

# **SHEARWALL AND BRACING**

as part of efforts to overcome the lateral  
load from earthquake

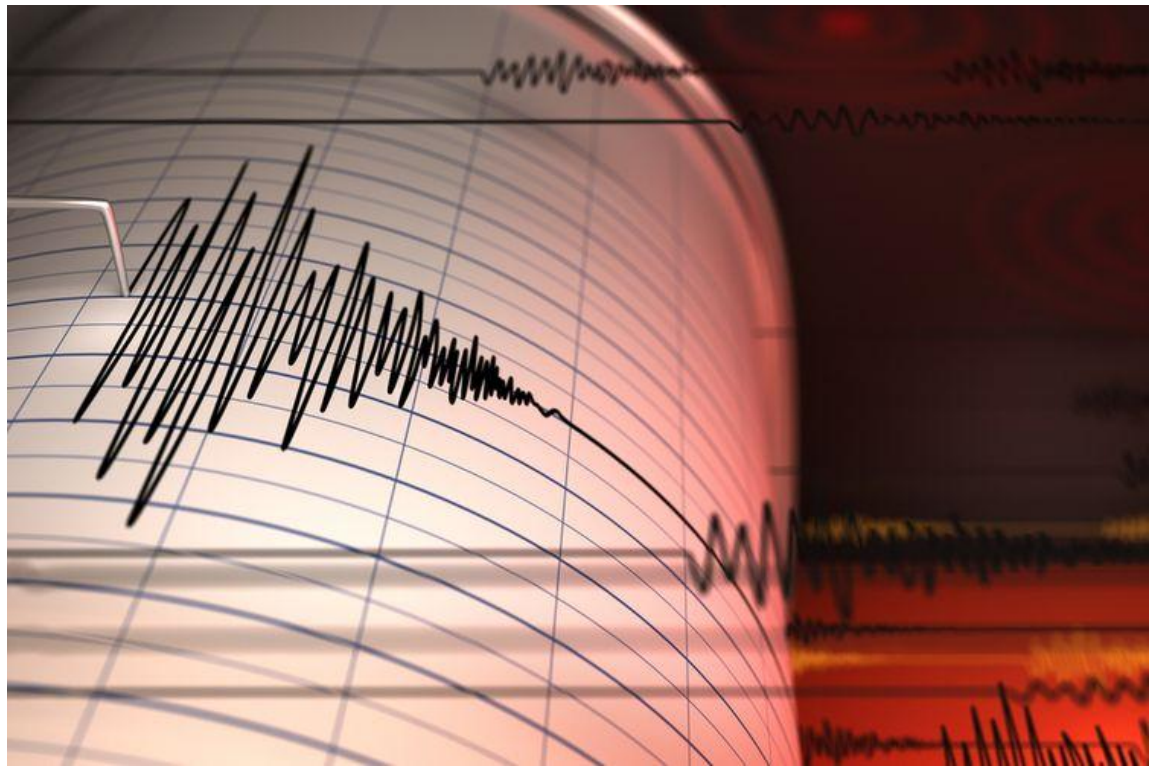
*Learn from KOBE experience*

**Studio Struktur & Konstruksi II**

March 30, 2020

Universitas Komputer Indonesia

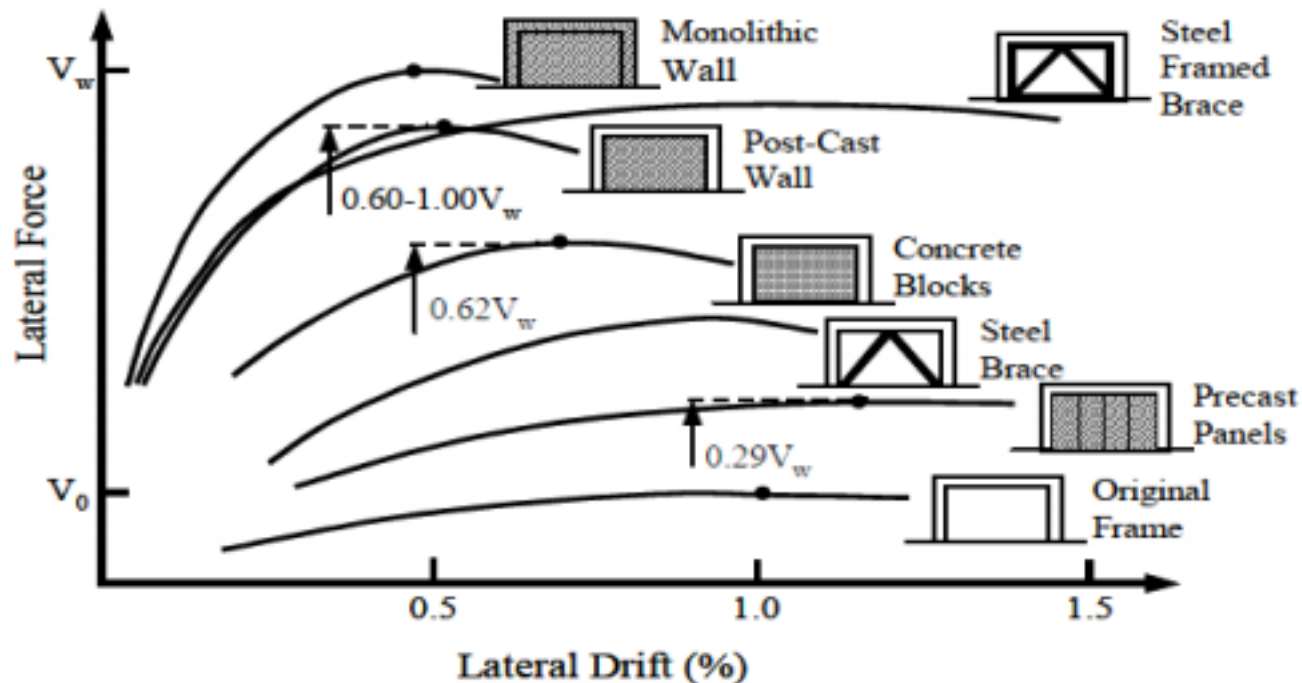
**Beban gempa** adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi (baik gempa tektonik maupun vulkanik) yang mempengaruhi struktur tersebut.



Peraturan perencanaan beban gempa pada gedung-gedung di Indonesia yang berlaku saat ini diatur dalam SNI Gempa 1726:2012. Pada peraturan ini dijelaskan tentang faktor-faktor yang berhubungan dengan perhitungan untuk analisis beban gempa sebagai berikut:

