

Rawan Gempa! Tapi Anda Bisa Menjaga Keluarga Anda Aman Dari Gempa

Cara Membangun Rumah Yang Kuat dan Kokoh



Build Earthquake Resistant Houses
Change Construction Practice Permanently

Panduan Membangun Rumah Sederhana Aman Gempa

Copyright©2009

Build Change
Jl. Beringin IV No.4 Lolong Belanti
Padang, West Sumatra
Indonesia
Kode Pos: 25136
Tel/Fax: +62-751-705-4538

Build Change
Unit #5, 15th floor, Building #3 (3-1505)
81 Shunjiang Rd.
Chengdu, Sichuan
PR. China
Kode Pos: 610021
Tel: +86-28-8459-7345

Build Change
1233 California St. NO. 310
San Francisco, California
USA
Kode Pos: 94109
Tel: +1-415-235-9930

info@buildchange.org
www.buildchange.org

ISBN: dalam proses

Semua foto dan gambar dalam buku panduan ini merupakan hak cipta Build Change kecuali jika disebutkan lain.
Dilarang menggandakan tanpa ada ijin tertulis.



KATA PENGANTAR

Build Change merupakan perusahaan nirlaba yang mendesain rumah aman gempa dan mentraining para tukang, pemilik rumah, insinyur dan pegawai pemerintahan untuk membangun rumah aman gempa. Pekerjaan Build Change telah meningkatkan desain dan konstruksi lebih dari 5,700 rumah di Indonesia dan China

Buku pedoman ini menyediakan panduan sederhana bagi konstruksi yang aman untuk 2 sistem struktur rumah keluarga satu lantai yang umum di pedesaan Indonesia : ikatan bata dan rumah berangka kayu dengan dinding bata pada bagian bawahnya. Buku pedoman ini dikembangkan selama program Build Change di Aceh dan Sumatra Barat, Indonesia. Buku pedoman ini pertama kali diterbitkan pada September 2008. Buku pedoman ini bisa digunakan oleh para tukang, pemilik rumah, pegawai pemerintah, insinyur, arsitek, dan supervisor konstruksi. Panduan design yang detail untuk rumah ikatan bata tersedia di www.buildchange.org. Gambar detail, Rancangan Anggaran Biaya dan ceklist kualitas konstruksi tersedia apabila diminta.

Build Change menyediakan bantuan teknis secara langsung dan training kepada 655 pemilik rumah yang kehilangan rumah mereka pada gempa 2007 di Sumatra Barat dan Bengkulu. Tidak ada rumah yang memenuhi standar minimum kami mengalami kerusakan pada gempa 2009. Bukan gempa yang membunuh manusia, tetapi keruntuhan bangunan yang dibangun dan dirancang secara tidak layaklah yang membunuh manusia. Buku panduan ini didedikasikan kepada pemilik rumah dan tukang di Indonesia, dengan harapan bahwa mereka bisa menjaga keluarga mereka agar aman ketika gempa.

Padang, Sumatra Barat, Indonesia | Desember 2009



Elizabeth A. Hausler, Ph.D.
Pendiri dan CEO Build Change

UCAPAN TERIMA KASIH

Buku panduan ini terdiri dari kontribusi yang berasal dari banyak individu termasuk para insinyur, arsitek, dan pengawas konstruksi Build Change di Indonesia, para tukang dari Aceh dan Sumatera Barat, dan tim pro bono Build Change, serta para insinyur struktural berlisensi dari San Francisco.

Sumber-sumber inspirasi lain termasuk dari Don Hausler Masonry Construction dan panduan untuk rumah sederhana aman gempa yang ditulis oleh Teddy Boen untuk Indonesia dan Marcial Blondet dari Peru.

Sumbangan dan kerja keras dari semua pihak sangatlah dihargai.

PENGHARGAAN

Disain rumah Build Change untuk Aceh memenangkan penghargaan Teknik Struktur Terbaik pada tahun 2006 dari Asosiasi Insinyur Struktural California Utara.

Pada tahun 2008, Build Change memperoleh penghargaan dari Tech Award Laurete (www.techawards.org) dan pemenang pada sayembara yang diadakan oleh Yayasan Katherine M. Swanson dalam membuat rumah aman gempa, sesuai budaya lokal, tersedia bagi seluruh pemilik rumah yang mengutamakan kesetaraan, terlepas dari tingkat penghasilan.

Build Change merupakan anggota pencetus Jaringan Ikatan Bata (CM_NET), sebuah jaringan akademisi dan para insinyur internasional yang menggalakan desain dan konstruksi ikatan bata yang aman gempa CM_NET telah meriview dan menyetujui buku pedoman ini. (www.confinedmasonry.org)

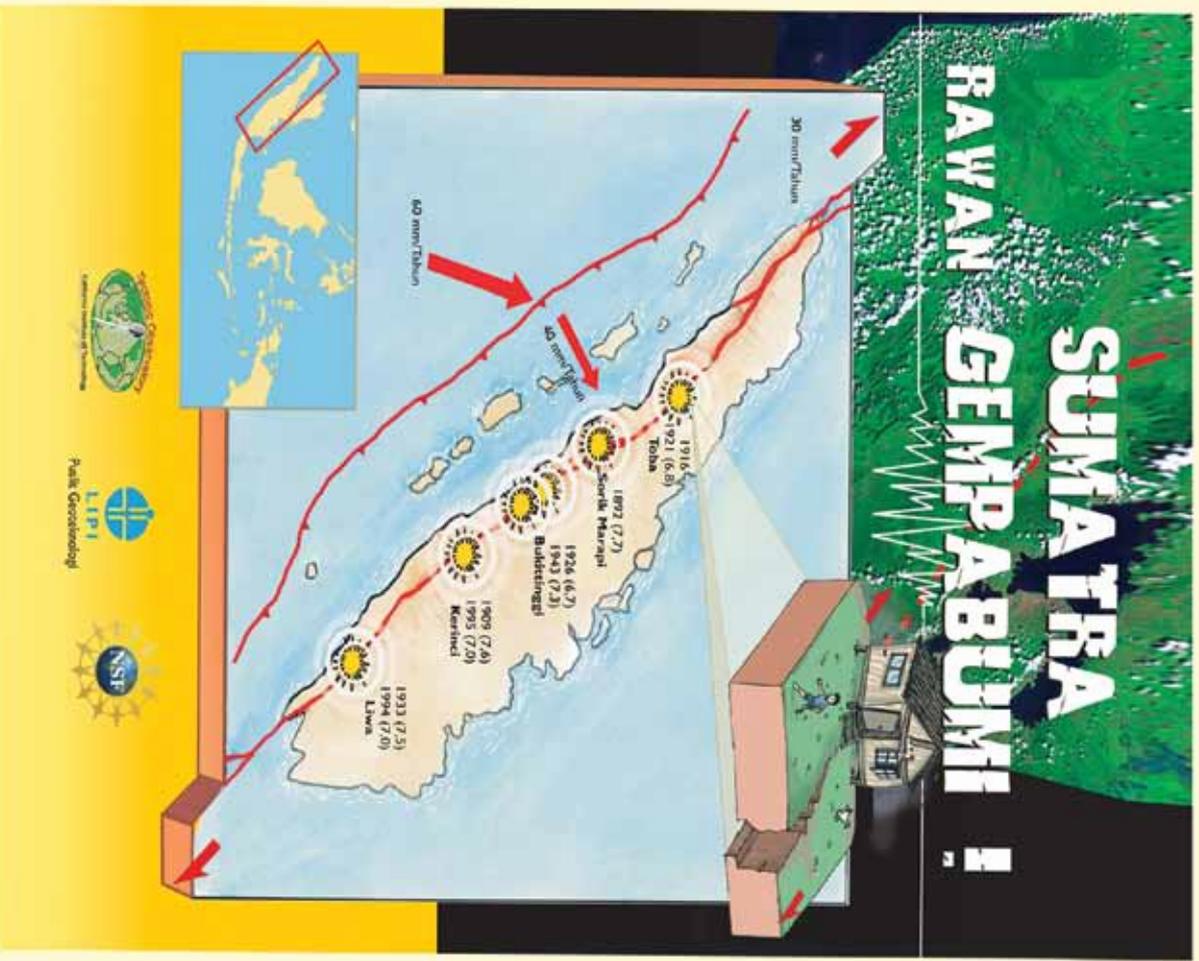


DAFTAR ISI

Bab 1: Bahaya Seismik Di Sumatera Barat	..1
Bab 2: Rumah Jenis Apa Yang Sebaiknya Saya Bangun - Kayu Atau Bata?	..5
<i>Standard Minimum Untuk Rumah Semipermanent</i>	..6
<i>Rangka Kayu</i>	..7
<i>Rumah Semi Permanen: Dinding Bata untuk Bagian Bawah Rumah</i>	..8
<i>Pilihan Material Dinding</i>	..9
Ranka Beton Bertulang, Atau Ikatan Bata?	..10
<i>Masalah-masalah pada Rumah Ikatan Bata</i>	..11
Gempa Tidak Berbahaya, Bangunanlah Yang Berbahaya	..12
Rumah Jenis Apa Yang Sebaiknya Saya Bangun - Beton Bertulang Atau Ikatan Bata?	..25
Bab 3: Cara Memilih Material Yang Baik	..28
<i>Batu kali</i>	..28
<i>Batu gunung</i>	..28
<i>Pasir</i>	..29
<i>Kerikil</i>	..30
<i>Batu bata</i>	..31
<i>Semen</i>	..32
<i>Beton Tahu</i>	..33
<i>Besi</i>	..34
<i>Angker</i>	..35
<i>Penulangan Besi Pada Dinding Bata</i>	..36
<i>Plat U dan Baut</i>	..37
<i>Kayu Papan</i>	..38
Bagaimana Cara Menyimpan Material	..39

Bab 4: Cara Membangun Rumah Yang Aman Gempa	..40
1. Pilih Lokasi yang Aman	..40
2. Periksa Kekuatan Tanah dalam Menyokong Rumah	..41
3. Menjaga Drainase	..42
4. Bangun Pondasi Yang Kuat	..43
• Pondasi Menerus Pasangan Batu Bagi Rumah Permanen	..43
• Garis Batas dan Bouwplank	..45
• Galian Pondasi	..46
• Bangun Pondasi Yang Kuat Menggunakan Batu Gunung Atau Batu Kali	..47
5. Sambungan Kolom Atas dan Balok Atas	..48
• SAMBUNGAN BESI KOLOM DENGAN BESI SLOOF / RING BALOK MENGGUNAKAN BESI POLOS	..50
• Campuran Beton	..52
6. Campuran, Pengecoran, dan Penyiraman Beton Berkualitas Bagus	..52
• Pengecoran	..54
• Mal dan Beton Tahu	..54
7. Membangun Dinding Bata yang Kuat	..56
• Campuran Mortar	..56
8. Sambungkan Dinding ke Kolom dengan Penulangan Besi	..62
<i>Metoda Alternatif Untuk Panulangan Dinding dan Bukaana</i>	..63
9. Pemasangan Kusen, Pintu dan Jendela	..64
10. Pengecoran Kolom	..65
11. Sambungan Kolom Atas dengan Ring Balok	..67
12. Plasteran Dinding	..69
13. Koneksi Kuda-kuda dengan Ring Balok	..70
14. Jenis Koneksi	..72
15. Gambar Perincian Kuda Kuda	..73
16. Memasang Atap	..74
STANDARD MINIMUM UNTUK RUMAH IKATAN PASANGAN BATA I LANTAL	..76
DAFTAR PUSTAKA	..77

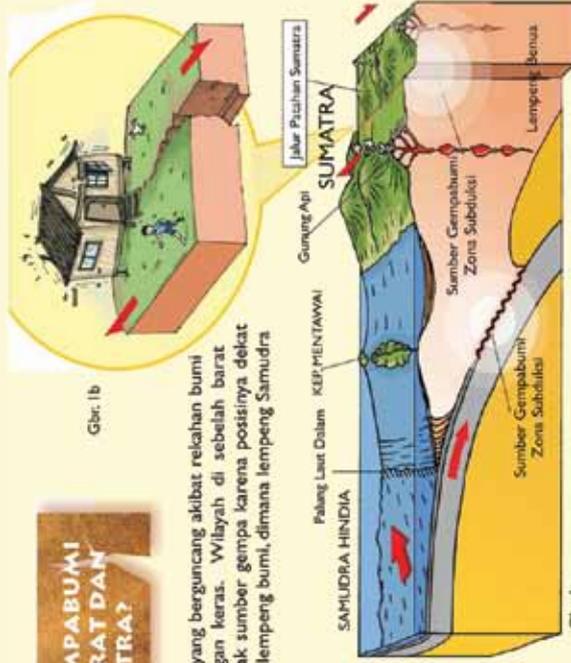
BAB I : BAHAYA SEISMIK DI SUMATERA BARAT



KENAPA BANYAK GEMPABUMI DI LEPAS PANTAI BARAT DAN DARATAN SUMATRA?

Gempabumi adalah tanah yang berguncang akibat relakan bumi pecah dan bergeser dengan keras. Wilayah di sebelah barat Sumatra mempunyai banyak sumber gempa karena posisinya dekat dengan jalur tabrakan dua lempeng bumi, dimana lempeng Samudra

Hindia bergerak ke arah dan meninjau ke bawah lempeng (benus) Sumatra. Bagian lempeng yang meninjau di bawah Kep. Mentawai dan Nias umumnya melekat kuat pada tubuh batuan di atasnya, sehingga pergerakan ini memampatkan tubuh batuan (Gbr.1a). Akumulasi tekanan ini akan meningkat dari waktu ke waktu sampai pada suatu saat melampaui daya rekat dua lempeng tersebut. Maka ibarat sebuah per pegas raksasa yang sudah ditekan maksimal dan kemudian dilepaskan, Kep. Mentawai akan terpelekat ke atas dan ke arah luar secara tiba-tiba menimbulkan guncangan bumi yang sangat keras, yaitu gempabumi yang terjadi pada zona subduksi (lihat brosur dan poster "Pulau Kita tenggelam diantara Gempabumi").



