

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gempa Bumi**

##### **2.1.1 Pengertian Gempa Bumi**

Fenomena gempa bumi merupakan suatu fenomena yang akrab bagi masyarakat Indonesia. Secara geologis, kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan jalur gempa utama sehingga menyebabkan aktifitas gempa bumi yang cukup tinggi. Hal ini mengingat Indonesia terletak diantara empat lempeng, lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik dan Philipina. Pertemuan keempat lempeng tektonik inilah yang menyebabkan terjadinya gerakan baik lipatan maupun patahan.

Beberapa gempa bumi lain dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Mekanisme kerusakan terjadi karena energi getaran gempa bumi dirambatkan ke seluruh bagian bumi. Getaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan dan keruntuhan bangunan sehingga dapat menimbulkan korban jiwa. Banyak bangunan terutama rumah tinggal dibangun tanpa menerapkan prinsip-prinsip rumah tahan gempa agar menghemat biaya pembangunan. Membangun rumah tahan gempa merupakan salah satu cara meminimalisir runtuhnya bangunan di daerah rawan gempa seperti Indonesia. Gempa bumi dapat memicu terjadinya tanah longsor, keruntuhan batuan dan kerusakan tanah lainnya yang merusak pemukiman penduduk oleh sebab itu maka perlu diperhatikan prinsip-prinsip dalam membangun rumah tinggal agar aman dari pengaruh gempa.

##### **2.1.2 Skala Kekuatan Gempa Bumi**

Skala kekuatan gempa diukur berdasarkan kuat atau lemahnya getaran yang ditimbulkan. Kuat atau lemahnya getaran dapat dilihat dari tingkat kerusakan lingkungan di sekitar sumber gempa bumi. Umumnya kekuatan gempa dinyatakan dengan skala Richter. Skala Richter didasarkan pada alat pengukur gempa bumi, yaitu Seismograf Wood Anderson. Melalui alat pengukur gempa bumi ini dapat diketahui kekuatan getaran gempa dan jarak antara lokasi pengamatan dan sumber gempa bumi.

Skala kekuatan gempa bumi sesungguhnya tidak hanya skala Richter, tetapi masih terdapat skala kekuatan gempa bumi lainnya, yakni skala Mercalli dan skala Omori. Perbedaan umum dari beberapa skala kekuatan gempa bumi tersebut adalah skala Richter

secara umum kekuatan gempa diukur berdasarkan getaran magnitudo, sedangkan skala Omori dan skala Mercalli keduanya hampir sama yakni berdasarkan tahapan yang berkaitan dengan intensitas gempa.

C. F. Richter adalah ahli seismologi berkebangsaan Amerika Serikat yang pada tahun 1935 menyusun skala gempa bumi berdasarkan skala Magnitudo yaitu ukuran besarnya gempa. Skala Richter menggunakan klasifikasi angka 0 sampai 8.

1. Magnitudo > 8      bencana nasional (*national disaster*)
2. Magnitudo > 7 - 8    gempa besar (*major earthquake*)
3. Magnitudo > 6 - 7    gempa destruktif (*destructive earthquake*)
4. Magnitudo > 5 - 6    gempa merusak (*damaging earthquake*)
5. Magnitudo > 4 - 5    gempa keras (*strongly felt quake*)
6. Magnitudo > 3 - 4    gempa kecil (*small quake*)
7. Magnitudo 0 - 3    guncangan kecil (*small shock quake*)

### **2.1.3 Bangunan Tahan Gempa**

Bangunan yang didesain aman gempa pada prinsipnya harus menjamin keamanan dan nyaman penggunaan bangunan. Untuk menghasilkan bangunan yang berkualitas harus didukung oleh penggunaan bahan material yang bermutu, tenaga kerja yang terampil dan teknik pengerjaan struktur yang tepat sesuai ketentuan perencanaan bangunan dan fungsi bangunan. Secara prinsip bangunan yang kuat dan tahan terhadap gempa tidak ada. Filosofi bangunan aman gempa dapat disesuaikan dengan 3 kategori kekuatan gempa yaitu gempa ringan, sedang dan besar. Prinsip dasar perancangan bangunan aman terhadap gempa adalah sebagai berikut:

1. Jika terjadi gempa ringan, maka struktur bangunan yang aman terhadap gempa tidak boleh rusak sama sekali baik komponen struktural maupun komponen non struktural. Komponen suatu bangunan terdiri dari komponen struktural dan komponen non struktural. Yang dimaksud dengan komponen struktural yaitu komponen penahan beban dan pendukung bangunan umumnya berupa sistem rangka. Sistem rangka tersebut terdiri dari pondasi, balok, kolom dan kuda-kuda sedangkan komponen non struktural merupakan komponen pendukung bangunan tetapi sifatnya sebagai pengisi. Komponen non struktural tersebut terdiri dari langit-langit, pintu, kusen, atap dan tembok bata yang bersifat penutup dan pembatas.