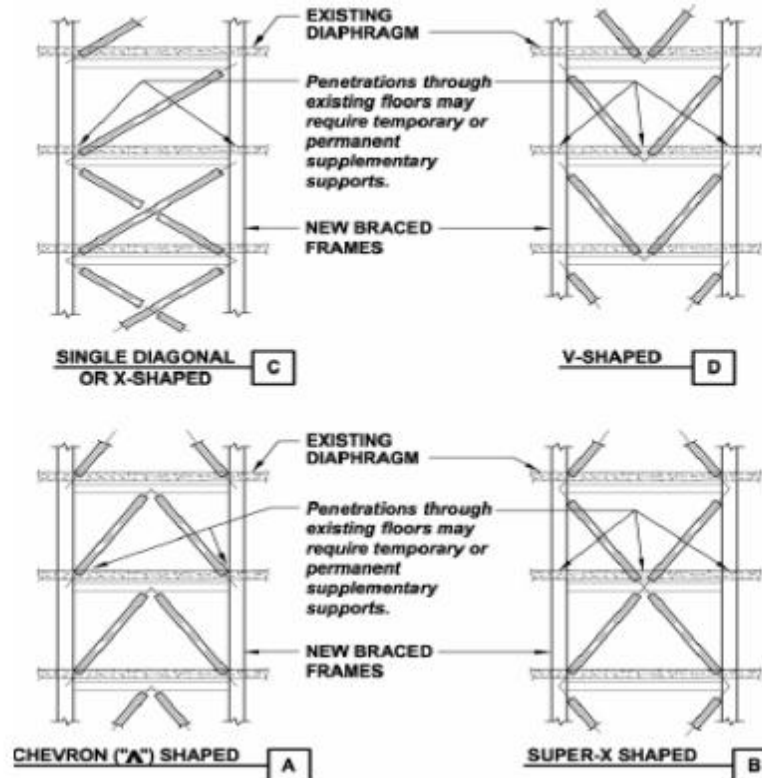
1. *Geografis*. Perencanaan beban gempa pada sebuah gedung tergantung dari lokasi gedung tersebut dibangun. Hal ini disebabkan karena wilayah yang berbeda memiliki percepatan batuan dasar yang berbeda pula.
2. *Faktor keutamaan gedung*. Faktor ini ditentukan berdasarkan jenis pemanfaatan gedung. Gedung dengan kategori risiko I dan II memiliki faktor keutamaan gedung 1, untuk kategori risiko III memiliki faktor 1.25, dan kategori risiko IV memiliki faktor 1.5.
3. *Kategori Desain Seismik* Pembagian kategori desain seismik dari rendah ke tinggi yaitu A, B, C, D, E, dan F.
4. *Sistem penahan gaya seismik* Struktur dengan sistem penahan gaya seismik memiliki faktor reduksi gempa atau koefisien modifikasi respon ( $R$ ), faktor kuat lebih sistem ( $\Omega_0$ ), dan faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) yang berbeda-beda.

Metode perkuatan konvensional terdiri dari penambahan elemen struktur baru dan memperbesar dimensi elemen struktur. Penambahan **dinding geser** dan **bracing** merupakan metode perkuatan yang paling banyak digunakan, karena kedua metode tersebut lebih efektif dan **biayanya lebih ringan** dibandingkan pembesaran dimensi kolom dan balok (IST Group, 2004). Keefektifan dari penambahan dinding dan bracing dapat dilihat pada gambar ini.



Penambahan bracing efektif menghalau geser lateral, sementara lateral force murni diatasi dengan dinding kaku, sering ditemui pada bagian core dari bangunan.

Penambahan bracing baja diagonal pada struktur rangka kaku eksisting merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan sistem struktur. Bracing baja dapat ditambahkan tanpa meningkatkan berat struktur secara signifikan. bracing yang umum digunakan adalah tipe bracing konsentrik, karena bracing eksentrik mahal dan sulit dalam pelaksanaannya karena menggunakan mekanisme link. Tipe bracing dapat dilihat di bawah ini.

