

EFISIENSI KEBUTUHAN MATERIAL PADA PERENCANAAN PORTAL TAHAN GEMPA WILAYAH 4 DENGAN EFISIENSI BALOK

Mochamad Solikin^{1*}, Agung Prabowo², dan Basuki³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, 57102

*Email: msolikin@ums.ac.id

Abstrak

Perencanaan penulangan pada kolom beton didasarkan pada beban momen dan aksial yang bekerja secara bersamaan. Besarnya beban momen untuk perencanaan tersebut salah satunya ditentukan oleh dimensi balok yang didukung sesuai prinsip kesetimbangan momen. Tujuan perencanaan ini adalah untuk mengetahui seberapa besar efisiensi kebutuhan material (beton dan baja tulangan) pada salah satu struktur portal gedung tiga lantai di wilayah gempa 4. Efisiensi perencanaan dilakukan dengan memperkecil dimensi balok sehingga momen yang diterima kolom menjadi lebih besar namun belum sampai melampaui kapasitas maksimumnya. Perencanaan portal ini menggunakan peraturan gempa SNI-17-26-2002 dimana faktor reduksi gempa $R = 4,8$ dan faktor daktilitas $\mu = 3,0$. Perhitungan perencanaan ini dibantu dengan menggunakan program SAP 2000, *Microsoft Excel*, dan *AutoCad*. Hasil analisa menunjukkan, efisiensi terhadap dimensi balok dapat efektif diperoleh apabila kuat tekan beton dan mutu tulangan baja digunakan semakin tinggi. Apabila mutu beton dan mutu tulangan berturut-turut 20 MPa dan 300 MPa, maka efisiensi volume balok yang diperoleh tidak signifikan.

Kata kunci : Efisiensi, optimalisasi balok, peraturan gempa, portal, wilayah gempa 4

1. PENDAHULUAN

Penggunaan beton sebagai bahan utama konstruksi bangunan pada saat ini sudah tidak diragukan lagi keunggulannya. Kemudahan dalam pengerjaannya, ketersediaannya yang luas di hampir seluruh dunia dan durabilitasnya yang baik menjadikan beton pilihan utama untuk bahan konstruksi dibandingkan material yang lain (Mehta, 1986).

Dalam kaitannya sebagai bahan konstruksi, beton selalu dikaitkan dengan tulangan sehingga terbentuk struktur beton bertulang atau struktur komposit. Pada struktur beton bertulang, beton merupakan konstruksi yang hanya berfungsi menahan beban tekan sedang tulangan berfungsi menahan beban tarik atau lentur pada elemen struktur (Ray, 1995). Sehingga kerja sama antara beton dan tulangan dalam memikul beban sangat diperlukan agar terbentuk suatu sistem struktur yang handal .

Persyaratan kekuatan memikul beban gempa berupa beban lateral menjadikan perancangan beton memerlukan dimensi dan penulangan lebih besar apabila dibandingkan dengan perencanaan struktur dengan beban gravitasi saja. Hal ini disebabkan gaya-gaya dalam yang bekerja akibat beban lateral di komponen portal beton bertulang menjadi lebih besar utamanya di daerah dengan beban gempa yang besar.

Gempa bumi adalah suatu gejala pisik yang ditandai dengan bergetarnya bumi dengan berbagai intensitas, dimana bangunan mengalami gerakan vertikal dan horisontal. Gaya inersia atau gaya gempa yang bekerja pada struktur dari bangunan, baik dalam arah vertikal maupun horisontal, akan terjadi pada titik-titik dari massa struktur yang bersangkutan (Sumantri, 1989).

Dari kedua jenis gaya tersebut, gaya gempa dalam arah vertikal hanya sedikit pengaruhnya dalam mengubah gaya gravitasi (*gravity*) yang bekerja pada struktur, karena struktur umumnya direncanakan terhadap gaya vertikal dengan faktor keamanan yang cukup. Sehingga struktur bangunan biasanya jarang sekali runtuh akibat gaya gempa vertikal.