2. Jika terjadi gempa sedang, maka komponen non struktural boleh rusak, tetapi komponen struktural tidak boleh rusak tetapi rangka tetap dalam keadaan satu kesatuan struktur yang kuat.
3. Jika terjadi gempa besar, komponen struktural tidak mampu menahan dan menopang bangunan itu sendiri, maka bangunan akan rusak tetapi tidak boleh roboh . Secara teknis, hal ini dapat dilakukan dengan memberi kekuatan yang lebih pada kolomnya sehingga apabila getaran selesai karena kolom tersebut memiliki kekuatan lebih, maka kolom tidak bermasalah karena energi terserap pada yang lain sehingga bangunan tidak akan roboh. Konsep rumah yang aman terhadap gempa akan bekerja apabila tiga hal berikut dipenuhi yaitu: ukuran komponen bangunan sesuai persyaratan minimal, mutu bahan yang digunakan berkualitas baik, semua elemen bangunan baik pondasi, balok, kolom tersambung dengan baik (saling mengait) dan pelaksanaan pembangunan dilakukan dalam pengawasan yang ketat.

Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan merencanakan pembangunan rumah yang aman terhadap gempa. Definisi rumah yang aman terhadap gempa adalah bangunan yang direncanakan dengan perencanaan sesuai persyaratan minimal, penggunaan bahan berkualitas baik dan teknis pelaksanaan yang tepat. Dalam merancang suatu rumah yang aman terhadap gempa terdapat beberapa hal dasar yang perlu dipertimbangkan yaitu:

1. Denah yang simetris

Bangunan dengan denah yang simetris dapat menahan gaya gempa lebih baik dibanding dengan bangunan dengan denah yang tidak simetris karena kekuatannya yang lebih merata dan kurangnya efek torsi. Bangunan dengan denah yang simetris lebih stabil terhadap gempa yang datang dari segala arah.

2. Sistem konstruksi penahan beban

Suatu bangunan dapat dikatakan tahan terhadap gempa apabila setiap elemen struktur mulai dari atap, ring balok, dinding, kolom, balok sloof, sampai pondasi harus mampu bekerja menyalurkan gaya gempa sampai ke tanah. Semua komponen bangunan yang meliputi pondasi, balok, kolom, dinding, rangka dan atap harus disambung satu dengan yang lainnya agar jika digoncang gempa bangunan akan bergetar sebagai satu kesatuan bangunan sehingga elemennya tidak terlepas yang dapat menyebabkan bangunan roboh. Selain itu hal yang perlu diperhatikan adalah kualitas bahan bangunan dan teknis pelaksanaan bangunan meliputi campuran mortar, ukuran yang sesuai standart dan teknik pemasangan/penyambungan tulangan yang tepat dan benar.

### 3. Bahan bangunan ringan

Besarnya gaya gempa yang diterima oleh suatu bangunan, tergantung dari berat total bangunan itu sendiri dan besarnya percepatan gempa yang terjadi. Oleh karena itu, dalam merencanakan bangunan yang tahan gempa dijelaskan bahwa makin ringan berat bangunan, maka gaya gempa yang diterima oleh bangunan akan jauh berkurang. Bahan bangunan yang ringan memiliki resiko yang lebih kecil mencederai orang. Bahan bangunan tersebut juga harus berkualitas baik.

## 2.2 Bangunan *Engineered* dan *Non Engineered*

### 2.2.1 Bangunan *Engineered*

Secara umum struktur bangunan dapat dikelompokkan menjadi *engineered building* dan *non engineered building*. *Engineered building* adalah bangunan yang memerlukan tenaga ahli struktur dan bangunan di dalam proses perencanaan maupun pelaksanaannya. Sebagai contoh dari *engineered building* adalah struktur gedung bertingkat tinggi, struktur jembatan dan jalan layang, fasilitas pembangkit tenaga listrik atau tenaga nuklir, bendungan, serta bangunan tenaga air.

### 2.2.2 Bangunan *Non Engineered*

Pengertian bangunan *non engineered* adalah bangunan rumah tinggal sederhana dan bangunan sampai 2 lantai yang dibangun oleh pemilik, menggunakan pekerja setempat, menggunakan bahan bangunan setempat, serta dalam perencanaan dan pelaksanaannya tanpa bantuan arsitek maupun ahli struktur bangunan. Pelaksanaan pembangunan yang hanya melibatkan pekerja atau tukang setempat membuat kualitas pekerjaan yang dihasilkan rendah. Mutu material, pengerjaan dan sistem struktur dari bangunan *non engineered* cenderung belum sesuai dengan standart bangunan yang berlaku semestinya. Selain itu biasanya tukang hanya membangun tanpa memperhatikan syarat atau pedoman dalam membangun bangunan sederhana, terutama rumah sederhana (*non engineered house*). Pekerjaan hanya didasarkan pada perkiraan dan pengalaman membangun sebelumnya.

Sedangkan yang dimaksud dengan rumah sederhana adalah bangunan rumah layak huni yang berada langsung di atas permukaan tanah, berupa rumah tunggal, rumah kopell dan rumah deret. Luas darilantai bangunan tidak melebihi 70 m<sup>2</sup>, yang dibangun di atas tanah dengan luas kavelling 54m<sup>2</sup> sampai 200m<sup>2</sup>. Rumah sederhana merupakan bangunan dengan sistim dinding pemikul beban dengan analisisnya sebagai bangunan dimana selain

balok, kolom ternyata dinding berfungsi sebagai pemikul beban. Di banyak daerah, ditemukan bahwa banyak para ahli struktur kurang memahami masalah dinding pemikul ini dan banyak yang membuat analisa dengan menghitung rangka kolom praktis dan balok keliling saja dan dindingnya tidak diperhitungkan.