Gbr. 1b

Gbr. 1a

Lempeng samudra ini menabrak Sumatra agak miring, sehingga menyebabkan ada tekanan yang mendorong daerah Sumatra ke arah utara. Dorongan ke utara ini tidak bisa diserap oleh zona subduksi dan Kep. Mentawai, tapi harus ditanggulangi oleh sebuah jalur patahan besar di sepanjang Peg. Bukit Barisan Sumatra yang disebut Patahan (besar) Sumatra. Sama halnya dengan zona subduksi, Patahan Sumatra menahan tekanan lempeng dari hari ke hari sampai melampaui kekuatan batuan yang merekatkan bumi di barat dan timur jalur patahan ini. Pada saat itulah terjadi gempa besar dimana akumulasi tekanan akan dilepaskan tiba-tiba menyebabkan bumi di bagian barat bergerak tiba-tiba ke arah utara dan yang di bagian timur bergerak ke arah selatan (Gbr. 1b). Begitulah tertiang karena di Sumatra banyak gempa terjadi tidak hanya di bawah lautan tapi juga di sepanjang Bukit Barisan.

APA YANG TERJADI SAAT GEMPA BESAR DI PATAHAN SUMATRA?

Tanah di sepanjang jalur patahan akan retak dan tanah di sekitar patahan bergeser tiba-tiba secara bertahap arah satu sampai beberapa meter.



Gbr. 2a



Gbr. 2c



Gbr. 2b

Bumi bergoncang keras selama beberapa puluh detik sampai menit.

Setelah itu selama beberapa hari sampai beberapa minggu akan terjadi gempa-gempa susulan yang lebih kecil. Gempa susulan ini frekuensinya dan kekuatannya akan terus berkurang sampai berhenti.

Gempabesar umumnya disertai oleh gerakan tanah/tanah longsor dan amblesan tanah yang dapat mengakibatkan kerusakan yang sama atau bahkan lebih besar dari kejadian gempanya itu sendiri.

Gempabesar patahan (tektonik) ini bukan karena gunung api, tapi kadang-kadang gempa ini bisa merangsang aktifitas gunungapi disekitarnya.



KAPAN ADA GEMPABUMI LAGI?

Gempabumi adalah proses alam yang berulang-ulang. Daerah yang pernah mengalami gempa di waktu lampau pasti akan mengalami gempa lagi di waktu datang. Penelitian gempa dapat memperkirakan besarnya gempa yang sudah dan akan terjadi di suatu daerah, dan juga dapat memperkirakan kisaran waktu perulangan gempa tersebut. Sehingga kalau kita tahu kapan gempa besar terakhir terjadi dan berapa kisaran waktu perulangan gempanya, maka kita dapat memperkirakan potensi bahaya gempa besar di masa datang. Perkiraan seperti ini biasa disebut sebagai prediksi gempa jangka panjang.

APA YANG BISA KITA LAKUKAN?

- ✓ Gempabumi memang sudah takdir alam yang tidak dapat dihindari, akan tetapi pemahaman bahwa bencana yang terjadi umumnya adalah akibat kelalaian manusia dalam menyikapinya.
- ✓ Kenali dan pahami jalur-jalur gempabumi di daerah anda.
- ✓ Rumah dan bangunan (baru) sebaiknya dibuat dengan konstruksi tahan gempa yang sesuai dengan lokasinya. Pahami prinsip sederhana konstruksi tahan gempa, misalnya: rumah yang terdiri dari bahan kayu dengan fondasi fleksibel, seperti rumah kayu dengan fondasi kokoh ke dalam tanah akan lebih tahan gempa dibandingkan rumah tembok berkualitas rendah tanpa konstruksi penyangga yang dapat menahan goyangan ke kiri dan kanan.

Gempabumi masih sukar untuk diramalakan hari H-nya: apalagi karena kita memang belum mempunyai alat monitoring gempa yang cukup untuk melakukan prediksi gempa jangka pendek ini. Tapi yang lebih penting, dengan memahami potensi gempa di masa datang, kita bisa bersiap-siap untuk mengurangi/menghindari bencana yang dapat ditimbulkan.



Gbr. 5a

- ✓ Usahakan tidak mendirikan bangunan terlalu dekat apalagi di atas jalur patahan, terutama untuk bangunan fasilitas umum, seperti: rumah sakit, hotel tinggi, dan sekolah, menimpa orang.
- ✓ Tata-lah barang-barang di dalam rumah agar tidak membahayakan kalau ada gempa, misalnya: tidak menaruh barang-barang berat di atas yang kalau diguncang akan jatuh dan menimpa orang di bawah, memaku lemari berat ke dinding agar tidak tumpah ke depan.

Untuk informasi lebih lanjut hubungi :

Puslit Geoteknologi - LIPI
Komplek LIPI Gd. 70, Jl. Sangkuriang, Bandung
Ph. 022-2503654, Fax: 022-2504569

Kontak :
Dr. Danny H. Natawidjaja,
Dr. Hery Harjono (Kapuslit)
Ir. Bambang W. Suwargadi, M.Sc



Puslit Geoteknologi

Desain Broom: Dr. Minarti and Sambas Miharja (LIPI), Catherine Stebbins (Cathack)
Penata Ilustrasi: Dr. Danny H. Natawidjaja (LIPI), Prof. Dr. Kerry Sob (Cathack)

Grafis & Ilustrasi: Sambas Miharja
Font: Betty and Moore Foundation of Cathack, NSF

BAB 2 : RUMAH JENIS APA YANG SEBAIKNYA SAYA BANGUN - KAYU ATAU BATA?

Rumah Kayu: Untuk rumah satu lantai dengan kondisi tanah yang labil dan jika terletak di daerah pegunungan dan perbukitan, tipe rumah yang cocok adalah rumah kayu atau rumah semi permanen.

**"RUMAH KAYU"
Lebih Aman
Lebih Murah
Lebih Cepat**

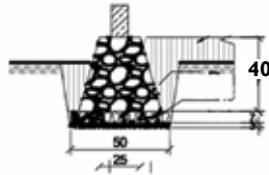


Ingatlah bahwa rumah kayu lebih aman daripada rumah ikatan bata atau beton bertulang yang dibangun dengan buruk. Jika Anda tidak mampu membeli lebih banyak besi, atau Anda tidak yakin tukang anda merendam bata sebelum memasangnya, pastikan keselamatan keluarga Anda dengan membangun rumah kayu.

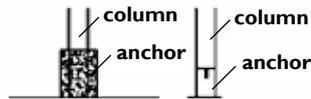
Standard Minimum Untuk Rumah Semipermanent

Memilih kayu yang bagus

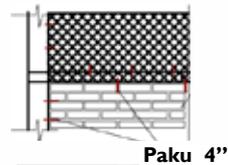
Dimensi pondasi:
25 x 40 x 50 cm



Cor tapak kolom dan beri anker



Gunakan paku anker pada pemasangan dinding beta



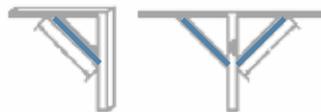
Setiap hubungan kayu saling berkait (pen)



Gunakan pasak atau paku pada
Setiap hubungan kayu



Tiap sudut kolom atas mempunyai sokong diagonal

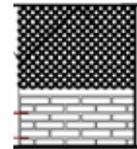


Gunakan residu

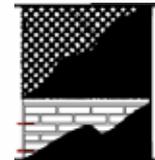
Tiap hubungan kayu harus saling berkait



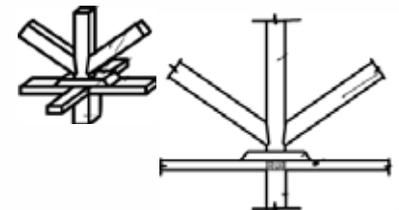
Paku bentangan kawat harus kuat dan kokoh



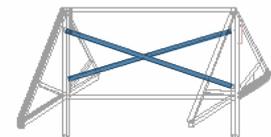
Adukan plester dan spesi batu bata 1:3



Ikatan Kuda-kuda



Ikatan Angin



Rangka Kayu

Langkah awal dalam membangun rumah berangka kayu yang kokoh adalah dengan memilih kayu yang berkualitas bagus. Pilihlah kayu yang tidak memiliki mata kayu, retakan dan kayu tersebut harus lurus dan tidak melengkung atau berliku-liku. Kemudian, buatlah sambungan yang pas serta kuat pada setiap koneksi. Gunakan jenis sambungan berikut ini untuk koneksi rangka kayu. Untuk informasi lebih lanjut tentang koneksi halaman 72

Kolom - Balok



Potongan balok - balok



Perkuat setiap sambungan dengan 2 pasak



Gunakan kolom starter untuk menghindari kayu dari tanah dan air



Pasang elemen rangka dengan menggunakan unting-unting



Cat seluruh bagian rangka dengan cat meni sebelum memasang dinding dan jendela

Lihat halaman 38 untuk informasi tentang kualitas kayu

Rumah Semi Permanen : Dinding Bata untuk Bagian Bawah Rumah

Bagian dasar rumah perlu lebih kuat daripada bagian dinding lainnya. Bangunlah dinding bata untuk bagian bawah setinggi 80cm.



Rendam bata atau batako dalam air sebelum dipasang



Gunakan paku untuk mengkoneksikan dinding bata dengan rangka kayu



Gunakan bata, batako atau batu untuk membangun dinding bata bagian bawah. Perkuat dinding bata bagian bawah ke kolom kayu dengan paku.

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10

Gording/Puntir 5/7

Pilihan Material Dinding

Anda bisa menggunakan papan, anyaman bamboo yang diplaster atau kawat pagar untuk dinding.



Pasang bagian tegak lurus dulu kemudian anyamkan secara mendatar



Bentangkan kawat secara kuat dan bengkokan paku untuk lebih memperkuat bentangan kawat



Pasang papan pendukung dan plester dengan campuran 1:3

Apapun material dinding yang anda gunakan , pastikan bahwa anda telah mengikatkannya secara kuat ke rangka kayu.

RANGKA BETON BERTULANG, ATAU IKATAN BATA?

Rumah Ikatan Bata: Rumah ikatan pasangan bata dapat juga menjadi rumah tahan gempa. Tetapi jika Anda tidak mengikuti standar rumah tahan gempa, maka rumah tersebut juga akan hancur ketika gempa.

Yang Harus Diperhatikan dalam Membangun Rumah Ikatan Pasangan Bata Tahan Gempa

Tutup atap dari bahan ringan pada sambungan kuda-kuda kayu di dinding



Kayu pada tombak layar

Denah yang simetris, siku, dan sederhana

Beton bertulang mengikat kolom dengan balok serta dinding batu bata secara bersamaan

Penguatan di tengah dinding batu bata dengan meletakkan bed joint sebagai koneksi dinding dengan kolom



Pasangan dinding batu bata di bangun dengan bahan lokal yang tersedia, material yang bagus dan pekerja yang berkualitas

Besi dengan kualitas yang bagus terikat kuat



PEMENANG Penghargaan 2006 Rekayasa Struktural

Structural Engineers Association of Northern California

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot S110

Masalah-masalah pada Rumah Ikatan Bata

Tombak layar dari pasangan bata yang berat



Dinding yang sangat tinggi dan langsing dengan tombak layar sehingga dinding terjatuh



Genteng yang berat



TOTAL KERUGIAN Gempa Jawa Tengah 2006

Pemilik rumah harus membongkar rumah dan membangunnya kembali

Pasangan bata yang lemah tanpa adanya penulangan, balok lalai, ataupun koneksi untuk menghubungkan ke kolom

Koneksi yang lemah dan buruk antara kolom praktis dan ring balok



GEMPA TIDAK BERBAHAYA, BANGUNANLAH YANG BERBAHAYA

Gempa tidak dapat dicegah, namun gempa tidak perlu ditakuti. Kita dapat mengantisipasi dan mencegah akibat buruk yang ditimbulkan oleh gempa, dengan membangun rumah yang kuat dan aman. Jika kita melakukan hal tersebut, kita dapat mencegah rumah dari keruntuhan akibat gempa. Jadi gempa tidak berbahaya, namun bangunan runtuhlah yang membahayakan jiwa.

Anda dapat menjaga keselamatan keluarga Anda dengan mengikuti rekomendasi aturan Tiga K.

K SATU: Gunakan **KONFIGURASI** yang sederhana, simetris, dan

- Bangun dengan bentuk yang umum seperti persegi, persegi panjang yang pendek atau lingkaran
- Hindari struktur yang panjang dan sempit dimana panjangnya tiga kali lebarnya
- Gunakan dinding melintang atau sokongan untuk dinding yang lebih dari 4m
- Jangan gunakan bata untuk tombak layar, gunakan kayu atau bahan ringan lainnya
- Gunakan bukaan kecil, atau gunakan balok lalai di atas bukaan dan kolom praktis di sisi bukaan
- Gunakan bahan ringan untuk teras dan pastikan kolom teras terkoneksi satu sama lain
- Bangunan satu lantai lebih aman daripada bangunan dua lantai.

K DUA: **KONEKSIKAN** seluruh elemen-elemen struktur

- Ikuti aturan pembedaan dan pengangkeran dalam pengkoneksian kolom dan balok bersama-sama, terutama kolom bagian atas dengan ring balok
- Gunakan penulangan besi dalam mengkoneksikan dinding bata dengan kolom.

K TIGA: Gunakan bahan berkualitas bagus dan **KUALITAS KONSTRUKSI** yang bagus

- Gunakan bahan berkualitas bagus
- Gunakan campuran yang tepat untuk beton, dan tidak terlalu banyak air
- Pastikan untuk merendam bata sebelum memasang dinding, hal ini akan benar-benar meningkatkan kekuatan rumah Anda.

K SATU: KONFIGURASI

Gunakan denah sederhana, persegi, simetris, satu lantai ketimbang dua lantai. Hindari penggunaan bahan-bahan yang berat untuk tombak layar, dan hindari atau cegah bukaan yang besar yang dapat menghasilkan perbedaan terhadap ketahanan dari gempa. Beberapa perubahan ini tidak membutuhkan biaya atau lebih mudah dilaksanakan.

a. Gunakan denah sederhana, simetris

Denah adalah hal utama dalam membuat rumah tahan gempa, karena ketidakaturan bentuk dapat mempengaruhi kekuatan rumah dari gempa. Sebagai contoh, rumah ibadah (mesjid) dibangun dengan bentuk seperti kubus menggunakan bahan ringan di atasnya seperti kubah yang tidak terbuat dari beton. Banyak dari mesjid yang masih berdiri setelah gempa, namun terkadang kualitas konstruksi juga menjadi faktor yang menjadikan mesjid-mesjid tersebut masih berdiri atau runtuh akibat gempa.

