PROSENTASE TULANGAN TEKAN YANG EFISIEN PADA BALOK BETON BERTULANG

Ir. Eri Setia Romadhon, MT , Ir. Darmadi, MM

Abstraksi

Berapa prosentase tulangan tekan dan tarik yang efisien pada balok tulangan rangkap. Pada kajian ini akan mencari prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik pada balok Empat persegi panjang tulangan rangkap yang memiliki kapasitas maksimum. Dengan beberapa ukuran balok yang sering dipakai pada gedung bertingkat diperoleh hasil prosentase 0 memiliki kekuatan balok maksimum

Kata kunci: *prosentase tulangan tekan, tarik dan kapasitas maksimum balok*

Latar Belakang

Balok beton bertulang secara umum telah banyak digunakan, sebagai salah satu elemen struktur untuk gedung bertingkat maupun dalam struktur jembatan. Dari balok yang digunakan semuanya menggunakan balok bertulangan rangkap. Hal ini disebabkan, karena penggunaan balok tulangan tunggal akan mengalami kesulitan dalam pelaksanaan pemasangan tulangan geser sehingga diperpulakan tulangan rangkap. Disamping itu penggunaan tulangan rangkap akan mengurangi lendutan jangka panjang.

Pertanyaan berapa prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik yang efisien. Tidak sedikit kesulitan yang dijumpai untuk menentukan berapa prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik agar kapasitas baloknya maksimum. Balok beton tulang yang efisien adalah balok yang memiliki kekuatan maksimum dengan pemakaian bahan beton maupun tulangan baja yang minimal. untuk itu pada kajian ini akan mencari berapa prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik yang optimum agar kekuatan atau kapasitas baloknya maksimum. Dengan mengetahui prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik, semua pihak dengan sangat mudah melakukan upaya untuk meningkatkan kekuatan

balok yang paling efisien. Pada kajian ini menggunakan studi kasus balok tampang empat persegi panjang dengan berbagai dimensi yang sering dipakai dalam proyek gedung bertingkat

Balok Empat Persegi Panjang Tulangan Rangkap

Balok tulangan rangkap adalah balok yang memiliki tulangan tarik dan tulangan tekan. Tulangan rangkap digunakan untuk mengurangi lendutan jangka panjang. Prinsip tulangan rangkap digunakan dengan asumsi kapasitas tulangan tunggal terpenuhi terlebih dahulu baru kemudian tulangan rangkap berfungsi. Penentuan kapasitas atau kekuatan balok bertulangan tulangan rangkap tampang empat persegi panjang dapat dihitung dengan cara mengetahui besarnya momen tahanan yang terjadi pada suatu penampang. Dengan bantuan gambar potongan balok tulangan rangkap, diagram regangan, diagram tegangan dan diagram gaya dalam, sebagaimana terlihat dalam gambar di bawah ini, dapat diperoleh besaran momen tahanan.

Gambar 1. Diagram Tegangan Regangan pada suatu penampang

Momen tahanan adalah gaya dikalikan dengan jarak. Untuk tulangan rangkap terdiri dari dua momen nominal M_{n1} dan M_{n2} . Momen nominal M_{n1} diperoleh dari perkalian gaya dalam dari tulangan tarik T_1 dengan jarak antara titik pusat gaya T_1 dan C sebesar $(d - a/2)$, dan Momen nominal M_{n2} terbentuk

dari perkalian gaya dalam dari tulangan tekan C_s dengan jarak antara T_2 dan C_s sebesar $(d - d')$, maka besarnya momen nominal (M_n) dari balok tersebut adalah :

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} \quad \text{atau}$$

$$M_n = T_1 (d - a/2) + C_s (d - d') \quad \text{besaran}$$

$$T_1 = (A_s - A_s') f_y ,$$

$$C_s = A_s' f_y$$

$$M_n = (A_s - A_s') f_y (d - a/2) + A_s' f_y (d - d')$$

Dengan mengalikan angka reduksi ($\phi = 0,8$) maka akan diperoleh kekuatan (M_u) dari gelagar tulangan rangkap sebesar :

$$M_u = 0,8((A_s - A_s') f_y (d - a/2) + A_s' f_y (d - d'))$$

Dalam kondisi setimbang gaya tarik sama dengan gaya tekan, maka berlaku:

$$C = T_1$$

$$0,85 f_c' \cdot a \cdot b = (A_s - A_s') f_y, \quad \text{diperoleh besaran}$$

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0,85 f_c' b}, \quad \text{sehingga kekuatan balok tulangan rangkap sebesar :}$$

$$M_u = 0,8 \left[(A_s - A_s') f_y \left(d - \frac{(A_s - A_s') f_y}{1,7 f_c' b} \right) + A_s' f_y (d - d') \right]$$