Sebagian besar bangunan yang mengalami kerusakan adalah bangunan *non engineered*. Beberapa kerusakan yang biasanya terjadi pada bangunan *non engineered* akibat gempa bumi adalah sebagai berikut:

1. Kegagalan sambungan balok-kolom
2. Dinding mengalami retak di sudut-sudut bukaan
3. Dinding-dinding cenderung terpisahkan dari elemen lainnya, mengalami retak diagonal, dan roboh
4. Kerusakan akibat terjadinya puntiran pada bangunan yang berdenah tidak simetris
5. Atap atau genteng terlepas dari perletakannya
6. Bangunan roboh

Ada banyak faktor yang mengakibatkan bangunan *non engineered* mengalami kerusakan. Penggunaan bahan material dengan mutu yang rendah akan mengurangi kualitas bangunan tersebut. Selain itu, teknis pengerjaan menjadi faktor yang sangat penting. Pengerjaan bangunan harus dilakukan oleh pekerja yang sudah mengerti rancangan pekerjaan dan harus terdapat pengawasan yang teliti dalam proses pekerjaannya.

### **2.2.3 Kerusakan pada Bangunan *Non Engineered***

Menurut pedoman teknis rumah dan bangunan tahan gempa, pada umumnya kerusakan yang terjadi pada bangunan rumah tinggal dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipe, yaitu sebagai berikut:

1. Tipe kerusakan pada sambungan balok dan kolom, mutu bahan kurang baik dan mutu pekerjaan yang tidak tepat,
2. Tipe kerusakan dinding akibat beban yang tegak lurus,
3. Tipe dinding retak pada sudut bukaan,
4. Tipe retak diagonal yang terjadi melalui siar,
5. Tipe retak diagonal yang terjadi melalui bata,
6. Tipe dinding terpisah,
7. Tipe dinding hancur,
8. Tipe rangka atap lepas dari perletakannya.

### 2.2.4 Penyebab Kerusakan Bangunan *Non Engineered*

Pada umumnya, penyebab utama kerusakan pada bangunan *non engineered* adalah akibat beban tegak lurus bidang dinding, disamping itu kerusakan juga disebabkan oleh kualitas bahan yang rendah dan kurangnya pemeliharaan terhadap bangunan.

#### 1. Bangunan tembokan tanpa perkuatan

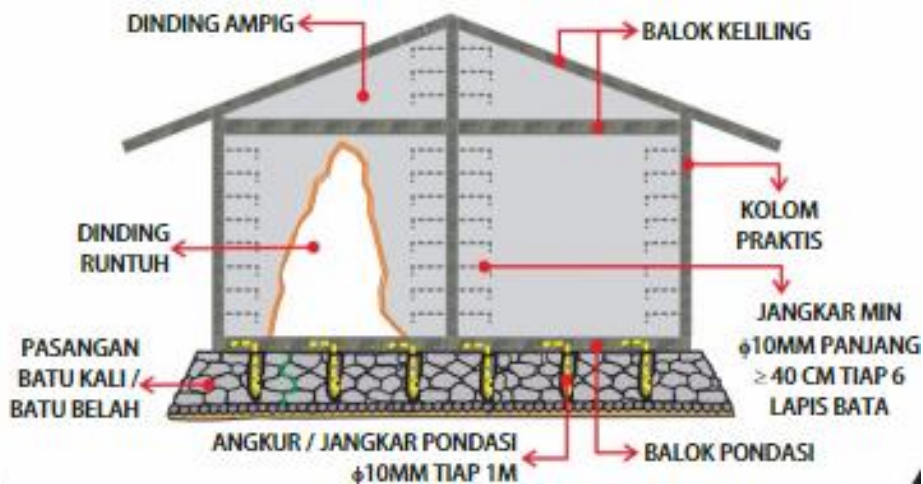
Penyebab kerusakan antara lain :

- a. Bangunan relatif berat, maka disarankan agar memilih bahan bangunan seringan mungkin untuk mengurangi bobot bangunan
- b. Bangunan getas (tidak daktail)
- c. Bangunan tersebut tidak cukup kuat menahan tarikan yang terjadi akibat gaya gempa yang bekerja.

#### 2. Bangunan tembokan dengan perkuatan

Penyebab kerusakan antara lain:

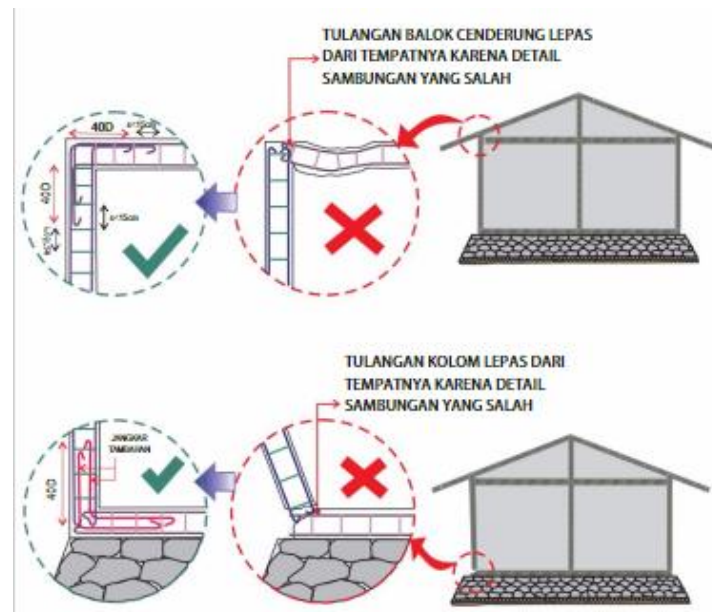
- a. Dalam pekerjaan pemasangan dinding bata, tidak terdapat angkur untuk mengikat dinding bata dengan unsur-unsur perkuatan
- b. Tidak terdapat unsur-unsur perkuatan seperti kolom praktis untuk dinding yang luasnya  $>9\text{m}^2$ . Dengan adanya kolom praktis sangat membantu dalam menahan/menopang gaya-gaya yang disalurkan.