Sebaliknya gaya gempa horisontal apabila menyerang titik-titik yang lemah pada struktur yang kekuatannya tidak cukup dan akan langsung mengakibatkan keruntuhan (*failure*). Akibat hal tersebut, maka prinsip utama dalam perencanaan tahan gempa (*Earthquake resistant design*) ialah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral.

Bangunan-bangunan gedung yang terkena gaya horisontal akibat gempa bumi mempunyai kecenderungan untuk bergeser dalam arah mendatar dan berputar. Untuk menanggulangi hal

tersebut lebih baik bila fondasinya terbuat dari konstruksi beton bertulang yang kuat, sehingga dapat bekerja sebagai aksi komposit dalam satu kesatuan dan meneruskan gaya-gaya gempa horisontal dengan tidak mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) yang berarti (Sumantri, 1989).

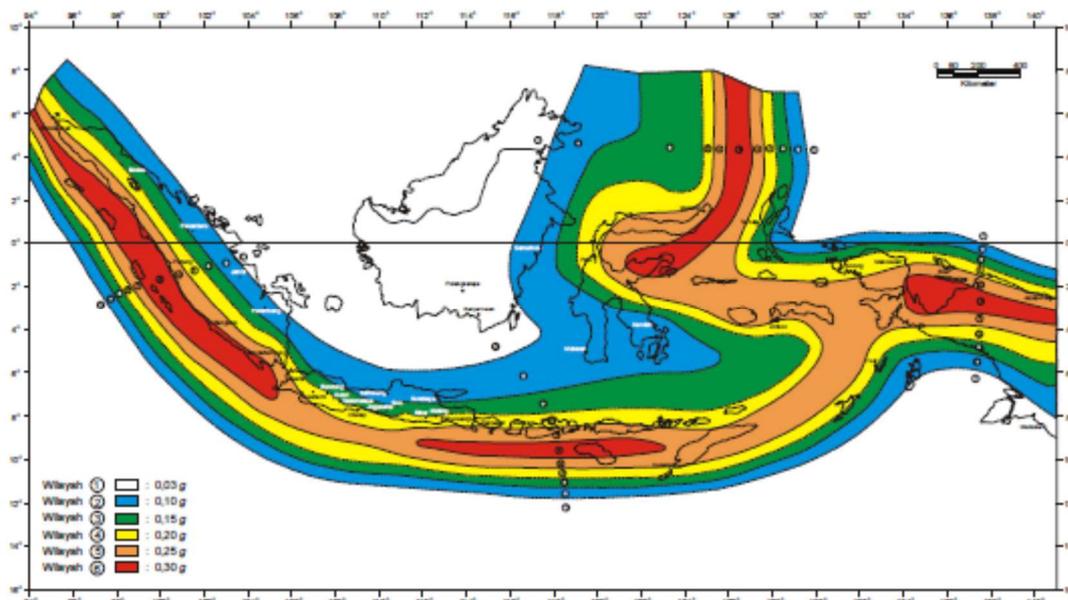
Mengingat besarnya dimensi struktur portal akibat beban gempa, maka efisiensi dalam perencanaan struktur menjadi isu yang menarik. Salah satu cara untuk mendapatkan efisiensi dalam desain beton bertulang dapat diperoleh dengan asumsi awal perencanaan. Penelitian yang terkait dengan asumsi awal perencanaan untuk efisiensi desain salah satunya adalah penelitian untuk membandingkan hasil analisis struktur portal 2 dimensi dengan analisis struktur portal 3 dimensi. Hasil penelitian menunjukkan perencanaan 3 dimensi memberikan efisiensi yang lebih baik, dikarenakan memberikan hasil yang lebih mendekati kondisi sebenarnya portal dalam menerima beban lateral (Prasetya, 2008).

