

DESAIN RUMAH SUSUN DENGAN PENERAPAN STRUKTUR TAHAN GEMPA Studi Kasus : Rumah Susun Bantaran Sungai di Kota Palu

Burhanuddin

Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur Universitas Tadulako
(bur_arch07@yahoo.co.id)

ABSTRACT

Existing flats in river bank of Palu City were built without considering application of land structure design which can stand againts disaster, this needs to be handled because it has potential of failure in protecting the buildings when disaster strikes. Structural mitigation is physical structure formations intended to reduce or prevent impact of hazardous event, including manipulated structural design sensitive to disaster and protective to its users. The concept of structural design of flat in the river bank at Palu city is in form of increasied durability towards physical structure of the buildings.

Keywords : *flats in river bank, Pal City, Structural design, physical aspect.*

ABSTRAK

Rumah susun tepian sungai di Kota Palu yang sudah ada tidak mempertimbangkan penerapan desain struktur tahan bencana hal ini harus cepat diatasi karena berpotensi besar tidak dapat melindungi bangunan tersebut jika terjadi bencana. Mitigasi struktural adalah bentuk-bentuk struktur fisik yang ditujukan untuk mengurangi atau mencegah dampak dari suatu peristiwa bahaya (hazard), termasuk di dalamnya tindakan rekayasa desain struktur bangunan tanggap bencana dan bersifat melindungi penggunanya. Konsep desain penggunaan struktural untuk Rumah Susun tepi sungai di Kota Palu berupa peningkatan Ketahanan terhadap struktur fisik bangunan

Kata Kunci : rumah susun bantaran sungai, Kota Palu, desain struktur, aspek fisik.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Palu merupakan salah satu daerah yang rawan terhadap bencana terutama gempa, hal tersebut dikarenakan kota Palu merupakan salah satu daerah yang sangat rawan dengan bahaya gempa dikarenakan terdapat adanya sesar atau patahan yang melewati Kota Palu. Sesar *Palu Koro*, memanjang arah barat laut tenggara mulai dari laut Sulawesi melewati kota Palu sampai teluk Bone. Hal ini juga dipertegas dengan adanya penelitian yang dilakukan atas kerjasama dengan pihak Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah dengan Universitas Gadjah

Mada dan *Kyoto University* serta Universitas Tadulako, yang melakukan penelitian/observasi di beberapa titik-titik di Kota Palu dengan menggunakan alat *Microtremor*.

Pembangunan rumah susun sudah mulai bermunculan di beberapa titik terutama pada kelurahan/dusun yang berada di sekitar bantaran sungai Palu.

Konsep bangunan tahan gempa pada dasarnya adalah upaya untuk membuat seluruh elemen rumah menjadi satu kesatuan yang utuh dan tidak lepas/runtuh pada saat bencana datang. Penerapan desain bangunan tahan gempa antara lain bagaimana cara membuat sambungan yang cukup kuat

diantara berbagai elemen struktur utama yang terdapat pada bangunan, sehingga pemilihan struktur dan konstruksi bangunan

sesuai dengan syarat dan peraturan-peraturan bangunan tahan bencana (gempa).



Gambar 1, Microtremor
Sumber : buku manual GPL-6A3P

Permasalahan

Bagaimana menerapkan desain struktur rumah susun pada bantaran sungai yang tahan terhadap bencana (gempa).

Tujuan

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menerapkan penggunaan sistem struktur pada bangunan rumah susun pada bantaran sungai palu, mengingat kondisi kota palu merupakan daerah rawan bencana.

TINJAUAN TEORI

Tinjauan terhadap Bangunan Tahan Gempa.

Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang mampu menahan gempa baik dalam skala kecil tanpa ada kerusakan, gempa sedang maupun gempa berskala besar. Prinsip dasar yang harus dipahami pada saat mendesain bangunan tahan gempa, dimana setiap struktur dari bangunan harus terikat dengan baik pada saat pelaksanaan pengerjaannya seperti antara pondasi dengan sloof, sloof dengan kolom dan dinding dengan mempertimbangkan kualitas material yang digunakan dengan sesuai dengan rujukan peraturan perundang-undangan. Dalam desain (perencanaan) yang harus diantisipasi

adalah beban grafitasi yang terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban literal sebagai beban gempa.

Prinsip-prinsip Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.

Prinsip dasar bangunan tahan gempa adalah setiap komponen-komponen bangunan harus terikat dengan kuat satu dengan yang lainnya, ikatan tersebut mulai dari pondasi dengan sloof, sloof dengan kolom utama/praktis, kolom dengan ring balok dan ring balok dengan rangka kuda-kuda. Demikian juga dengan bagian pengisi seperti dinding harus terikat dengan kolom, kusen pintu dan jendela harus terikat dengan dinding.

