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

Cara Membangun Rumah Yang Kuat dan Kokoh

BUILD CHANGE
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia

BNPB

Versi: Bahasa Indonesia

Panduan Membangun Rumah Sederhana Aman Gempa

Build Change Office Locations

International Headquarters
400 Santa Fe Drive, Suite 4
Denver, CO 80204 USA
+1 303-953-2563

Nepal Office
Chaudhary Group Lane
Sanepa-2, Lalitpur
Nepal
+977 (01) 5522811
Mailing Address:
P O Box 228
Sanepa-02, Lalitpur
Nepal

Indonesia Office
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia
Jalan Kemuning No. 2
Kompleks Dangau Teduh, Pauh
Padang, Sumatra Barat, Indonesia
Kode Pos: 25162
+62 751-71504

Colombia Office
Carrera 9 #71-17
Oficina 502
Bogotá D.C.
+57 1 358 326

Haiti Office
16 Rue Casseus, Pacot
Port-au-Prince, Haiti
+509 3702 8265

Philippines Office
Unit 304 SEDCCO I Building
120 Rada Street
Makati 1229
Philippines

info@buildchange.org
www.buildchange.org

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

Copyright©2018
ISBN: dalam proses

BUILD CHANGE
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia

KATA PENGANTAR

Build Change merupakan perusahaan sosial nirlaba yang merancang rumah dan sekolah aman gempa serta melatih para tukang, pemilik rumah, insinyur, dan pegawai pemerintahan untuk membangun bangunan aman gempa. Aktivitas Build Change telah meningkatkan desain dan konstruksi lebih dari 55,000 rumah di China, Colombia, Guatemala, Nepal, Philippines, Haiti, dan Indonesia menjadi lebih aman gempa.

Buku ini menyediakan panduan sederhana untuk konstruksi yang aman bagi dua sistem struktur paling umum untuk rumah keluarga tunggal di daerah pedesaan Indonesia: rumah ikatan bata / *confined masonry* dan rumah rangka kayu dengan bata. Buku pedoman ini dikembangkan selama program Build Change/Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia di Aceh dan Sumatra Barat. Buku pedoman ini pertama kali diterbitkan pada September 2008. Buku pedoman ini bisa digunakan oleh para tukang, pemilik rumah, pegawai pemerintah, insinyur struktur, arsitek, dan pengawas konstruksi. Panduan desain yang detail untuk rumah ikatan bata dan rumah rangka kayu tersedia di www.buildchange.org, termasuk gambar detail, rancangan anggaran biaya, dan *checklist* kualitas konstruksi.

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 satupun rumah yang memenuhi standar minimum kami mengalami kerusakan pada gempa 2009.

Bukan gempa yang membunuh manusia, tetapi runtuhnya 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.

Elizabeth A. Hausler, Ph.D.
Pendiri dan CEO Build Change
Winner of a 2017 Skoll Award for Social Entrepreneurship

BUILD CHANGE
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia

UCAPAN TERIMA KASIH

Buku panduan ini dibuat dengan kontribusi yang berasal dari banyak individu, termasuk para insinyur struktur, arsitek, dan pengawas konstruksi Build Change / Yayasan Bangunan Cemelrang Indonesia, para tukang dari Aceh dan Sumatra 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, panduan untuk rumah sederhana aman gempa yang ditulis oleh Teddy Boen untuk Indonesia, Marcial Blondet dari Peru, dan desain dan standar untuk bangunan dengan dinding pasangan batu yang dikeluarkan oleh Confined Masonry Network dan dipublikasikan oleh EERI.

Sumbangan dan kerja keras dari semua pihak sangat kami hargai.

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 menggalakkan desain dan konstruksi ikatan bata yang aman gempa. CM_NET telah meninjau kembali dan mengesahkan buku pedoman ini. (www.confinedmasonry.org)

DAFTAR ISI

Bab 1. Bahaya Gempa di Indonesia 1

Bab 2. Rumah Jenis Apa yang Sebaiknya Saya Bangun - Kayu atau Bata? 5

Standar Minimum Rumah Rangka Kayu dengan Dinding Bata di Bagian Bawah (Semi Permanen) 6

Rangka Kayu 7

Rumah Rangka Kayu dengan Dinding Bata untuk Bagian Bawah 8

Pilihan Material Dinding 9

Masonry infill atau Confined Masonry 10

Masalah pada Rumah Rangka Beton Bertulang dengan Dinding Bata Kaku yang dibangun dengan Salah 11

Gempa Tidak Berbahaya, Bangunanlah yang Berbahaya 12

Rumah Jenis Apa yang Sebaiknya Saya Bangun, Confined Masonry atau Masonry Infill? 25

Bab 3. Cara Memilih Material yang Baik 28

Batu Gunung 28

Batu Kali 28

Pasir 29

Kerikil 30

Batu Bata 31

Semen 32

Beton Tahu 33

Besi 34

Angker 35

Penulangan Besi pada Dinding Bata 36

Plat U dan Baut 37

Kayu Papan 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 Ikatan Bata / Confined Masonry* 44
   - *Garis Batas dan Bowplank* 45
   - *Galian Pondasi* 46
   - *Bangun Pondasi yang Kuat Menggunakan Batu Gunung atau Batu Kali* 47
5. Sambungan Besi 48
   - *Sambungan Besi Kolom dengan Sloof dan Ring Balok* 48
   - *Detail Sambungan Besi* 50
6. Pekerjaan Beton Berkualitas Baik 52
   - *Campuran Beton* 52
   - *Mal dan Beton Tahu* 54
   - *Pengecoran Beton* 54
7. Membangun Dinding Bata yang Kuat 56
   - *Campuran Mortar* 56
8. Sambungkan Dinding ke Kolom Menggunakan Besi 62
   - *Metode Alternatif untuk Penulangan Dinding dan Bukaan* 62
9. Pemasangan Kusen, Pintu dan Jendela 64
10. Pengecoran Kolom 66
11. Sambungan Kolom Atas dengan Ring Balok 67
12. Plasteran Dinding 69
13. Koneksi Kuda-Kuda dan Ring Balok 70
14. Jenis-Jenis Koneksi Kayu 72
15. Gambar Detail Kuda-Kuda Kayu 73
16. Pemasangan Penutup Atap 74

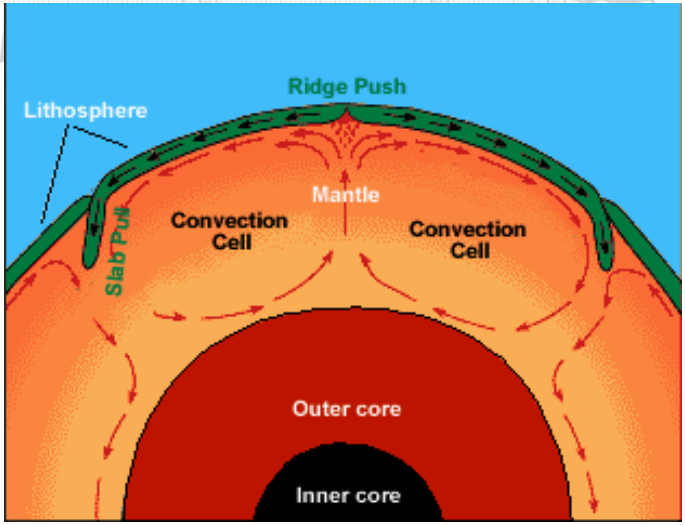
Standar Minimum untuk Rumah *Confined Masonry* Satu Lantai **76**

Daftar Pustaka **77**

BAB I. BAHAYA GEMPA DI INDONESIA

Apa Itu Gempa?

Gempa merupakan goncangan dan getaran pada lapisan terluar permukaan bumi yang terjadi karena sifat dan struktur bumi itu sendiri. Bumi kita terdiri dari beberapa lapisan dengan wujud dan suhu yang berbeda-beda. Semakin mendekati permukaan, suhu bumi semakin rendah dengan wujud yang lebih kaku dan keras. Sebaliknya, semakin mendekati inti, suhu bumi semakin tinggi dengan wujud cair (magma/lava) yang terus menerus mengalir. Aliran magma/lava ini memicu terjadinya gerakan pada lapisan terluar bumi (*lithosphere*), tempat kita berada. Karena lapisan terluar bumi terdiri dari lempengan - lempengan besar, gerakan magma di bawah menyebabkan mereka saling membentur, menggesek, atau bergerak menjauhi satu sama lain. Pergerakan inilah yang menyebabkan terjadinya gempa.

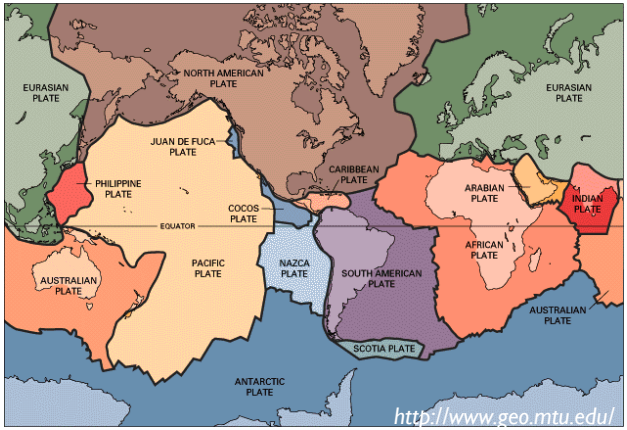


http://www.geo.mtu.edu/

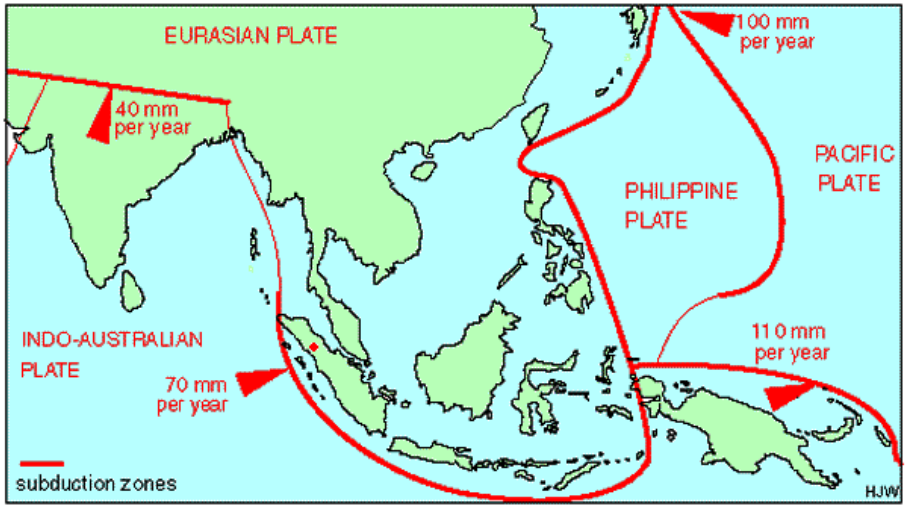
https://ecoteco.ru/

Dimana Kemungkinan Besar Gempa Terjadi?

Daerah-daerah yang terletak dekat dengan tepi lempengan-lempengan permukaan bumi, seperti pada gambar di samping, memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami gempa. Wilayah Indonesia sendiri merupakan pertemuan tiga lempeng besar: Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia. Seperti terlihat pada gambar di bawah, daerah pertemuan tersebut membentang dari ujung Pulau Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat dan Timur, hingga ke Irian Jaya, dan Sulawesi. Kenalilah jalur gempa di sekitar Anda.



http://www.geo.mtu.edu/

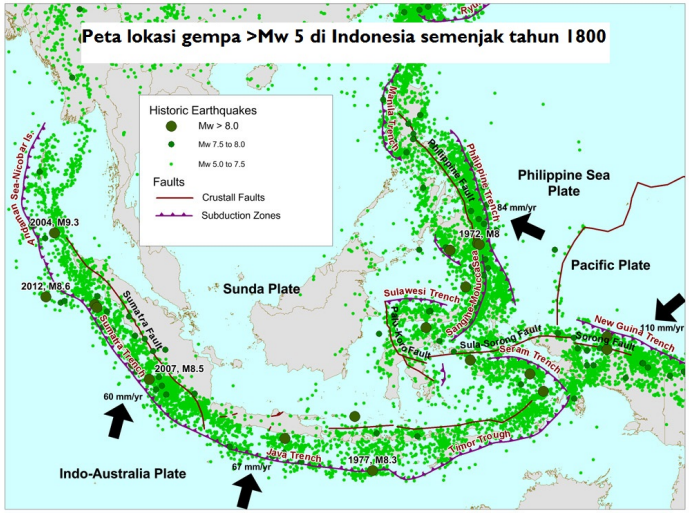


https://homesecurity.press/

Lempeng Pasifik bergerak rata-rata 10cm per tahun kearah barat menuju lempeng Eurasia.