Besarnya gaya dalam komponen portal beton bertulang akibat beban luar ditentukan oleh kekakuan komponen struktur yang salah satunya ditentukan oleh dimensi komponen struktur pada portal yaitu balok dan kolom yang berpengaruh pada nilai kekakuan elemen struktur. Elemen struktur pada portal yaitu balok atau kolom, yang memiliki kekakuan yang lebih akan menerima gaya dalam yang lebih besar apabila dibandingkan komponen struktur yang memiliki kekakuan lebih kecil (distribusi momen). Pada kenyataannya kadangkala gaya dalam yang ditahan oleh kolom relatif lebih kecil dibandingkan kapasitas desain kolom beton bertulang (Purwono, 2006). Kecilnya gaya dalam yang ditahan oleh kolom tersebut membuka peluang untuk mengubah dimensi balok lebih kecil agar lebih banyak gaya yang terdistribusi ke kolom mendekati kapasitas kolom.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis perubahan dimensi balok agar distribusi gaya lebih banyak diterima oleh kolom sehingga diperoleh efisiensi dalam perancangan struktur beton bertulang.

2. RANCANGAN PENELITIAN

Obyek penelitian yang akan dianalisa dalam penelitian ini adalah gedung perkantoran tiga lantai yang berada di wilayah gempa 4 dengan system perencanaan yang digunakan adalah perencanaan daktail parsial. Dalam perencanaan system daktail parsial ini digunakan nilai factor reduksi beban gempa, $R = 4,8$ (SNI-1726-2002, 2002).



Gambar 1. Pembagian wilayah gempa Indonesia (SNI-1726-2002, 2002)

Data-data awal perencanaan gedung tiga lantai tersebut dan hasilnya telah tersedia berdasarkan Tugas Akhir di Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta (Ma'arif,

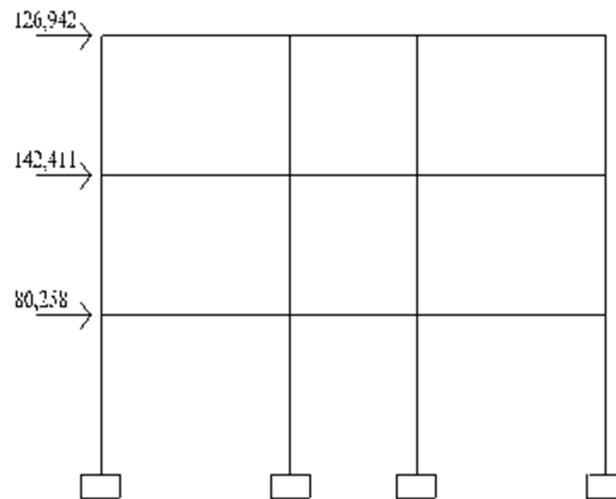
2013). Berdasarkan data awal tersebut maka dimensi balok akan diperkecil secara bertahap setiap 5% sehingga dapat dilihat sejauh mana efisiensi yang dapat diperoleh.

Dalam perencanaan ini digunakan mutu bahan yaitu kuat tekan beton dan mutu baja berturut-turut $f'_c = 20$ MPa dan $f_y = 300$ MPa. Peraturan perencanaan adalah peraturan gempa tahun 2002 dan peraturan perencanaan beton bertulang tahun 2002 (SNI 03 2847, 2002).

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil-hasil penelitian yang akan ditampilkan dalam penelitian ini adalah gaya gempa dasar statik ekuivalen, jumlah tulangan balok dan gambar diagram interaksi kolom. Berdasarkan data-data tersebut akan diketahui tingkat efisiensi yang diperoleh dengan perubahan dimensi balok.

Besarnya gempa statik ekuivalen untuk bangunan gedung 3 lantai yang berada di wilayah gempa 4 dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar berikut ini



Gambar 2. Beban Lateral pada portal yang ditinjau

Selanjutnya besarnya efisiensi yang bisa diperoleh dengan perubahan dimensi balok ditampilkan di dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil analisis efisiensi balok portal beton bertulang