Perhatikan hal-hal berikut dalam memilih denah rumah Anda:

- Pilih denah yang seragam dan simetris
- Bangun bentuk yang umum seperti persegi, persegi panjang yang pendek atau lingkaran
- Hindari struktur yang panjang dan sempit di mana panjang dinding lebih dari 4 kali lebar dinding
- Setiap panjang dinding lebih dari 4 m sebaiknya diberi dinding melintang atau sokong.



Di bawah ini adalah perbandingan denah yang bagus dan tidak bagus untuk rumah tahan gempa

No	BENTUK BANGUNAN	
	👍 Bagus	👎 Tidak Bagus
1		
2		
3		
4		
5		

b. Tidak menggunakan bata pada tombak layar

Tombak layar yang terbuat dari bata akan dengan mudah roboh akibat gempa karena tombak layar sangat tinggi dan seringnya berdiri sendiri tanpa penahan atau sokongan lain. Jika tombak layar terbuat dari bata, maka harus diikat dengan beton bertulang. Untuk melakukannya dengan benar sangatlah sulit dan mahal. Jadi akan lebih mudah, lebih murah dan lebih aman jika menggunakan kayu untuk tombak layar, atau menggunakan atap perisai.

MASALAH



27 Mei 2006 Gempa Jawa Tengah



Tidak Bagus



Tidak ada sambungan besi

SOLUSI



Pilihan 1:

Gunakan bahan yang ringan seperti kayu, seng, atau gypsum untuk menjadikannya aman dari gempa

SOLUSI



Pilihan 2:

Gunakan atap perisai sehingga tidak memerlukan tombak layar, ini adalah pilihan yang lebih murah

c. Gunakan bukaan yang lebih kecil atau bukaan yang mengikat

Yang dimaksud dengan bukaan disini adalah pemasangan pintu dan jendela tanpa apapun yang menyokongnya di atas dan di bawah kusen, seperti balok lantai, kolom praktis atau penulangan besi horizontal pada dinding. Lihatlah pada saat gempa, daerah dimana terdapat bukaan menjadi rentan saat gempa, di setiap sudut kusen terdapat retak dan terkadang roboh. Jika dibandingkan dinding dengan bukaan lebih rentan daripada dinding tanpa bukaan, namun dinding tanpa bukaan juga belum tentu aman saat gempa. Lihat gambar-gambar di bawah ini yang menunjukkan kegagalan bukaan yang besar dalam menahan gempa.

MASALAH



MASALAH



MASALAH



MASALAH



Semua gambar di atas memperlihatkan kerusakan yang disebabkan oleh bukaan yang besar dan ketiadaan pengikat dengan dinding. Untuk mengurangi kerusakan tersebut, Anda dapat mengikuti beberapa pilihan di halaman berikut.

SOLUSI



SOLUSI



- Gunakan bukaan yang lebih kecil atau gabungkan bukaan sehingga tercipta dinding yang menerus
- Kurangi beban di atas bukaan dengan menggunakan bahan yang ringan untuk tombak layar (lihat gambar di bagian sebelumnya)

SOLUSI



SOLUSI



SOLUSI



- Letakkan penulangan horizontal setiap 7 lapis bata, pada atas dan bawah kusen
- Gunakan balok lantai pada atas dan bawah kusen. Pastikan ia terikat pada kolom dengan baik
- Gunakan kolom praktis pada kedua sisi kusen. Pastikan ia terikat dengan baik ke sloof dan ring balok

Lihat halaman 62-63 untuk penjelasan lebih lanjut

Lihat halaman 48-50 untuk informasi koneksi



Build Earthquake Resistant Houses
Change Construction Practice Permanently

Kaki Kuda-balok Truss Foot 5/10

d. Kurangi beban dan tingkatkan koneksi pada teras tertutup

Penutup pada teras dapat berbahaya saat gempa jika tidak dibangun dengan benar. Teras tertutup yang memiliki beban berat yang terbuat dari bata disokong oleh kolom yang kecil dimana kolom tidak terikat dengan balok-balok dan rumah utama akan roboh. Banyak orang yang berlarian keluar rumah saat merasakan guncangan gempa. Jika mereka berlari keluar melalui pintu depan dibawah teras dan teras tersebut roboh, mereka dapat saja terluka atau bahkan meninggal dunia.

Alasan kegagalan tersebut adalah:

- Tombak layar terlalu berat sehingga roboh
- Koneksi antara kolom dengan balok tidak cukup kuat
- Menggunakan kolom cetak yang mana mungkin kuat namun tidak dapat terikat dengan baik ke kolom
- Balok terpisah dari bangunan utama
- Teras terlalu tinggi atau terlalu jauh dari bangunan utama.

Di bawah ini adalah hal-hal yang dapat menjadi pertimbangan dalam membangun teras:

- Tidak terlalu ke depan
- Kecil dan lebar seperti bangunan utama akan lebih aman
- Kolom yang lebih besar dan tidak menggunakan kolom cetak karena akan mengakibatkan kolom melemah
- Gunakan bahan yang ringan untuk bagian atas teras seperti kayu
- Tinggi teras tidak melebihi bangunan utama (maks. 3 m).

MASALAH



12-13 September 2007 Gempa Bengkulu



12-13 September 2007 Gempa Bengkulu

SOLUSI



e. Bangunan satu lantai lebih aman daripada bangunan dua lantai

Jika Anda memilih dua lantai untuk menghindari dari gempa, Anda salah! Namun Anda tidak dilarang untuk membangun dua lantai. Dalam membangun rumah dua lantai Anda harus benar-benar tahu cara merancang dan membangunnya, jadi Anda membutuhkan seorang insinyur struktur yang berpengalaman untuk membantu Anda.

SOLUSI



Pilihan 1:

Bangun lantai dua dari kayu atau baja ringan



Pilihan 2:

Gunakan ikatan bata namun dengan dinding yang lebih lebar



Pilihan 3:

Bangun struktur dari rangka baja. Hati-hati! Gunakan dinding pengisi dari bahan yang ringan



Pilihan 4:

Gunakan beton bertulang. Hati-hati! Rumah beton bertulang berlantai banyak bisa sangat berbahaya selama gempa terutama ruko. Konsultasikan dengan insinyur struktural sebelum mulai membangun

K DUA : KONEKSI

Setelah memiliki denah yang baik, kita harus fokus kepada sistem koneksi atau cara mengikat bagian-bagian konstruksi, seperti koneksi antara:

- Angker balok pondasi dengan pondasi
- Overlap dan ikatan besi pada sambungan antara kolom atas dan balok atas dan pada sudut-sudut serta simpang T
- Mengikat dinding bata dengan kolom
- Mengikat bata dengan kusen dengan menggunakan paku
- Mengikat kuda-kuda dengan ring balok dengan menggunakan plat dan baut

Koneksi yang baik akan membantu rumah mampu tetap berdiri saat gempa. Jika rumah tidak memiliki koneksi maka rumah akan dengan mudah roboh saat gempa.

a. Angker balok pondasi dengan pondasi

Balok pondasi harus dikaitkan dengan pondasi batu. Hal ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan angker berbentuk S yang dikaitkan tiap jarak 1 m dan pada lokasi kolom, atau dengan mengaitkan besi-besi kolom pada pondasi.



b. Sambungan dan overlap besi pada kolom atas dan balok atas

Koneksi yang buruk antara kolom atas dengan balok atas bertanggung jawab atas banyaknya kegagalan saat gempa di Indonesia. Metode yang awam dalam memotong besi pada sambungan dengan kait dapat dengan mudah lepas saat gempa. Koneksi yang buruk akan sangat membahayakan. Berikut adalah beberapa contoh kegagalan pada koneksi saat gempa di Indonesia.

MASALAH



Kaki Kuda-kuda Truss Foot 510

Sambungan yang Bagus Dapat Menyelamatkan Manusia

Qording/Purth 5/7



Bagus

Sambungan pbesian yang kuat akan menyelamatkan nyawa dan keluarga kita



Genggaman yang kuat akan menahan goncangan atau tarikan dan tidak mudah terlepas



Buruk

Sambungan pbesian yang tidak kuat akan membahayakan nyawa dan keluarga kita



Genggaman yang lemah tidak akan menahan goncangan atau tarikan dan mudah terlepas

c. Koneksi dinding bata dengan kolom

Koneksi yang kuat antara dinding bata dengan kolom juga sangat penting. Koneksi akan lebih kuat jika kita mengecor kolom setelah membangun dinding bata.

MASALAH



Terpisahnya dinding dengan kolom

SOLUSI



Pilihan I:
Menggunakan susunan bata bergerigi

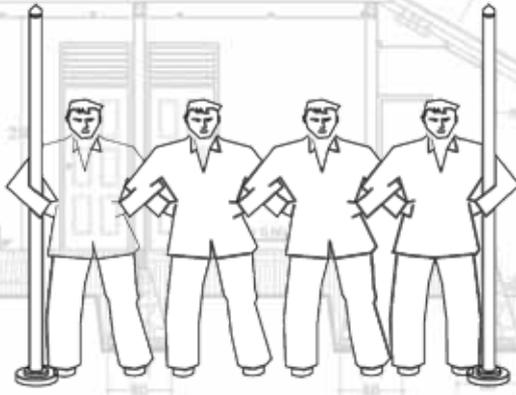
Ada dua cara dalam mengkoneksikan dinding dengan kolom. Yang pertama adalah menggunakan susunan bata bergerigi. Yang kedua adalah menggunakan penulangan melintang pada dinding.

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 62 & 63

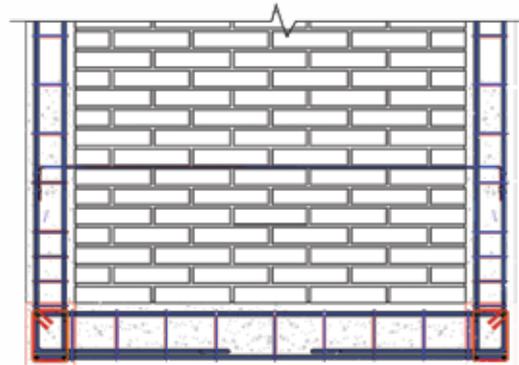
SOLUSI



PALING BAGUS



Pembesian yang digunakan pada dinding akan memperkuat dinding itu sendiri dan menghubungkan dinding ke kolom praktis, seperti mengeratkan banyak lengan untuk menahan gempa.



Pembesian dinding horizontal setiap 7 lapis pasangan bata. Diletakkan di atas dan bawah kusen jendela, serta di atas kusen pintu.

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 62-63

Pilihan 2:
Menggunakan besi melintang

KTIGA: KUALITAS KONSTRUKSI

Bahkan disain yang paling baikpun belum tentu menjamin performa yang baik pula saat gempa. Perhatian ekstra harus diberikan dalam membangun rumah ikatan bata atau rangka beton bertulang karena bahan dan tenaga kerja yang berkualitas buruk dapat menimbulkan dampak bencana saat gempa. Kualitas konstruksi yang baik terdiri atas:

- Bahan berkualitas bagus, seperti pasir bersih dan bata yang kuat
- Campuran beton dan mortar dengan cukup semen dan tidak terlalu banyak air
- Membangun dinding bata berkualitas baik bahkan bagi rumah satu lantai, kekuatan dari rumah adalah pada dinding bata, jadi sangatlah penting untuk membangunnya dengan kuat
- Keahlian dan niat dari tukang dalam membangun rumah adalah kerja keras! Pastikan Anda memberikan upah yang cukup untuk memperlambat kerjanya dan pastikan bahwa rumah yang mereka bangun adalah hasil dari kerja yang baik.

Kualitas Konstruksi yang Buruk

MASALAH



Tidak Bagus



- Cor tidak terkoneksi ke ring balok
- Ring balok tidak terkoneksi ke ring balok
- Cor tidak dilakukan dalam 1 hari
- Kualitas cor buruk
- Begel terlihat



Tidak Bagus



- Besi terlihat
- Jarak begel terlalu lebar
- Kualitas dinding bata buruk: Spesi antar bata terlalu lebar dan tidak terisi penuh dengan mortar



Tidak Bagus



- Bagian kolom tidak seragam
- Kolom tidak tegak lurus
- Kualitas dinding bata buruk

RUMAH JENIS APA YANG SEBAIKNYA SAYA BANGUN - BETON BERTULANG ATAU IKATAN BATA?

Ada dua cara dalam membangun rumah bata dan beton di Indonesia. Cara pertama adalah dengan membangun dinding bata terlebih dahulu, kemudian mengecor kolom di sekeliling dinding. Metode ini disebut ikatan bata. Cara ini lebih umum bagi rumah karena lebih mudah dan penggunaan mal berkurang. Dan juga, dengan mengecor kolom setelah membangun dinding, koneksi antara dinding dan kolom akan lebih kuat. Cara ini lebih sederhana dan murah untuk dilaksanakan, sehingga cara ini lebih umum bagi rumah satu lantai.

Cara yang lain adalah rangka beton bertulang dengan dinding bata. Dalam metode ini, kolom dibangun terlebih dulu, kemudian baru dibangun dinding bata. Metode ini lebih umum bagi bangunan berlantai banyak, ruko dan bangunan umum lainnya yang mana lebih mementingkan kolom yang besar dan kuat.

Keuntungan rangka beton bertulang dengan pasangan bata ini adalah pengecoran kolom yang dilakukan dalam waktu yang bersamaan, akan membuat kolom tersebut lebih kuat. Namun, bagi rumah satu lantai dengan atap ringan, kekuatan kolom tidaklah menjadi masalah selama koneksi diantara kolom dan ring balok, dan koneksi antara kolom dengan dinding, terjaga.