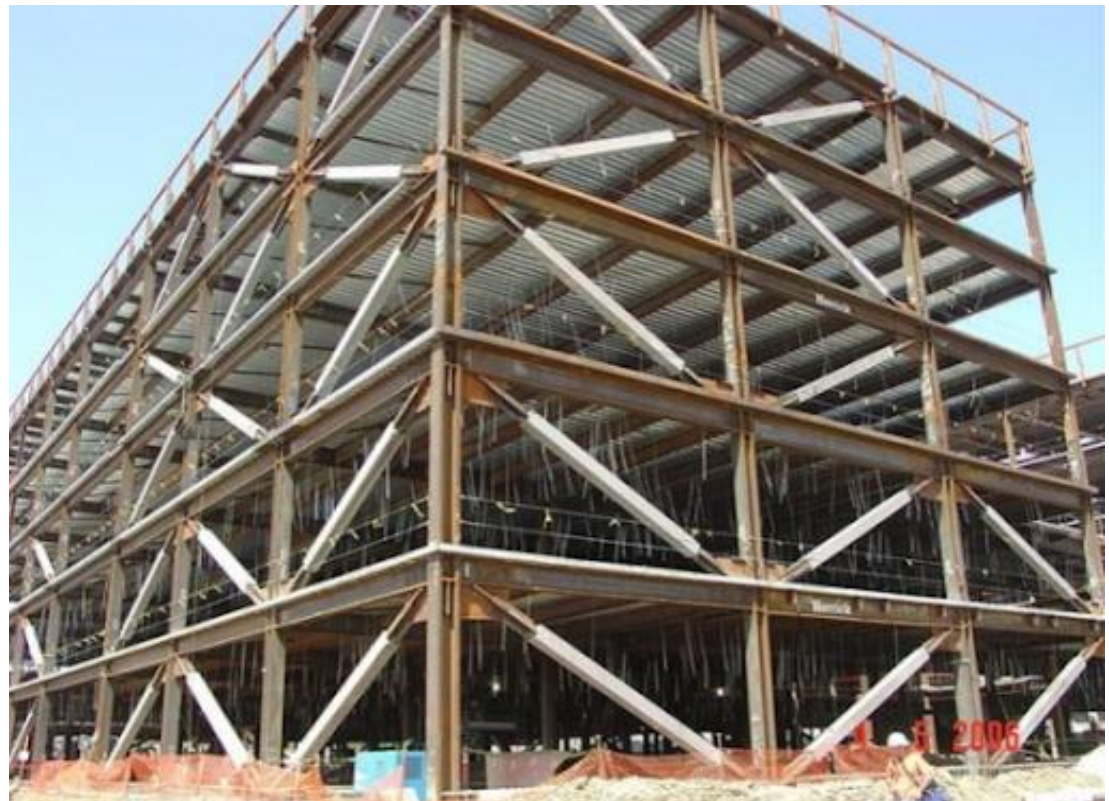


Bracing harus memenuhi persyaratan AISC, 2010 yaitu:

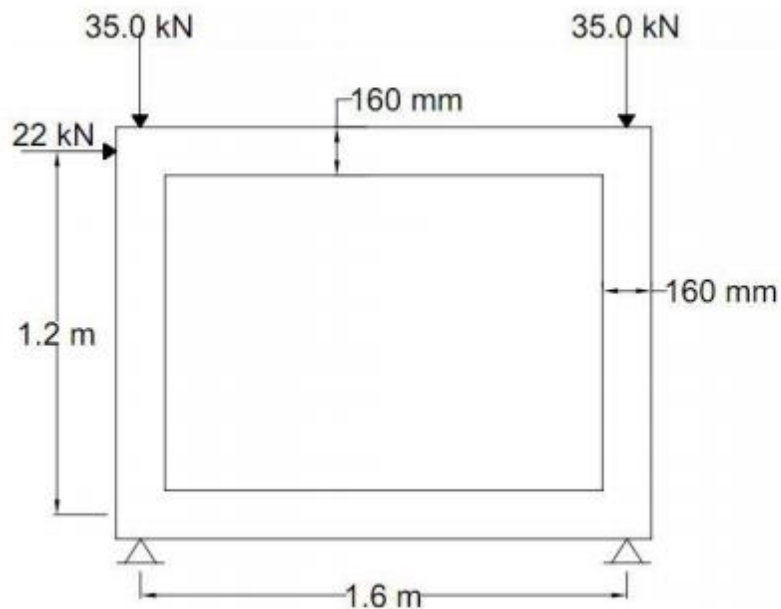
1. Kelangsingan bracing memiliki rasio  $KL/r$  200
2. 2. Jarak konektor harus sedemikian sehingga rasio kelangsingan  $a/r_i$  elemen individual antara konektor tidak melebihi 0,4 kali rasio kelangsingan dari batang yang dibuat. Jumlah dari ketersediaan kekuatan geser dari konektor harus sama atau melampaui kekuatan tarik yang tersedia dari setiap elemen. Jarak konektor harus seragam, tidak kurang dari 2 konektor harus digunakan pada batang yang akan dibuat. Konektor harus tidak berada dalam tengah seperempat dari panjang bracing. Kecuali di mana tekuk dari bracing sekitar tekuk kritis tidak menyebabkan geser dalam koneksi desain konektor harus mematuhi ketentuan ini.
3. Luas bersih efektif bracing harus tidak kurang dari luas kotor bracing di mana tulangan pada bracing dengan syarat spesifikasi minimum kekuatan leleh dari tulangan harus setidaknya spesifikasi sesuai minimum kekuatan leleh dari bracing. Koneksi dari tulangan ke bracing harus mempunyai kecukupan kekuatan untuk mengembalikan kekuatan tulangan yang diharapkan pada setiap sisi dari bagian yang direduksi.