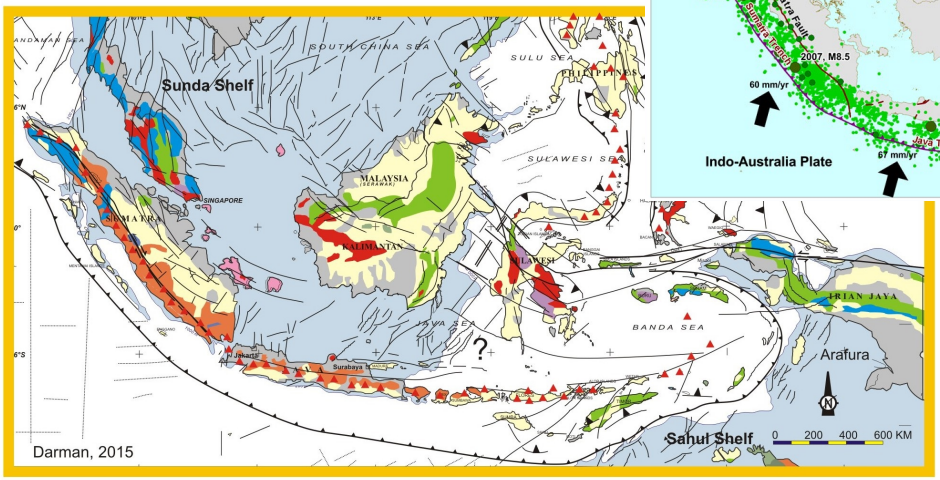
Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara dengan kecepatan rata-rata 4cm per tahun ke arah utara dan 7cm per tahun ke arah timur lempeng eurasia.

Gempa juga kemungkinan besar terjadi disekitar garis patahan/sesar dari lempengan permukaan bumi. Zona sesar di Indonesia ditampilkan sebagai garis-garis halus hitam pada peta di bawah. Terlihat banyak patahan terdapat pada hampir seluruh bagian wilayah Indonesia, yang menyebabkan Indonesia menjadi sangat rentan terhadap gempa. Karena terletak pada daerah pertemuan tiga lempengan besar dan memiliki banyak patahan aktif, Indonesia menjadi negara dengan jumlah gempa tertinggi di dunia berdasarkan data dari USGS. Gempa dengan kekuatan lebih besar dari Mw 5 semenjak tahun 1800an ditampilkan pada gambar disamping. Rata-rata gempa dengan intensitas > Mw 7.5 terjadi setiap 2 sampai 3 tahun sekali di Indonesia.



http://www.air-worldwide.com/

PETA GEOLOGI INDONESIA



BUILD CHANGE
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia

PANDUAN KESIAPSIAGAAN GEMPA

Sebelum

- Ketahui bahaya gempa di area Anda.
- Ikuti praktek konstruksi dan desain struktur bangunan yang baik.
- Evaluasi kekuatan struktur rumah Anda. Perkuat jika perlu.
- Ikatkan perabot yang berat dan kabinet ke dinding.
- Periksa kestabilan benda-benda yang menggantung seperti kipas dan lampu gantung.
- Benda yang mudah pecah, bahan kimia berbahaya, bahan yang mudah terbakar harus disimpan dengan baik pada bagian paling bawah rak/lemari.
- Kenali jalur evakuasi di area Anda
- Persiapkan tas emergensi yang berisi benda-benda pertolongan pertama, makanan kalengan, pembuka kaleng, air, pakaian, selimut, radio bertenaga baterai, senter, dan cadangan baterai.
- Ikuti pelatihan gempa secara rutin.

Saat

- Tetap tenang
- Saat Anda berada didalam bangunan dengan struktur yang kuat:
  - Jika memungkinkan, segera keluar dari bangunan
  - Menjauh dari jendela kaca, rak, kabinet atau benda berat.
  - Hati-hati terhadap benda yang mungkin terjatuh.
- Jika Anda berada diluar bangunan:
  - Menjauh dari pohon, aliran listrik, tiang listrik, dan struktur beton.
  - Menjauh dari lereng yang terjal yang mungkin longsor.
- Jiak Anda berada didekat pantai, segera pindah dengan cepat lokasi yang lebih tinggi. Tsunami mungkin terjadi.
- Jika Anda sedang berada didalam kendaraan yang tengah bergerak, segera berhenti dan keluar.

Setelah

- Bersiap untuk gempa susulan. Saat gempa berhenti, segera ambil jalur teraman dan tercepat untuk keluar dari bangunan.
- Jangan memasuki bangunan yang rusak.
- Jangan panik
- Periksa saluran air dan listrik yang rusak.
- Periksa bahan kimia, cairan beracun, dan cairan mudah terbakar yang mungkin tumpah.
- Segera kendalikan api agar tidak menyebar.
- Selalu ikuti perkembangan instruksi kebencanaan dari radio yang ditenagai oleh baterai.

Untuk informasi lebih lanjut, silakan merujuk kepada panduan yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), diantaranya:

- Buku Pedoman Kesiapsiagaan Keluarga
- Buku Saku Tanggap Tangkas Menghadapi Bencana

BAB 2 : RUMAH JENIS APA YANG SEBAIKNYA SAYA BANGUN?

Rumah Kayu : Untuk rumah satu lantai dengan kondisi tanah yang labil dan terletak di daerah pegunungan dan/atau perbukitan, tipe rumah yang cocok adalah rumah kayu atau rumah kayu dengan dinding bata di bagian bawah.

"RUMAH KAYU"

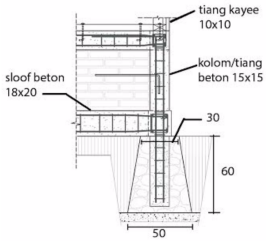
Lebih Ringan
Lebih Murah
Lebih Cepat

Ingatlah bahwa rumah kayu lebih ringan daripada rumah rangka beton bertulang dengan dinding bata sehingga lebih aman ketika gempa. Jika Anda tidak mampu membeli besi yang sesuai standar atau jika Anda tidak yakin bahwa tukang Anda dapat mengikuti aturan-aturan rumah rangka beton bertulang dengan dinding bata, pastikan keselamatan Anda dengan membangun rumah kayu.

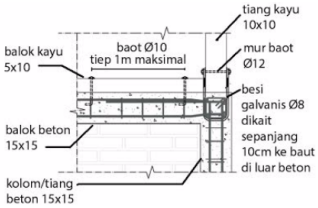
Standar Minimum Rumah Rangka Kayu dan Dinding Bata di Bagian Bawah

- Memilih kayu yang bagus

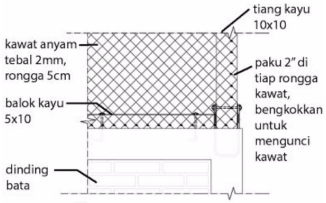
- Ukuran pondasi: 30X60X50cm, panjangkan besi tulangan kolom/ tiang hingga ke dalam pondasi.
- Gunakan kolom/tiang beton bertulang di setiap pojok, pertemuan, dan bagian bawah dinding bata.
- Gunakan balok beton bertulang di bagian atas dinding bata.



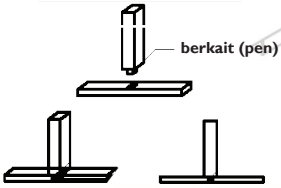
- Cor tapak kolom dan beri angker
- Angker tiap kolom/tiang kayu ke balok beton bertulang dengan plat atau tulangan ikat.
- Ikat balok kayu ke balok beton bertulang dengan baut di tiap ujungnya dan tiap jarak maksimal 1 meter antara baut.



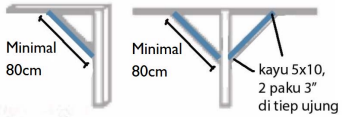
- Gunakan paku angker pada pemasangan dinding beta
- Pasang kolom/tiang kayu 10x10 di tiap pertemuan, pojok, dan ujung dinding serta tiap sisi pintu.
- Pasang kolom/tiang kayu 5x10 di tiap sisi jendela dan di tiap jarak 1 meter maksimal.



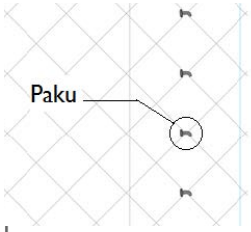
- Setiap hubungan kayu saling berkait (pen)
- Gunakan pasak atau paku pada Setiap hubungan kayu

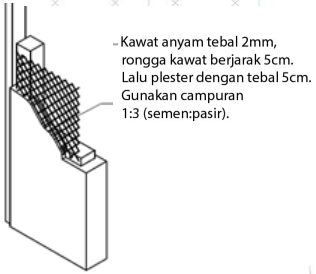


- Tiap sudut kolom atas mempunyai sokong diagonal

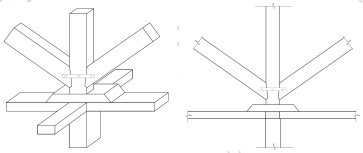


- Paku yang digunakan untuk menghubungkan kayu dengan kawat anyam harus kuat dan kokoh.
- Paku SEMUA sisi kawat anyam dengan kuat ke rangka kayu bagian atas dan bawah, lalu tarik dengan kuat. (Jika menggunakan dinding papan kayu, pasang tiap papan kayu dengan kuat dan rata satu sama lain. Gunakan minimal 2 buah paku per papan untuk mengubungkan dinding papan ke rangka kayu
- Adukan plester dan spesi batu bata 1:3

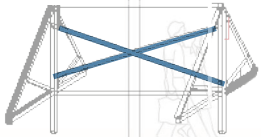




- Sambungkan setiap elemen rangka kuda-kuda dengan baik.



- Sambungkan tiap kuda-kuda menggunakan ikatan angin

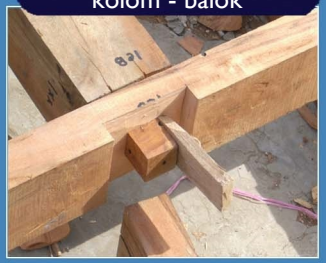


Rangka Kayu

Langkah awal dalam membangun rumah rangka kayu yang kokoh adalah dengan memilih kayu yang berkualitas baik. Pilihlah kayu yang tidak memiliki mata kayu atau retakan dan serta plihlah kayu yang lurus dan tidak melengkung atau berliku-liku. Kemudian, buatlah sambungan yang pas dan kuat pada setiap koneksi. Gunakan jenis sambungan berikut ini untuk koneksi rangka kayu.

Lihat halaman 38 untuk informasi tentang kualitas kayu

Sambungan kolom - balok



Sambungan balok-balok

Perkuat tiap titik sambungan dengan 2 pin

Gunakan waterpass atau unting-unting untuk pasangan rangka kayu yang rata dan rapi

Cat seluruh bagian rangka dengan cat meni sebelum kayu dipasang

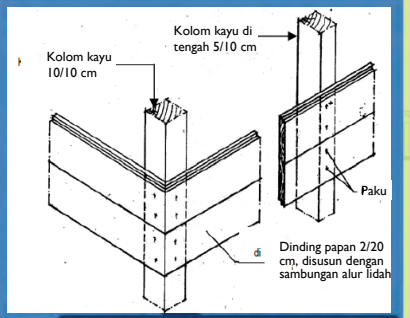
RUMAH RANGKA KAYU DENGAN DINDING BATA DI BAGIAN BAWAH

Bagian dasar rumah perlu dibangun lebih kuat dari dinding bagian atas, karena bagian bawah bangunan memikul beban paling besar. Untuk rumah rangka kayu dengan dinding bata di bawah, atau biasa disebut rumah semi permanen, untuk bagian bawah bangunan sebaiknya dibuat dari dinding bata setinggi 80cm.

Gunakan bata yang terbuat dari tanah liat ataupun dari campuran pasir dan semen (batako) untuk membangun dinding bagian bawah. Ikat bata menggunakan rangka beton bertulang. Berikan koneksi yang baik antara bata dan rangka beton bertulang menggunakan angkur yang terbuat dari besi Ø10mm sepanjang 50cm.

Pilihan Material Dinding

Anda bisa menggunakan papan, anyaman bambu yang diplaster atau kawat pagar untuk dinding bagian atas.



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 / Confined Masonry: Rumah dengan dinding bata dapat dibuat menjadi aman terhadap gempa dengan cara mengikuti standar-standar dan metode yang telah ditetapkan.