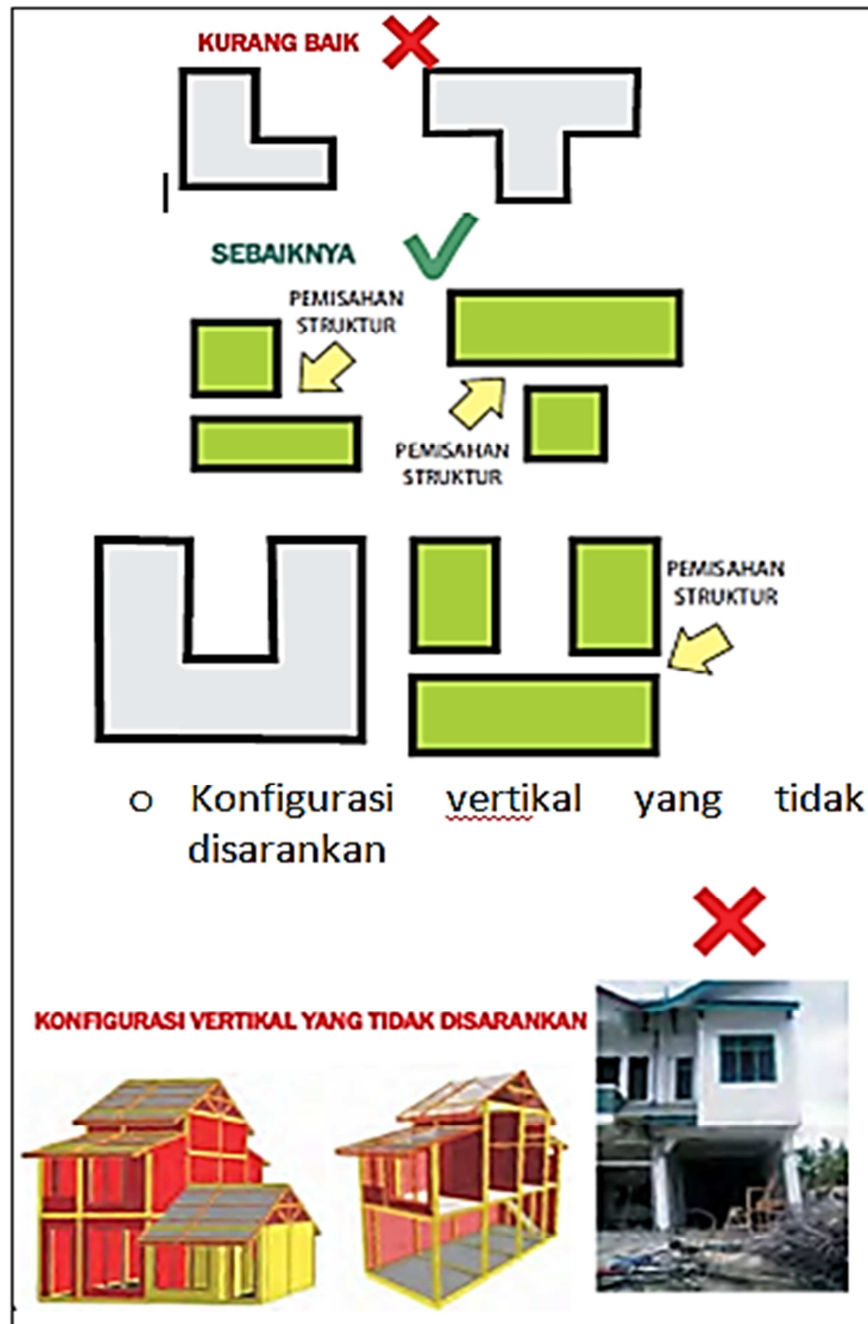
Perencanaan Pembangunan gedung harus memenuhi beberapa prinsip-prinsip bangunan tahan gempa sebagai berikut :

- a. Daktifitas (*Ductility*), perencanaan secara detil atas desain struktur gedung serta semua unsur-unsur penahan gempa sesuai dengan pedoman sehingga berperilaku secara dekil atau ulet pada saat menerima goncangan/beban.
- b. Konfigurasi bentuk bangunan, Konfigurasi secara mendatar (horizontal) maupun keatas (vertical) harus diletakkan

sesimetris mungkin terhadap pusat massa dari bangunan tersebut untuk menghindari terjadinya pemusatan gaya gempa pada titik tertentu pada struktur bangunan.