Gambar 2.1 Bangunan tembokan dengan perkuatan

Sumber: Boen, T., dkk (2010)

- c. Penulangan yang kurang tepat pada pertemuan unsur perkuatan, kaitan dan panjang penyaluran yang tidak sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Seperti yang terlihat pada gambar, panjang penyaluran tulangan yaitu  $40D$  yaitu panjang tulangan mengait sepanjang 40 dikali dengan diameter tulangan.



Gambar 2.2 Detail penulangan yang tidak benar  
Sumber: Boen, T.,dkk (2010)

d. Mutu beton dari kolom praktis, balok keliling dan balok pondasi sangat rendah.

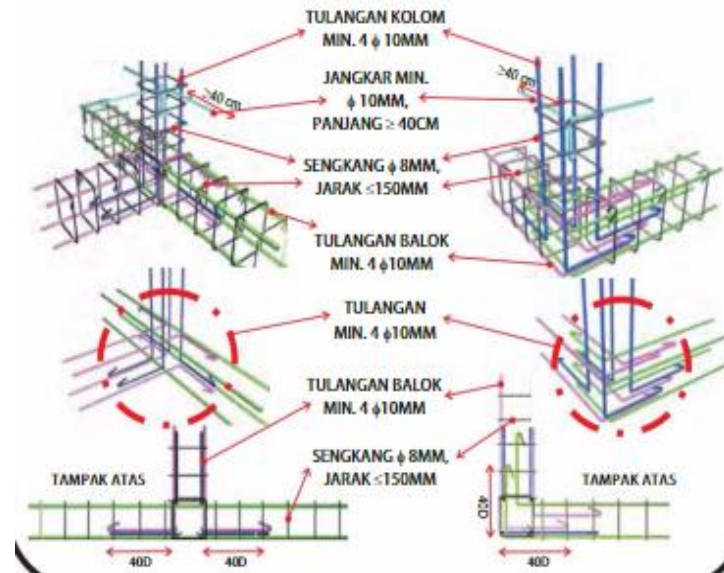
- Perbandingan komposisi campuran beton yang dianjurkan minimum adalah 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil
- Bahan material harus bersih. Dalam pelaksanaan pencampuran harus dengan air secukupnya 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil : ½ air dimana air tidak boleh mengandung lumpur.
- Pengecoran kolom praktis, balok keliling dan balok pondasi dilaksanakan secara berkesinambungan.



Gambar 2.3 Campuran beton minimum  
Sumber: Boen, T.,dkk (2010)

e. Diameter tulangan terlalu kecil, jarak sengkang yang dipasang terlalu besar. Yang dianjurkan adalah:

- Balok : tulangan minimum yang digunakan masing masing untuk tulangan atas dan bawah yaitu 2 diameter 10 mm, Sengkang/beugeul yang digunakan minimum berdiameter 8 mm dengan jarak 150 mm.
- Kolom : tulangan utama menggunakan tulangan minimum 4 diameter 10mm, sengkang/beugeul minimum berdiameter 8mm dengan jarak 150mm.



Gambar 2.4 Tulangan balok dan kolom

Sumber: Boen, T.,dkk (2010)

## 2.3 Deskripsi Bata

Batu bata adalah bahan bangunan terbuat dari tanah liat tanpa campuran bahan lain, keemudian diibakar pada suhu tinggi sampai bata berwarna kemerahmerahan.

### 2.3.1 Karakteristik Batu Bata

Sifat Sifat fisik dari batu bata adalah sifat pada batu bata tanpa adanya pemberian beban atau perlakuan apapun. Sifat fisik batu bata antara lain sebagai berikut:

#### 1. Warna batu bata

Warna batu bata tergantung pada bahan dasar tanah, jenis campuran bahan tambahan dan proses berlangsungnya pembakaran. Standart warna batu bata adalah orange kecoklatan.

#### 2. Dimensi atau ukuran batu bata

Dimensi batu bata yang disyaratkan yaitu harus mempunyai ukuran panjang maksimal 40 cm, lebar berkisar antara 7,50 cm – 30,0 cm dan tebal berkisar antara 5 cm – 20 cm.



### 3. Tekstur dan bentuk batu bata

Bentuk batu bata berupa prisma segi empat dengan ukuran panjang, lebar, tebal yang telah ditetapkan. Permukaan batu bata relatif datar dan kasar tetapi tak jarang berukuran tidak beratur.