Rumah ikatan bata lebih bagus dari rumah beton bertulang untuk rumah sederhana satu lantai

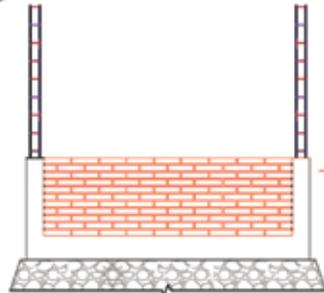
MASALAH



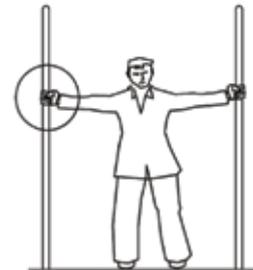
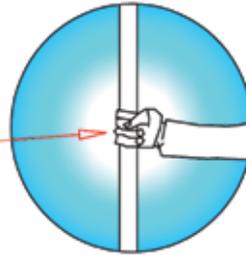
Hati-hati! Jika dinding tidak terkoneksi ke rangka bangunan, dinding dapat runtuh dan dapat menyebabkan kematian dan luka-luka.



PALING KUAT



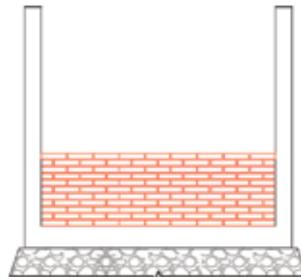
Pemasangan batu bata akan lebih kuat terikat jika pengecoran kolom dilakukan bersamaan dengan batu bata



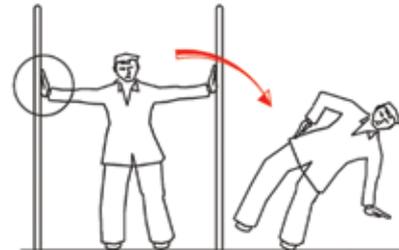
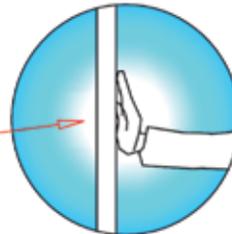
Diumpamakan seperti seseorang memegang dua buah tiang untuk memperkuat posisinya



KURANG KUAT



Pada beton bertulang, bata tidak mengikat dengan kolom karena pengecoran kolom dilakukan terlebih dahulu baru kemudian bata dipasang



Diumpamakan seperti seseorang yang hanya menempelkan tangannya pada dua buah tiang untuk memperkuat posisinya sehingga ada kemungkinan dia akan jatuh apabila ada goncangan

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot S110

Jika Anda ingin membangun rumah berlantai dua dari rangka beton bertulang dengan ikatan bata, berikut hal-hal mendasar yang perlu Anda ketahui dalam membangun rumah dua lantai:

- Buatlah pondasi yang dapat menahan beban dari atas, seperti pondasi tapak
- Diameter besi harus lebih besar dari rumah sederhana
- Gunakan begel yang lebih banyak dari rumah sederhana
- Jumlah tulangan utama untuk pembesian harus lebih dari 4 (6 atau 8 batang besi)
- Pengecoran sebaiknya selesai dalam satu waktu yang sama (pengecoran tidak boleh dilakukan bertahap karena akan mengurangi kekuatan)
- Beban atas harus lebih ringan dari beban dibawah
- Perhatikan campuran beton untuk menghindari rongga
- Koneksi besi harus terikat dengan benar dan kuat sehingga tidak mudah terlepas saat gempa
- Bukaan sebaiknya tidak terlalu besar dan sokong tiap bukaan dengan kolom praktis atau balok lalai
- Gunakan besi stik/angker untuk mengkoneksikan dinding dengan kolom

Hati-hati!
Beton bertulang yang dibangun dengan buruk dapat sangat berbahaya jika terjadi gempa.



BAB 3 : CARA MEMILIH MATERIAL YANG BAIK

Material - material utama yang digunakan:

Batu gunung

Pulau Sumatera mempunyai tiga (3) jenis batu gunung yaitu:

1. Batu gunung hitam - paling bagus
2. Batu gunung merah - bagus
3. Batu gunung kuning - kurang bagus

Jika kita membandingkan kualitas dari masing-masing batu, batu gunung hitam lebih kuat, lebih padat, hampir tidak berpori ataupun memiliki retakan-retakan. Akan tetapi batu ini mahal dan sulit untuk didapat. Batu gunung merah lebih sering ditemukan dan lebih kuat dibandingkan batu gunung kuning. Batu gunung kuning tidak dianjurkan untuk digunakan karena tidak kuat. Batu ini merupakan bongkah tanah yang membatu dan memiliki serat-serat jalur retakan.

Ukuran batu gunung yang kita pakai adalah diameter 15-30 cm. Jika terlalu kecil ukuran batu yang kita gunakan maka akan terlalu banyak menghabiskan biaya untuk semen dan campuran tidak akan sanggup menahan beban yang berat. Jika kita memakai batu yang terlalu besar batu akan menyulitkan tukang. Akan sulit untuk mengatur batu sehingga batu-batu dapat tersusun, tidak bersentuhan, dan memiliki ruang yang cukup bagi campuran semen. Jika tidak ada spasi antara batu yang satu dengan batu yang lainnya, ini akan mengurangi kekuatan pada pondasi.

Batu kali

Lebih dianjurkan untuk menggunakan batu gunung ketimbang batu kali karena bentuk batu gunung bersiku dan dapat saling mengunci. Namun jika batu gunung tidak terdapat di daerah Anda, Anda dapat menggunakan batu kali. Karena permukaannya yang halus dan bentuknya yang bulat, batu kali tidak mengikat dengan baik terhadap campuran semen dan menghasilkan sambungan yang kurang bagus antara batu-batu, tidak seperti yang dihasilkan oleh batu gunung. Ukuran batu yang digunakan sama dengan batu gunung yaitu; 15-30 cm. Jika Anda akan menggunakan batu kali, coba untuk memecahkan batu kali tersebut sehingga tercipta pinggiran yang kasar.



Paling Bagus

Batu gunung hitam



Bagus

Batu gunung merah



Kurang Bagus

Batu gunung kuning



Kurang Bagus

Batu kali

Pasir

Untuk mendapatkan rumah yang kuat, gunakan pasir dengan kualitas yang bagus, karena dalam konstruksi, pasir akan digunakan dalam setiap tahap termasuk: pondasi, campuran bagi kolom dan balok, dan campuran untuk mengikat bata dan plaster.

Pasir berkualitas bagus adalah:

Uji lapangan

Anda dapat memeriksa kualitas kerikil dengan cara yang sama seperti Anda memeriksa kualitas pasir.



Bagus



Tidak Bagus



Hindari penggunaan pasir gunung karena jenis pasir ini mengandung serbuk. Serbuk akan menyerap air dari semen sebelum tercipta ikatan yang kuat.

Kerikil

Kerikil digunakan dalam pengecoran sloof, kolom, ring balok, dan lantai. Untuk pengecoran, sangatlah penting untuk menggunakan semen, pasir dan kerikil dengan proporsi relatif yang benar untuk campuran. Hal ini akan mudah dilakukan jika pasir dan kerikil dibeli secara terpisah. Jika tidak, akan sangat merepotkan bagi tukang untuk memisahkan pasir dari kerikil. Penjelasan lebih lanjut mengenai campuran dan pengecoran akan dibahas terpisah pada bagian beton.

Kerikil berkualitas bagus adalah:

- Bersih, tidak mengandung lumpur
- Tidak mengandung sampah atau akar-akar pohon
- Tidak lebih dari 3 cm

Dan lebih baik jika menggunakan batu pecah yang bersuku daripada batu bulat yang didapat dari sungai.

Uji lapangan

Anda dapat memeriksa kualitas kerikil dengan cara yang sama seperti Anda memeriksa kualitas pasir.

 Bagus



 Tidak Bagus



 Bagus



BATU PECAH

 Tidak Bagus



KERIKIL SUNGAI

 Tidak Bagus



PASIR COR

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10

Batu bata

Untuk rumah sederhana, rumah satu lantai yang dibangun dengan dinding bata dan beton, kekuatan dari dinding bata adalah faktor yang sangat penting. Dinding bata yang kuat adalah yang utama dalam mempertahankan keutuhan rumah dari gempa kuat.

Jadi selain tambahan koneksi pada dinding dan kolom dengan balok lantai ataupun tulangan*, kita perlu memperhatikan pemilihan bata berkualitas bagus.

* Penjelasan lebih lanjut di halaman 62 & 63

Uji Lapangan : Ambil sampel dari 10 bata dan uji satu persatu menggunakan cara di bawah ini dengan menyuruh seseorang dengan berat badan 60 kg untuk menginjakkan kakinya secara perlahan (tanpa bergoyang).

Bagus



Jika :
7 Batu-bata tidak pecah, dan 3 pecah maka hasilnya adalah bagus. Anda dapat menggunakan bata tersebut

Tidak Bagus



Jika :
Lebih dari 3 bata pecah, berarti jelek dan Anda harus mengirimkan bata kembali ke pabriknya untuk minta dikirimkan bata yang kuat

Tidak Bagus



TIDAK DAPAT DITERIMA
Bata yang terkikis hujan

Tidak Bagus



TIDAK DAPAT DITERIMA
Bata yang terkikis hujan

Uji Lapangan :

- Tidak terdapat retak atau sompel
- Tidak terdapat bagian yang tidak tercampur dengan baik
- Bata berbentuk persegi, tidak melengkung
- Ukuran bata adalah sama dalam tiap-tiap 10-20 bata, ukuran tidak bervariasi lebih dari 10 mm panjang dan 5 mm tinggi dan lebar
- Saat 2 batu bata dibenturkan menghasilkan bunyi dentingan metalik bukan bunyi gedebuk
- Apabila batu bata direndam selama 24 jam tidak rapuh dan hancur.

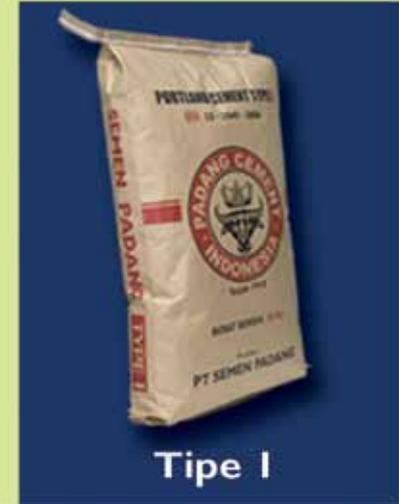
Semen

Ada dua jenis semen yang tersedia di Sumatra. Jenis pertama adalah Semen Tipe I yang merupakan semen Portland murni. Jenis semen ini lebih cepat mengeras dan lebih cepat kering dan lebih baik digunakan untuk pondasi dan elemen coran seperti; sloop, kolom dan ring balok. Jenis kedua adalah PPC (atau PCC) yang merupakan semen Portland dengan bahan tambahan yang memperlambat waktu pengerasan. Dengan begitu lebih mudah untuk pengerjaan terutama untuk pemasangan bata dan plaster. Pengerasan semen ini lebih lambat sehingga kita tidak usah menggunakannya secepat mungkin.

Perbedaan antara Semen Tipe I dan Tipe PPC ditunjukkan pada tabel berikut:

URAIAN	JENIS SEMEN	
	Type I	Type PPC
Harga	Mahal	Lebih murah
Berat	50 kg	40 kg
Kualitas	Bagus	Bagus
Proses pengerasan	Lebih cepat	Lebih lama
Umur pengerasan maksimal beton	28 hari	Lebih dari 28 hari
Batasan waktu stelah pengadukan	45 merit	90 merit
Pengerjaan	Lebih sulit	Lebih mudah
Pernakalan	Pondasi <ul style="list-style-type: none"> • Balok pondasi • Ring Balok • Kolom • Lantai 	Pasarigan bata dan plaster

Semen tipe I menjadi lebih kuat dan lebih cepat daripada semen Tipe PPC (atau PCC), tetapi hal ini tidak terlalu penting bagi rumah satu lantai yang tidak memiliki beban yang berat. Seiring waktu, kekuatannya akan menjadi sama, tidak masalah jika kita menggunakan semen Tipe I atau PPC (atau PCC).



Type I

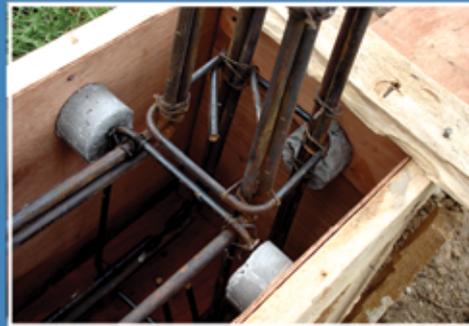


PPC

Kaki Kuda-kuda Truss Foot S110

Beton Tahu

Beton tahu digunakan untuk memisahkan besi dari mal sehingga tercipta jarak yang cukup dan campuran bisa menutupi besi dengan baik. Jika besi tidak tertutup dengan beton, besi akan berkarat dan melemah. Menggunakan beton tahu juga membantu dalam penguatan besi.



Beton tahu dibuat dari campuran semen dan pasir dengan adukan 1:3 (1 semen : 3 pasir) dengan maksimal ukuran 5x5 cm dan ketebalan tergantung dari ketebalan beton (lihat gambar di bagian detail pembesian). Beton tahu mudah digunakan jika diikat dengan kawat ikat, sehingga mereka terikat pada besi beton. Beton tahu dapat berbentuk persegi atau bulat.

Besi

Salah satu pendukung utama dalam rumah aman gempa adalah tulangan pembesian. Lebih dianjurkan untuk menggunakan besi ulir. Jika Anda menggunakan besi polos, Anda harus menggunakan ukuran yang lebih besar. Besi polos 12 mm sama harganya dengan besi ulir 10 mm. Besi ulir 10 mm lebih mudah untuk dibengkokkan dan dipotong serta menghasilkan ikatan yang kuat dengan beton, dengan asumsi ukuran kedua besi sama. Jadi kami menganjurkan untuk menggunakan besi ulir.



Bagus



Besi Ulir



Bagus



Besi polos



Tidak Bagus



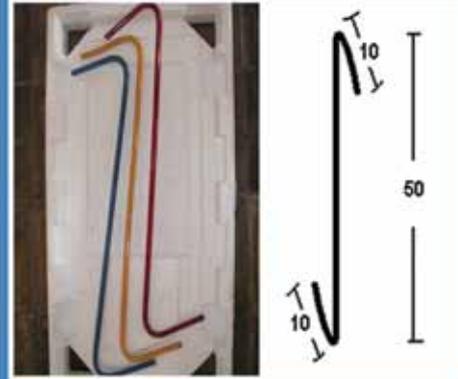
**Jangan gunakan
besi bekas!**

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 48 - 51

Kaki Kuda-kuda Truss Foot 5/10

Angker

Angker dipasang pada bagian pondasi dengan jarak 1,5 m dan pada lokasi setiap kolom. Angker membantu pengurangan pergeseran antara pondasi dengan sloof, dan mengurangi peningkatan kolom. Anda dapat menggunakan besi sisa, dengan 10 mm baik besi ulir maupun besi polos.