- o Bentuk bangunan sebaiknya sederhana dan simetris pada seluruh bagian dari suatu bangunan

- o Keteraturan dari bentuk denah bangunan
- o Konfigurasi vertikal yang tidak disarankan



Gambar 2, Bentuk Denah Bangunan yang Sederhana
Sumber : Prinsip-prinsip Perencanaan Bangunan Tahan Gempa

c. Ukuran bukaan

- o Bukaan-bukaan pada dinding cenderung untuk memperlemahkan dinding.
- o Semakin sedikit bukaan pada dinding semakin berkurang kerusakan yang akan terjadi.



GEMPA FLORES, 12 DESEMBER 1992 GEMPA SUMBAR, 6 MARET 2007

Gambar 3, Bukaan pada bangunan yang menimbulkan keretakan pada dinding

Sumber : Materi Seminar Pelatihan Tukang Dinas Pekerjaan Umum (DPU)

d. Kekuatan Bangunan

- o Struktur harus memiliki kekuatan untuk menahan goncangan gempa, terutama pengaruh “Rocking” umumnya terjadi pada bangunan rumah rakyat yang kaku.
- o Semua komponen bangunan, pondasi, kolom, balok, dinding, rangka atap, jika terjadi goncangan gempa, bangunan bergetar sebagai satu kesatuan.



Gambar 4, Bentuk bangunan ketika menerima goncangan

Sumber : Materi Seminar Pelatihan Tukang Dinas Pekerjaan Umum (DPU)

1. Struktur dan Konstruksi Bangunan Tahan Gempa.

- Sub Struktur*, struktur pondasi berperan penting untuk memindahkan beban gempa dari dinding ke tanah pertama, pondasi harus dapat menahan gaya tarik vertikal dan gaya tekan dari dinding. Hal ini berarti sloof menerima gaya geser dan momen lentur sebagai jalur lintasan gaya terakhir sebelum gaya-gaya tersebut mencapai tanah.
- Super Struktur*,

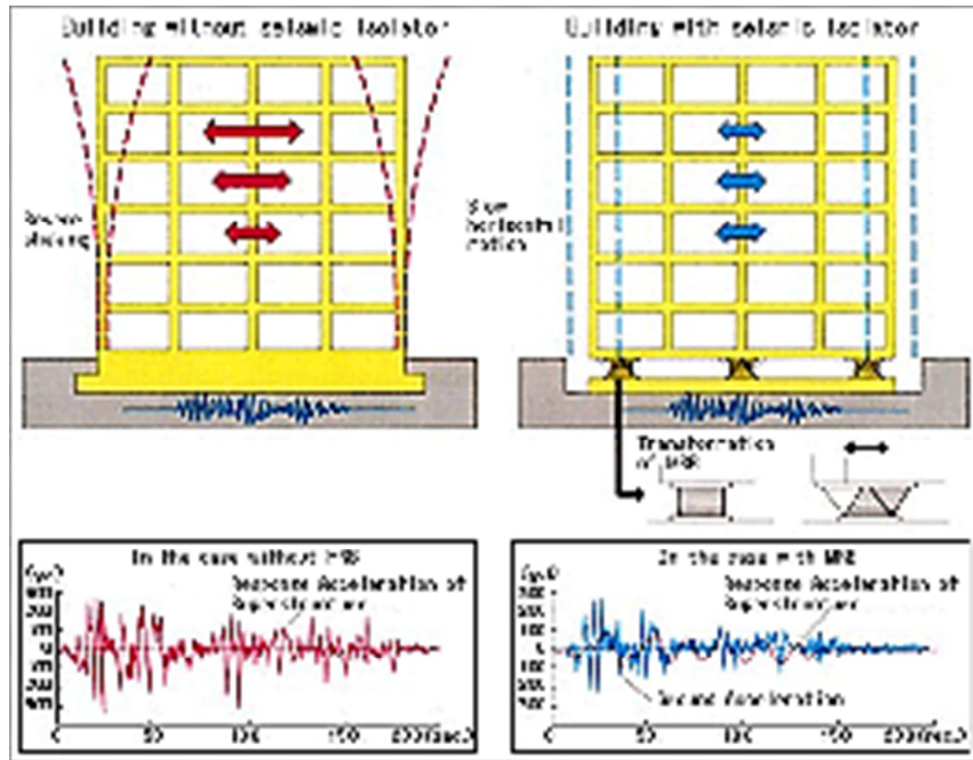
2. “Damper” Isolator Gempa pada Struktur Bangunan.

Untuk melindungi struktur bangunan dari gempa, dapat menggunakan alat-alat peredam gempa (*damper*), mulai dari bantalan karet (*base isolation seismic bearing*) hingga alat-alat berteknologi tinggi.