Kode balok	Efisiensi dimensi	Momen (kNm)	Dimensi balok	Penulangan balok		Mutu bahan (MPa)
				Ujung	Tengah	
0%	227,7	300 x 500 mm	Atas : 7 D 22 Bawah : 2 D 22	Atas : 2 D 22 Bawah: 2 D 22	$f'_c = 20$ $f_y = 300$	
5%	212,3	300 x 470 mm	Atas : 7 D 22 Bawah : 2 D 22	Atas : 2 D 22 Bawah: 2 D 22		
10%	205,3	300 x 450 mm	Atas : 8 D 22 Bawah : 2 D 22	Atas : 2 D 22 Bawah: 2 D 22	$f'_c = 25$ $f_y = 400$	
0%	227,7	300 x 500 mm	Atas : 6 D 22 Bawah : 2 D 22	Atas : 2 D 22 Bawah: 2 D 22		
10%	205,3	300 x 450 mm	Atas : 6 D 22 Bawah : 2 D 22	Atas : 2 D 22 Bawah: 2 D 22		

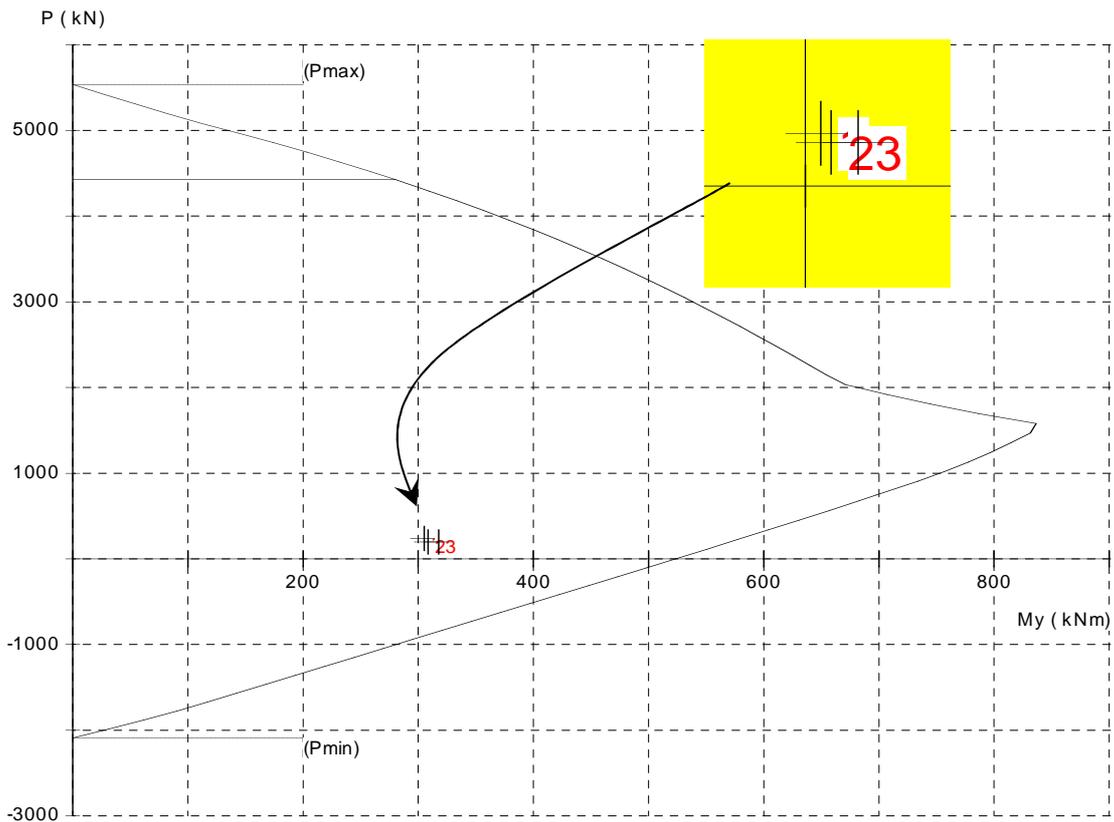
Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai Momen perencanaan pada balok akan menurun apabila dimensi balok diperkecil, dengan konsekuensi terjadi peningkatan nilai momen yang diterima oleh kolom. Hal ini sesuai dengan prinsip distribusi momen dimana semakin tinggi kekakuan suatu elemen struktur, maka semakin besar gaya dalam yang diterima.