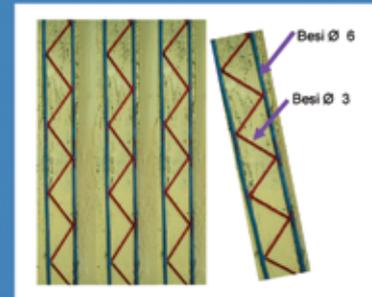
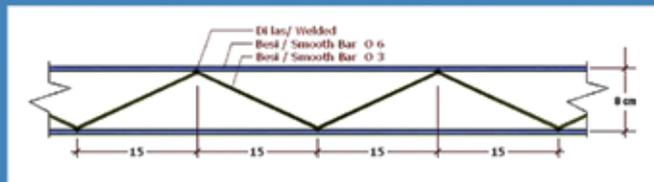


Penulangan Besi Pada Dinding Bata

Penulangan besi harus diberikan pada dinding bata, terutama pada bagian atas dan bawah kusen jendela serta pintu. Penulangan besi ini, disebut dengan "bed joint", karena diletakkan pada posisi sambungan lapisan di dinding bata, atau sambungan horisontal diantara bata. Bed joint dapat dibuat di bengkel las atau dibuat di tempat dengan menggunakan kawat ikat. Lihat contoh di bawah ini.

Fungsi Bed Joint:

- Untuk memperkuat dinding batu bata
- Untuk mengikat kolom dengan batu



Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 62 & 63

Plat U dan Baut

Menggunakan plat U untuk mengikat ring balok dengan bagian bawah kuda-kuda akan menolong, sehingga kuda-kuda tidak akan terlepas dengan mudah saat gempa atau angin kencang. Kuda-kuda juga dapat menyediakan sokongan bagi dinding, jadi sangatlah penting jika kuda-kuda terikat kuat ke ring balok. Anda dapat menanyakan pada tukang las setempat untuk membuatkan plat besi ini dengan mengelas beberapa besi dengan ketebalan 4 mm dan lebar 4 cm.



Plat U pada Ring Balok



Plat U pada Ring Balok



Tidak Bagus



Praktek yang buruk-
Besi kolom yang
mengikat kuda-kuda

Walaupun pada umumnya besi kolom digunakan untuk mengikat ring balok dengan kuda-kuda, namun akan lebih baik jika besi kolom diikatkan ke besi ring balok, sehingga tercipta koneksi yang baik antara kolom dengan balok. Jika besi kolom dibiarkan terkena udara, besi-besi tersebut akan korosi dan berkarat. Korosi seperti juga kanker akan menyebar ke dalam kolom dan melemahkan struktur.

Kayu Papan

Dalam menggunakan kayu untuk konstruksi Anda, kayu harus dipotong menurut fungsi dan kegunaannya. Efisiensi penggunaan kayu akan mengurangi biaya pembangunan rumah.

Dalam memilih kayu/papan yang bagus perhatikan:

- Tidak retak
- Tidak terdapat mata kayu
- Tidak melengkung
- Kualitas kayu kelas I dan II



Pastikan kayu cukup kering sebelum Anda mulai membangun. Tidak masalah jika Anda menggunakan kayu bekas selama kayu tersebut dalam kondisi yang baik dan tidak busuk.

Kaki Kuda-batal Truss Foot 5/10

BAGAIMANA CARA MENYIMPAN MATERIAL

Gording/Puntir 5/7

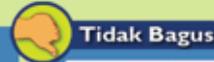
Material seperti besi dan kayu haruslah disimpan di ruangan tertutup, tinggi di atas permukaan tanah sehingga tidak mudah busuk dan berkarat oleh hujan atau banjir. Sirkulasi udara sangatlah penting terutama untuk kayu.



Bagus



Bagus



Tidak Bagus



Semen juga harus disimpan di ruangan tertutup dan tinggi dari permukaan tanah. Jika kertas semen basah maka semen akan mengeras. Semen harus digunakan dalam 90 hari setelah pembelian.

BAB 4 : CARA MEMBANGUN RUMAH YANG AMAN GEMPA

1 Pilih Lokasi yang Aman

✓ Peletakan Rumah pada Tempat Yang Aman

Jangan membangun di dataran yang miring/tebing



Jangan membangun di dasar lereng/tebing



Jangan membangun di daerah pinggir sungai



"Pedoman Membangun Rumah Sederhana Tahan Gempa",
Jurusan Arsitektur dan Perencanaan, UGM dengan donor dari IFRC

2 Periksa Kekuatan Tanah dalam Menyokong Rumah

Walapun Anda mengikuti semua ketentuan konstruksi yang baik dari panduan ini, rumah tetap akan mengalami retak-retak atau bahkan roboh akibat gempa jika tanah yang menyokongnya tidak cukup kuat. Untuk rumah sederhana satu lantai, ada dua jenis **TANAH YANG HARUS DIHINDARI**:

- **Tanah liat atau tanah yang sangat lengket**

Jenis tanah ini biasa ditemukan di dekat pantai dan terkadang di persawahan atau pertambakan. Jenis tanah ini mudah untuk dikenali karena:

- Lengket ditangan dan sulit dibersihkan
- Berbau apak dan busuk
- Mengering dengan lambat
- Menyusut saat mengering
- Pecah atau remuk dengan mudah saat kering
- Mengandung sisa-sisa organik seperti humus atau kulit kerang.

- **Tanah berpasir adalah tanah yang mengurai dan jenuh air, seperti pasir**

Jenis tanah ini biasanya ditemukan di pantai atau pinggir sungai. Tidak umum dijumpai di daerah Sumatera Barat. Namun jika Anda mengira ini adalah jenis tanah Anda, coba tekan besi 12mm ke dalam tanah. Jika Anda dapat menekan lebih dari 30 cm dengan tangan, maka tanah tidak akan cukup kuat dalam menyokong rumah Anda.

Jika Anda menemukan jenis tanah ini, Anda harus mencari lokasi lain. Jika tidak memungkinkan, Anda dapat menggali dan mengganti tanah tersebut dengan tanah timbun. Atau mungkin mempertimbangkan membangun rumah dari struktur kayu daripada struktur bata atau beton. Rumah kayu akan lebih fleksibel, jadi jika terjadi penurunan tanah sedikit, hal itu tidak akan terlalu bermasalah, atau setidaknya akan lebih mudah diperbaiki.



Tidak Bagus



3 Menjaga Drainase

Pastikan bahwa air hujan dapat mengalir jauh dari rumah Anda, dan air limbah tidak mengalir ke pondasi Anda.



Tidak Bagus



DRAINASE YANG TIDAK TEPAT
Pemilihan lahan yang buruk



Tidak Bagus



DRAINASE YANG TIDAK TEPAT
Air limbah mengalir ke pondasi



Tidak Bagus



Pipa seharusnya tidak diletakkan menembus elemen beton bertulang seperti sloof atau kolom karena akan melemahkan bagian tersebut. Pipa sebaiknya diletakkan menembus dinding atau pondasi.

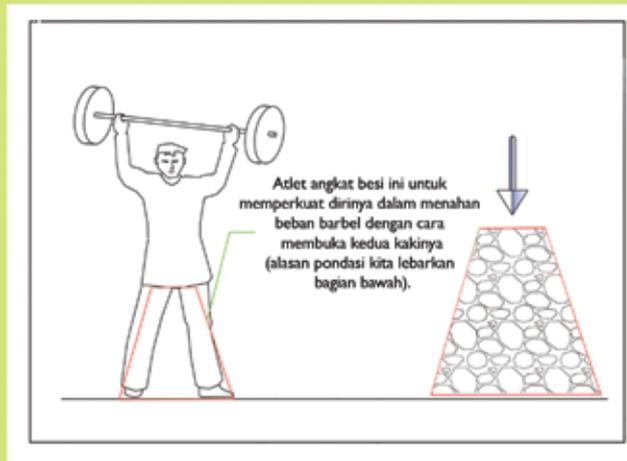
4 Bangun Pondasi Yang Kuat

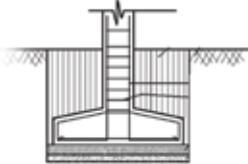
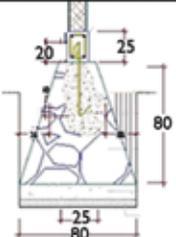
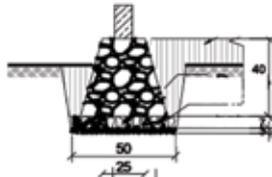
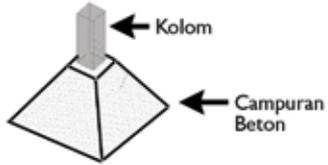
Pondasi adalah penyokong utama atas beban bangunan. Ukuran dan jenis pondasi ditentukan oleh jenis bangunan, beban bangunan, dan jenis tanah. Bagi rumah sederhana satu lantai dengan ikatan pasangan jenis pondasi batu yang dibangun dengan baik, berbentuk trapesium.

Bagi rumah satu lantai semi permanen, jenis pondasi menerus juga bagus, namun ukuran dan kedalamannya dapat diperkecil dan diperdangkal. Bagi rumah kayu tradisional, pondasi puntung lebih cocok untuk digunakan. Bagi rumah berlantai banyak dengan rangka beton bertulang, pondasi tapak lebih baik untuk digunakan.

Pondasi menerus pasangan batu bagi rumah permanen

Penjelasan	Tanah Lembek	Tanah Keras
Kedalaman Galian	45 – 70 cm	35 – 50 cm
Lebar dasar pondasi	70 – 80 cm	60 - 70
Tinggi keseluruhan pondasi	60 – 90 cm	50 – 70 cm
Lebar atas pondasi	30 cm	30 cm
Tinggi pondasi dari permukaan tanah	15 – 20 cm	15 – 20 cm
Lapisan dasar	Beton lunak	Batu kecil
Ketebalan lapisan dasar	10 – 15 cm	10 cm

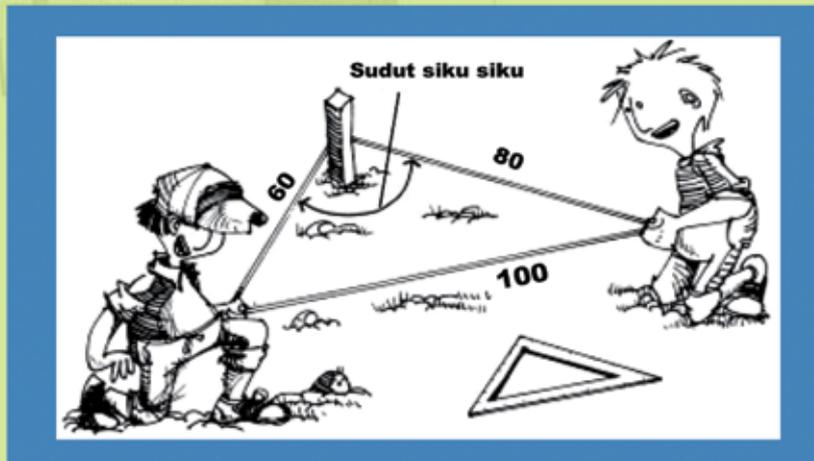


Jenis Bangunan	Jenis Pondasi	Penjelasan
<p>Rumah berlantai banyak dengan rangka beton bertulang</p> <p>Living Room</p>		<p>Pondasi tapak digunakan bagi bangunan berlantai banyak dimana beban terkonsentrasi pada kolom dan tanah yang kuat. Jika kita menggunakan jenis pondasi ini untuk rumah sederhana satu lantai, kita akan menghabiskan uang yang mana bisa kita gunakan untuk memperkuat bagian yang lain dari rumah seperti dinding bata atau memastikan penggunaan koneksi yang baik antara kolom atas dengan balok atas. Dan juga, jika kita menggunakan pondasi ini di tanah yang tidak kuat, rumah kemungkinan akan amblas dan retak.</p>
<p>Rumah ikatan bata satu lantai</p> <p>Terrace</p>		<p>Pondasi menerus ikatan batu lebih umum ditemukan dan kami merekomendasikannya pada rumah ikatan bata. Ia lebih mudah dibangun, dan ia menyokong beban dinding secara menyeluruh. Dan juga, jika tanah tidak terlalu kuat, ia dapat membagikan beban ke daerah yang luas. Lihat rincian dibawah untuk lebih lengkapnya.</p> <p>Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 46 & 47</p>
<p>Rumah semi permanen satu lantai</p>		<p>Sama seperti rumah ikatan bata, pondasi menerus dapat juga digunakan bagi rumah semi permanen. Karena beban lebih ringan, pondasi dapat lebih kecil. Ini juga pondasi yang bagus untuk rumah kayu dan akan meningkatkan keawetan rumah kayu anda.</p>
<p>Rumah kayu satu lantai</p>		<p>Walaupun pondasi menerus ikatan batu direkomendasikan untuk rumah kayu, pondasi puntung dapat digunakan bagi rumah kayu sehingga kayu terpisah dari permukaan tanah. Hal ini akan membantu dalam mencegah pelapukan dan serangan serangga.</p>

Garis Batas dan Bouwplank

Siku sangat penting dalam pembangunan rumah. Bila tidak ada siku maka rumah atau bangunan tersebut akan miring. Siku yang berbentuk segitiga dapat kita gunakan dalam mencari siku bangunan. Cara ini sangat sederhana dilakukan untuk membangun sebuah bangunan yang sederhana. Angka yang tergambar masing masing memiliki fungsi :

- Angka 60 cm, bisa kita gambarkan sebagai benang mati, berarti tidak bisa digeser. Kedua ujung benang tersebut dipakukan ke kedua sisi bouwplank kiri dan kanan.
- Angka 80 cm, bisa kita gambarkan sebagai benang hidup. Berarti bisa digeser hanya satu bagian ujung saja. Ujung benang yang satunya lagi dipakukan pada bouwplank. Ujung benang yang tidak terpaku dapat digeser untuk mendapatkan siku dan angka 100 cm.
- Angka 100 cm, ini adalah benang diagonal. Bila sudah mendapat angka 100 cm maka siku bangunan tersebut sudah didapat.