Gempa yang terjadi di Indonesia saat ini sangat memprihatinkan, banyak korban jiwa akibat tertimbun runtuhnya gedung-gedungnya. Salah satu pilihan yang kini banyak digunakan untuk melindungi struktur bangunan dari gempa, adalah dengan alat-alat peredam gempa (*damper*). Adapun alat peredam gempa tersebut, cukup banyak jenisnya,

- Bantalan karet tahan gempa (*seismic bearing*)
- Lock Up Device* (LUD)
- Fluid Viscous Damper* (FVD)
- High Damping Device* (HIDAM)
- dan lainnya

Penggunaan peralatan tahan gempa tersebut, pada prinsipnya berfungsi untuk menyerap energi gempa yang dipikul oleh elemen-elemen struktur. Sehingga, struktur bangunan menjadi lebih elastis dan terhindar dari kerusakan gempa yang parah



Gambar 5, Respon antara struktur dengan damper dan tanpa damper ketika diguncang gempa
sumber : www2.bridgestone-dp.jp

a) Bantalan Karet

Bantalan karet sering dikenal sebagai *base isolation*, tampaknya penggunaannya akan semakin berkembang luas di masa datang. Berbagai daerah di Indonesia yang dikategorikan rawan gempa, menjadikan

bantalan karet peredam gempa ini sangat diperlukan untuk melindungi struktur bangunan. Bantalan karet ini tergolong murah, dan bukan merupakan alat berteknologi tinggi.



Gambar 6, Bantalan karet
(Sumber ; <http://www.seismicisolation.com>)



Gambar 7, Perletakan bantalan karet pada tiap kolom
(Sumber ; Bahan Ceramah Ilmiah, Microtremor Observation, Khyusu University -Universitas Tadulako)

b) Aplikasi bantalan karet

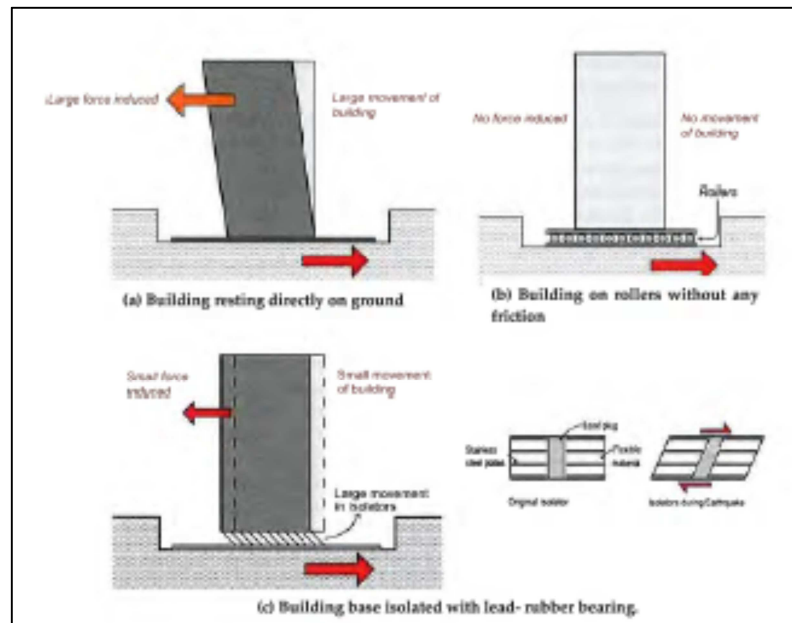
Dalam aplikasinya, bantalan karet tersebut dipasang pada setiap kolom, yaitu diantara pondasi dan bangunan. Bantalan karet alam

ini, berfungsi untuk mengurangi getaran akibat gempa. Sedangkan lempengan baja, digunakan untuk menambah kekakuan bantalan karet, sehingga penurunan

bangunan saat bertumpu di atas bantalan karet tidak terlalu besar.

Adapun prinsip kerja dari bantalan karet (base isolation seismic bearing) ini adalah pengaruh gempa bumi yang sangat merusak struktur bangunan, merupakan komponen getaran karet horizontal. Getaran tersebut, dapat

menimbulkan gaya reaksi yang besar. Bahkan, pada puncak bangunan, dapat terlihat hingga mendekati dua kalinya. Oleh karena itu, apabila gaya yang sampai pada bangunan itu lebih besar dari kekuatan struktur maka bangunan itu akan rusak.



Gambar 8, Prinsip Kerja Base isolator

(Sumber ; Bahan Ceramah Ilmiah, Microtremor Observation, Khyusu University -Universitas Tadulako)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap bangunan rumah susun yang telah dibangun pada bantaran sungai di Kota Palu

1. Bahan dan Materi Penelitian

Materi yang menjadi obyek penelitian adalah rumah susun bantaran sungai di Kota Palu. Informasi yang dikumpulkan dari obyek penelitian meliputi :

- o Keadaan struktur tanah sebagai lokasi bangunan didirikan
- o Desain struktur bangunan yang digunakan atau yang diterapkan dilapangan.

