yang didapat dari penelitian ini akan dibandingkan dengan prediksi gaya geser yang didapat berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio tulangan longitudinal (ρ_l) terhadap kuat geser balok beton bertulang. Sedangkan manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan pemikiran bagi pemilik rumah/pekerja/pemborong dalam membuat rumah bertingkat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini harus memenuhi persyaratan seperti yang tercantum dalam PBI 1971. Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah semen Portland type I merk Gresik, agregat halus berupa pasir dari Karangasem, agregat kasar berupa batu pecah dari Karangasem, air dari PDAM di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Udayana, baja tulangan yang terdiri dari baja polos dengan diameter 6 mm untuk tulangan geser/senggang, dan baja ulir dengan D-10, D-13, untuk tulangan longitudinal

Sedangkan alat untuk uji tekan silinder menggunakan Mesin desak merk Controls buatan Milano-Italy kapasitas 2000 KN, dan alat untuk menguji kuat geser balok Matest Sri Breambate Sopra 2430 Itali dengan kapasitas 150 KN.

Metode Pengambilan Sampel dan Data

Pengambilan sampel dan data dilakukan dengan membuat sejumlah benda uji dalam bentuk balok dengan ukuran 15 x 20 x 110 cm dan silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm. Jumlah benda uji yang digunakan adalah 9 buah balok ukuran 15 x 20 x 110 cm dan untuk kuat tekan beton digunakan benda uji silinder sebanyak 5 buah. Proporsi campuran yang digunakan untuk mendapatkan kuat tekan beton berkisar 25 MPa. Variasi yang dilakukan terhadap benda uji berbentuk balok akan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi tulangan longitudinal (ρ_l) terhadap benda uji balok beton bertulang

RASIO TULANGAN LONGITUDINAL	KODE BALOK
$\rho_l = 1.800\%$ ($A_s=398.2 \text{ mm}^2$)	B11,B12,B13
$\rho_l = 2.155\%$ ($A_s=476.74 \text{ mm}^2$)	B21,B22,B23
$\rho_l = 2.400\%$ ($A_s=530.93\text{mm}^2$)	B31,B32,B33

Data-data yang akan diambil dalam penelitian ini antara lain beban retak pertama, beban maksimum, lendutan, sudut retak akibat geser.

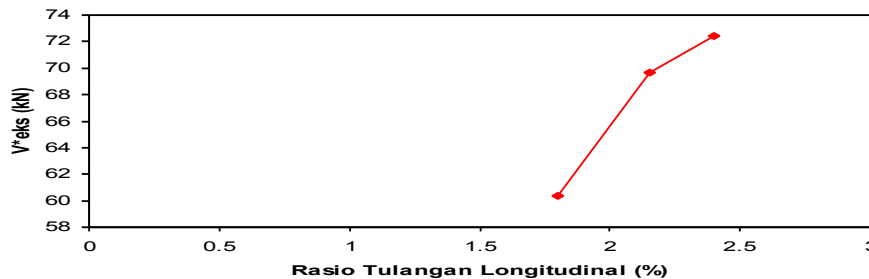
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Rasio Tulangan Longitudinal (ρ_l) dengan Kuat Geser Balok Hasil Penelitian (V_{*exp})

Hubungan antara rasio tulangan longitudinal (ρ_l) dengan kuat geser hasil penelitian akan diuraikan pada Tabel 1. Nilai (ρ_l) ada 3 variasi yaitu 1.8% ($A_s= 398.2 \text{ mm}^2$), 2.155% ($A_s= 476.74 \text{ mm}^2$), dan 0.417% ($A_s= 530.93 \text{ mm}^2$).

Tabel 2. Hubungan ρ_l dengan V^*_{exp}

No.	Kode Balok	ρ_l (%)	ρ_v (%)	V^*_{exp} (kN)
1.	B1	1.800	0.314	60.4
2.	B2	2.155	0.314	69.7
3.	B3	2.400	0.314	>72.4



Gambar 1. Hubungan ρ_l dengan V^*_{exp}

Dari Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa peningkatan rasio tulangan longitudinal (ρ_l) dapat meningkatkan kuat geser balok. Peningkatan rasio tulangan longitudinal (ρ_l) sebesar 35,5 % (dari nilai $\rho_l = 1,8\% - 2,155\%$) rata-rata sebesar 12,61% dan untuk peningkatan rasio tulangan longitudinal (ρ_l) sebesar 24,5%. (dari nilai $\rho_l = 2,155\% - 2,4\%$) rata-rata sebesar 3,67%. Hal ini dapat dilihat misalnya pada balok B11 dengan $\rho_l = 1,8\%$; $V^*_{exp} = 59,4$ kN, kemudian balok B21 dengan $\rho_l = 2,155\%$; $V^*_{exp} = 69,0$ kN dan seterusnya. Data ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai ρ_l dapat meningkatkan aksi pasak dalam memikul geser. Jadi dari ketiga variasi tulangan longitudinal tersebut, maka balok dengan nilai $\rho_l = 2,4\%$ ($A_s = 530,93$ mm²) yang memiliki kuat geser yang paling tinggi.