Yang Harus Diperhatikan dalam Membangun Rumah Ikatan Bata yang Aman Gempa

Denah bangunan sederhana, simple dan berbentuk persegi

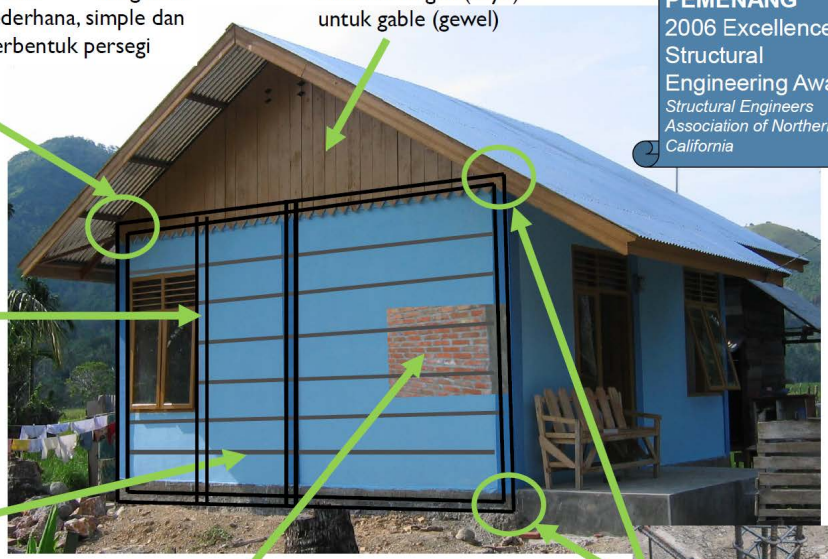
Material ringan (kayu) untuk gable (gewel)

PEMENANG
2006 Excellence in Structural Engineering Award
Structural Engineers Association of Northern California

Penutup atap menggunakan material ringan dan disambungkan dengan baik ke ring balok

Kolom dan balok beton bertulang "mengikat" dinding bata

Angkur disediakan pada pasangan bata, memberikan koneksi yang baik antara kolom dan dinding bata



Dinding bata dibangun menggunakan material lokal dengan kualitas baik dan pelaksanaan yang baik

Besi dengan kualitas baik dirangkai dengan baik dan terikat kuat

Kaki Kuda-kuda/ Truss Foot 5/10

Gable (gewel) dari material berat (bata)

Penutup atap dari material berat (genteng)

TOTAL LOSS
2006 Central Java Earthquake
Homeowner must tear down and rebuild

Dinding bata yang lemah tanpa perkuatan, tanpa lintel beam dan tanpa kolom praktis

Dinding bata tinggi, ramping dan dengan gewel berat pada bagian atas dinding

Koneksi yang buruk antara kolom dan balok beton bertulang

GEMPA TIDAK BERBAHAYA, BANGUNANLAH YANG BERBAHAYA

Kita tidak dapat mencegah gempa, namun gempa tidak perlu ditakuti. Kita dapat mengantisipasi dan mencegah akibat buruk yang ditimbulkan oleh gempa dengan cara membangun rumah yang kuat dan aman. Jika kita melakukan hal tersebut, kita dapat mencegah keruntuhan rumah akibat gempa. Kematian pada saat terjadi gempa lebih disebabkan oleh bangunan yang runtuh akibat dibangun tanpa mengikuti standar rumah aman gempa. Jadi bukan gempa yang berbahaya, namun bangunan yang runtuhlah yang membahayakan nyawa Anda.

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

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

- Bangun dengan bentuk yang umum seperti persegi, persegi panjang yang pendek atau lingkaran.
- Hindari struktur yang terlalu panjang dan sempit dimana panjangnya hingga empat kali lebarnya.
- Gunakan dinding melintang atau sokongan untuk dinding setiap jarak 3.5 meter.
- Jangan gunakan bata sebagai material gable/tombak layar, gunakan kayu atau bahan ringan lainnya.
- Gunakan bukaan kecil, atau gunakan balok lantai di atas bukaan, dan kolom praktis di sisi bukaan (pintu, jendela).
- Gunakan bahan ringan untuk atap teras dan pastikan kolom teras terkoneksikan satu sama lain.
- Bangunan satu lantai lebih aman daripada bangunan dua lantai.

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

- Ikuti aturan pembesian dan pengangkeran untuk mengkoneksikan semua bagian elemen struktur bangunan, seperti pondasi - sloof, sloof - kolom, kolom - balok, balok - balok, dll. Terutama bagian atas bangunan pelu mendapat perhatian khusus.
- Gunakan penulangan besi dalam mengoneksikan dinding bata dengan kolom.

K TIGA : Gunakan bahan berkualitas bagus dan kualitas pelaksanaan **KONSTRUKSI** yang bagus

- Gunakan bahan berkualitas bagus.
- Gunakan komposisi campuran yang tepat untuk beton dan mortar. Pastikan jumlah air pas, tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit.
- Pastikan untuk merendam bata sebelum memasang dinding. Hal ini akan benar-benar meningkatkan kekuatan rumah Anda.

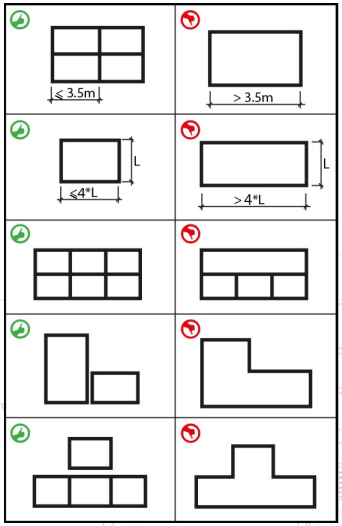
K SATU: KONFIGURASI

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

a. Gunakan denah sederhana, simetris

Denah adalah hal utama dalam membuat rumah aman gempa karena ketidakberaturan bentuk dapat mempengaruhi kekuatan rumahterhadap gempa. Sebagai contoh, rumah ibadah (mesjid) dibangun dengan bentuk seperti kubus menggunakan bahan ringan diatasnya 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 ketika gempa.

Di bawah ini adalah perbandingan denah yang bagus dan tidak bagus untuk rumah tahan 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 bangunan lebih dari 4 kali
- Setiap dinding harus diberi pengaku setiap jarak ≤ 3.5m.

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

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 sehngga tidak memerlukan tombak layar, ini adalah pilihan yang lebih murah

c. Gunakan bukaan yang lebih kecil pada dinding atau pasang kolom/balok pada bagian tepi bukaan

Yang dimaksud dengan bukaan adalah bagian lubang pada dinding yang dijadikan sebagai pintu, jendela, ventilasi, dll. Bukaan pada dinding ini jika tidak diberi kolom praktis atau balok lantai pada setiap sisinya akan menyebabkan dinding menjadi sangat rentan saat terjadi gempa. Gambar berikut menunjukkan kerusakan/keruntuhan pada dinding rumah yang disebabkan karena bukaan yang terlalu lebar dan tidak diikat menggunakan kolom/kolom praktis/balok.

MASALAH

12-13 September 2007 Gempa Bengkulu

MASALAH

6 Maret 2007 Gempa Sumatera Barat

MASALAH

12-13 September 2007 Gempa Bengkulu

MASALAH

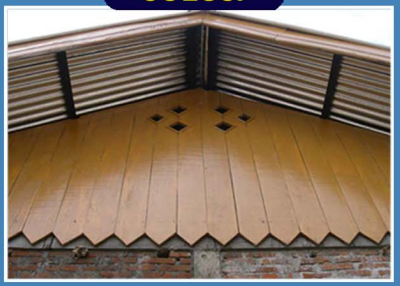
12-13 September 2007 Gempa Bengkulu

Semua gambar di atas memperlihatkan kerusakan yang disebabkan oleh bukaan (seperti pintu, jendela, ventilasi, dll) yang besar dan tidak adanya dinding kaku. Untuk mengurangi kerusakan tersebut, Anda dapat mengikuti beberapa pilihan di halaman berikut.

SOLUSI

- Gunakan bukaan yang lebih kecil atau gabungkan bukaan sehingga tercipta dinding yang menerus

SOLUSI



- Kurangi beban di atas bukaan dengan mengggunakan bahan yang ringan untuk tombak layar (lihat gambar di bagian sebelumnya)

SOLUSI

- Letakkan penulangan horizontal setiap 7 lapis bata, pada bagian atas dan bawah kusen bukaan

Lihat halaman 62-63 untuk penjelasan lebih lanjut

SOLUSI

- Gunakan balok lintel pada atas dan bawah kusen bukaan. Pastikan balok terikat pada kolom dengan baik

Lihat halaman 48-50 untuk penjelasan mengenai koneksi

SOLUSI

- Gunakan kolom praktis pada kedua sisi kusen bukaan. Pastikan kolom terikat dengan baik ke sloof dan ring balok

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 goncangan 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

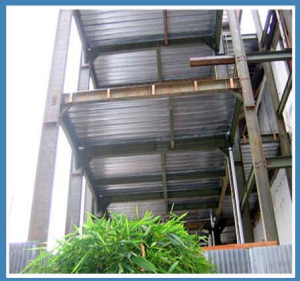
e. Bangunan satu lantai lebih aman daripada bangunan dua lantai

Jika Anda memilih bangunan dua lantai untuk menghidari gempa,maka Anda salah! Anda tidak dilarang membangun bangunan dua lantai, namun Anda harus benar-benar mengetahui cara rancangan bangunan dua lantai yang baik dan Anda harus mengawasi dengan ketat pada saat proses pembangunan. Sangat disarankan untuk melakukan konsultasi terlebih dahulu dengan insinyur struktur yang berpengalaman sebelum Anda memutuskan untuk membangun rumah Anda menjadi dua lantai.

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

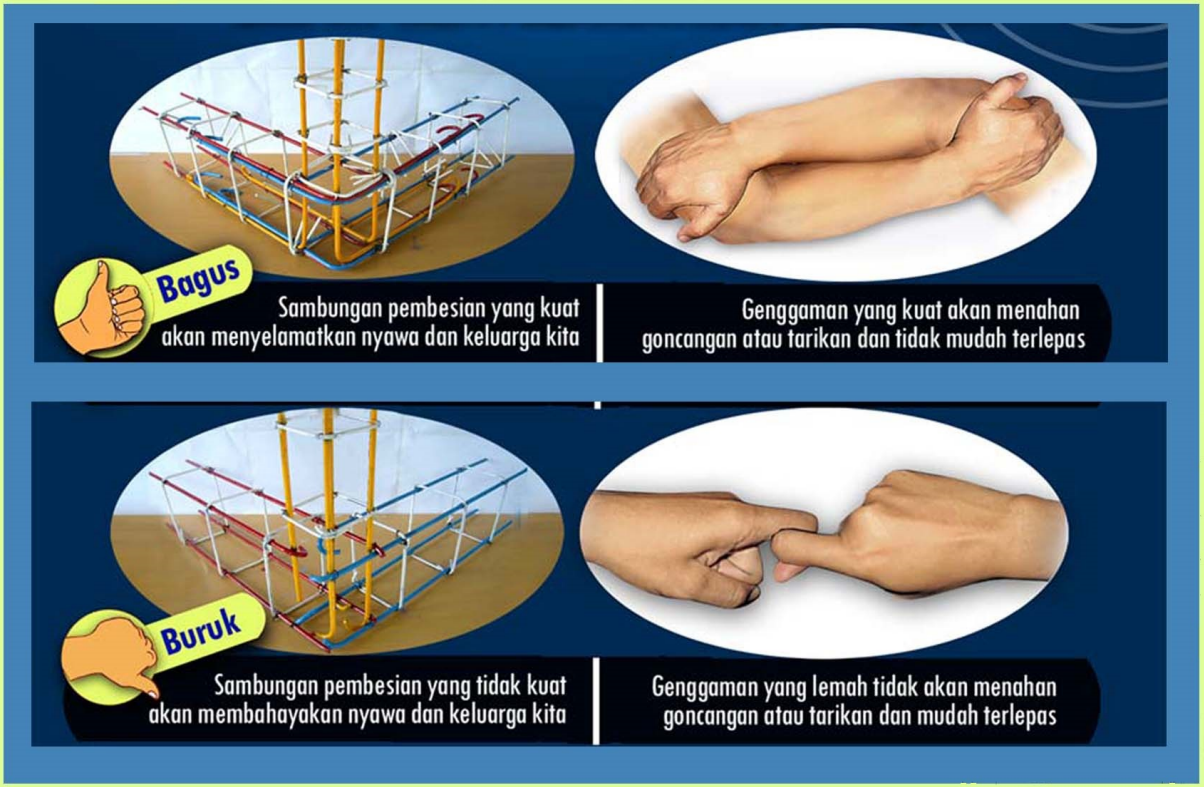
Balok pondasi harus dikaitkan dengan pondasi batu. Hal ini dapat dilakukan dnegan dua cara yaitu dengan menggunakan angker berbentik S yang dikaitkan pada tiap jarak I (satu) meter dan pada lokasi kolom, atau dengan mengaitkan besi-besi kolom pondasi atau pada tumpuan bangunan yang telah diperkuat.

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

Koneksi yang buruk antara kolom atas dengan balok atas betanggung 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

Sambungan yang Bagus Dapat Menyelamatkan Manusia



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

27 Mei 2006 Gempa Jawa Tengah

27 Mei 2006 Gempa Jawa Tengah

Terpisahnya dinding dengan kolom

SOLUSI

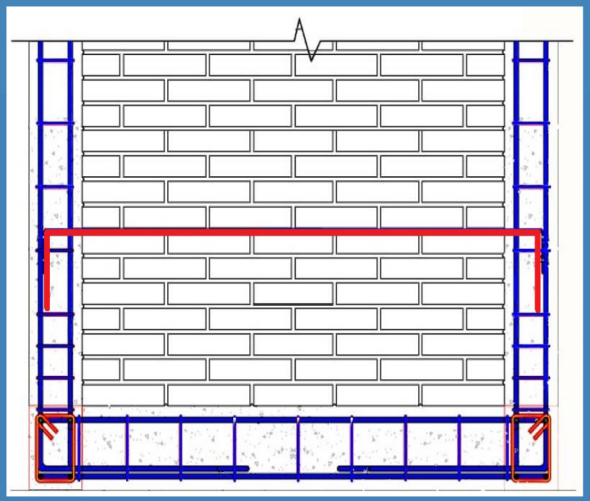
Pilihan I:
Menggunakan susunan bata bergerigi

Ada dua cara dalam mengkoneksikan dinding bata dengan kolom. Cara yang pertama adalah dengan menggunakan susunan bata bergerigi. seperti yang terlihat pada gambar di atas. Cara kedua adalah dengan menggunakan penulangan melintang pada dinding *(bed joint)* atau dengan penambahan angkur dari kolom ke dinding bata.