2. Alat yang digunakan

- o Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- ✓ Kamera digital untuk dokumentasi
- ✓ Alat sketsa
- ✓ Buku/literatur pendukung bangunan tahan gempa
- ✓

3. Jalan Penelitian

Penelitian diawali dengan survey lokasi dan melakukan dokumentasi obyek desain dan visual lapangan. penelitian untuk menentukan jenis bentuk sistem struktur bangunan aman terhadap gempa (bencana), dari hasil pengamatan tersebut kemudian melakukan penelusuran teori/ literatur kemudian dilanjutkan dengan analisis kajian teori.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Perencanaan Sistem Struktur

a. Sub struktur

Dalam perencanaan suatu bangunan tahan gempa utamanya bangunan rumah susun yang terletak pada bantaran sungai perlu mempertimbangkan suatu konstruksi yang dapat menyalurkan atau merespon guncangan gempa.

Dalam kondisi tersebut penggunaan struktur pondasi berperan penting untuk memindahkan dan menyalurkan beban gempa dari super struktur ke sub struktur pertama, pondasi harus dapat menahan gaya tarik vertikal dan gaya tekan dari dinding. Ini berate sloof menerima gaya geser dan momen lentur sebagai jalur lintasan gaya terakhir sebelum gaya-gaya tersebut mencapai tanah. Peranan sloof memindahkan gaya-gaya yang diterima tersebut pada tanah yang ditahan oleh daya dukung tanah dan tekanan tanah literal.

Untuk mendapatkan jenis pondasi yang digunakan maka perlu dilakukan penyelidikan kondisi tanah pada lokasi yang akan dibangun. Jenis pengujian Sondir. Tujuan uji ini adalah untuk mengetahui daya dukung tanah berdasarkan kedalaman yang ditinjau.

Dari hasil pengujian lapangan Untuk uji sondir pada Kelurahan Lere diperoleh data sebagai berikut :

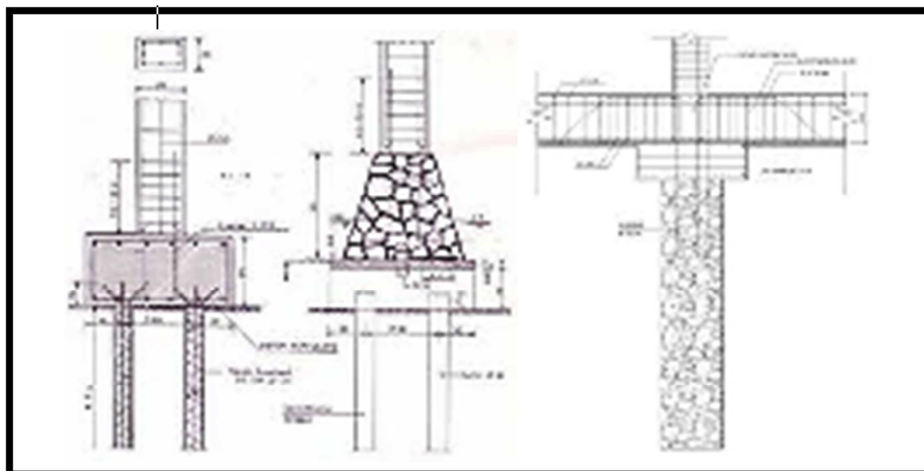
Tabel 1. Hasil Uji Sondir

Titik Sondir	Kedalaman Maksimum Peil Sondir (m)	Hambatan Konus (HK) (Kg/cm ²)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL) Kg/cm ²
1	16.00	120	3376.00
2	17.40	165	4266.00

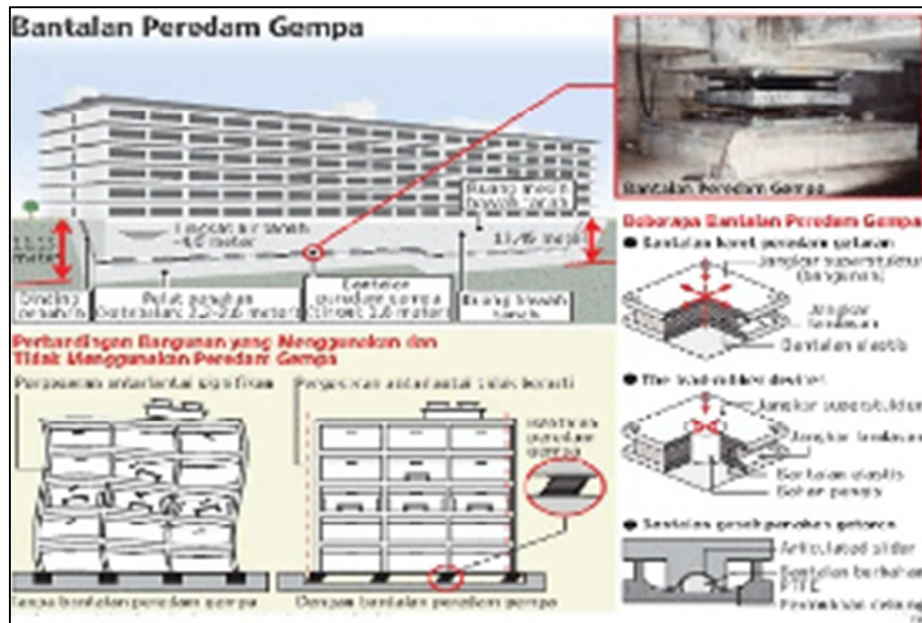
Sumber ; Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Mei 2011