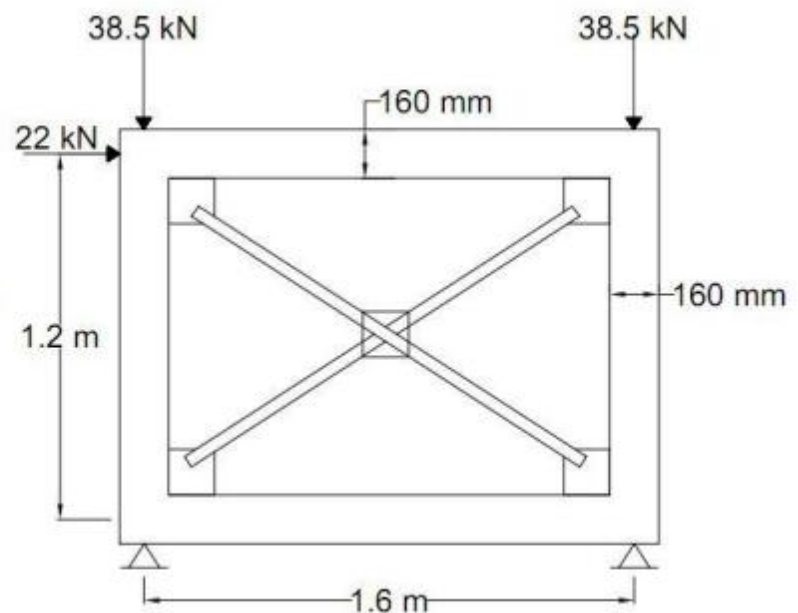
Koneksi bracing bisa berupa las atau koneksi antar balok dan kolom. Hal hal yang dibutuhkan untuk mempertimbangkan koneksi bracing yaitu kekuatan tarik, kekuatan tekan dan akomodasi dari tekuk bracing. Hubungan kolom harus memenuhi di mana alur pengelasan digunakan untuk membuat sambungan. Sambungan harus bisa melengkapi penetrasi join alur pengelasan. Hubungan kolom harus didesain untuk mengembangkan setidaknya 50% lebih rendah dari kekuatan flexurel yang tersedia pada sambungan bracing.



Perhatikan penelitian tentang kinerja seismik rangka bresing baja yang di perkuat dengan bresing baja konsentrik telah dilakukan oleh Youssef et al (2007) dengan membuat dan membebani 2 model struktur dengan skala yang diperkecil sebesar (2/5) dari aslinya. Model 1 rangka momen yang dirancang sesuai dengan persyaratan SRPMM, sedangkan model 2 rangka momen dengan bresing baja X dengan pendetailan biasa.