Perbandingan Kuat Geser Balok berdasarkan Hasil Penelitian (V^*_{exp}) dengan SK-SNI-T15-1991-03

Perbandingan Kuat Geser hasil penelitian dengan teori yang sesuai dengan SK-SNI-T-15-1991-03 hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Adapun menurut SK-SNI-T-15-1991-03 ada 2 dalam mencari V_n , yaitu :

$$1. V_{SNI(1)} = V_{c(1)} + V_{s(1)}, \quad V_{c(1)} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d, \quad s(1) = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$2. V_{SNI(2)} = V_{c(2)} + V_{s(1)} \quad V_{c(2)} = \frac{1}{7} \left[\sqrt{f'_c} + 120 \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_u} \right] b_w \cdot d$$

Tabel 3. Hasil kuat geser berdasarkan penelitian dan teori SK-SNI-T-15-1991-03

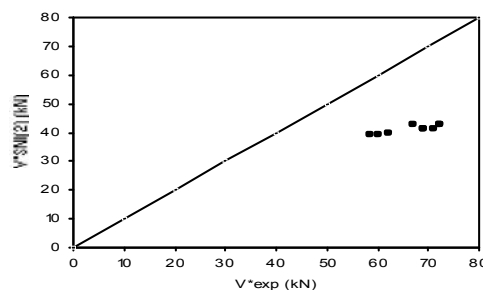
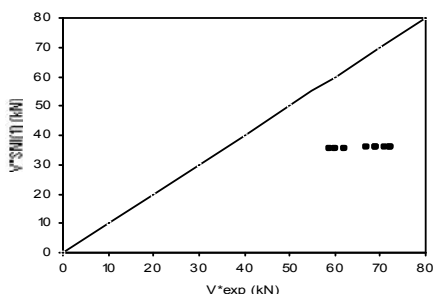
Kode Balok	ρ_v (%)	ρ_l (%)	f_c (MPa)	P_{exp} (KN)	V_{exp} (KN)	V_{exp} (KN)	V_s (KN)	V_{c1} (KN)	V_{SNI1} (KN)	V_{SNI1} (KN)	V_{s2} (KN)	V_{c2} (KN)	V_{SNI2} (KN)	V_{SNI2} (KN)	V_{s3} (KN)	V_{c3} (KN)	V_{SNI3} (KN)	V_{SNI3} (KN)
B11	0.314	1.8	27.8	117.5	58.75	58.75	16.1	19.4	35.53	35.53	16.1	23.38	39.47	39.47	14.8	19.443	34.25	34.2454
B12	0.314	1.8	27.26	123	61.5	62.103	16.1	19.3	35.34	35.69	16.1	23.22	39.31	39.69	15.2	19.254	34.43	34.7642
B13	0.314	1.8	27.8	120.5	60.25	60.25	16.1	19.4	35.53	35.53	16.1	23.38	39.47	39.47	14.5	19.443	33.92	33.9236
B21	0.314	2.155	26.58	135	67.5	69.032	16.1	19	35.1	35.9	16.1	24.33	40.42	41.34	12.2	19.011	31.24	31.9485
B22	0.314	2.155	26.58	135	67.5	69.032	16.1	19	35.1	35.9	16.1	24.33	40.42	41.34	11.9	19.011	30.92	31.6194
B23	0.314	2.155	27.04	140	70	70.981	16.1	19.2	35.26	35.76	16.1	24.47	40.56	41.13	11.7	19.174	30.92	31.3529
B31	0.314	2.4	26.08	130	65	67.113	16.1	18.8	34.92	36.06	16.1	25.09	41.18	42.52	16.6	18.83	35.44	36.5873
B32	0.314	2.4	26.03	140	70	72.335	16.1	18.8	34.9	36.07	16.1	25.08	41.17	42.54	16.4	18.815	35.23	36.4019
B33	0.314	2.4	26.03	140	70	72.335	16.1	18.8	34.9	36.07	16.1	25.08	41.17	42.54	18.1	18.815	36.9	38.1311

Tabel 4. Perbandingan kuat geser balok hasil penelitian dengan SK-SNI T-15-1991-03

No.	Kode Balok	ρ_l (%)	ρ_v (%)	V*exp/ V*SNI(1)	V*exp/ V*SNI(2)	V*exp/ V*SNI(3)
1.	B11	1.800	0.314	1.7	1.5	1.7
2.	B12	1.800	0.314	1.7	1.6	1.8
3.	B13	1.800	0.314	1.7	1.5	1.8
4.	B21	2.155	0.314	1.9	1.7	2.2
5.	B22	2.155	0.314	1.9	1.7	2.2
6.	B23	2.155	0.314	2.0	1.7	2.3
7.	B31	2.400	0.314	1.9	1.6	1.8
8.	B32	2.400	0.314	2.0	1.7	2.0
9.	B33	2.400	0.314	2.0	1.7	1.9
Rata – rata (x)				1.87	1.63	1.97
Standar deviasi (σ)				0.13	0.09	0.22
Covarian				0.07	0.05	0.11