#### 2.3.2 Persyaratan Batu Bata

Pembuatan batu bata harus memiliki standarisasi, karena standarisasi merupakan syarat yang menjadi suatu acuan wajib dari sebuah industri di suatu negara khususnya di Indonesia. Berikut syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 dan SII-0021-78 meliputi beberapa aspek seperti:

##### 1. Sifat tampak bata

Sifat tampak dari bata merah yaitu harus berbentuk prisma segi empat panjang yang memiliki rusuk-rusuk yang tajam, siku dan bidang sisinya datar serta tidak terdapat retak-retak.

##### 2. Ukuran dan toleransi bata

Ukuran standart bata merah di Indonesia telah ditetapkan oleh BSN (Badan Standardisasi Nasional) nomor 15-2094-2000 sebagai berikut:

Tabel 2.1 *Ukuran dan Toleransi Bata Merah Pasangan Dinding*

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65 ±2	90 ±3	190 ±4
M-5b	65 ±2	100 ±3	190 ±4
M-6a	52 ±3	110 ±4	230 ±4
M-6b	55 ±3	110 ±6	230 ±5
M-6c	70 ±3	110 ±6	230 ±5
M-6d	80 ±3	110 ±6	230 ±5

Sumber: (SNI 15-2094-2000)

##### 3. Kuat Tekan

Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diijinkan pada bata merah untuk pasangan dinding sesuai Tabel 2.3.

Tabel 2.2 *Klasifikasi Kekuatan Bata*

Kelas	Kekuatan Tekan Rata-Rata Batu-Bata		Koefisien Variasi
	Kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	Izin
50	50	5	22%
100	100	10	15%
150	150	15	15%

Sumber: (SNI 15-2094-2000)

#### 4. Garam Berbahaya

Garam yang mudah larut dan berbahaya, antara lain : Magnesium Sulfat (MgSO<sub>4</sub>), Natrium Sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Kalium Sulfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.

#### 5. Kerapatan Semu

Kerapatan semu minimum pasangan dinding bata merah adalah 1,2 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 6. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimum pasangan dinding bata merah adalah 20%.

### 2.4 Deskripsi Dinding Bata

Dinding merupakan bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai pemisah antar ruangan, sebagai pembatas, melindungi terhadap cuaca, penyokong atap, penahan cahaya panas dari matahari, dan menahan tiupan angin dari luar. Dinding adalah komponen bangunan yang sangat penting perannya bagi suatu konstruksi bangunan. Dinding membentuk dan melindungi isi bangunan (Fianli, 2011).

Dinding merupakan suatu komponen bangunan yang berbentuk bidang vertikal yang memiliki kegunaan untuk membagi atau membatasi suatu ruang dengan ruang lain. Dinding dapat hanya berfungsi sebagai pembatas dan dapat berfungsi sebagai komponen struktural yang menerima beban di atasnya. Selain pembatas ruang juga dapat berfungsi sebagai peredam suara. Berikut jenis dinding berdasarkan fungsinya antara lain:

#### 1. Dinding struktural

Dinding struktural berperan dalam menopang atap dan sama sekali tidak dilakukan pengecoran beton. Bahan dinding yang biasa digunakan pada suatu bangunan yaitu batu bata. Konstruksi seutuhnya mengandalkan dinding bataa dan semen.

## 2. Dinding non struktural

Dinding non struktural adalah dinding yang tidak menahan beban di atasnya, hanya sebagai pembatas sehingga jika dinding dirobohkan maka bangunan tetap berdiri. Beberapa material dinding non struktural di antaranya seperti kayu, kaca, batu bata, bata ringan, dan batako.

## 3. Dinding penyekat

Dinding penyekat adalah dinding sebagai batas di dalam ruangan. Bahan-bahan yang digunakan untuk dinding ini diantaranya seperti gypsum, papan kalsium, triiplek dan kaca.

### 2.4.1 Perilaku Dinding Bata

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan, beban gempa merupakan salah satu parameter beban yang harus diperhitungkan. Dalam kenyataannya hal ini dapat dilihat dari banyak kegagalan dan kerusakan bangunan yang disebabkan oleh fenomena alam berupa gempa bumi. Bangunan batu bata termasuk *brittle structures*, yaitu struktur yang rapuh terutama apabila dilanda gempa bumi dan mempunyai kerentanan yang cukup tinggi. Ketika terjadi fenomena gempa bumi, banyak korban meninggal karena terkena reruntuhan bangunan batu bata. Padahal rumah tinggal masyarakat Indonesia pada umumnya berupa bangunan batu bata. Oleh karena itu perlu memasukkan perilaku gempa bumi kedalam karakter bangunan batu bata.

Getaran tanah akibat gempa menimbulkan gaya inersia pada lokasi yang menerima beban bangunan, atap, dinding dan pondasi. Hal yang perlu diperhatikan adalah gaya tersebut jangan sampai menyebabkan kerusakan fatal atau roboh pada komponen utama bangunan yaitu atap, balok, kolom dan pondasi. Dinding merupakan bagian yang paling rentan rusak akibat adanya gaya horisontal dari gempa, terutama apabila tekanan horisontal terjadi dengan arah tegak lurus luasan dinding maka dinding akan mudah roboh. Arah ini disebut dengan *weak direction*. Namun apabila gaya horisontal searah dengan panjang dinding, maka dinding akan mampu menahan gaya tersebut. Arah ini disebut *strong direction*.