Dari hasil sondir dari kedua titik tersebut diatas, memperlihatkan nilai hambatan konus mendekati 200 Kg/Cm² berada pada kedalaman yang berkisar antara 16.00 m – 17.40 m.

Berdasarkan data sondir tersebut diatas, maka jenis pondasi yang digunakan dalam perencanaan Desain Rumah Susun pada bantaran sungai di Kota Palu dengan Penerapan Struktur Tahan Gempa dapat dipilih Pondasi Telapak, Pondasi Sumuran, atau jenis pondasi dalam ditambahkan dengan bantalan karet/“Damper” Isolator Gempa pada Struktur Bangunan.



Gambar 9, Jenis Pondasi Dalam
(Sumber ; <http://www.seismicisolation.com>)



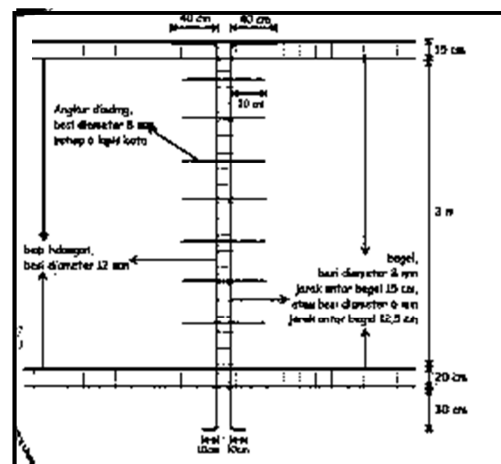
Gambar 10, Penerapan Tiang pancang
(Sumber ; <http://www.seismicisolation.com>)

Perancangan kekuatan struktur gedung harus melihat sumber gempa dan masa gedung. Sisi bangunan yang berhadapan langsung dengan sumber gempa harus lebih kuat dibanding dengan sisi lain. Gedung bertingkat yang berada di daerah rawan gempa harus memiliki tiang pancang yang bertumpu hingga ke batuan dasar, agar kokoh bila terguncang gempa.

b. Super struktur

Sistem super struktur yang digunakan pada bangunan dengan desain tahan gempa menurut Pedoman Bangunan Tahan Gempa dari Dinas Pekerjaan Umum adalah struktur beton bertulang yang mempunyai kekakuan dan kekuatan yang dapat membatasi simpangan dan lamanya guncangan yang terjadi pada bangunan selama gempa terjadi.

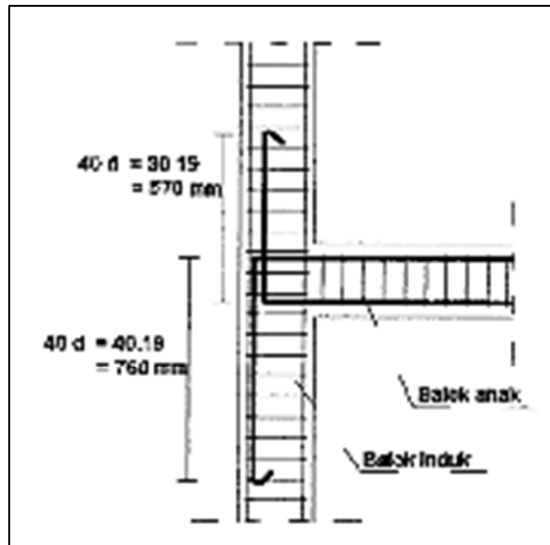
0 Hubungan kolom dan dinding



Gambar 11. Detail Pengangkuran Kolom pada Dinding
(Sumber ; Hasil Analisis)

Pasangan dinding harus di angkurkan ke dalam kolom dengan ukuran angkur yang sama dengan ukuran besi pada kolom. Tujuannya agar pada saat terjadi gempa/goncangan komponen dinding bergerak sebagai satu kesatuan dengan komponen kolom dan komponen struktur secara keseluruhan bangunan.