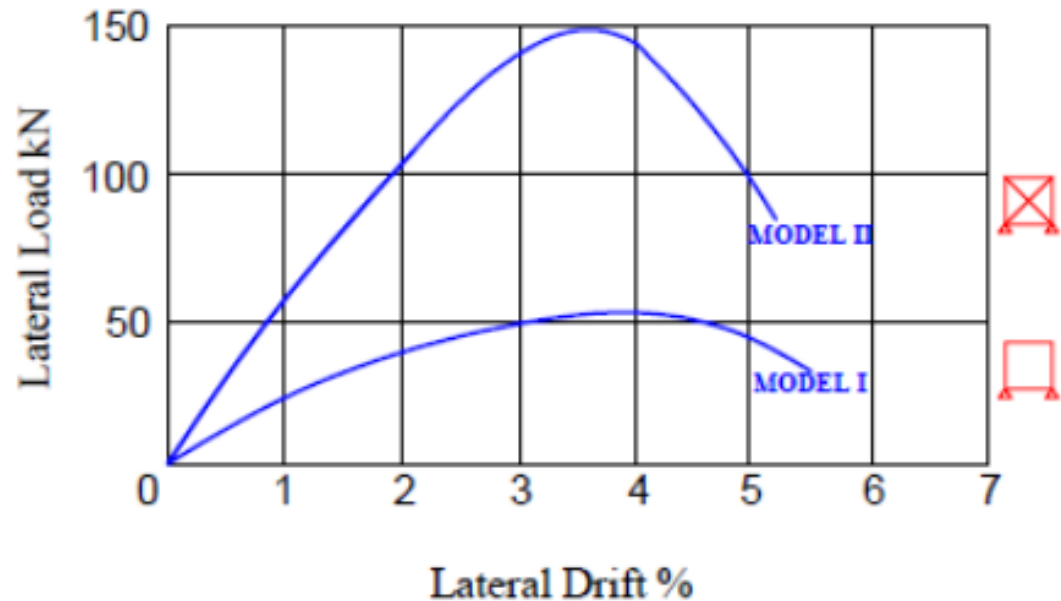
a



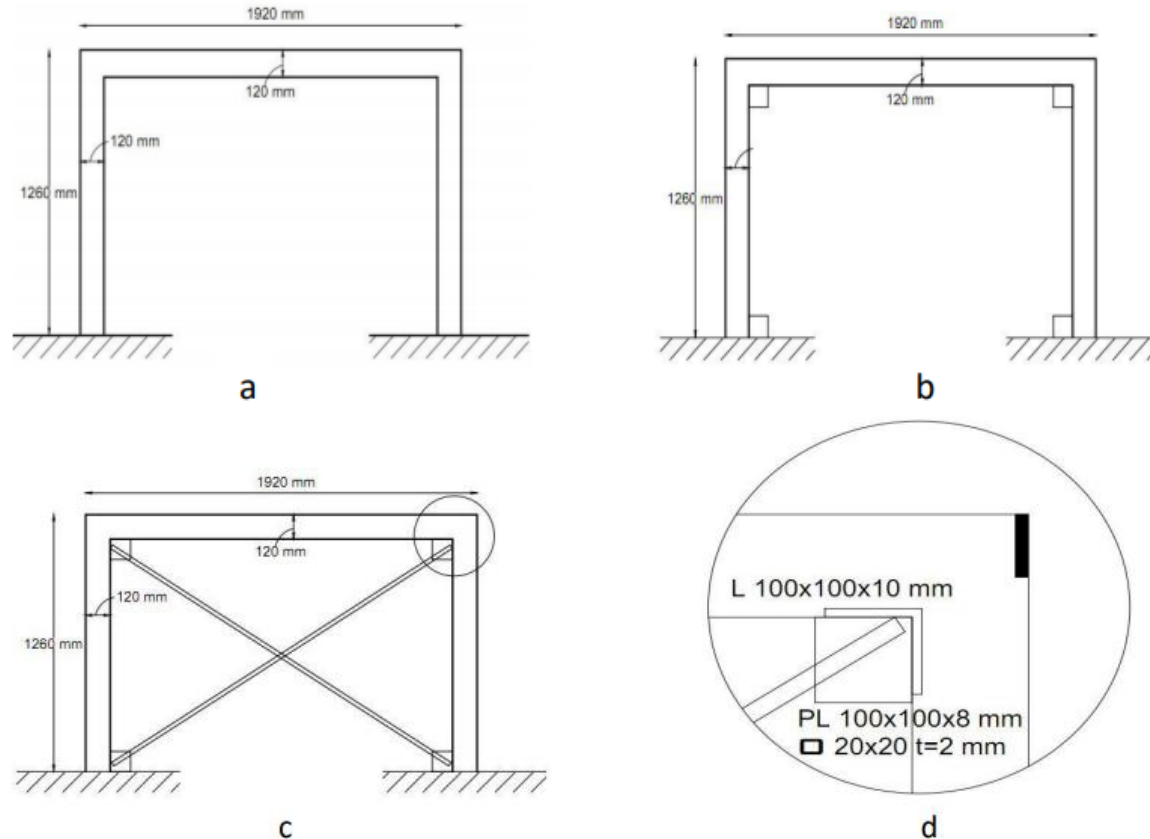
b



Hasilnya bisa dilihat di gambar di bawah, di mana struktur dengan bracing cenderung lebih mampu menahan gaya lateral yang besar, dibandingkan dengan yang tanpa bracing.