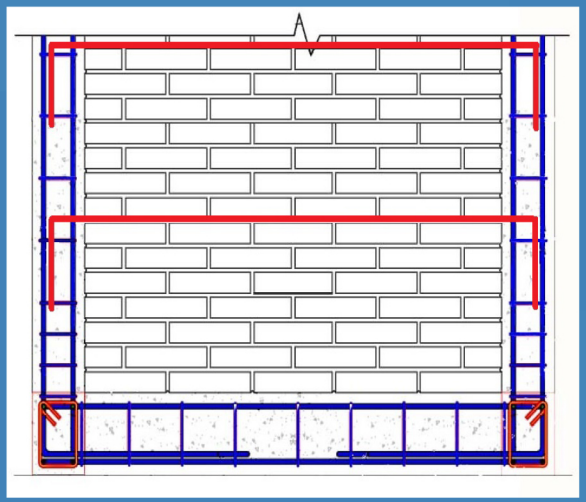
Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 62 & 63

SOLUSI

PALING KUAT



Pembesian dinding horizontal *(bed join)* setiap 7 lapis pasangan bata serta pada bagian atas dan bawah kusen jendela/pintu.



Pemberian angkur pada setiap 7 lapis pasangan bata

Pilihan 2:

Menggunakan Besi Pengikat

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 62-63

K TIGA: KUALITAS KONSTRUKSI

Bahkan disain yang paling baik sekalipun belum tentu menjamin performa bangunan yang baik saat gempa. Perhatian ekstra harus diberikan dalam membangun rumah dinding bata yang diperkaku atau rumah dengan rangka beton bertulang. Penggunaan material yang buruk dan tenaga yang tidak terlatih akan menurunkan kekuatan bangunan secara signifikan. Adapun beberapa hal yang sangat mempengaruhi kualitas konstruksi adalah:

- Bahan berkualitas bagus, seperti pasir yang bersih dan bata yang memenuhi kuat tekan sesuai standar
- Campuran beton dan mortar dengan jumlah semen yang cukup dan dengan jumlah air yang tidak terlalu banyak
- Membangun dinding bata berkualitas bahkan untuk rumah satu lantai, karena dinding bata juga menentukan kekuatan struktur rumah secara keseluruhan
- Keahlian dan niat dari tukang untuk membangun rumah sesuai dengan standar aman gempa adalah pekerjaan yang sulit! Pastikan anda memberikan upah yang cukup dan pastikan Anda mengawasi pekerjaan mereka dengan baik

MASALAH

- Coran beton kolom tidak terhubung ke ring balok
- Coran antar ring balok tidak terhubung
- Kualitas beton corak buruk
- Sengkang (begel) terlihat

- Besi terlihat
- Jarak sengkang terlalu besar
- Kualitas pasangan dinding bata buruk: jarak antar bata terlalu besar dan tidak terisi penuh dengan mortar

- 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.

Rumah ikatan bata lebih bagus dari rumah beton bertulang untuk rumah sederhana 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.

MASALAH

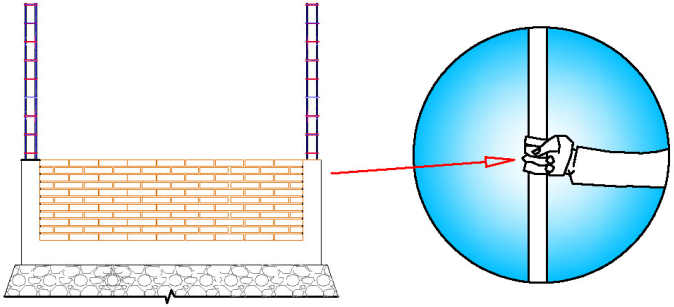
6 Maret 2007 Gempa Sumatera Barat

6 Maret 2007 Gempa Sumatera Barat

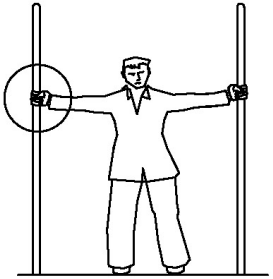
12-13 September 2007 Gempa Bengkulu

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

PALING KUAT

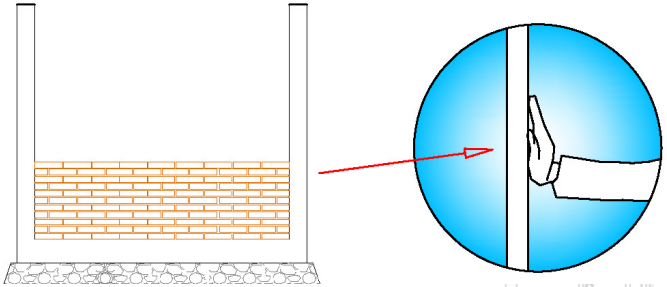


Pemasangan batu bata akan lebih kuat terikat jika pengecoran kolom dilakukan bersamaan dengan batu bata

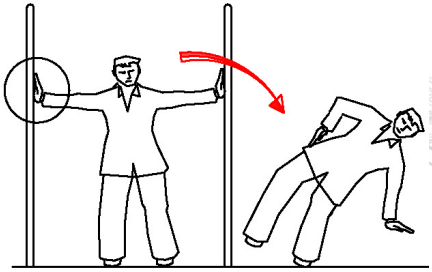


Diumpamakan seperti seseorang memegang dua buah tiang untuk memperkuat posisinya

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

Jika Anda ingin membangun rumah berlantai dua dari rangka beton bertulang dengan ikatan bata, konsultasikan dengan insinyur yang berkualifikasi terlebih dahulu. Berikut hal-hal mendasar yang perlu Anda ketahui dalam membangun rumah dua lantai:

- Buatlah pondasi yang dapat menahan beban dari atas yang cukup besar seperti pondasi tapak
- Diameter besi harus lebih besar dari rumah sederhana
- Gunakan sengkang yang lebih banyak dari rumah sederhana
- Jumlah tulangan yang dibutuhkan lebih banyak dari kebutuhan tulangan untuk rumah sederhana
- 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 latai
- Gunakan besi stik/angker untuk mengkoneksikan dinding dengan kolom

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

Banda Aceh, Gempa Aceh 26 Desember 2004

Banda Aceh, Gempa Aceh 26 Desember 2004

Gempa Jawa Tengah, 27 Mei 2006

BAB 3 : CARA MEMILIH MATERIAL YANG BAIK

Batu Gunung

Pulau Sumatra mempunyai tiga (tiga) 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 maupun memiliki retakan-retakan. Akan tetapi batu ini lebih mahal. Batu gunung merah lebih kuat dibandingkan dengan 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 disarankan untuk diapaki pada pasangan pondasi 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 maka akan menyulitkan tukang untuk menyusun batu dengan baik. Batu yang terlalu besar akan sangat berat sehingga sulit membuat batu menjadi tidak bersentuhan karen amortar basah tidak akan mampu menanggung beban batu. Jika tidak ada spasi yang diisi oleh mortar, maka sambungan antar batu pondasi akan lemah sehingga akan mengurangi kekuatan pondasi.

Batu gunung hitam

Batu gunung merah

Batu gunung kuning

Batu kali

Batu Kali

Lebih dianjurkan untuk menggunakan batu gunung daripada batu kali karena batu gunung lebih bersiku dan dapat saling bersiku. Namun jika batu gunung tidak terdapat di daerah Anda, Anda dapat menggunakan batu kali. Namun karena batu kali memiliki permukaan yang halus dan bentuk yang cenderung bulat, ikatan antara batu kali dan campuran semen menjadi lebih lemah. Untuk itu batu kali yang telah dipecah menjadi ukuran yang lebih kecil sangat dianjurkan daripada batu kali yang tidak dipecah.

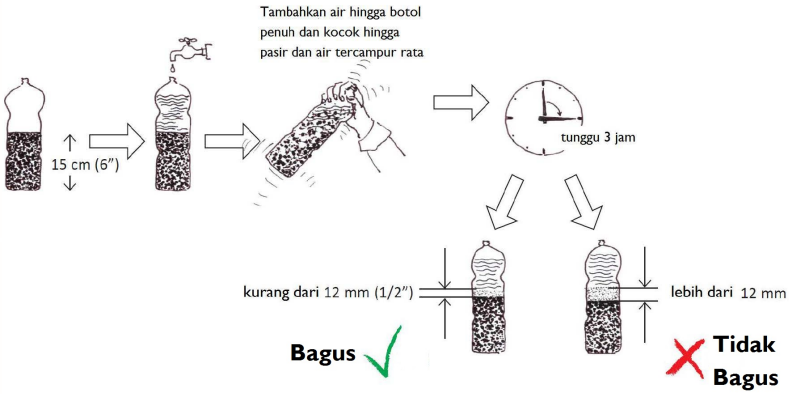
Pasir

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 pasir yang memiliki kriteria uji lapangan.

Uji Lapangan

Anda dapat memeriksa kualitas pasir dengan cara berikut:

1. Masukan pasir kedalam botol kosong setinggi 15cm
2. Tambahkan air hingga botol penuh dan kocok hingga pasir dan air tercampur dengan rata.
3. Diamkan campuran selama 3 jam



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 yang benar. 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 pasir yang:

- **Bersih, tidak megandung lumpur**
- **Tidakmengandung sampah datau akar-akar pohon**
- **Tidak lebih dari 2cm**

Akan lebih baik jika menggunakan batu pecah (*split*) yang bersiku daripada batu bulat yang didapat dari sungai. Batu pecah dengan permukaan kasar dan bentuk sudut siku akan memberikan ikatan antar material beton yang lebih baik.

Uji lapangan

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

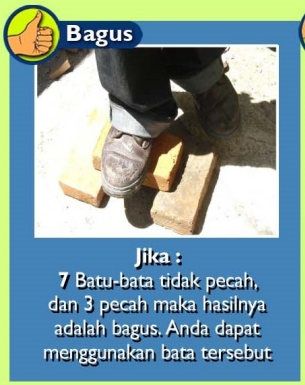
Batu Bata

Untuk rumah sederhana satu lantai yang dibangun dengan dinding bata dan rangka beton, kekuatan dari dinding bata adalah faktor utama yang akan melindungi Anda. Dinding bata yang lemah dan runtuh saat terjadi gempa telah terbukti menjadi salah satu penyebab utama timbulnya korban jiwa. Batu bata dengan kuat tekan minimal 5 MPa harus digunakan sebagai standar minimum bata merah pejal untuk pasangan dinding (SNI 15-2094-2000).

Selain penambahan koneksi pada dinding dan kolom dengan menggunakan balok latai ataupun tulangan*, kita juga perlu memilih bata dengan hati-hati.

* Penjelasan lebih lanjut di halaman 62 & 63

Uji Lapangan: Ambil sampel 10 buah bata dan uji satu persatu dengan cara menginjak bata yang diletakkan diantara dua bata laiinya seperti terlihat pada gambar. Berat badan orang yang menginjak sekitar 60 kg.



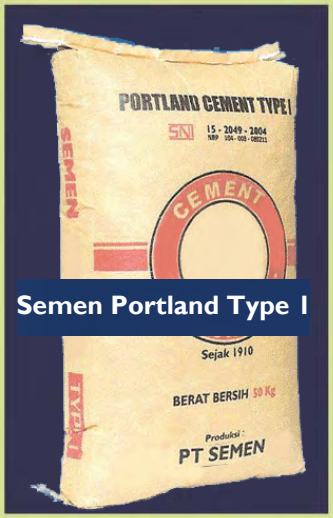
Uji Lapangan: Bata yang baik memiliki ciri-ciri umum:

- 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 bervarriasi lebih dari 10mm
- Saat 2 buah bata dibenturkan mengahsilkan bunyi dentingan metalik, bukan bunyi gedebuk
- Apabila batu bata direndam selama 24 jam, batu tidaka akan menjadi rapuh dan hancur.