Kajian untuk mencari prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik yang optimum, dilakukan dengan cara menghitung kekuatan balok beton bertulangan rangkap dengan berbagai dimensi balok yang sering dipakai untuk gedung bertingkat dan berbagai prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik. Dengan mengetahui kekuatan maksimum baloknya bisa menentukan prosentase tulangan tekan terhadap tulangan yang efisien.

Kekuatan Balok Beton Bertulang 200/400

Dalam tabel 1 dengan memberikan nilai lebar balok 200 mm, tinggi balok = 400mm, tulangan baja jenis BJTP dengan tegangan leleh = 240 Mpa, tegangan beton karakteristik $F_c' = 25$ Mpa, luas total tulangan tarik dan tekan keseluruhan = 1000 mm, prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik dari 1 persen

sampai 25 persen menunjukkan kekuakan betonnya semakin menurun, kekuatan balok terbesar dicapai pada prosentase tulangan tekhn 0 persen.

Tabel 1. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 200/400

As total	As	As'	Perbandingan As' thd AS	Kekuatan Balok
mm	mm	mm	%	Nmm
1000	1000	0	0	63,698,824
1000	990	10	1	63,145,502
1000	980	20	2	62,587,844
1000	970	30	3	62,025,848
1000	960	40	4	61,459,516
1000	950	50	5	60,888,847
1000	900	100	11	57,970,447
1000	850	150	18	54,943,624
1000	800	200	25	51,808,376

Gambar 2. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 200/400

Kekuatan Balok Beton Bertulang 250/500

Dalam tabel 2 dengan memberikan nilai lebar balok 250 mm, tinggi balok = 500mm, tulangan baja jenis BJTP dengan tegangan leleh = 240 Mpa, tegangan beton karakteristik $F_c' = 25$ Mpa, luas total tulangan tarik dan tekan keseluruhan = 1500 mm, prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik dari 1 persen sampai 25 persen menunjukkan kekuatan betonnya semakin menurun, kekuatan balok terbesar dicapai pada prosentase tulangan tekan 0 persen.

Tabel 2. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 250/500

As total	As	As'	Perbandingan As' thd AS	Kekuatan Balok
mm	mm	mm	%	Nmm
1500	1500	0	0	122,721,882
1500	1485	15	1	121,668,304
1500	1470	30	2	120,606,919
1500	1455	45	3	119,537,727
1500	1440	60	4	118,460,729
1500	1425	75	5	117,375,925
1500	1350	150	11	111,834,805
1500	1275	225	18	106,098,522
1500	1200	300	25	100,167,078

Gambar 2. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 250/500

Kekuatan Balok Beton Bertulang 300/600

Dalam tabel 3 dengan memberikan nilai lebar balok 300 mm, tinggi balok = 600mm, tulangan baja jenis BJTP dengan tegangan leleh = 240 Mpa, tegangan beton karakteristik $F_c' = 25$ Mpa, luas total tulangan tarik dan tekan keseluruhan = 1500 mm, prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik dari 1 persen sampai 25 persen menunjukkan kekuatan betonnya semakin menurun, kekuatan balok terbesar dicapai pada prosentase tulangan tekan 0 persen.