Penelitian tentang interaksi antara sistem bresing dan rangka pemikul momen pada rangka beton bertulang dengan bresing baja telah dilakukan oleh Massumi dan Absalan (2013) dengan menguji dan memodel 2 buah rangka beton bertulang yang dirancang dengan peraturan lama. Satu rangka diperkuat dengan bresing baja BF1 sedangkan yang lain tidak diperkuat bresing baja (UBF1). Interaksi antara rangka momen dengan rangka dengan bresing dianalisis dengan membuat model tambahan menggunakan software ANSYS dimana bresing pada BF1 dihilangkan tetapi pelat baja sambungannya tetap (UBF2).



Pengujian kedua model tersebut dilakukan dengan membebani dengan beban vertikal berupa beban gravitasi lantai yang dibantu dengan turnbuckle yang tertancap ke bawah dan beban lateral. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bresing pada rangka beton bertulang meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas absorpsi energi struktur. Di samping itu interaksi antara rangka beton bertulang dan sistem bracing memiliki dampak positif terhadap perilaku struktur yang di mana meningkatkan kekuatan ultimit struktur. Gambar pengujian di bawah ini menggaris bawahi fakta tersebut.



# Belajar dari Kobe

- 1995, 17 Januari subuh, Kobe –kota ketujuh terbesar di Jepang, ibukota Prefektur Hyogo- diguncang gempa dahsyat yang belum pernah terjadi. Nyaris seluruh kota ambruk. Struktur yang dibangun tidak mampu menanggung beban lateral yang sangat besar. Peristiwa ini dapat dipelajari pada [https://en.wikipedia.org/wiki/Great\\_Hanshin\\_earthquake](https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Hanshin_earthquake)
- Setahun berikutnya, Kobe dibangun kembali, dengan pendekatan tanggungan beban lateral sebagai intinya.
- Kini, Kobe yang dibangun dengan pendekatan struktur tahan gempa tidak pernah sama lagi. Pendekatan yang unik dalam membangun ini sebenarnya menerapkan prinsip-prinsip sederhana yang dapat dipelajari pada tampilan berikut. Mari mengenal kota Kobe, lewat tautan: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kobe>



Selintas bencana gempa bumi di Kobe, selain runtuh karena lateral, bangunan juga runtuh karena terbakar akibat arus pendek.





KOBE dibangun kembali dengan cara yang sama sekali berbeda dengan sebelumnya. Perhatikan dinding masif yang dibuat di bagian sisi yang riskan gaya lateral. Bracing dan dinding geser sangat efektif untuk antisipasi lateral di sisi pendek dari bangunan.





Perhatikan fakta bahwa gedung dibuat tidak terlalu tinggi meski dimungkinkan, namun diperlengkapi selalu dengan dinding geser masif di sisi pendek dari bangunan persegi panjang. Hal ini merupakan antisipasi lateral yang terbukti efektif sehingga diharapkan lebih tahan terhadap gempa.









Bangunan di Kobe tidak menggunakan curtain wall kaca sama sekali. Jikapun ada, hanya pemanis. Perhatikan bahwa di balik curtain wall itu ada dinding masif yang mengkakukan bangunan terhadap gaya lateral (mohon abaikan bapak yang berdiri di latar depan 😊)





Perhatikan elemen silang bracing di gedung Markas Pemadam Kebakaran Kobe.  
Sesuaikan dengan teori di bagian awal dari presentasi ini.





Bracing bahkan digunakan pada bangunan low rise juga, membuktikan efektivitasnya bukan hanya berlaku pada multi storey building.