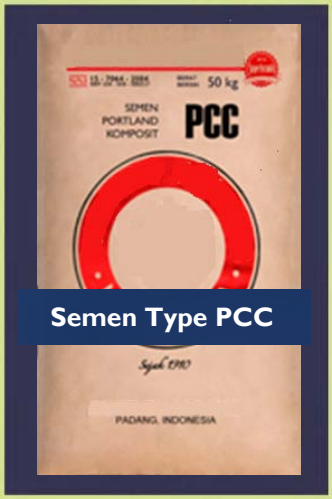
Semen

Ada 2 jenis semen yang umum digunakan dalam konstruksi rumah sederhana yang tesedia di toko bangunan. Jenis pertama adalah Semen Portland 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; sloof, kolom dan ring balok. Jenis kedua adalah Portland Composite Cement (Semen Komposit Portland) yang merupakan semen Portland dengan kadar silika yang lebih sedikit dengan tambahan bahan anorganik yang memperlambat waktu pengerasan. Hal ini membuat semen ini lebih cocok digunanakan untuk pekerjaan yang memerlukan waktu pengerasan campuran semen yang lambat seperti untuk pemasangan bata dan plaster. Pengerasan semen ini lebih lambat sehingga memudahkan pekerjaan pemasangan bata dan plasteran. Perbedaan antara Semen Portland Tipe I dan Tipe PPC ditunjukan pada tabel berikut:

URAIAN	JENIS SEMEN	
	Portland Type I	Type PCC
Harga	Relatif lebih mahal	Relatif lebih murah
Berat	50 kg	50 kg
Proses pengerasan	Relatif lebih cepat	Relatif lebih lama
Waktu tercapainya kuat tekan rencana untuk beton/mortar	28 hari	Lebih dari 28 hari
Batas waktu pengunaan setelah pengadukan	45 menit	90 menit
Proses pengerjaan	Harus dilakukan dengan cepat, permukaan beton tidak halus	Dapat dilakukan dengan lebih lambat, permukaan beton/mortar halus
Pemakaian	- Pondasi - Balok pondasi (sloof) - Kolom - Ring balok - Lantai	- Pasangan bata - Plaster



Semen Portland Type I



Semen Type PCC

Beton Tahu

Beton tahu digunakan untuk memberikan jarak yang cukup antara besi dan bekisting sehingga diadapatkan tebal selimut beton yang direncanakan. Jika beton tahu tidak digunakan, besi dapat bergeser pada saat proses pengecoran, sehingga diperoleh tebal selimu beton yang tidak sama pada semua bagian beton. Selimut beton yang tipis akan menyebabkan besi mudah berkarat karena pengaruh cuaca. Besi yang berkarat dapat menyebbakan runtuhnya beton pada saat terjadi gempa.

Beton tahu dibuat dari campuran semen dan pasir dengan adukan 1:3:0.6 (1 semen : 3 pasir : 0.6 air). Ukuran beton tahu dibuat sesuai dengan ukuran selimut beton rencana (tebal 4cm untuk kolom dan balok, serta 7cm untuk sloof atau struktur lain yang bersinggungan langsung dengan tanah). Beton tahu mudah digunakan jika diikat dengan kawat ikat, sehingga mereka terikat pada besi beton. Beton tahu dapat berbentuk persegi atau bulat.

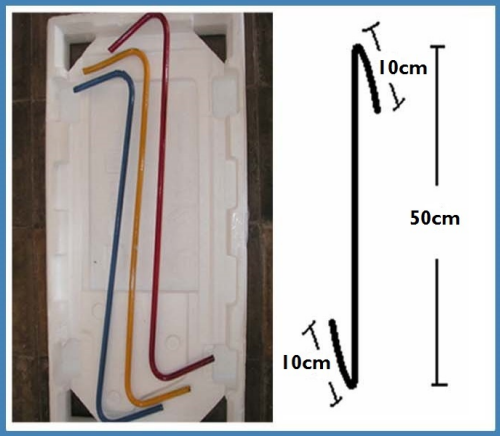
Besi

Salah satu faktor utama yang menentukan apakah rumah Anda akan aman saat terjadi gempa adalah kualitas besi yang digunakan pada beton bertulang. SNI-2847-2013 menetapkan bahwa untuk tulangan utama beton bertulang, besi ulir harus digunakan. Besi polos hanya boleh digunakan untuk sengkang/begel/besi pengikat. Besi ulir memberikan ikatan yang lebih baik antara besi dengan campuran beton. Sehingga jika beton retak/hancur, beton akan cenderung tetap melekat pada besi, sehingga akan membuat Anda menjadi lebih aman saat terjadi gempa.

Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 48 - 51

Angker

Angker dipasang pada bagian pondasi dengan jarak maksimal 1,5 m. Angker membantu mmberikan ikatan yang baik antara pondasi dan balok pondasi (sloof). Anda dapat menggunakan besi sisa, dengan diameter minimal 10 mm baik besi ulir maupun besi polos untuk digunakan sebagai angker.



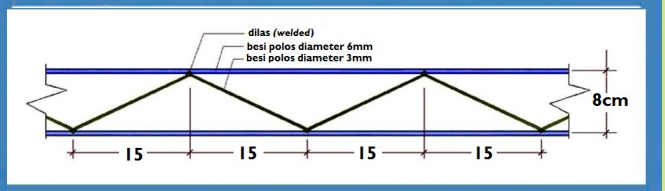
Penulangan Besi pada Dinding Bata

Penulangan besi harus diberikan pada dinding bata, terutama pada bagian kolom praktis dan di sekeliling kusen jendela serta pintu. Setidak-tidaknya, gunakan besi peyangkut untuk menghubungkan dinding dengan kolom beserta balok lintel beton bertulang pada bagian atas bukaan dinding. Jika tidak memungkinkan, maka dapat menggunakan perkuatan bed joint yang diletakkan disepanjang dinding dan diikatkan pada kolom praktis dapat digunakan untuk menghubungkan dinding ke kolom utama dan menambah kekuatan pada dinding. Perkuatan bed joint ini juga dapat digunakan sebagai balok lintel. Penulangan besi ini, disebut dengan "bed joint", karena diletakkan pada posisi sambungan lapisan di dinding bata, atau sambungan horizontal 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 bata
- Untuk memberikan ikatan yang baik antara kolom dan dinding bata

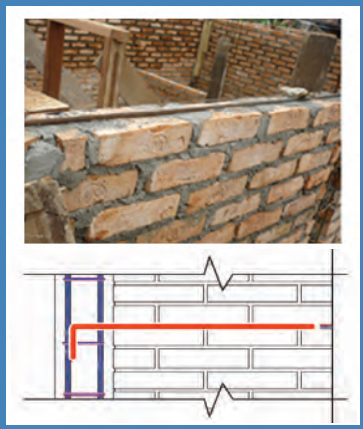
Dengan Bed Joint



Bed joint yang dibuat di tempat las

Bed joint yang dibuat di lokasi dengan kawat ikat

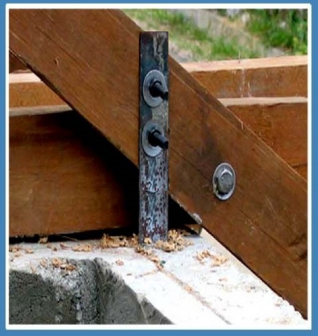
Dengan Besi Stik



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 terjadi gempa dan 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 4mm dan lebar 4cm.



Plat U pada Ring Balok

Plat U pada Ring Balok

Praktek yang buruk- Besi kolom yang mengikat kuda-kuda

Walaupun pada umumnya besi kolom digunakan untuk mengikat ring balok dengan kuda-kuda, namun praktek ini tidak disarankan. Akan lebih baik jika besi kolom diikatkan ke besi ring balok, sehingga tercipta sambungan/koneksi yang baik antara kolom dengan balok. Besi yang dibiarkan terbuka dan terkena pengaruh cuaca akan mudah berkarat. Besi yang berkarat akan kehilangan kekuatannya dan menyebabkan struktur bangunan menjadi lebih lemah dan lebih rentan pada saat terjadi gempa.

Kayu Papan

Kayu merupakan salah satu material yang umum digunakan untuk struktur utama bangunan seperti pada rangka atap/kuda-kuda, serta digunakan untuk kolom/balok pada rumah semi permanen dan rumah kayu. Perlu diketahui bahwa ada berbagai jenis dan tipe kayu dengan kualitas yang berbeda-beda. Untuk struktur utama bangunan, seperti pada rangka kuda-kuda, kolom dan balok, maka kayu yang digunakan minimal kayu kelas II.

Selain itu, pada saat membeli kayu, pastikan bahwa kayu yang dibeli:
- Kayu dalam kondisi kering
- Kayu tidak memiliki retakan
- Kayu tidak melengkung
- Kayu tidak memiliki mata kayu

BAGAIMANA CARA MENYIMPAN MATERIAL

Material seperti besi dan kayu haruslah disimpan di ruangan tertutup, tinggi di atas permukaan tanah sehingga besi tidak berkarat, dan kayu tidak mudah busuk. Sirkulasi udara yang baik juga perlu diperhatikan, terutama untuk tempat penyimpanan kayu.

Semen merupakan material yang akan mudah mengeras jika bersentuhan dengan air, karena itu semen sebaiknya disimpan pada ruangan tertutup dan tidak langsung menyentuh tanah. Untuk mencegah kerasnya semen akibat pengaruh kelembaban udara, sebaiknya gunakan semen tidak lebih dari 90 hari setelah pembelian.

BAB 4 : CARA MEMBANGUN RUMAH YANG AMAN GEMPA

I Pilih Lokasi yang Aman

Jangan membangun di dataran yang miring/tebing

Jangan membangun di dekat daerah tebing karena bangunan akan roboh jika tebing longsor.

Bangunan rumah sebaiknya cukup jauh dari tebing dan terlindung dari pohon-pohon yang ada di tepi tebing.

Jangan membangun di dasar lereng/tebing

Jangan membangun di dekat dasar tebing karena bangunan akan rusak atau roboh karena longsoran.

Bangunan rumah di dasar tebing sebaiknya cukup jauh dari tebing dan terlindung dari pohon-pohon yang ada di tepi tebing.

Jangan membangun di daerah pinggir sungai

Jangan membangun rumah terlalu dekat dengan sungai, karena pada saat hujan daerah dekat sungai berpotensi terkena banjir.

Bangunan rumah sebaiknya berada cukup jauh dari sungai dan berada di ketinggian yang aman dari banjir.

2 Periksa Kekuatan Tanah dalam Menyokong Rumah

Walaupun Anda mengikuti semua ketentuan konstruksi yang baik dari panduan ini, rumah Anda akan tetap 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 kering

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

  Jenis tanah ini biasanya ditemukan di pantai atau pinggir sungai dan tidak umum dijumpai di daerah Sumatra Barat. Namun jika Anda ragu, maka cobalah menekan besi diameter 12mm ke dalam tanah. Jika Anda dapat menekan besi lebih dari 30cm dengan menggunakan tangan kosong, maka kemungkinan tanah Anda termasuk dalam kategori ini dan tanah tidak akan cukup kuat untuk menyokong rumah Anda.

Jika Anda menemukan jenis tanah ini, Anda disarankan untuk mencari lokasi lain. Jika tidak memungkinkan, Anda dapat mengganti tanah tersebut dengan tanah timbunan. Atau anda dapat mempertimbangkan untuk membangun rumah dari struktur kayu, yang jauh lebih ringan dari struktur bata atau beton. Rumah kayu yang ringan akan memberikan beban yang lebih kecil sehingga kemungkinan terjadinya penurunan tanah menjadi lebih kecil. Selain itu rumah kayu akan lebih mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan akibat penurunan atau pergerakan tanah.

3 Menjaga Drainase

Pastikan bahwa air hujan dapat mengalir dengan baik menjauhi rumah Anda. Air yang tidak mengalir akan menyebabkan tanah menjadi jenuh.

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 memperlemah 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.

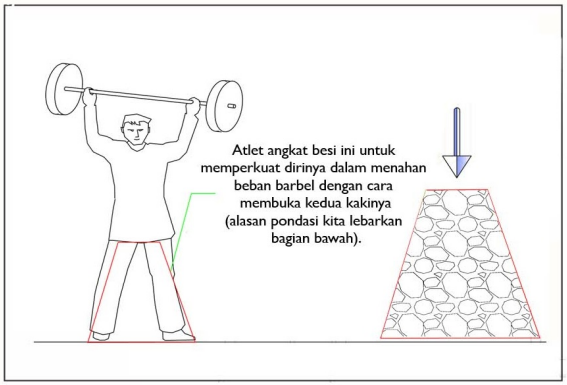
Untuk rumah sederhana satu lantai, dengan dinding yang dipasang secara *confined* (dipasang kaku dengan kolom), jenis pondasi yang baik digunakan adalah pondasi batu kali menerus yang dibuat berbentuk trapesium.

Bagi rumah satu lantai semi permanen, jenis pondasi batu kali juga dapat digunakan, namun dengan ukuran dan kedalaman yang dapat dikurangi. Bagi rumah kayu tradisional, pondasi puntung lebih cocok digunakan. Bagi rumah lebih dari dua lantai, pondasi beton bertulang (pondais tapak) lebih baik digunakan.

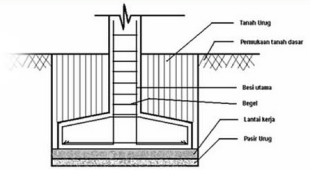
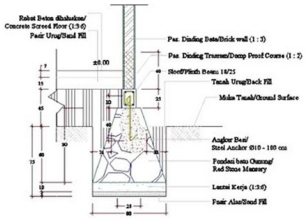
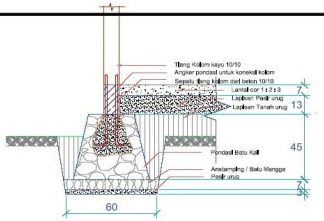
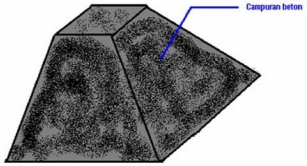
Pada tabel disamping diberikan perkiraan ukuran pondai untuk jenis tanah yang berbeda. Untuk jenis bangunan yang berbeda, akan lebih baik jika Anda mendiskusikan dengan insinyur ahli.

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



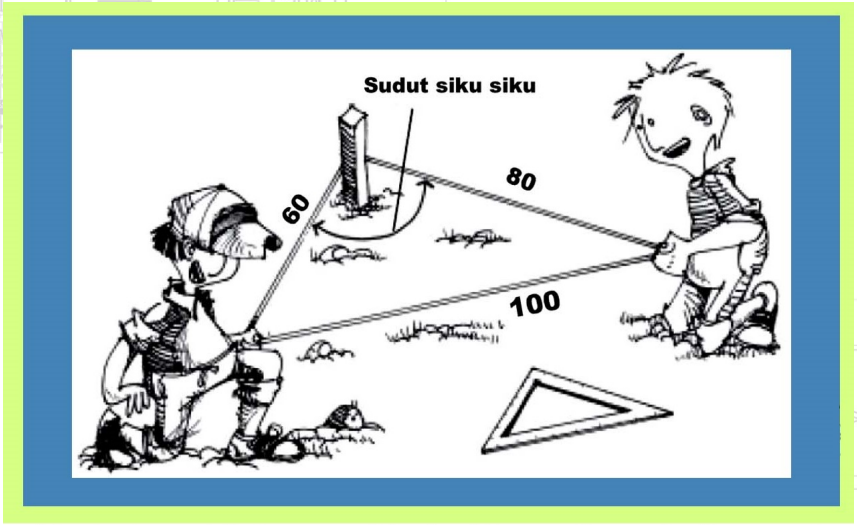
Pondasi Menerus Pasangan Batu bagi Rumah Permanen

Jenis Bangunan	Jenis Pondasi	Penjelasan
Rumah berlantai banyak dengan rangka beton bertulang		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.
Rumah ikatan bata satu lantai		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.
Rumah semi permanen satu lantai		Pondasi batu kali menerus lebih umum ditemukan dan kami merekomendasikannya pada rumah ikatan bata, lebih mudah dibangun, dan 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. Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 46 & 47
Rumah kayu satu lantai		Pondasi puntung dapat digunakan bagi rumah kayu sehingga kayu terpisah dari permukaan tanah. Hal ini akan membantu dalam mencegah pelapukan dan serangan serangga.

Garis Batas dan Bowplank

Siku sangat penting dalam pembangunan rumah. Bila tidak ada siku, maka rumah akan miring. Siku yang berbentuk segitiga dapat kita gunakan dalam mencari siku bangunan. Cara ini sangat sederhana dilakukan untuk membangun sebuah bangunan yang sederhana. Anga yang tergambar masin-maisng memiliki fungi:

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



"Construction and Maintenance of Confined Masonry Houses: For Masons and Technicians" , Marcia Blandet, 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 (lihat bagian sebelumnya). Jika tanah lembek, Anda perlu menggali lebih dalam untuk mendapatkan tanah yang keras

Bagus

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)

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

PERHATIAN!

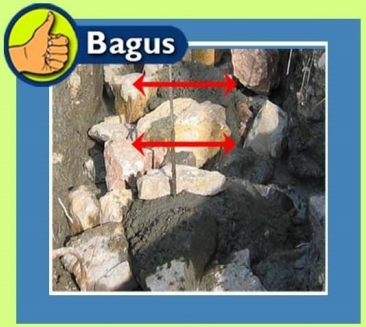
Jangan membangun rumah ikatan bata pada tanah berawa atau daerah berair, atau diatas tanah yang lunak. Jika tanah lembek, bangunan akan amblas dan retak. Akan lebih baik membangun rumah semi permanen atau rumah kayu.

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 hingga penuh dan batu tidak saling menyentuh.

- Gunakan bentuk trapezium untuk pondasi menerus rumah permanen ikatan pasangan bata
- Lebar minimal bagian atas dan bagian bawah pondasi tergantung pada jenis tanah.

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



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

Gunakan angker besi setiap 1.5 m pada lokasi kolom sebagai koneksi antara pondasi dan sloof

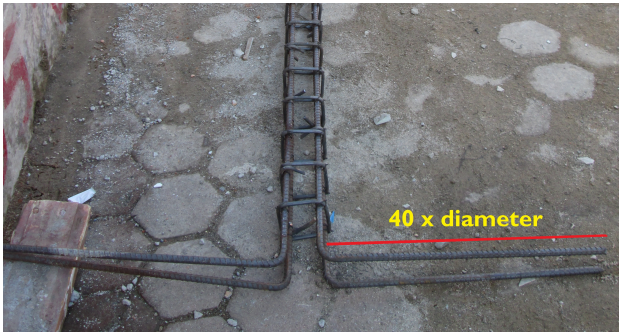
Jika pekerjaan harus terhenti, maka bagian atas batu kali jangan ditutupi dengan mortar

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

5 Sambungan Besi

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

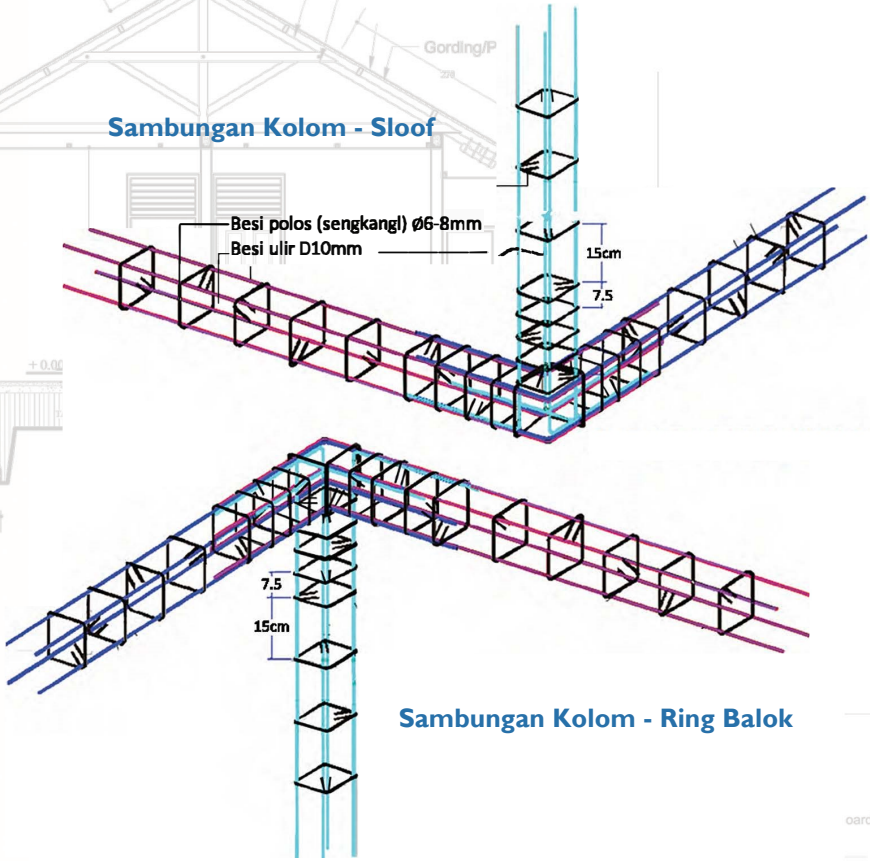
Sebaiknya kita meninggalkan cara lama dalam membuat sambungan. Cara lama menggunakan kait yang pendek pada ujung besi tidaklah tepat dalam mencegah keruntuhan dari gempa. Di sini diperkenalkan cara yang lebih kuat dan lebih mudah dalam sistem pengkoneksian besi.

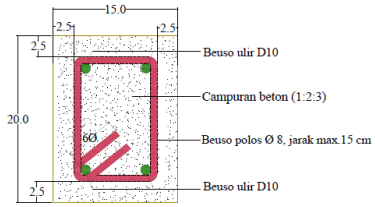


Bagi rumah sederhana ikatan bata satu lantai, kami merekomendasikan penggunaan besi ulir dimeter 10mm untuk tulangan utama pada kolom dan balok. Panjang overlap sebaiknya 40 kali diameter besi, atau 40cm untuk besi utama diameter 10mm. Besi polos sangat tidak disarankan untuk digunakan sebagai tulangan utama.

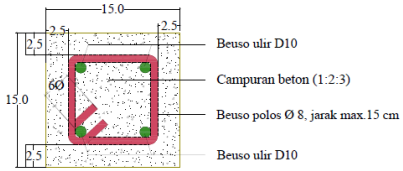
Sambungan pembesian yang aman gempa

Sambungan Besi Kolom dengan Sloof dan Ring Balok

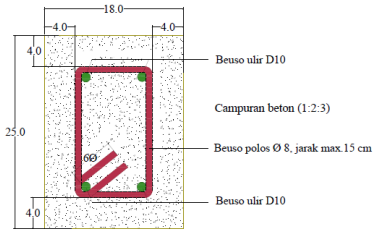




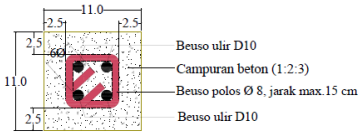
DETAIL RHENG BALOK



DETAIL TIANG UTAMA

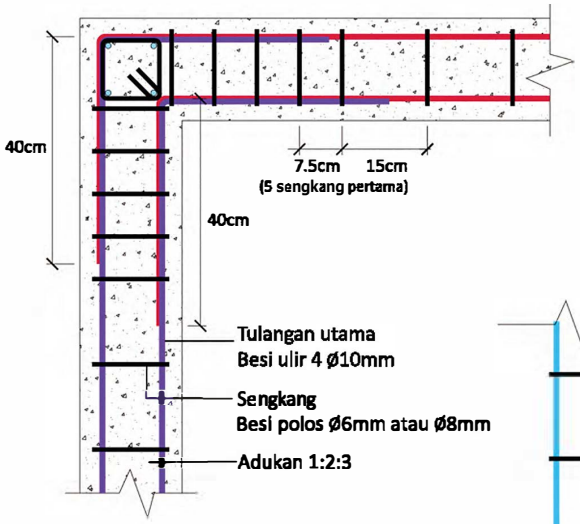


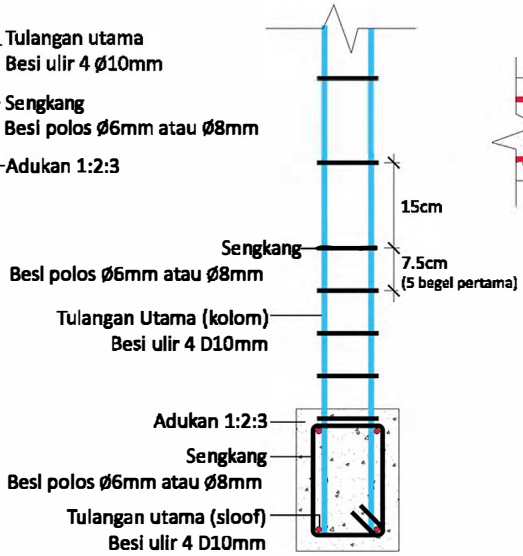
DETAIL SLOP

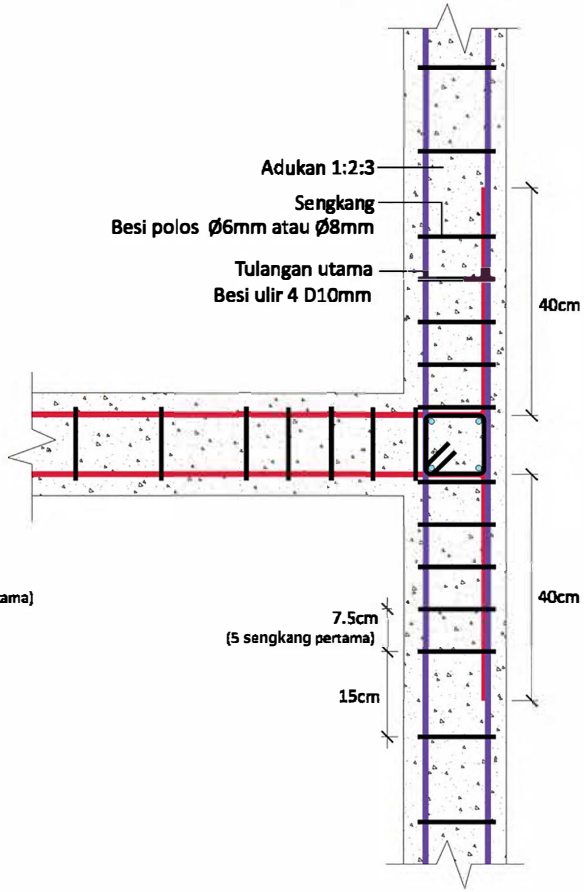


DETAIL TIANG PRAKTIS

Detail Sambungan Besi



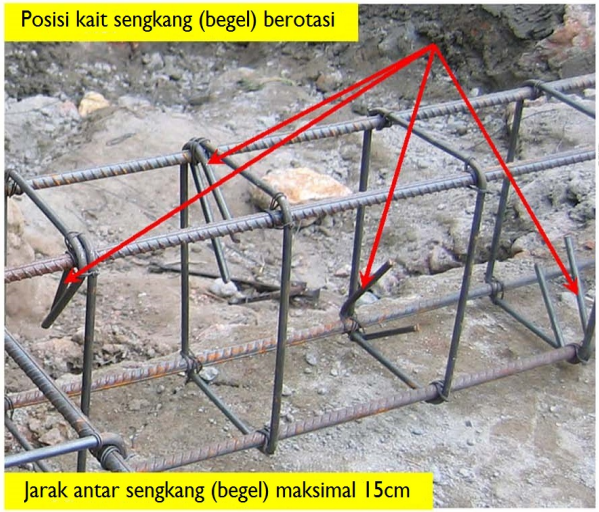




Detail Sengkang (Begel)