Ketika terjadi gempa bumi, maka getaran tanah menyebar ke arah horisontal dan vertikal, tetapi yang berbahaya bagi bangunan adalah gaya horisontal. Gaya inersia yang ditimbulkan akan mendorong dinding ke salah satu arah. Karena dinding biasanya dibangun meliputi dua arah, maka ada dinding yang posisinya *strong direction*, tapi ada pula yang *weak direction*. Apabila antara dinding yang berbeda arah tersebut tidak terdapat ikatan yang

kuat, maka dinding dengan arah *weak direction* akan runtuh. Solusi untuk memberi kekuatan pada bangunan batu bata adalah dengan membuat agar dinding, atap dan pondasi bergerak bersama-sama menjadi satu kesatuan apabila terjadi gempa bumi. Maka terdapat beberapa aspek konstruksi yang harus diperhatikan antara lain:

1. Diusahakan agar pintu dan jendela bukaan hanya sedikit, sebab semakin kecil bukaan pada dinding, maka daya tahan dinding terhadap gempa semakin besar.
2. Sambungan antar balok dengan kolom serta dinding harus bagus. Hal itu dapat dicapai dengan memastikan interlocking pada sambungan harus tepat dan terdapat angkur pada dinding bata dengan kolom serta angkur pada pondasi dengan balok sloof.

#### **2.4.2 Bahan Pembentuk Pasangan Dinding Bata**

Berikut Berikut merupakan bahan pembentuk pasangan dinding :

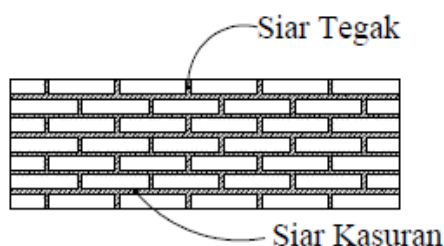
1. Batu bata

Batu bata merupakan bahan konstruksi bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat. Menurut SNI 15-2094-2000 dan SII-0021-78, batu bata merupakan unsur bangunan yang digunakan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasii teknik siipil.

2. Mortar

Mortar merupakan campuran dari bahan perekat, air dan agregat. Bahan perekat yang biasa digunakan antara lain semen. Fungsi mortar sebagai pengikat antara satu bata dengan bataa yang lain . Dengan demikian maka mortar ini harus dibuat dalam suatu adukan dengan perbandingan tertentu. Perbandingan tersebut dapat dicapai dengan mencampur bahan-bahan perekat, air dan agregat dengan tepat, sehingga kekuatan daya ikatnya tiidak gampang lepas. Untuk pemasangan dinding bata, mortar yang digunakan umumnya mortar yang diolah secara manual atau disebut mortar konvensional. Komposisi campuran mortar antara semen dan agregat ini menggunakan perbandingan tertentu sehingga kekuatan mortar terhadap tekanan maupun tarikan akan semakin tinggi. Campuran mortar konvensional untuk dinding bata misalnya 1 : 5, artinya 1 takaran semen dicampur 5 takaran pasir. Kekuatan mortar dipengaruhi oleh faktor air semen, penyerapan bata, mutu agregat yang digunakan, temperatur pada saat pemasanga dinding, tekanan yang diberikan pada saat pemasangan bata, waktu pelaksanaan, dan faktor pekerja. Pencampuran mortar

hendaknya dilakukan pada suhu antara 5°C hingga 30°C. Jumlah air untuk bereaksi harus dipertahankan sehingga harus dilakukan penyesuaian. Tebal lapisan mortar tidak dapat melebihi tebal bata, karena ketebalan mortar yang berlebihan akan berpengaruh pada berkurangnya kekuatan ikatan antara bata dengan mortar akibat terjadinya penyerapan dan penguapan yang berlebih. Di Indonesia siar tegak dan siar kasuran masing – masing setebal 1 cm sampai 2 cm.



*Gambar 2.5* Mortar sebagai perekat dinding pasangan bata merah  
 Sumber: Palupi,K.A (2012)

a. Semen

Semen portland merupakan semen hidrolis yang diperoleh dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15– 2049 - 2004).

b. Pasir

Menurut SK SNI T-15-1990-03, pasir dibagi menjadi 4 empat kelompok gradasi zone yang berasal dari British Standard yang digunakan di Indonesia saat ini, yaitu: pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Keempat gradasi tersebut biasanya disebut sebagai zone I pasir kasar, zone II pasir agak kasar, zone III pasir agak halus dan zone IV pasir halus.

c. Faktor Air Semen

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai faktor air semen (FAS), maka semakin rendah mutu kekuatan beton namun demikian, nilai FAS yang rendah tidak berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya menyebabkan mutu beton menurun. Nilai FAS pada umumnya yang diberikan yaitu antara 0,4 – 0,65 (Mulyono, 2004).

## **2.5 Pengujian Bata dan Mortar**

### **2.5.1 Pengujian bata**

Pengujian untuk mengetahui kualitas mutu bata maka perlu dilakukan pengujian berikut:

1. Uji serap air

Pengujian ini dilakukan dengan cara bata diambil acak dalam keadaan kering mutlak kemudian direndam dalam air sampai semua air porinya terisi dengan air. Maka persentase berat air yang terserap dalam bata dibandingkan berat bata adalah indeks angka serap air pada bata. Bata merah dianggap baik jika penyerapan airnya kurang dari 20%.