"Construction and Maintenance of Confined Masonry Houses: For Masons and Technicians", Marcial Blondet, Editor

Galian Pondasi



Tidak Bagus



Buang air, humus, dan sisa galian tanah dari permukaan pondasi dan buat permukaan yang rata



Bagus



Lebar galian sebaiknya minimal 80 cm. Kedalaman galian tergantung jenis tanah*. Jika tanah lembek, Anda perlu menggali lebih dalam untuk mendapatkan tanah yang keras

* Untuk informasi lebih lanjut tentang jenis-jenis tanah lihat halaman 41



Bagus



Gunakan campuran 1:3:6 untuk lantai kerja. Hal ini akan menghasilkan permukaan lantai kerja yang rata yaitu 10 cm dengan campuran 1 : 3 : 6 (1 semen : 3 pasir : 6 kerikil)



Bagus



PERHATIAN!

Jangan membangun rumah ikatan bata pada tanah berawa atau daerah berair, atau diatas tanah yang lunak. Jika tanah lembek, bangunan akan amblas dan retak. Akan lebih baik membangun rumah semi permanen atau rumah kayu.

Bangun pondasi yang kuat menggunakan batu gunung atau batu kali

Dalam membuat pondasi menggunakan batu gunung atau batu kali, sangat penting untuk mengisi rongga di antara batu terisi penuh, dan batu tidak saling menyentuh.



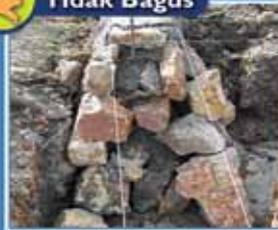
Bagus



- Gunakan bentuk trapezium untuk pondasi menerus pasangan atau bagi rumah permanen ikatan pasangan bata
- Lebar minimal bagian bawah adalah 70 cm
- Lebar minimal bagian atas adalah 30 cm



Tidak Bagus



- Batu disusun dengan vertikal
- Batu saling menyentuh
- Rongga diantara batu tidak terisi penuh dengan mortar



Bagus



- Susun batu secara horizontal dan isi rongga dengan mortar
- Sudut dan simpang T harus dibangun secara bersamaan sehingga terdapat koneksi dengan dinding



Bagus



Gunakan anker besi setiap 1m pada lokasi kolom sebagai koneksi antara pondasi dan sloof



Bagus



Jika kerja terhenti, pada bagian atas jangan ditutupi dengan mortar



Bagus



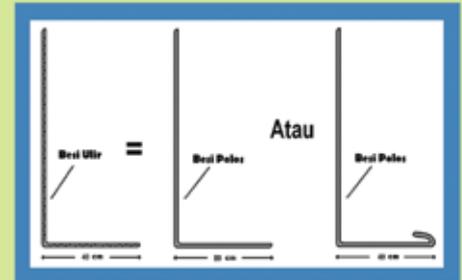
Jangan lupa untuk menggores bagian atas untuk kontak yang baik dengan sloof

5 Sambungan Kolom Atas dan Balok Atas

Sambungan dan pengangkeran yang baik dalam penulangan beton sangat penting dalam mencegah keruntuhan bangunan akibat gempa.

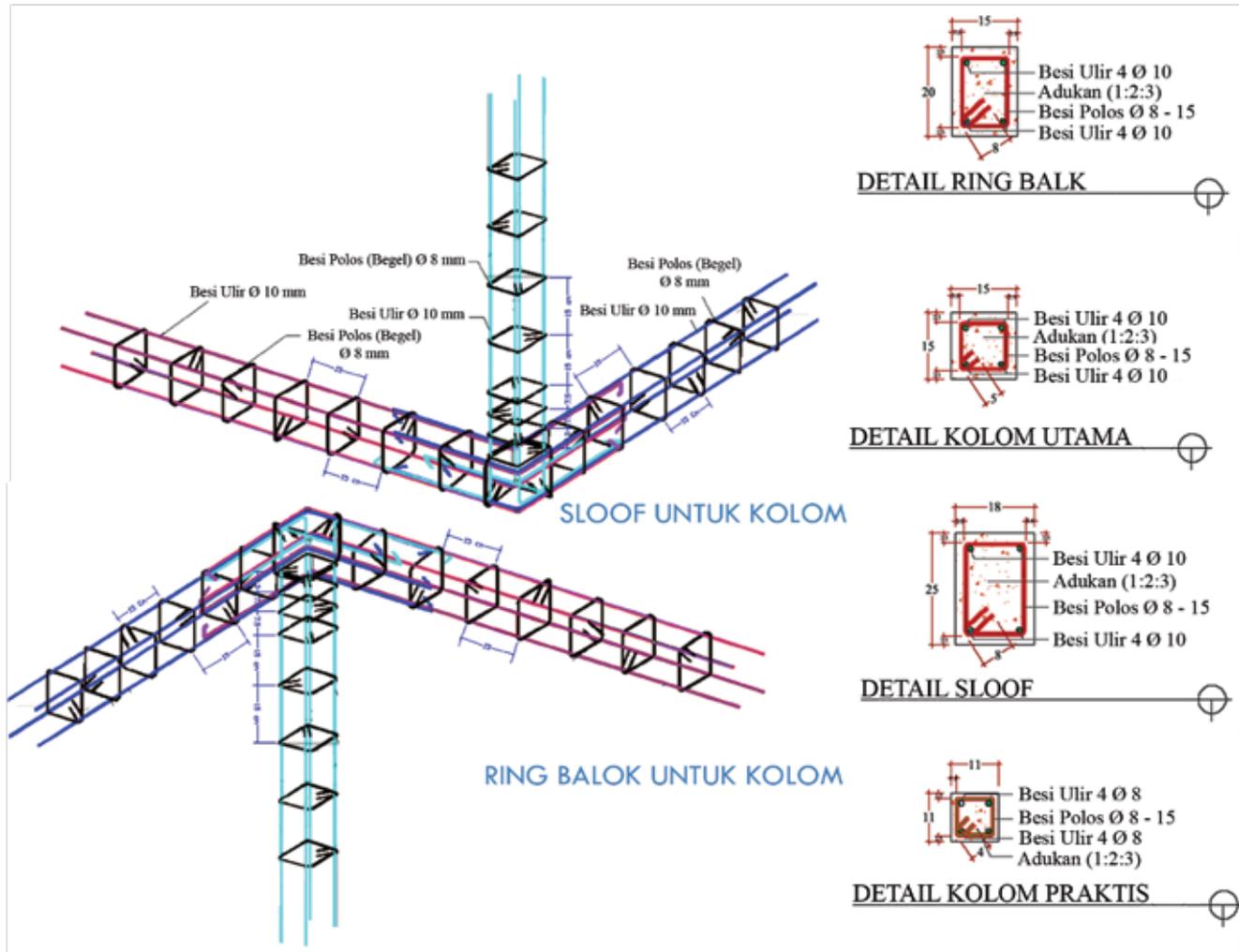
Sekarang kita dapat meninggalkan cara lama dalam membuat sambungan. Cara lama menggunakan kait yang pendek pada ujung besi tidaklah tepat dalam mencegah keruntuhan dari gempa. Di sini diperkenalkan cara yang lebih kuat dan lebih mudah dalam sistem pengkoneksian besi.

Bagi rumah sederhana ikatan bata satu lantai, kami merekomendasikan penggunaan besi ulir berdiameter 10mm untuk tulangan utama pada kolom dan balok. Panjang overlap sebaiknya 40 kali diameter besi, atau 40 cm. Jika Anda menggunakan besi polos, Anda dapat menggandakan panjang overlap menjadi 80 kali diameter besi, atau menggunakan overlap 40 kali diameter besi ditambah kait pada ujungnya.

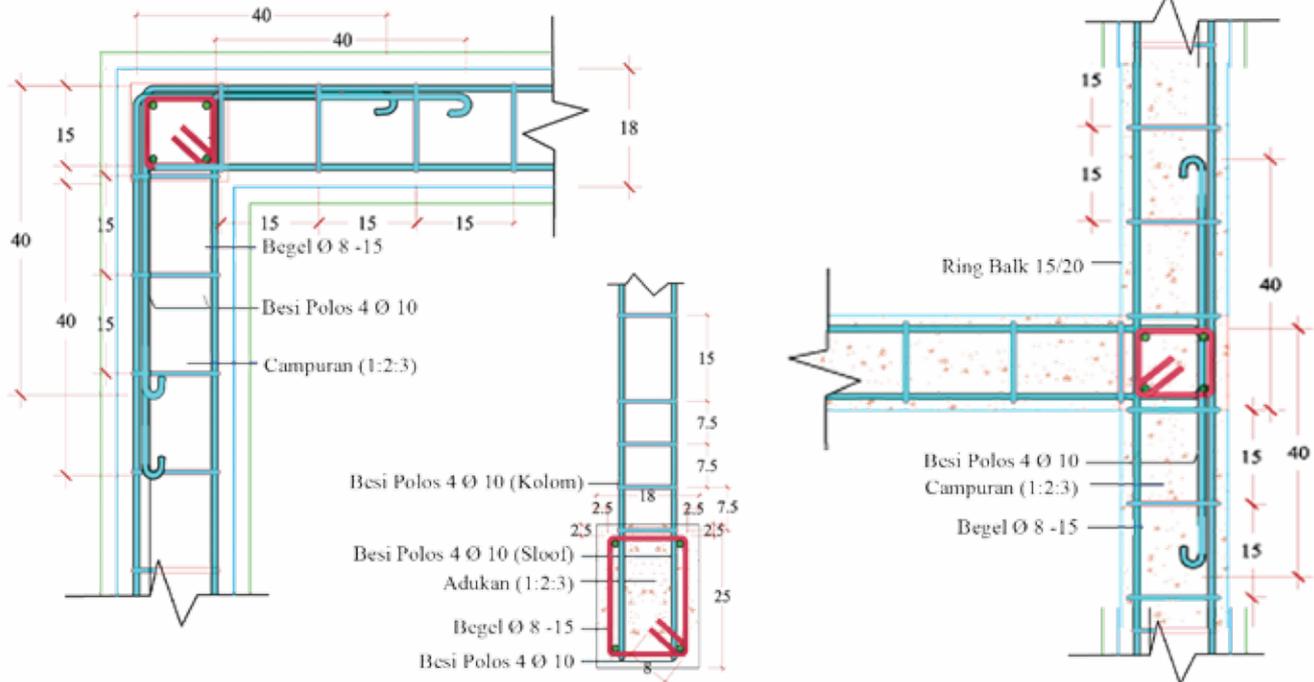


Sambungan pembersian aman gempa





SAMBUNGAN BESI KOLOM DENGAN BESI SLOOF/ RING BALOK MENGGUNAKAN BESI POLOS



Cara membengkokkan dan merangkai begel atau pengikat:

- Gunakan besi polos 8 mm untuk begel dan pengikat
- Bengkokkan kait pada 135 derajat
- Periksa posisi begel pada pembesian sudah tepat

Posisi kait beugel berotasi



Jarak antara beugel mak = 15 cm

- Rotasikan begel sehingga kait tidak berbaris pada jalur yang sama di pembesian
- Jarak maksimal antar begel sebaiknya 15 cm



Bagus



Kait membengkok pada 135 derajat, cukup panjang, terikat dengan kuat pada besi menggunakan kawat ikat dan posisinya tepat.



Tidak Bagus



Kait tidak cukup panjang

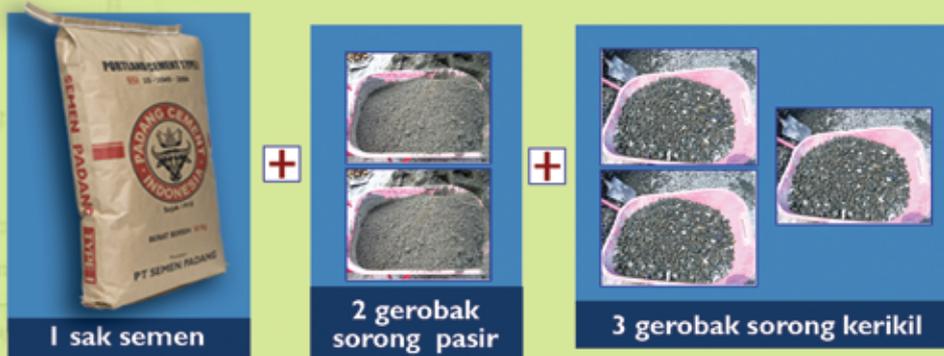


Begel tidak berada pada posisi yang tepat di pembesian

6 Campuran, Pengecoran, dan Penyiraman Beton Berkualitas Bagus

Campuran Beton

Campuran untuk beton adalah 1 : 2 : 3



- Anda dapat mengaduk dengan tangan di tanah atau dengan molen
- Jika Anda mengaduk dengan tangan, gunakan permukaan yang mulus yang bersih dari sampah dan tanah
- Campur bahan-bahan kering dulu (semen+pasir+kerikil) dan teruskan mengaduk sampai didapat warna yang seragam
- Buatlah lubang pada sudut campuran dan tambahkan air bersih lalu aduk sampai rata
- Gunakan campuran setelah 90 menit dari waktu penambahan air.