Cara membengkokkan dan merangkai sengkang (begel) atau pengikat:

- Gunakan besi polos diameter 6 mm - 8 mm untuk sengkang dan pengikat
- Bengkokkan kait pada 135 derajat
- Pastikan posisi sengkang pada pembesian sudah tepat

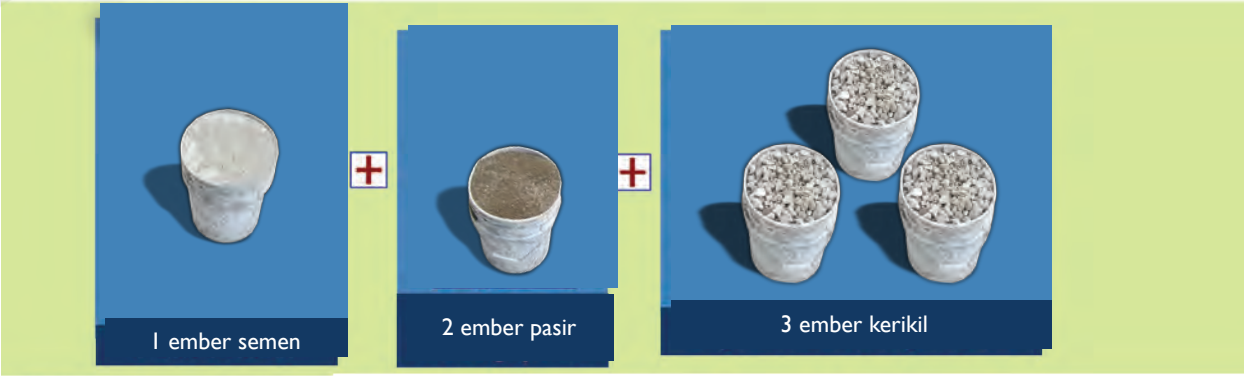


- Rotasikan sengkang sehingga kait tidak berbaris pada jalur yang sama pada besi utama
- Jarak maksimal antar sengkang sebaiknya 15cm

6 Pekerjaan Beton Berkualitas Baik

Campuran Beton

Komposisi campuran yang baik adalah 1:2:3 untuk semen : pasir : kerikil



- 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 teruslah mengaduk sampai didapat warna yang seragam
- Buatlah lubang pada sudut campuran dan tambahkan air bersih dengan rasio campuran semen/air sebesar 0,6, lalu aduk sampai rata. Gunakan campuran tidak lebih dari 90 menit dari waktu penambahan air.
- Pastikan campuran yang anda gunakan memiliki kuat sebesar 17.5 MPa atau setara dengan beton K-120

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 bubur 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

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

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

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

Pengecoran Beton

Tuang campuran dengan bantuan ember dan pukul-pukul mal bekisting dengan menggunakan palu untuk memastikan bahwa campuran benar-benar telah padat dan mengisi semua rongga. Pada beton vertikal yang panjang seperti kolom, padatkan campuran menggunakan besi.

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

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

Bagus

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

Bagus

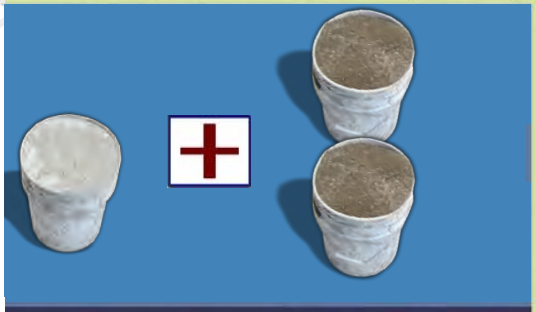
Basahi beton dengan cara menyiramnya dengan air sebanyak 3 -5 kali sehari selama 7 hari

Bagus

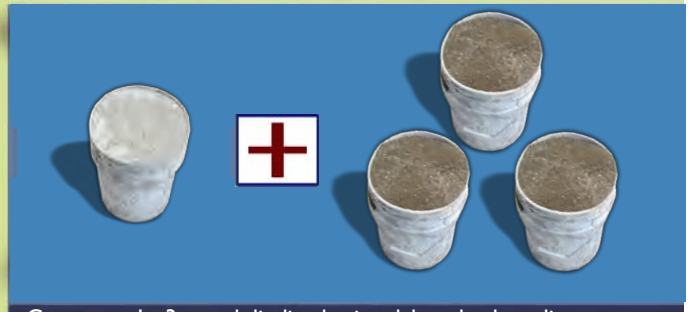
Bagus

7 Membangun Dinding Bata yang Kuat

Campuran Mortar



Campuran 1 : 2 untuk tasram dan kamar mandi
(1 ember semen : 2 ember pasir : 0,5 air)



Campuran 1 : 3 untu kdinding bagian dalam dan luar di atas tasram gunakan semen PCC
(1 ember semen : 3 ember 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 membasahi 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

Pasangan Bata yang Baik

Bersihkan dan basahi sloof sebelum memasang bata.
Susun bata terlebih dulu untuk memeriksa spesi.
Jarak maksimal sebaiknya 1.5 - 2 cm

Jarak kolom dengan bata
adalah 4 cm

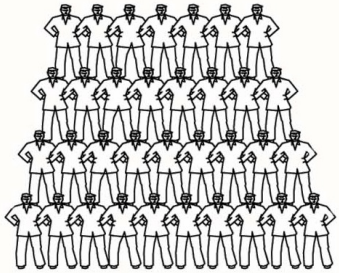
Bata terlalu dekat dengan
pembesian kolom

Gunakan papan dan benang untuk meluruskan bata

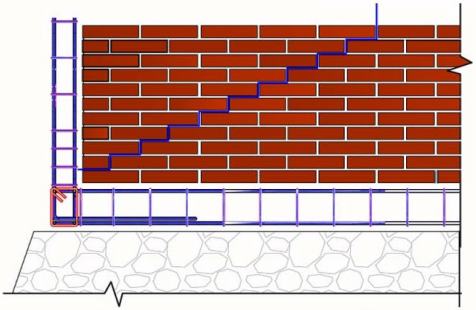
- Susun bata dengan bersamaan secara horizontal

- Jaga keseragaman tebal spesi, maksimal 2 cm

PALING BAGUS

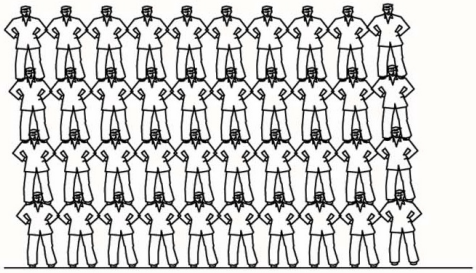


Bila di umpamakan manusia yang berdiri bertingkat-tingkat, beban yang akan di terima dari atas, beban yang di bawah saling bahu-membahu, dan tidak akan mudah jatuh.

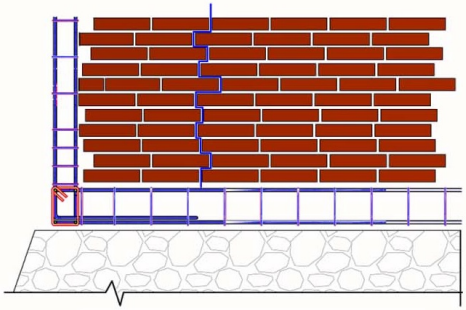


Cara pemasangan batu-bata yang bagus, di setiap pada spesi bata di isi mortal dengan penuh dan padat. Karena apabila terjadi keretakan tidak akan terjadi keretakan memanjang sepanjang arah vertikal sambungan spesi bata

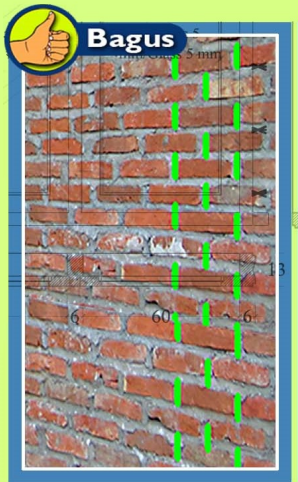
KURANG BAGUS



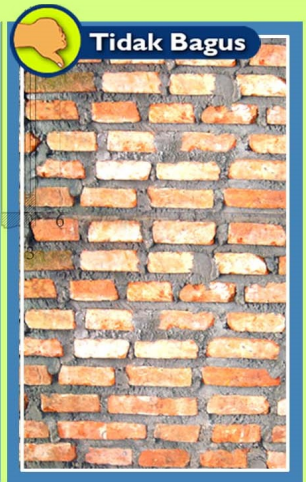
Ini cara berdiri bertingkat-tingkat yang salah, beban yang di terima dari atas akan mudah jatuh karena beban yang di tumpu dari bawah



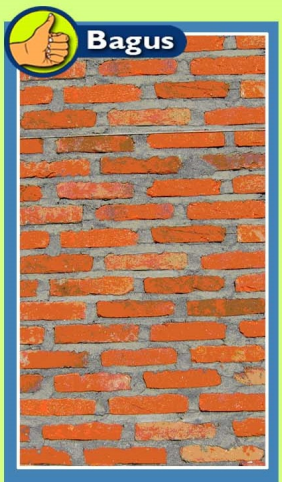
Cara pemasangan batu-bata yang tidak bagus pada mortal spesi bata tidak merata dan tidak padat, bila terjadi keretakan akan mudah memanjang dan pemasangan batu-bata tidak rapi, spesi pemasangan bata bawah dan atas sama berdekatan.



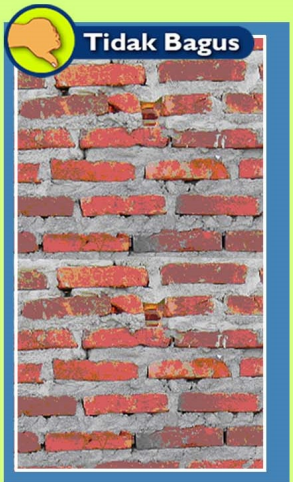
Spesi vertikal lurus



Spesi vertikal tidak lurus dan memakai batu bata tua



Semua spesi terisi penuh mortar



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

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.

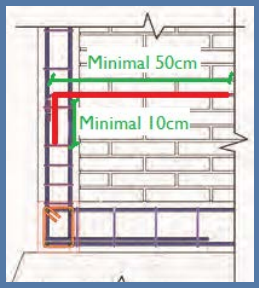
8 Sambungkan Dinding ke Kolom Menggunakan Besi

Metode Alternatif untuk Penulangan Dinding dan Bukaan

Jika Anda tidak menggunakan penulangan horizontal bed joint seperti yang digambarkan pada halaman 36, Anda bisa menggunakan penulangan balok pinggang diatas bukaan dan pasang potongan besi setiap 1m tinggi dinding bata.

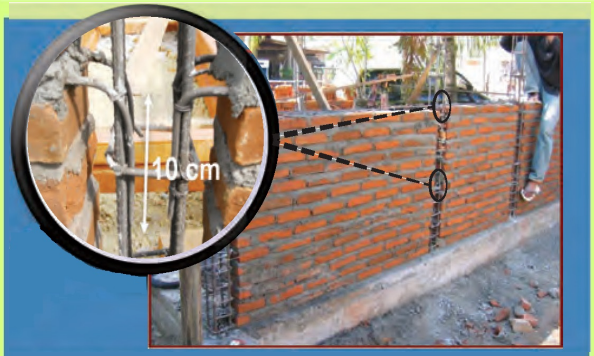
Gunakan balok pinggang di atas jendela dan pintu. Koneksikan penulangan besi dri balok pinggan ke kolom

Pasang potongan besi pada setiap jarak 40cm tinggi bata dan masukkan potongan besi minimal 50cm ke dalam bata.



Ikatkan potongan besi ke dalam kolom seperti gambar di atas

Penulangan horizontal *bed joint* dapat digunakan sebagai pengganti balok lintel untuk memperkuat bukaan pada dinding. Penulangan *bed joint* juga digunakan pada dinding utuh tanpa bukaan untuk memperkuat dinding dengan meletakkan penulangan setiap jarak ketinggian 40 cm atau 7 lapis bata.



Letakkan tulangan melintang setiap 40 cm tinggi bata dan di atas dan bawah kusen jendela dan pintu

Gunakan 1.5 - 2 cm mortar di bawah dan atas tulangan

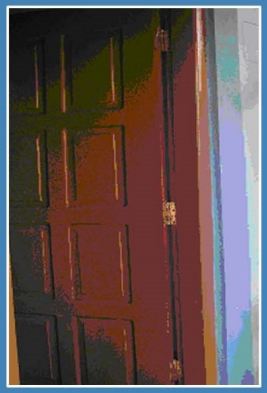
Overlap *bed joint* terlalu pendek dan tidak terikat dengan pembesian kolom

9 Pemasangan Kusen, Pintu dan Jendela

Pastikan kusen, pintu dan jendela untuk hal-hal berikut ini:

- Periksa kualias terbaik tanpa retak atau serat
  - 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 mempermulus 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

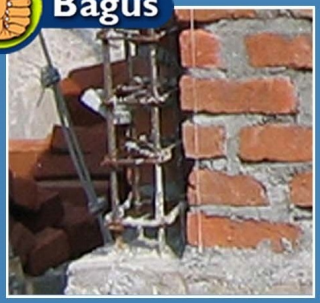


Gunakan 3 engsel pintu dan 2 engsel untuk jendela

Letakkan besi pada bagian bawah kusen pintu sebagai pengawal beton

Isi rongga di bawah jendela dengan mortar secara sempurna

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

- Siram beton dengan air sebanyak 3-5 kali sehari selama 7 hari setelah beton dituang ke dalam bekisting (percikan air)
- Buka bekisting setelah minimal 3 hari
- Jika cuaca panas dan kering, penyiraman bekisting dan/atau beton harus lebih sering dilakukan dan tunggu lebih lama sebelum membuka bekisting.