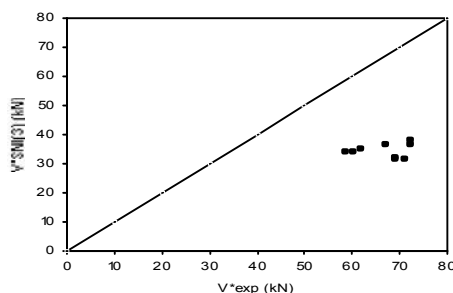
Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa perbandingan kuat geser balok hasil penelitian dengan teori SK-SNI-T-15-1991-03 berdasarkan persamaan (2) adalah yang paling mendekati kenyataan dengan nilai rata-rata paling kecil yaitu 1,63 dengan standar deviasi dan covarian masing-masing 0,09 dan 0,05. Tingkat keamanan peraturan SK-SNI-T-15-1991-03 adalah sangat besar yaitu hampir 90 %. Hubungan antara V*exp dengan V*SNI masing-masing juga dapat dilihat pada Gambar 2 sampai Gambar 4.

Jika data eksperimen dari hasil perhitungan menurut SK-SNI-T-15-1991-03 diplot dalam grafik bersama-sama dengan garis ideal dimana $V_{exp}=V_{SNI}$, maka terlihat semua data eksperimen terletak dibawah garis tersebut. Hal ini berarti bahwa peraturan SK-SNI-T-15-1991-03 adalah sangat aman.



Gambar 2. Hubungan antara V*exp dengan $V_{SNI(1)}$

Gambar 3. Hubungan antara V*exp dengan $V_{SNI(2)}$



Gambar 4. Hubungan antara V*exp dengan $V_{SNI(3)}$

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan adanya peningkatan rasio tulangan longitudinal (ρ_l) dapat meningkatkan kuat geser balok beton bertulang.
2. Peningkatan rasio tulangan longitudinal (ρ_l) sebesar 35,5 % (dari nilai $\rho_l = 1,8\% - 2,155\%$) rata-rata sebesar 12,61% dan untuk peningkatan rasio tulangan longitudinal (ρ_l) sebesar 24,5%. (dari nilai $\rho_l = 2,155\% - 2,4\%$) rata-rata sebesar 3,67%.
3. Peraturan SK-SNI-T-15-1991-03 untuk menghitung gaya geser adalah sangat aman. Hal ini dapat dilihat dari rasio V_{exp}^*/V_{SNI}^* dan grafik hubungan antara V_{exp}^* dengan V_{SNI}^* .

Saran-saran

Disarankan kepada pemilik rumah / pekerja ataupun pemborong dalam membuat pelat beton, hendaknya menggunakan mesin penggetar dalam meratakan adukan beton khususnya pelat balok, sehingga dapat mengurangi pori-pori atau rongga pada benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989. *Perhitungan Konstruksi Beton Bertulang berdasarkan Pedoman Beton*, ITS Surabaya.
- ACI Committe209, 1982, *Prediction of Creep, Shrinkage and Temperature Effects in Concrete Structures*, ACI 209-82, American Concrete Institute, Detroit, October 1978, 108 pp.
- ACI Committee 318-99 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, Farmington Hills, Michigan, 111 pp.
- ACI Manual of Concrete Practice, Part 4 1981
- CEB Comite Euro-Internasional du Beton, 1990, *Evaluation of the Time Dependent Behavior of Concrete*, Bulletin d'Information No.199, Prepared by Miller, H.S and Hilsdorf, H.K. Paris, France, 201 pp.
- Departemen Pekerjaan Umum,1991, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*, cetakan pertama, Yayasan UMB, Bandung, 181 pp.
- Dipohusodo, I. ,1996, *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 525 pp.
- Gardner, N.J., 1997, *Design Provisions for Shrinkage and Creep of Concrete*, To appear in an ACI Special Publication.
- Nawy, E.G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerbit PT. Eresco Bandung, 763 pp.
- Lockman, M.J., 2000, *Relaxation and Creep Recovery of Normal Strength Concrete*, MASc Thesis, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada.
- Mosley, WH. and Bungey, JH., 1989, *Perencanaan Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga Jakarta, 355 pp.
- Park, R. and Paulay, T., 1975, *Reinforced Concrete Structures*, John Wiley and Sons Inc. USA, 767 pp.
- Wahyudi, L. dan A. Rahim, Syahril,1999, *Struktur Beton Bertulang Standar baru SNI T-15-1991-03*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 272 pp.
- Wang, C.K., and Salmon, C.G., 1986, *Disain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga Jakarta, 484 pp.
- Vis,W.C. dan Kusuma, G.H., 1997, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*,Penerbit Erlangga, Jakarta, 269 pp.
- Russo,GE. and Puleri, G., 1997, *Stirrup Effectiveness in Reinforced Concrete Beams Under Flexure and Shear*, *ACI Structural Journal*, Vol. 94 No. 2, Mei-June, pp 227-238.
- Sudarsana, I.K., 2001, *Punching Shear Behavior of Edge and Corner Column Slab Connection of Flat Plate Structures*, PhD Thesis, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada.