

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem rangka pemikul momen khusus tersusun dari pertemuan-pertemuan antara balok dan kolom yang dihubungkan pada sebuah join dengan menggunakan las atau baut mutu tinggi. Kemampuan rangka momen dalam menahan gaya-gaya lateral disediakan oleh kekuatan geser dan lentur yang dimiliki oleh balok dan kolom. Dengan demikian struktur rangka pemikul momen harus memiliki daktilitas yang sesuai dengan perilakunya yang diharapkan fleksibel (Tsai dkk., 2001).

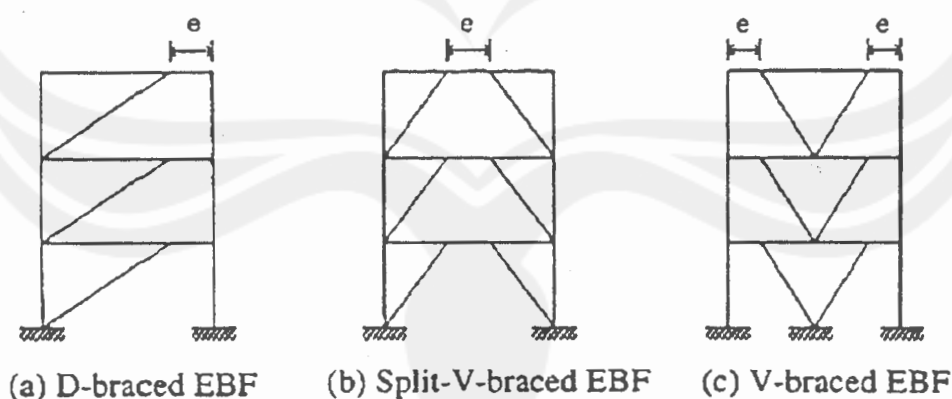
Dalam menerima beban gempa, struktur rangka pemikul momen dapat mengalami simpangan lantai yang cukup besar yang terjadi pada lantai-lantai teratas dari struktur. Hal ini dikarenakan sifatnya yang fleksibel. Menurut Tabel 3 SNI 03-1726-2002 nilai daktilitas dari Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus yaitu 5,2 sedangkan faktor reduksi beban gempa yang diberikan 8,5. Karakteristik tersebut menunjukkan kelebihan rangka pemikul momen khusus dalam kinerjanya terhadap beban gempa.

Menurut Tsai (2001) filosofi desain rangka pemikul momen sendiri adalah rangka dapat mendisipasi energi akibat gempa dengan membentuk sendi-sendi plastis pada balok dan daerah panel. Sendi plastis tersebut direncanakan berdasarkan kapasitas momen plastis yang mampu ditahan ketika struktur berperilaku inelastik.

2.2 Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE)

Sistem rangka bresing eksentrik (SRBE) memiliki kekakuan elastik yang cukup tinggi, respon yang stabil ketika mengalami pembebanan siklis, dan daktilitas serta kapasitas disipasi energi yang sangat baik. Kekakuan elastik yang tinggi tersebut merupakan sifat dari rangka bresing konsentrik sedangkan kemampuan disipasi energi yang baik merupakan sifat dari rangka pemikul momen. Dengan demikian SRBE merupakan sebuah hibridisasi dari dua sistem rangka konvensional (Bruneau dkk., 1998).

Bagian pada SRBE yang menjadi titik lemah tersebut dikenal dengan sebutan "*link beam*" dan panjang *link beam* disimbolkan sebagai e . Balok-balok link pada SRBE berperilaku sebagai "sekering-sekering" struktural yang daktil untuk mendisipasi energi akibat gempa pada gedung dengan cara yang stabil. Link mampu menahan lebih dari 90 % beban gempa (Bruneau dkk., 1998).



Gambar 2.1 Bentuk-Bentuk SRBE (Tsai dkk., 2001)

Perilaku inelastik pada link sangatlah dipengaruhi oleh panjangnya. Link pendek sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya geser yang terjadi saat perilaku inelastik. Luluh akibat geser terjadi merata sepanjang link. Luluh akibat geser

yang sangat daktail disediakan oleh daerah geser pada bagian badan pada profil baja (Becker dan Ishler, 1996).

Douglas A. Foutch melakukan penelitian tentang perilaku seismik dari gedung baja dengan bresing eksentrik pada tahun 1989. Gedung tersebut terdiri dari 6 (enam lantai) dan diuji dengan alat simulasi gempa. Dari penelitian tersebut, struktur gedung memiliki daktilitas yang tinggi meskipun distribusi kerusakan akibat gempa tidak merata pada setiap tingkat. Simpangan antar lantai terbesar dan kapasitas disipasi energi terbesar terjadi pada dua lantai terbawah. Ini menunjukkan bahwa desain optimum dari struktur SRBE sulit untuk dicapai.

Kerusakan yang tidak merata pada setiap tingkat yang diakibatkan semakin fleksibelnya setiap *link beam* pada tingkat yang lebih tinggi menyebabkan perpindahan pada lantai teratas cukup besar. Dibandingkan dengan rangka momen perpindahan lantai yang terjadi akibat adanya SRBE memang lebih kecil. Sistem ganda dengan menggabungkan antara rangka pemikul momen dengan rangka bresing eksentrik dapat mengurangi nilai perpindahan pada setiap lantai.

2.3 Sistem Ganda Dengan Rangka Bresing Eksentrik

Ketika tahanan terhadap beban lateral disediakan oleh kombinasi kontribusi dari rangka momen dan dinding struktur, struktur tersebut dapat kita sebut sebagai sistem ganda. Dinding struktur tersebut apabila diterapkan pada gedung baja dapat digantikan oleh rangka dengan bresing (*braced frame*) dengan harapan rangka bresing berperilaku seperti dinding struktur.

Sistem ganda memungkinkan untuk menggabungkan keuntungan-keuntungan dari setiap elemen penyusunnya. Rangka yang daktail, diinteraksikan dengan dinding, dapat menyediakan sejumlah disipasi energi yang signifikan, ketika diperlukan, terutama di tingkat-tingkat bawah pada struktur gedung. Di samping itu, sebagai hasil dari kekakuan yang besar pada dinding, kontrol simpangan antar lantai yang baik pada saat terjadi gempa dapat dicapai, dan mekanisme *soft story* yang melibatkan sendi plastis pada kolom dapat dihindari. (Paulay dan Priestley, 1992).

Keuntungan yang diuraikan di atas mendorong munculnya ide bagaimana seandainya rangka momen pada gedung baja diinteraksikan dengan rangka bresing eksentrik. Perilaku secara umum dari sistem ganda pada gedung baja menganalogi pada studi perilaku pada sistem ganda dengan dinding struktur. Karakteristik dinding struktur pada lantai-lantai teratas yang fleksibel sehingga menumpang pada rangka momen terlihat juga apabila dinding struktur diganti dengan rangka bresing eksentrik.

Sistem ganda dengan rangka bresing eksentrik muncul untuk menyediakan sebuah gedung dengan semua karakteristik yang diperlukan agar gedung tetap *survive* oleh goyangan gempa. Karakteristik-karakteristik tersebut adalah kekuatan elastik, kekakuan dan daktilitas yang sesuai untuk menghindari kerusakan struktur dan non struktur saat terjadi gempa serta perilaku histeresis yang stabil saat terjadinya gempa (Whittaker dkk., 1989).

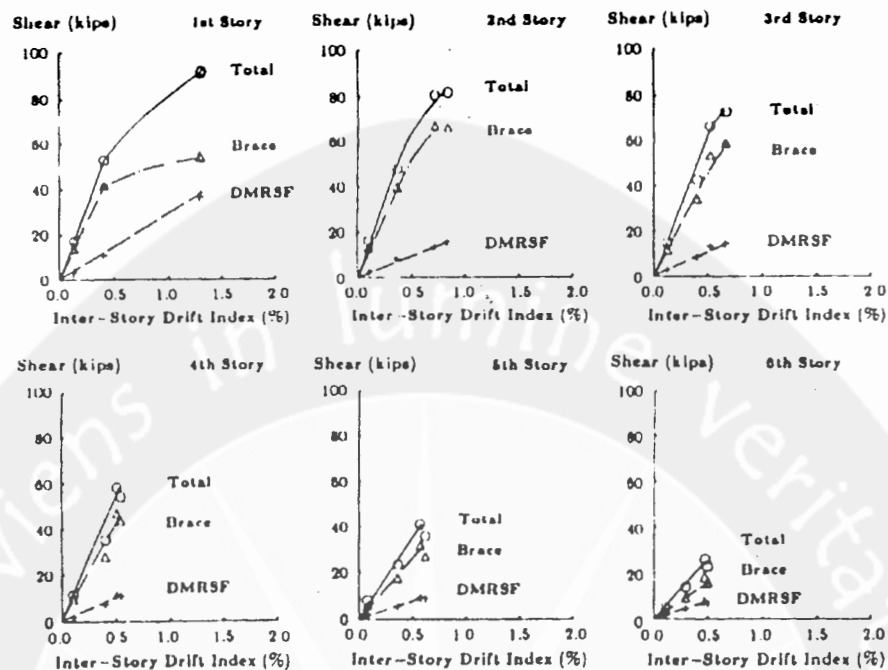
Menurut SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1729-2002, sistem ganda terdiri dari:

1. Rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi,
2. Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral,
3. Kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi/sistem ganda.

Gabungan dari SRPMK dan SRBE diharapkan dapat menghasilkan nilai perpindahan struktur yang lebih kecil dibandingkan dengan struktur dengan SRBE saja maupun struktur dengan rangka momen saja. Sendi plastis pada balok rangka momen terjadi akibat dari momen akibat perilaku inelastik dan sendi plastis pada *link beam* terjadi karena geser akibat gaya gempa inelastik.

Perilaku seismik dari rangka bresing eksentrik sistem ganda telah diteliti oleh Andrew S. Whittaker, Chia-Ming Uang, dan Vitelmo V. Bertero pada tahun 1989. Penelitian dilakukan pada gedung 6 (enam) lantai, pada arah sumbu x dan sumbu y masing-masing dua bentang, dan *link beam* didesain menurut penelitian yang telah dilakukan Popov tahun 1983. Gaya-gaya gempa yang dibebankan pada model sesuai *Japanese Seismic Design* 1981.

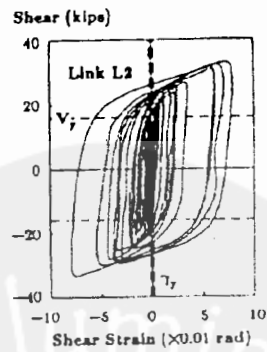
Dari penelitian tersebut diketahui, adanya penambahan bresing eksentrik pada rangka pemikul momen dapat meningkatkan kekakuan struktur menjadi 4,5 kalinya. Rasio redaman dari ragam pertama pada model bresing eksentrik pada tes tersebut yaitu sebesar 2,2 %. Setelah struktur diberi simulasi gempa yang lebih besar lagi nilai rasio redaman tadi menjadi 2,3% dan waktu getar naik sebesar 0,01 detik.



Gambar 2.2 Grafik Gaya Geser Tiap Lantai pada Sistem Ganda dengan Rangka Bresing Eksentrik (Whittaker dkk., 1989)

Sistem rangka bresing eksentrik memikul gaya geser yang lebih banyak porsinya dibandingkan yang dipikul oleh rangka momen. Perilaku inelastik lebih dominan terjadi di 2 lantai terbawah. Lantai ke-4 sampai lantai ke-6 berperilaku elastik. Ini berarti energi gempa secara dominan dilepaskan oleh bentang dengan bresing sedangkan kapasitas disipasi rangka momen terlihat dari simpangan antar lantai mendekati 1,3% pada lantai pertama (Whittaker dkk., 1989).

Hal-hal tersebut menunjukkan kinerja yang baik dari link beam sebagai penahan beban lateral. Link beam dapat memberikan deformasi inelastik yang stabil ketika mengalami pembebanan siklis. Gambar-gambar yang ada diambil dari hasil penelitian Whittaker dkk. mengenai perilaku seismik dari sistem ganda pada gedung baja dengan bresing eksentrik (*eccentric brace dual system*).



Gambar 2.3 Kurva Histeresis Balok Link yang Dibebeani Geser (Whittaker dkk., 1989)

Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pada sistem ganda 90% dari gaya-gaya lateral akibat gempa pada gedung ditahan oleh rangka bresing eksentrik. Perilaku inelastik *link beam* yang stabil menyebabkan struktur dapat mengalami perpindahan bolak-balik akibat gempa. Kegagalan gedung akibat geser dapat dihindarkan. Adanya penambahan kekakuan pada sistem ganda yang berasal dari bresing eksentrik menyebabkan perpindahan yang cukup besar dari gedung dapat dikendalikan.