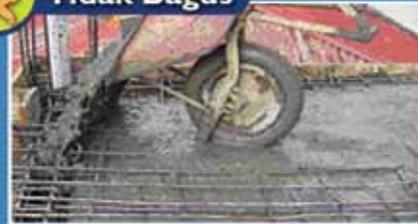
Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10



HATI HATI! Saat mengaduk dengan molen, orang cenderung memakai terlalu banyak air. Tapi air yang terlalu banyak akan membuat beton lembek



Tidak Bagus



TERLALU BANYAK AIR!
Beton ini terlalu banyak air terlihat seperti bubuk dan tidak cukup kuat

SEDERHANA



Tidak Bagus

Campuran Beton yang Buruk



UJI LAPANGAN:

Anda dapat memeriksa kandungan air dalam beton dengan cara sederhana. Ambil segenggam campuran beton dan jika terlalu banyak air yang mengalir keluar dari sela-sela jari Anda, dan hanya menyisakan pasir dan kerikil, maka campuran terlalu basah

LEBIH BAGUS



Tidak Bagus



Bagus



UJI LAPANGAN:

Cara terbaik dalam mengukur kadar air dalam beton adalah dengan menggunakan uji penurunan. Isi corong dengan campuran, balik corong tersebut, dan ukur penurunan yang terjadi. Penurunan yang terjadi baiknya berkisar di 8 - 12 cm

Mal dan Beton Tahu



Bagus



Buatlah mal dari kayu berkualitas bagus yang tidak akan melengkung atau membengkok



Bagus



Basahi mal dan pondasi sebelum mengecor sehingga semen tidak diserap oleh mal



Bagus



Letakkan beton tahu pada bagian bawah dan kedua sisi pembesian untuk memisahkan pembesian dari mal sehingga beton dapat menutupi pembesian dengan sempurna

Pengecoran

Tuang campuran dengan bantuan timba dan ketok-ketok mal dengan palu untuk memastikan campuran benar-benar padat dan seluruh rongga terisi.



Bagus



Untuk memadatkan campuran, tekan-tekan dengan batang kayu atau ketok mal dengan palu



Bagus



HATI HATI! Jika menggunakan mesin penggetar, jangan menggetarkan terlalu lama karena hal tersebut akan memisahkan campuran (kerikil akan jatuh ke bagian dasar)

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10



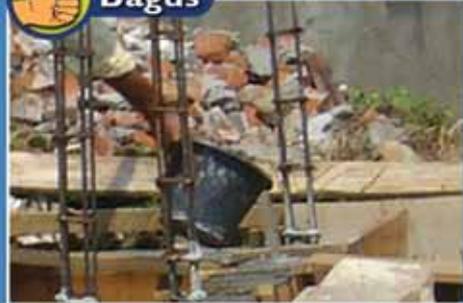
Bagus



Jangan lupa untuk menggosok permukaan beton untuk ikatan yang baik dengan dinding



Bagus



Basahi beton dengan cara menyiramnya dengan air sebanyak 3 -5 kali sehari selama 7 hari



Bagus



Bagus



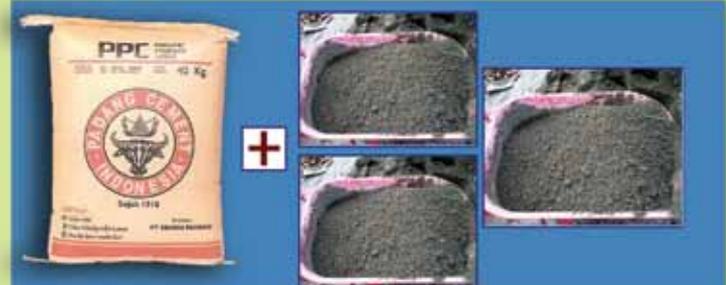
7 Membangun Dinding Bata yang Kuat

Campuran Mortar

Dinding batu bata dan plesteran (Semen Tipe PPC)



Campuran 1 : 2 untuk tasram dan kamar mandi
(1 sak semen : 2 gerobak sorong pasir)



Campuran 1 : 3 untuk dinding dalam dan dinding luar di atas tasram (Semen Tipe PPC)
(1 sak semen : 3 gerobak sorong pasir)



Bagus



PENTING! Jika Anda merendam bata sebelum memasang dinding, dinding akan lebih kuat.
MENGAPA? Bata Sumatra sangat berpori dan kering, sehingga mereka menyerap air dari mortar sebelum semen berhidrasi dan melekat dengan bata.



Tidak Bagus



Ini yang terjadi jika Anda tidak merendam bata, tidak ada ikatan antara bata dengan mortar, dan dinding akan mudah retak akibat gempa.

Membangun Dinding Bata yang Kuat adalah Hal yang Paling Penting untuk Menyelamatkan Keluarga Anda



Bagus



Bersihkan dan basahi sloof sebelum memasang bata.
Susun bata terlebih dulu untuk memeriksa spesi.
Jarak maksimal sebaiknya 1,5 cm



Bagus



Jarak kolom dengan bata
adalah 3 cm



Tidak Bagus



Bata terlalu dekat dengan
pembesian kolom



Bagus

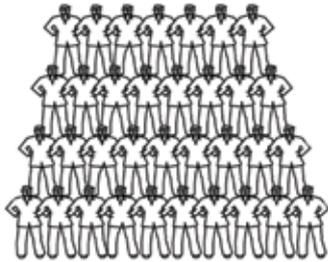


Gunakan papan dan benang untuk meluruskan bata

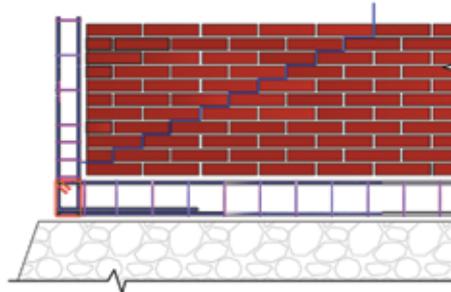




PALING BAGUS



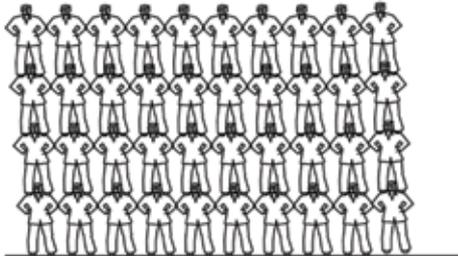
Bila di umpamakan manusia yang berdiri bertingkat-tingkat, beban yang akan di terima dari atas, beban yang di bawah saling bahu-membahu, dan tidak akan mudah jatuh.



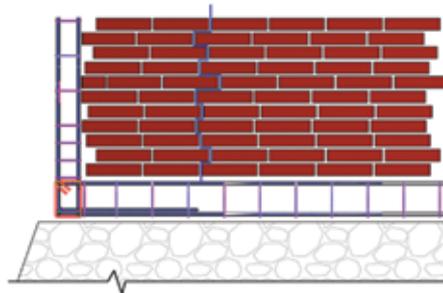
Cara pemasangan batu-bata yang bagus, di setiap pada spesi bata di isi mortar dengan penuh dan padat. Karena apabila terjadi keretakan tidak akan terjadi keretakan memanjang sepanjang arah vertikal sambungan spesi bata



KURANG BAGUS



Ini cara berdiri bertingkat-tingkat yang salah, beban yang di terima dari atas akan mudah jatuh karena beban yang di tumpu dari bawah



Cara pemasangan batu-bata yang tidak bagus pada mortar spesi bata tidak merata dan tidak padat, bila terjadi keretakan akan mudah memanjang dan pemasangan batu-bata tidak rapi, spesi pemasangan bata bawah dan atas sama berdekatan.



Bagus



Spesi vertikal lurus



Tidak Bagus



Spesi vertikal tidak lurus dan memakai bata tua



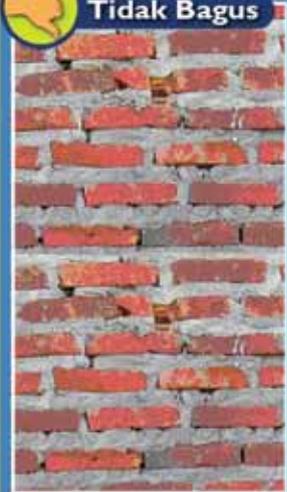
Bagus



Semua spesi terisi penuh penuh mortar



Tidak Bagus



Spesi tidak terisi penuh mortar. Kita bisa melihat tembus dinding!

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10

Gording/Puntir 5/7



Bagus



Selalu basahi bata dan siram dengan air sebelum melanjutkan lapisan berikutnya



Tidak Bagus



Banyak bata yang jelek karena tidak masak sempurna. Bata tersebut terkikis saat hujan. Bata-bata tersebut harus diganti.



Tidak Bagus

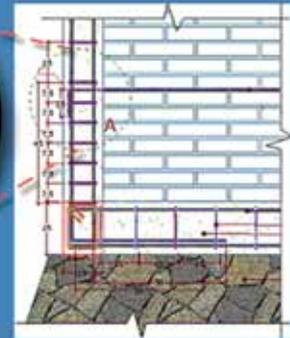


Jangan menggunakan ikatan berpola diatas jendela. Terlalu sulit untuk melakukannya dengan benar.

8 Sambungkan Dinding ke Kolom dengan Penulangan Besi



Bagus



Letakkan tulangan melintang setiap 7 lapis bata dan di atas dan bawah kusen jendela dan pintu



Bagus



Gunakan 2 cm mortar di bawah dan atas tulangan



Tidak Bagus



Tulangan melintang terlalu pendek dan tidak terikat dengan pembesian kolom

Metode Alternatif Untuk Penulangan Dinding Dan Bukaannya

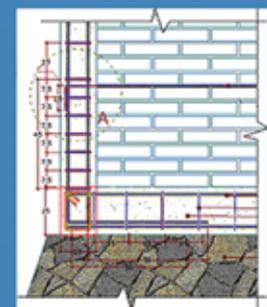
Jika anda tidak menggunakan penulangan horizontal bed joint seperti yang digambarkan pada [halaman 62](#) anda bisa menggunakan penulangan balok pinggang diatas bukaan dan pasang potongan besi setiap 1 m tinggi dinding bata.



Gunakan balok pinggang diatas jendela dan pintu. Koneksikan penulangan besi dari balok pinggang ke kolom gantung .



Pasang potongan besi pada setiap 1 meter ketinggian dinding bata dan masukan potongan besi paling tidak 50 kedalam dinding bata.



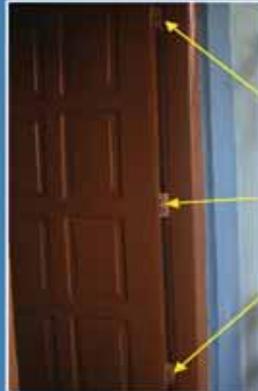
Ikutkan potongan besi kedalam kolom gantung seperti gambar diatas.

9 Pemasangan Kusen, Pintu dan Jendela

- Pastikan kusen, pintu, dan jendela untuk hal-hal berikut ini:
 - Kayu kualitas terbaik tanpa retak atau serat
 - Kusen berbentuk persegi dan lurus (tidak melengkung)
- Pasang kusen secara vertikal dan pastikan pintu terbuka ke arah dalam dan jendela terbuka lebar ke arah luar
- Gunakan dempul dan kertas pasir untuk memperlurus pintu dan jendela sebelum mengecat
- Gunakan cat dasar 3 kali untuk pintu dan jendela



- Lapisi dengan cat meni
- Gunakan paku kayu bersilang untuk mengikat kusen dengan kolom



Gunakan 3 engsel pintu dan 2 engsel untuk jendela



Letakkan besi pada bagian bawah kusen pintu sebagai pengawal beton



Isi rongga di bawah jendela dengan mortar secara sempurna

10 Pengecoran Kolom



Bagus



Bagian bawah kolom bersih



Tidak Bagus



Bagian bawah kolom kotor



Persiapkan bekisting dan olesi dengan sika atau oli kotor pada bagian dalam bekisting



Lakukan pengecoran kolom ketika tinggi dinding mencapai 100 s/d 120cm

PERHATIAN!

Saat mulai pengecoran, gunakan besi atau palu untuk memadatkan campuran beton seperti yang ditunjukkan di halaman 54

- Cure 1-5 kali per hari selama 3 hari setelah menuangkan beton oleh pemercikan dengan air
- Buka formwork setelah minimal 3 hari
- Jika cuaca panas dan kering taburi lebih sering dengan air dan menunggu lebih lama sebelum mengeluarkan formwork



Bagus



Bagus



Tidak Bagus



Tidak Bagus



Kualitas pengecoran yang buruk dan pembesian yang tampak akan sangat mengurangi kekuatan rumah Anda saat gempa

11 Sambungan Kolom Atas dengan Ring Balok

Sebuah ring balok penting dalam memastikan kinerja yang baik saat gempa. Koneksi antara kolom atas dengan ring balok adalah salah satu sambungan yang penting dari rumah, jadi jangan membuat kesalahan yang sama seperti dibawah ini!

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 48 - 51



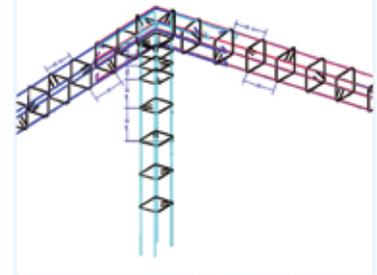
Tidak Bagus



Tidak Bagus



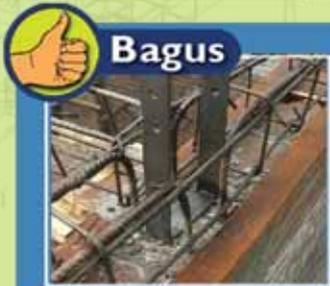
Bagus



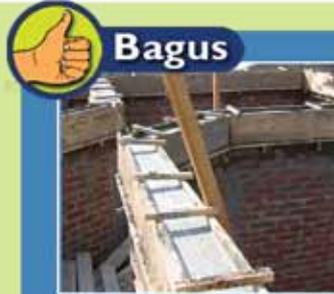
Besi di ring balok tidak cukup panjang untuk membuat overlap dan koneksi yang kuat

Letakkan beton tahu pada bagian bawah, kiri dan kanan besi, dan ikuti petunjuk mengenai campuran dan pengecoran.

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 52 - 56



Sebelum mengecor beton, jangan lupa untuk memasang plat U untuk mengkoneksikan ring balok dengan kuda-kuda



Cor seluruh ring balok dalam hari yang sama untuk menghindari sambungan dingin dan menambah kekuatan



Jika kualitas konstruksi tidak bagus, minta tukang untuk membongkar dan membangunnya kembali

Setelah melepas mal, periksa adanya retak rongga, dan lubang. Jika terdapat lubang besar, hancurkan dan cor kembali.



Besi penulangan terlihat dan terdapat rongga besar pada beton



Besi penulangan terlihat

12 Plasteran Dinding

Banyak orang mengira bahwa plaster hanya sebagai pekerjaan akhir dan penambah nilai estetika dari bangunan saja. Faktanya adalah plaster menambah kekuatan dari dinding bata dan melindungi dinding bata dari terkena cuaca langsung dan kelembaban yang dapat melemahkan dinding. Namun begitu, jika dinding bata dan beton berkualitas buruk, hasil akhir yang bagus tidak akan banyak meningkatkan kekuatan. Jadi, sangatlah penting untuk mengikuti instruksi-instruksi dalam panduan ini untuk mendapatkan kualitas konstruksi yang baik.