Tabel 3. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 300/600

As total	As	As'	Perbandingan As' thd AS	Kekuatan Balok
mm	mm	mm	%	Nmm
1500	1500	0	0	153,148,235
1500	1485	15	1	151,742,253
1500	1470	30	2	150,329,766
1500	1455	45	3	148,910,773
1500	1440	60	4	147,485,274
1500	1425	75	5	146,053,271
1500	1350	150	11	138,795,671
1500	1275	225	18	131,375,435
1500	1200	300	25	123,792,565

Gambar 3. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 300/600

Kekuatan Balok Beton Bertulang 300/700

Dalam tabel 3 dengan memberikan nilai lebar balok 300 mm, tinggi balok = 700mm, tulangan baja jenis BJTP dengan tegangan leleh = 240 Mpa, tegangan beton karakteristik $F_c' = 25$ Mpa, luas total tulangan tarik dan tekan keseluruhan = 2000 mm, prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik dari 1 persen sampai 25 persen menunjukkan kekuatan betonnya semakin menurun, kekuatan balok terbesar dicapai pada prosentase tulangan tekan 0 persen

Tabel 4. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 300/700

As total	As	As'	Perbandingan As' thd AS	Kekuatan Balok
mm	mm	mm	%	Nmm
2000	2000	0	0	238,983,529
2000	1980	20	1	236,868,006
2000	1960	40	2	234,740,917
2000	1940	60	3	232,602,263
2000	1920	80	4	230,452,043
2000	1900	100	5	228,290,259
2000	1800	200	11	217,307,859
2000	1700	300	18	206,036,329
2000	1600	400	25	194,475,671

Gambar 4. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 300/700

Kekuatan Balok Beton Bertulang 400/800

Dalam tabel 3 dengan memberikan nilai lebar balok 400 mm, tinggi balok = 800mm, tulangan baja jenis BJTP dengan tegangan leleh = 400 Mpa, tegangan beton karakteristik $F_c' = 25$ Mpa, luas total tulangan tarik dan tekan keseluruhan = 2000 mm, prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik dari 1 persen sampai 25 persen menunjukkan kekuatan betonnya semakin menurun, kekuatan balok terbesar dicapai pada prosentase tulangan tekan 0 persen

Tabel 5. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 400/800

As total	As	As'	Perbandingan As' thd AS	Kekuatan Balok
mm	mm	mm	%	Nmm
3000	3000	0	0	661,835,294
3000	2970	30	1	656,838,776
3000	2940	60	2	651,788,047
3000	2910	90	3	646,683,106
3000	2880	120	4	641,523,953
3000	2850	150	5	636,310,588
3000	2700	300	11	609,430,588
3000	2550	450	18	581,195,294
3000	2400	600	25	551,604,706

Gambar 5. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 400/800

Kekuatan Balok Beton Bertulang 500/1000

Dalam tabel 3 dengan memberikan nilai lebar balok 500 mm, tinggi balok = 1000mm, tulangan baja jenis BJTP dengan tegangan leleh = 400 Mpa, tegangan beton karakteristik $F_c' = 25$ Mpa, luas total tulangan tarik dan tekan keseluruhan = 2000 mm, prosentase tulangan tekan terhadap tulangan tarik dari 1 persen sampai 25 persen menunjukkan kekuatan betonnya semakin menurun, kekuatan balok terbesar dicapai pada prosentase tulangan tekan 0 persen

Tabel 6. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 500/1000

As total	As	As'	Perbandingan As' thd AS	Kekuatan Balok
mm	mm	mm	%	Nmm
4000	4000	0	0	1,132,423,529
4000	3960	40	1	1,123,440,038
4000	3920	80	2	1,114,379,445
4000	3880	120	3	1,105,241,751
4000	3840	160	4	1,096,026,955
4000	3800	200	5	1,086,735,059
4000	3600	400	11	1,039,119,059
4000	3400	600	18	989,575,529
4000	3200	800	25	938,104,471

Gambar 6. Prosentase luas tulangan tekan dan pengaruhnya terhadap kekuatan balok 500/1000

Kesimpulan dan Saran

Dari kajian di atas dapat disimpulkan bahwa : kekuatan balok maksimum dicapai pada prosentase tulangan tekan 0 persen terhadap tulangan tarik. Untuk pemakaian tulangan tekan praktis

Daftar Pustaka

- 1) Departemen Permukiman dan pengembangan Wilayah, *Tata Cara Penghitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*” SNI 03-2847-2002, Yayasan LPMB, Bandung
- 2) Eri Setia Ramadhon (2007) *Perancangan Beton Bertulang*, Jakarta
- 3) Nawy, Edward G. , (1990) *Beton Bertulang, Suatu pendekatan Dasar*, Eresco, Bandung
- 4) McCormac, Jack C., (200) *Desain Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.
- 5) Winter, George; Nilson, Arthur H., (1993) *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, Pradya paramita, jakarta.