2. Uji kekerasan

Uji kekerasan bata dilakukan dengan menggoreskan kuku pada permukaan bata, apabila goresan dengan kuku tersebut menimbulkan bekas goresan maka kekerasan bata kurang baik.

3. Uji bunyi

Uji bunyi dilakukan dengan memegang dua bata kemudian memukulnya satu dengan yang lainnya dengan pukulan tidak terlalu keras. Bata yang baik akan mengeluarkan bunyi yang nyaring. Uji bunyi ini merupakan salah satu parameter kekeringan pada batu bata.

4. Uji bentuk dan ukuran

Uji bentuk dan ukuran dapat melalui uji kerataan, keretakan, kesikuan dan ketajaman.

5. Uji kandungan garam

Uji kandungan garam dilakukan dengan cara merendam sebagian tubuh bata ke dalam air, air akan terserap bata sampai ke bagian bata yang tidak direndam. Selama proses penyerapan air, garam-garam yang terkandung bata akan terlarut ke atas bagian yang tidak direndam air. Penyerapan garam-garam yang terkandung tersebut akan terlarut ke atas bagian yang tidak direndam air. Garam-garam pada bata berupa bercak-bercak putih. Bata dikatakan baik jika bercak-bercak putih yang menutup permukaan bata kurang dari 50%. Bata dengan kandungan garam yang tinggi secara langsung akan berpengaruh pada lekatan antara bata dengan mortar pengisi, dimana apabila terganggunya lekatan antara bata dengan mortar pengisi maka menurunkan kualitas bata.

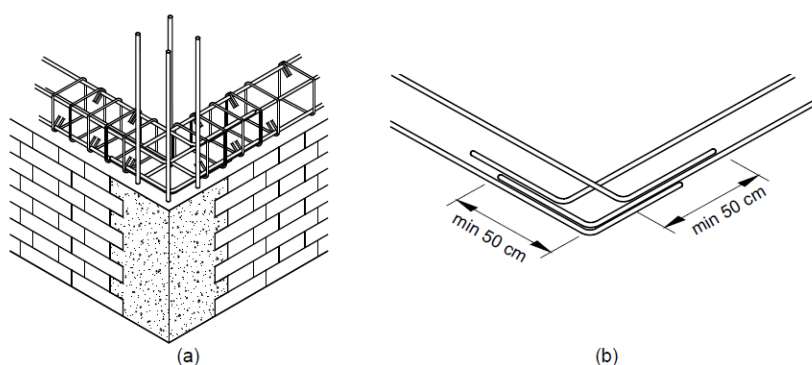
## 2.5.2 Pengujian mortar

Uji mortar terbagi atas dua yaitu: uji kuat tekan dan uji kuat tarik. Kuat tekan adalah kemampuan mortar dalam menahan gaya yang datang pada arah sejajar serat yang menekan mortar. Uji kuat tekan dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus. Pengujian kuat tekan mortar menggunakan *compression test apparatus*. Sedangkan kuat tarik adalah kekuatan mortar yang diakibatkan oleh gaya yang cenderung memisahkan sebagian mortar akibat tarikan. Untuk mengetahui mutu suatu mortar maka harus dilakukan pengujian. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan membuat mortar seperti angka delapan. Setelah benda uji tersebut keras kemudian ditarik dengan uji *cemmen briquettes*.

## 2.6 Elemen Struktur

### 2.6.1 Kolom Praktis

Kolom pengikat atau kolom praktis merupakan kolom yang diletakkan di titik pertemuan antar dinding dan ujung dari dinding yang menahan beban lateral ke bangunan. Jarak antar kolom pengikat tidak boleh melebihi 4,5 meter untuk daerah gempa intensitas tinggi dan 6 meter untuk daerah rawan gempa sedang (EERI & IAEE, 2011). Penulangan pada *tie-column* minimum menggunakan empat tulangan. Ukuran tulangan minimum menggunakan tulangan ulir 10 mm atau tulangan polos 12 mm. Balok didesain agar efektif dalam menahan gempa dengan cara balok harus dibengkokkan 90° arah longitudinal pada titik perpotongan.



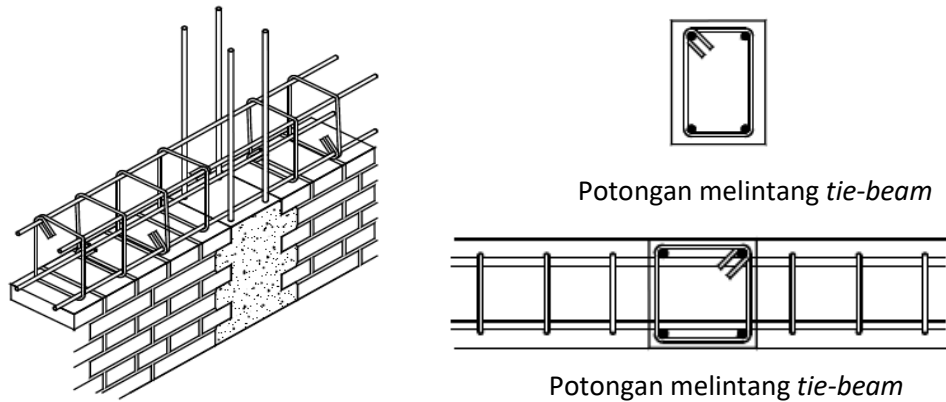
Gambar 2.6 Konstruksi *tie-beam*: a) perpotongan dinding; b) pembengkokkan arah longitudinal