Mungkin semua kita sudah tahu fakta ini, namun kita cenderung mengacuhkannya. Perhatikan hal berikut dalam memplaster :

- Lebih baik memplaster dinding setelah atap selesai
- Tunggu setidaknya 7 hari setelah dinding selesai sebelum memplaster
- Plaster dinding dalam terlebih dulu untuk membantu pengikatan beton melalui bantuan panas dari luar
- Tebal minimal plaster adalah 1.5 cm
- Gunakan campuran yang sama dengan mortar [lihat halaman 56](#)
- Mulai plaster dari atas dinding lalu ke bawah
- Basahi dinding sebelum mulai memplaster



Basahi dinding sebelum mulai memplaster



Gunakan tekanan dalam mengaplikasikan plaster ke dinding; jangan hanya melemparkannya ke dinding



Akhiri dengan air semen atau aci

13 Koneksi Kuda-kuda dengan Ring Balok



Bagus



Pasang plat U pada lokasi di mana kaki-kaki kuda dapat diikatkan pada plat



Bagus



Pasang plat U hingga mencuat keluar dari ring balok sekitar 10 cm



Bagus



Tidak Bagus



Gunakan baut berdiameter ½" untuk mengikat plat dengan kuda-kuda

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10

Ground/Patin 5/7



Bagus



Residu

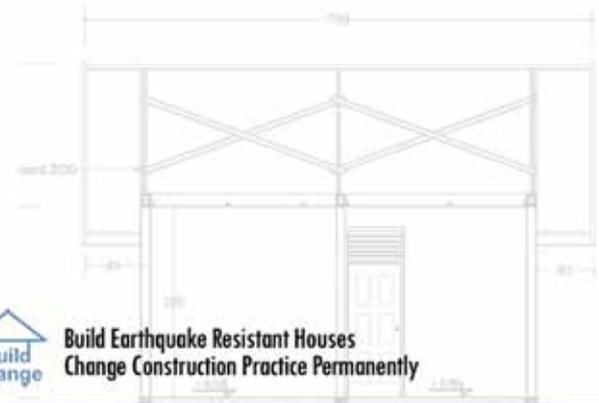


Buatlah rangka kuda-kuda dari kayu keras, seperti berikut:

- Gunakan kayu kualitas bagus (kayu kelas I atau kelas II)
- Buatlah koneksi yang kuat - tidak berjarak antara elemen-elemen kayu
- Sambungan kuda-kuda menggunakan baut, cincin penutup dan plat. Tidak cukup hanya menggunakan paku

Gunakan residu atau cat minyak pada kayu untuk kuda-kuda agar terhindar dari pelapukan, serangga dan rayap

Jumlah baut pada sambungan adalah 8 buah, $\varnothing \frac{1}{2}$ inchi dan dipasang zigzag



14 Jenis Koneksi



1. Koneksi Bibir Miring

Koneksi ini dapat digunakan untuk gording tapi ia hanya menahan beban tekan. Bukan beban tarik.

2. Koneksi Bibir Miring Berkait

Koneksi ini lebih baik, karena dapat menahan kedua beban, beban tekan dan beban tarik.



3. Koneksi Bibir Lurus berkait

Koneksi ini juga bagus karena dapat menahan beban tekan dan tarik.



4. Koneksi Ekor Burung

Koneksi ini biasanya digunakan untuk lisplank karena ia menahan beban tekan dan tarik.



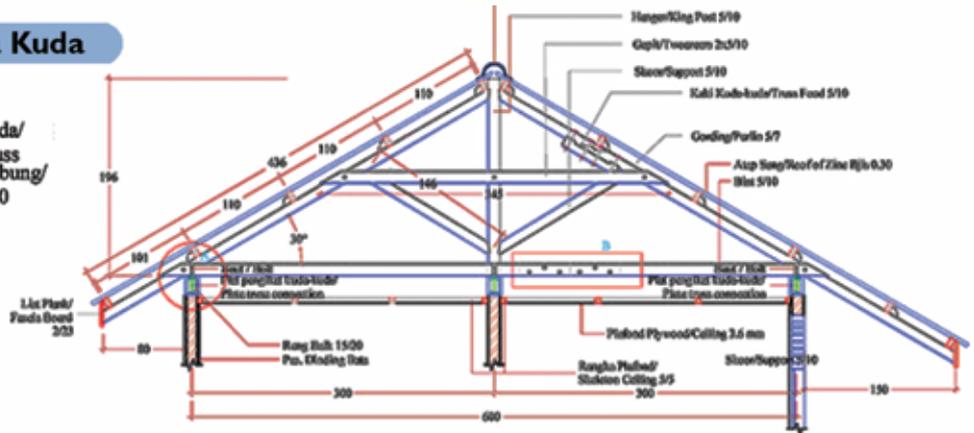
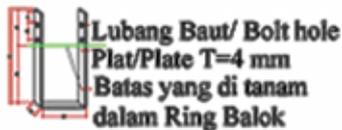
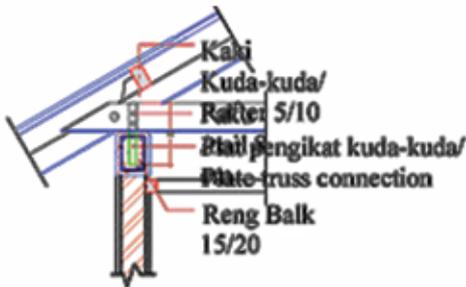
5. Koneksi Bibir Miring Berkait

Koneksi jenis ini biasa dipakai untuk lisplank karena ia juga mampu menahan beban tekan dan tarik.

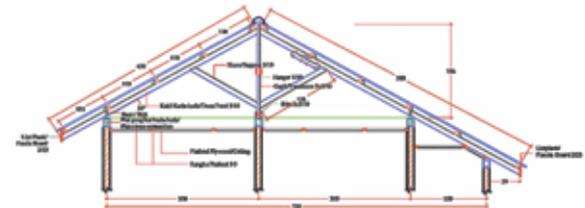


Build Earthquake Resistant Houses
Change Construction Practice Permanently

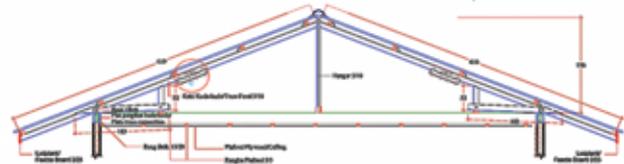
15 Gambar Perincian Kuda Kuda



KUDA - KUDA / TRUSS 1



SCALE 1 : 10



SCALE 1 : 10

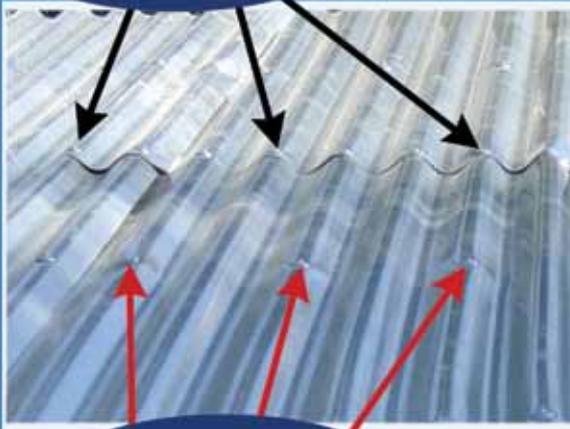
16

Memasang Atap

Gunakan paku khusus untuk seng.



Overlap setiap lembaran seng paling tidak 15 cm dan pakukan ke gording



Seng dipaku tiap dua gelombang



Ketebalan minimum atap seng adalah 2 mm tetapi seng dengan ketebalan 3 mm akan lebih tahan



Pasang seng mulai dari bawah ke atas



Build Earthquake Resistant Houses
Change Construction Practice Permanently

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10

Sambungan yang baik, gelombang lurus.

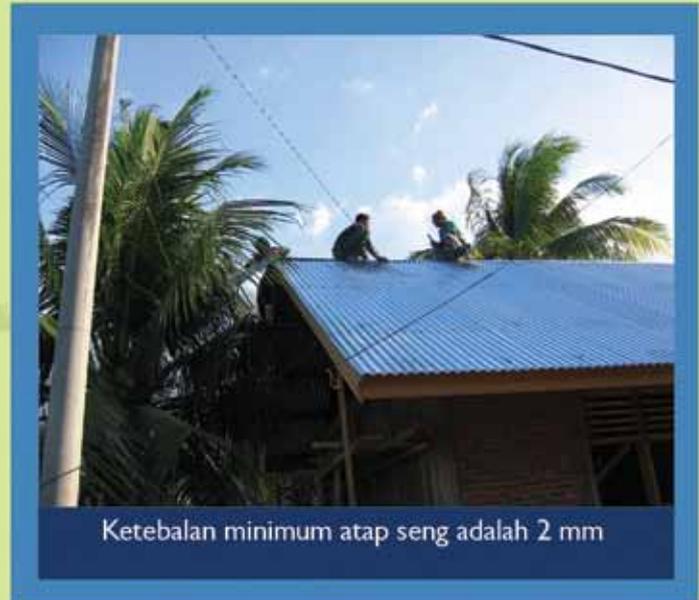


Bagus



Tidak Bagus

Sambungan yang buruk, ombak tidak lurus.



Ketebalan minimum atap seng adalah 2 mm

STANDAR MINIMUM UNTUK RUMAH IKATAN PASANGAN BATA | LANTAI

1 Pondasi

- Keadaan tanah harus benar-benar kuat untuk menyokong rumah permanen
- Isi semua rongga pondasi dengan mortar

2 Beton

- Begel harus mempunyai hook dan hook harus dipasang berotasi
- Gunakan bahan material yang bagus untuk pasir dan kerikil
- Gunakan campuran 1:2:3
- Hasil pengecoran bagus tidak ada terlihat besi
- Tidak ada rongga
- Padatkan mortar dengan besi atau palu
- Harus mempunyai koneksi antara ring balok dengan kolom
- Jangan gunakan besi bekas sebagai tulangan utama

3 Pasangan dinding batu bata

- Gunakan ikatan pasangan bata jangan beton bertulang
- Rendam batu bata sebelum di pasang
- Jarak spesi antar batu bata 1.5 cm
- Jarak batu bata dengan besi kolom 3 cm
- Cor kolom setelah tinggi dinding mencapai 1-1.20 m
- Gunakan material yang bagus untuk batu bata dan pasir
- Untuk dinding yang mempunyai bukaan gunakan bed joint atau balok lintel sebagai koneksi di atas dan bawah kusen
- Isi semua sambungan batu bata dengan spesi penuh

4 Dinding tanpa bukaan

- Gunakan bed joint atau besi \varnothing 6 mm setiap maks 10 lapis batu bata atau gunakan balok lintel
- Untuk dinding yang tidak mempunyai bukaan bentangan maks 3 x 3 m gunakan besi stik dengan panjang minimal 50 cm atau toothing
- Tambahkan kolom praktis pada bentangan dinding lebih dari 4 m

5 Dinding yang memiliki bukaan

- Gunakan bed joint atau balok lintel atau besi stik di atas bukaan (kusen)
- Atau gunakan kolom praktis ekstra di sekitar bukaan (kusen)

6 Koneksi antara ring balok dengan kuda-kuda

- Gunakan besi overlap dari ring balok untuk mengikat kaki kuda-kuda
- Gunakan baut dan plat besi / paku yang kuat

7 Gable

- Tidak menggunakan gable dari batu bata



DAFTAR PUSTAKA

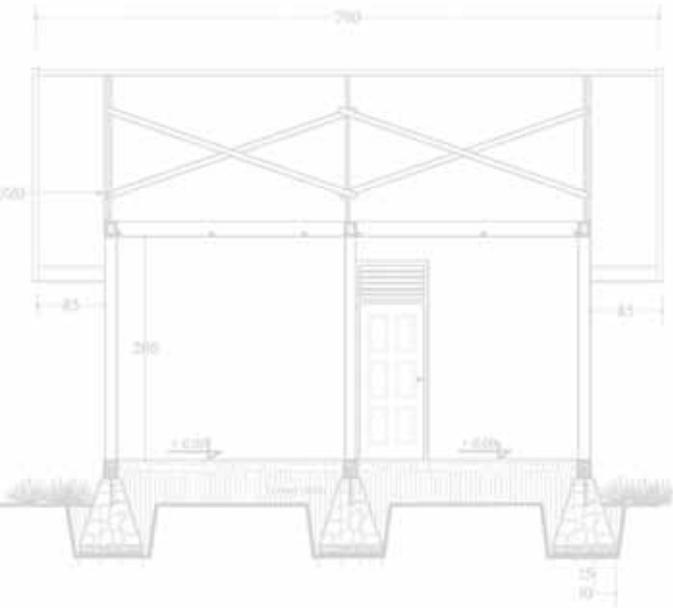
Bab I, “Sumatra Rawan Gempa Bumi” dicetak ulang dengan ijin dari Dr. Danny H. Natawidjaja.

Sketsa di halaman 22 dan 27 digambar oleh M. Isa Alfata, Ketua Tim Teknis Build Change.

Sketsa di halaman 24 dan 44 digambar oleh Nahdhul Ridha, Pengawas Teknis Build Change.

Sketsa di halaman 41 dicetak ulang dengan ijin dari Ir. Jatmika Adi Suryabrata, M.SC., Ph.D., dari panduan “Pedoman Membangun Rumah Sederhana Aman Gempa”.

Sketsa di halaman 46 dicetak ulang dengan ijin dari Marcial Blondet, dari panduan “Construction and Maintenance of Confined Masonry Houses, For Masons and Technicians”, diedit oleh Marcial Blondet.



Build Change merupakan perusahaan nirlaba yang mendesain rumah aman gempa dan melatih para tukang, pemilik rumah, insinyur dan pegawai pemerintahan untuk membangun rumah aman gempa.



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

WORLD RELIEF



Build Earthquake Resistant Houses
Change Construction Practice Permanently