Selanjutnya tabel tersebut juga menunjukkan bahwa mutu bahan berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan, dimana semakin tinggi mutu bahan semakin besar efisiensi yang dapat

diperoleh. Pada pemakaian mutu bahan yang rendah ($f'_c = 20 \text{ MPa}$; $f_y = 300 \text{ MPa}$) efisiensi dimensi hanya dapat dilakukan hingga 5% saja terhadap dimensi awal. Apabila dimensi diturunkan hingga 10% maka diperlukan penulangan yang lebih banyak dibandingkan dimensi awal yaitu sebanyak 14% terhadap penulangan awal.

Pemakaian mutu bahan yang lebih tinggi ($f'_c = 25 \text{ MPa}$; $f_y = 400 \text{ MPa}$) menunjukkan, penurunan dimensi hingga 10% menghasilkan jumlah tulangan yang terpasang tetap sama dengan dimensi tulangan awal. Dengan demikian dihasilkan efisiensi volume beton sebanyak 10% dan efisiensi berat begel terpasang sebesar 7,8%.

Hal yang harus diperhatikan adalah, efisiensi dimensi tersebut di atas hanya dapat dilakukan apabila diagram interaksi kolom masih menyisakan ruang yang cukup untuk menerima beban P_u dan M_u , sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 3. Diagram interaksi untuk kolom dimensi 610 x 610 mm dan mutu bahan $f'_c = 20 \text{ MPa}$; $f_y = 300 \text{ MPa}$

Keterangan: No 1 → Beban pada kolom dengan dimensi balok awal

No 2 → Beban pada kolom dengan dimensi balok diturunkan 5%

No 3 → Beban pada kolom dengan dimensi balok diturunkan 10%

Hasil penggambaran grafik diagram interaksi kolom di atas menunjukkan bahwa pengurangan dimensi balok mengakibatkan peningkatan beban pada kolom sehingga mendekati batas kuat rencana kolom. Hal ini yang ditunjukkan dengan posisi titik 1, 2 dan 3 dalam diagram interaksi kolom. Penggambaran diagram interaksi juga kolom masih mampu menerima tambahan beban, dimana salah satunya dapat dilakukan dengan penurunan dimensi balok.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian Efisiensi Kebutuhan Material pada Perencanaan Portal Tahan Gempa Wilayah 4 dengan Efisiensi Balok adalah: (1) Efisiensi perencanaan portal beton bertulang dapat dilakukan, salah satunya dengan cara mengurangi dimensi balok. (2) Efisiensi perencanaan akan semakin besar diperoleh apabila mutu bahan yang

digunakan semakin tinggi (3) Efisiensi terbesar diperoleh berupa penurunan volume balok hingga 10% dan pengurangan berat begel balok sebesar 7,8%.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melihat pengaruh wilayah gempa terhadap peningkatan efisiensi perencanaan portal.

UCAPAN TERIMA KASIH.

Penelitian ini dapat dilaksanakan melalui kerja sama dengan Mahasiswa Prodi teknik Sipil UMS, Agung Prabowo dan terlaksana dengan biaya Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di bawah skema Penelitian Regular Kompetitif.

DAFTAR PUSTAKA

- MA'ARIF, M. I. 2013. Kebutuhan Material Pada Perencanaan Portal Tiga Lantai dengan Sistem Daktil Parsial di Wilayah Gempa Empat. Surakarta: Tugas Akhir Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- MEHTA, P. K. 1986. *Concrete: Structure, Properties, and Materials*, New Jersey, USA, Prentice Hall, Inc.
- PRASETYA, T. 2008. *Studi Perbandingan Analisa Struktur 2 Dimensi dan 3 Dimensi untuk Struktur Gedung Akibat Beban Gempa*. S 1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PURWONO, R. 2006. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang tahan Gempa*, Surabaya, ITS press.
- RAY, S. 1995. *Reinforced Concrete, Analysis and Design*, Melbourne, Australia, Blackwell Science Ltd.
- SNI-1726-2002 2002. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03 2847 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SUMANTRI, R. F. 1989. *Penggunaan Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa* Jakarta, Dirjen DIKTI Departemen Pendidikan dan kebudayaan.