o Hubungan balok anak dan balok induk

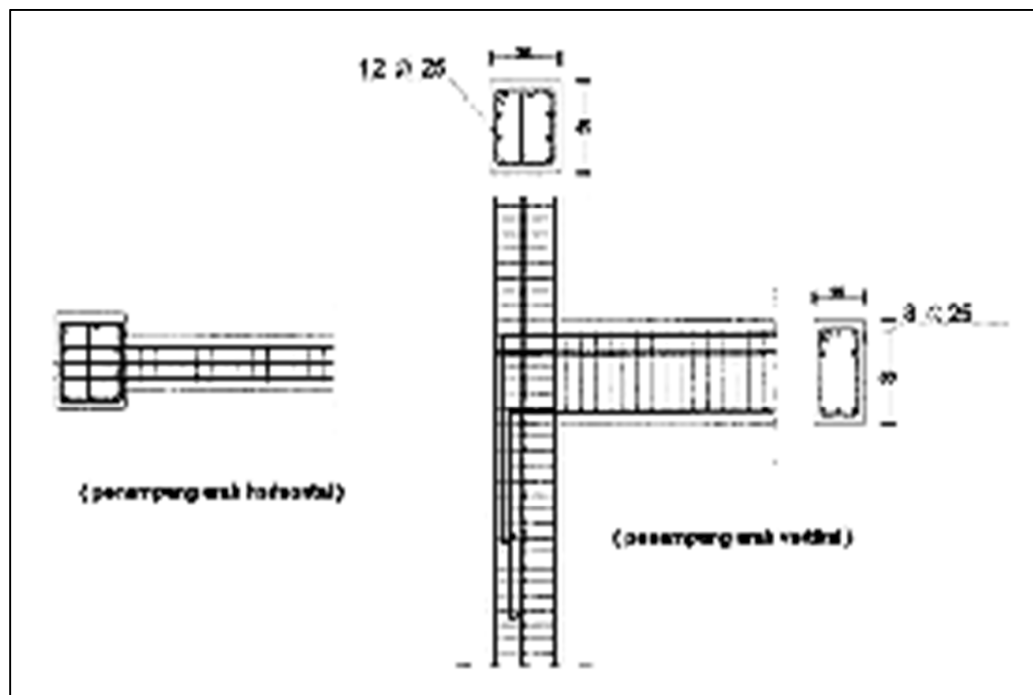


Gambar 12 , Detail Hubungan Balok Anak dan Balok Induk arah Horizontal
(Sumber ; Hasil Analisis)

Pada sistem penulangan pada balok anak tulangan atas balok anak dibuat menerus melewati balok induk bagian dalam dan ditekuk kebawah hingga $40d$ untuk mendapatkan panjang penyaluran pada balok tersebut. Sedang tulangan bawah balok anak dibuat menerus kedalam balok induk dan ditekuk keatas hingga $30d$ untuk panjang penyalurannya. Jarak sengkang maksimum di dapat dari $2/3 h_b$, dimana h_b adalah tebal balok anak.

o Hubungan balok lantai dengan kolom

Sistem penulangan hubungan balok lantai dengan kolom, ketentuan panjang penyaluran dan penempatan sambungan adalah sama dengan ketentuan yang telah dijelaskan pada pembahasan diatas.

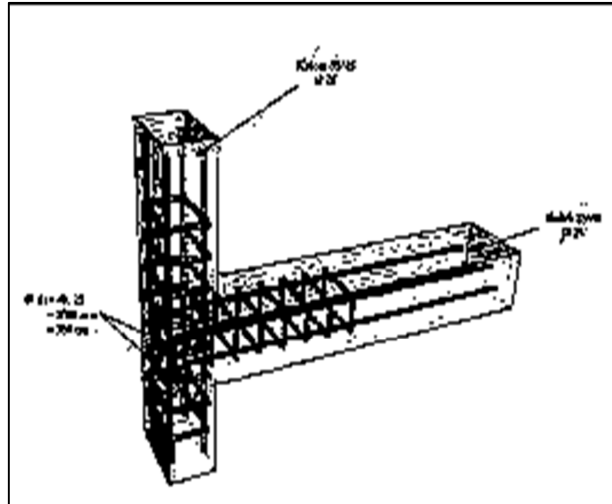


Gambar 13 , Detail Penulangan Hubungan Balok Lantai dengan Kolom
(Sumber ; Hasil Analisis)

o Hubungan balok atap dengan kolom pinggir

Sistem penulangan balok atap menerus melewati kolom bagian dalam dan ditekuk kebawah hingga $40d$. Untuk mendapatkan

panjang penyaluran, dimana d adalah diameter tulangan balok atap. Sedangkan tulangan balok bawah atap menerus ke tengah kolom dan ditekuk kebawah hingga $40d$ untuk panjang penyalurannya.