10 Pengecoran Kolom

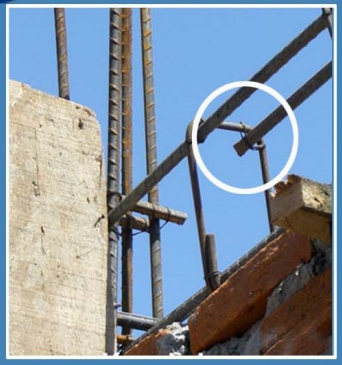
Kualitas pengecoran yang buruk dan pembesian yang tampak akan sangat mengurangi kekuatan rumah Anda saat gempa

11 Sambungan Kolom Atas dengan Ring Balok

Koneksi yang baik antara kolom atas dan ring balok sangat menentukan keselamatan Anda pada saat terjadi gempa. Ring balok yang tidak dihubungkan dengan baik ke kolom atas seringkali menjadi penyebab bagian atas bangunan roboh dan menimpa penghuni bangunan. Koneksi atau pembesian yang baik akan membuat ring balok tetap berada pada posisinya pada saat terjadi gempa. Meskipun bangunan rusak berat dan miring pada saat gempa besar, koneksi yang baik akan mencegah bangunan roboh sehingga Anda dapat menyelamatkan diri.

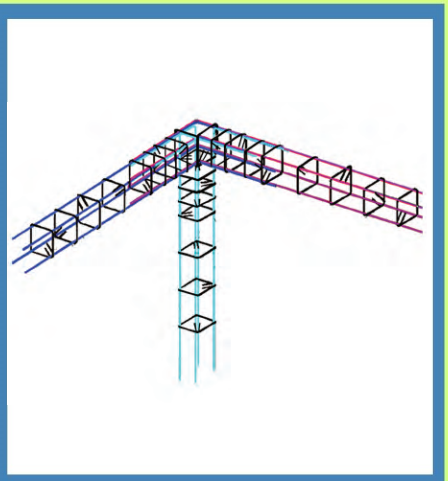
Untuk informasi lebih lanjut lihat halaman 48 - 51

Tidak Bagus



Tidak 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. **Untuk informasi lebih lanjut, lihat halaman 52 - 55.**

Sebelum mengecor beton, jangan lupa untuk memasangkan 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 bekisting, periksa apakah ada retak dan lubang pada beton. Jika terdapat retak dan beton berlubang (keropos), maka hancurkan beton dan lakukan pengecoran 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 nailai 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 plaster minimal 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

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

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

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

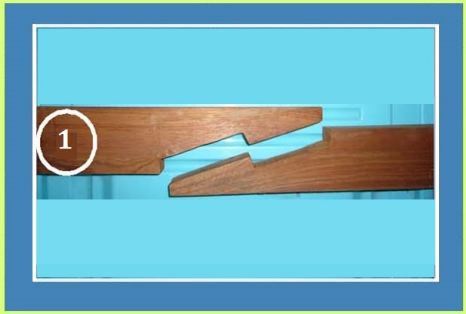
Buatlah rangka kuda-kuda dengan:

- Gunakan kayu keras (kelas I atau kelas II) dengan kualitas bagus
- Buatlah koneksi yang kuat dan tidak ada jarak antara elemen-elemen kayu.
- Sambungan kuda-kuda menggunakan baut, cincin penutup, dan plat. Sambungan yang hanya menggunakan paku tidak akan cukup menahan beban saat terjadi gempa besar.

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

Gunakan 8 buah baut dengan diameter 1/2 inchi dan dipasang dengan cara zigzag

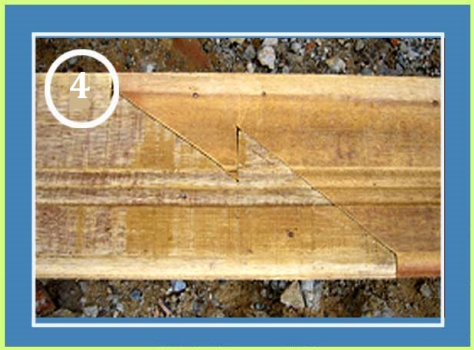
14 Jenis Koneksi Kayu



1. Koneksi Bibir Miring Berkait
Koneksi ini dapat menahan beban tarik dan beban tekan dengan baik.

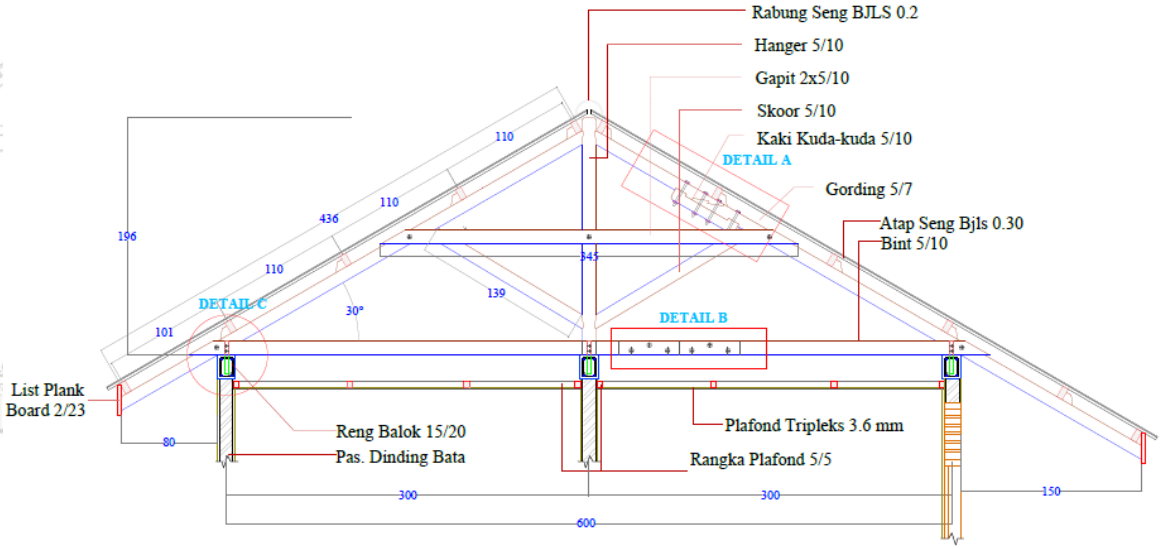
2. Koneksi Bibir Lurus Berkait
Koneksi ini juga dapat menahan beban tekan dan beban tarik. Namun, koneksi bibir miring lebih disarankan.

3. Koneksi Ekor Burung
Koneksi ini biasanya digunakan untuk listplank. Koneksi ini juga dapat menahan beban tekan dan beban tarik.

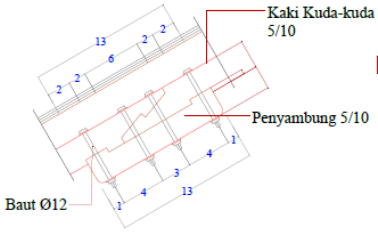


4. Koneksi Bibir Miring Berkait
Koneksi ini juga biasa dipakai pada listplank. Koneksi ini juga dapat menahan beban tekan dan tarik.

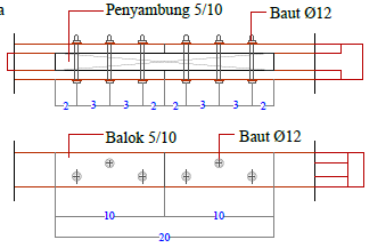
15 Detail Kuda - Kuda



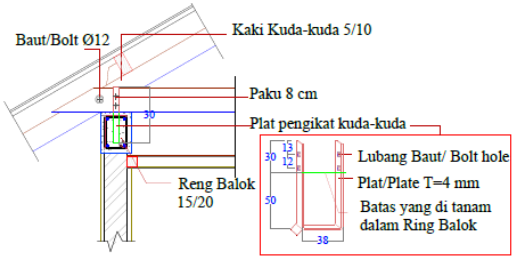
KUDA - KUDA



DETAIL A



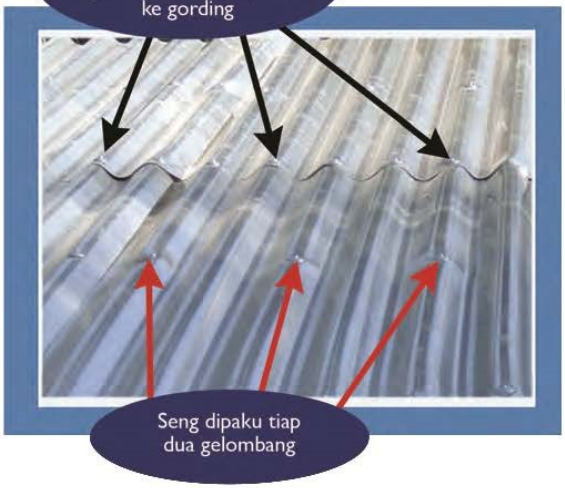
DETAIL B



DETAIL C

16 Pemasangan Penutup Atap

Gunakan paku khusus untuk seng.



Ketebalan minimum atap seng adalah 0.2 mm tetapi seng dengan ketebalan 0.3mm akan lebih tahan

Pasang seng mulai dari bawah ke atas

Ketebalan minimum atap seng adalah 0.2 mm

STANDAR MINIMUM UNTUK RUMAH *CONFINED MASONRY* (IKATAN BATA) SATU LANTAI

1 Pondasi

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

2 Beton

- Sengkang (begel) harus diberi pengait *(hook)* dan harus diposisikan secara berotasi.
- Gunakan bahan material yang bagus untuk semua material yang digunakan (seperti pasir, kerikil, air, besi, dll).
- Gunakan campuran1 semen : 2 pasir : 3 kerikil untuk beton.
- Hasil pengecoran beton tidak boleh memiliki rongga dan besi tidak boleh terlihat.
- Padatkan beton dengan besi dan palu.
- Besi pada beton bertulang harus dikoneksikan dengan baik antar elemen bangunan (sloof, kolom, balok, dll).
- Gunakan besi ulir untuk tulangan utama.
- Jangan gunakan besi bekas atau besi berkarat.

3 Pasangan dinding batu bata

- Batu bata dipasang secara confined (diperkaku dengan memberikan rangka disekeliling pasangan bata)
- Rendam batu bata sebelum dipasang
- Jarak spesi antar batu bata 1.5cm
- Jarak antara bata dengan besi kolom sejauh 4 cm
- Cor kolom setelah dinding mencapai ketinggian 1m sampai 1.2 m
- Gunakan material yang bagus untuk semua proses pemasangan bata (bata, pasir, dll)
- Untuk dinding yang mempunyai bukaan, gunakan bed joint atau balok lintel di atas dan bawah kusen untuk koneksi
- Spesi/mortar antar bata harus terisi penuh dan padat.

4 Dinding tanpa bukaan (jendela, pintu, ventilasi)

- Gunakan *bed joint* atau besi diameter 6 - 8 mm setiap jarak maksimal 40 cm tinggi bata / 7 lapis bata, atau gunakan balok lintel.
- Untuk dinding yang tidak mempunyai bukaan, dengan bentang maksimal 3m x 3 m, gunakan besi stik dengan panjang minimal 50 cm atau besi toothing.
- Tambahkan kolom praktis pada bentangan dinding lebih dari 3.5 m.

5 Dinding yang memiliki bukaan

- Gunakan bed joint atau balok lintel pada bagian bawah dan atas bukaan / kusen.
- Gunakan kolom praktis pada bagian kiri dan kanan bukaan.

6 Koneksi antara ring balok dengan kuda-kuda

- Gunakan besi tambahan/plat U untuk mengikat kaki kuda-kuda dengan ring balok.
- Gunakan baut dan plat besi/paku dengan kualitas bagus.

7 Gable / tombak layar

- Jangan gunakan material yang berat (seperti batu bata atau batako) sebagai dinding gable
- Gunakan material ringan sebagai dinding gable (seperti papan kayu, seng, dll).

DAFTAR PUSTAKA

- Bab 1, "Sumatra Rawan Gempa Bumi" dicetak ulang dengan ijin dari Dr. Danny H. Natawidjaja.
- Sketsa di halaman 45 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
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia

Build Disaster-Resistant Buildings **Change** Construction Practice Permanently

Build Change adalah perusahaan sosial nirlaba yang mempunyai misi untuk mengurangi risiko kematian dan kerugian ekonomi akibat gempa bumi dan potensi bencana alam lainnya di negara-negara berkembang.

www.builchange.org

BNPB

BUILD CHANGE
Yayasan Bangunan Cemerlang Indonesia