Gambar 14, Detail Penulangan Hubungan Balok Ujung Atas dengan Balok Pinggir
(Sumber ; Hasil Analisis)

c. Upper Struktur

Salah satu persyaratan desain bangunan tahan gempa pada untuk pekerjaan upper struktur adalah memiliki struktur dan penggunaan material yang sangat ringan.

Konstruksi atap baja ringan ini tidak membutuhkan konstruksi tambahan karena bobotnya lebih ringan dari material kayu, sehingga struktur rumah anda sudah cukup kuat untuk menahan beban atap tersebut. Hanya ada sedikit catatan untuk material penutup atap atau genteng yang akan digunakan, karena semakin berat jenis genteng yang digunakan, maka jarak antar rangka kuda-kudanya semakin rapat sehingga beban atap pun akan semakin berat. kelebihan dan kekurangannya:

Kelebihan:

1. Karena bobot rangka atap yang ringan menurut konstruksi sipil maka

dibandingkan kayu, beban yang harus ditanggung oleh struktur di bawahnya lebih rendah (jadi lebih irit strukturnya)

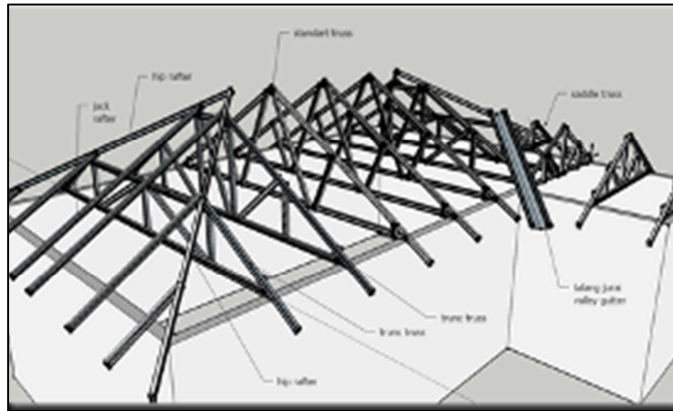
2. Baja ringan bersifat tidak membesarkan api (non-combustible).
3. Tidak bisa dimakan rayap, Pemasangan rangka baja relatif lebih cepat apabila dibandingkan rangka kayu.
4. Baja ringan nyaris tidak memiliki nilai muai dan susut, jadi tidak berubah karena panas dan dingin

Kekurangannya :

1. Kerangka atap baja ringan tidak bisa diekspos seperti rangka kayu, sistem rangkanya yang berbentuk jaring kurang menarik bila tanpa penutup plafon.
2. Karena strukturnya yang seperti jaring ini maka bila ada salah satu bagian struktur yang salah hitung ia akan menyeret bagian lainnya maksudnya jika salah satu bagian

kurang memenuhi syarat keamanan, maka kegagalan bisa terjadi secara keseluruhan.

3. Rangka atap baja ringan tidak sefleksibel kayu yang dapat dipotong dan dibentuk berbagai profil.



Gambar 15, Detail Pemasangan Rangka Baja
(Sumber ; Hasil Analisis)

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, bahwa perencanaan Rumah Susun di Kota Palu utamanya pada bantaran sungai perlu mempertimbangkan penggunaan struktur bangunan tahan gempa.
2. Perencanaan desain dengan penggunaan alat *seismic Isolation* untuk melindungi struktur dari kerusakan akibat gempa dengan mengurangi/membatasi gaya gempa yang masuk pada struktur bagian atas, Konsep *seismic Isolation* dipakai dengan tujuan untuk menambah waktu getar alami dan mengurangi respon percepatan struktur melalui penambahan fleksibilitas

Saran-Saran

Sesar Palu Koro yang melalui Kota Palu membuat kota ini sering mengalami gempa dengan skala yang besar, olehnya itu setiap

perencanaan bangunan di Kota Palu menekankan pada bangunan aman gempa (bencana).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Pekerjaan Umum Energi dan Sumber Daya mineral Kota Palu ; Arsitektur Bangunan Aman Gempa, Bahan Seminar Pelatihan Tukang, 2012
- [2] Frick, Heinz ; Pedomannya Bangunan Tahan Gempa.
- [3] Gunnawan, Rudy, (1993). *Pengantar Teknik Pondasi*, penerbit Kanisius.
- [4] Suparto, Eka T.P, dan Surono, (2006). *Katalog Gempa Bumi merusak di Indonesia tahun 1629-2006*, edisi ketiga.
- [5] Zakats, (2006), Meningkatkan Daya Tahan Terhadap Gempa pada Gedung.
- [6] Tular. R.B, (1984), *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.