Sumber: EERI & IAEE (2011)

### 2.6.2 Balok Praktis

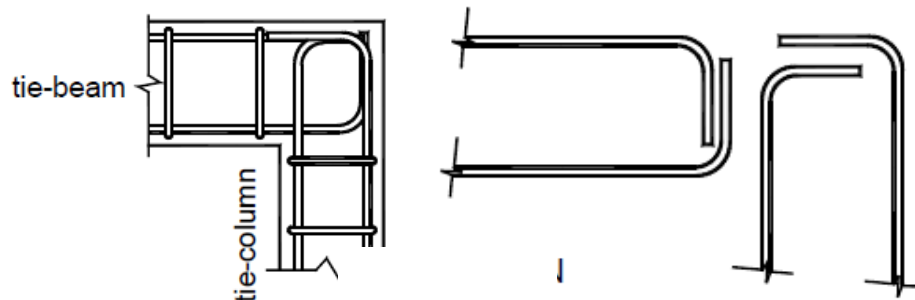
Balok pengikat atau balok praktis harus ada pada setiap sisi atas dinding yang memiliki tinggi maksimum 3 m atau lebih baik apabila rasio tinggi terhadap ketebalan dinding ( $H/t$ ) tidak lebih dari 20. Dimensi yang digunakan sama dengan kolom pengikat. Sambungan

antara balok dan kolom berperan penting dalam menahan gempa secara keseluruhan pada bangunan. Balok merupakan balok menerus. Detail sambungan dapat dilihat pada gambar 2.7.



*Gambar 2.7* Detail *tie-beam*  
Sumber: EERI & IAEE (2011)

Pembengkokkan pada sambungan antara balok dan kolom pada bagian level atap dapat dilihat pada gambar 2.8.

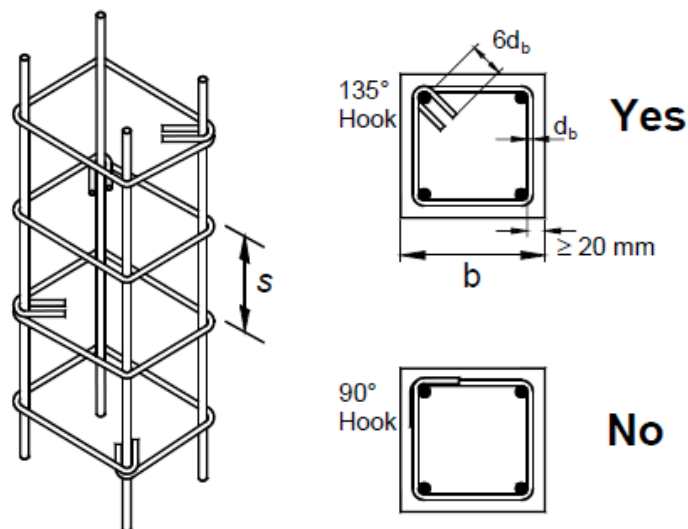


*Gambar 2.8* Sambungan balok dan kolom pengikat pada level atap  
Sumber: Alcocer dkk (2003)

### 2.6.3 Sengkang

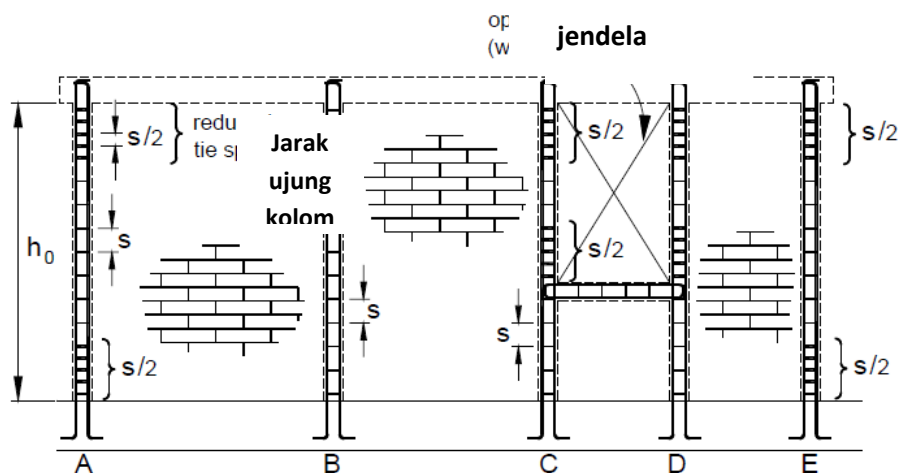
Sengkang digunakan untuk menahan gaya geser dari elemen. Menurut EERI & IAEE (2011), dimensi minimum sengkang yang digunakan adalah tulangan polos berdiameter 6 mm dalam konstruksinya, ujung sengkang harus ditekuk  $135^\circ$  sepanjang enam kali diameter tulangan dan jarak selimut beton minimum 20 mm, dapat dilihat pada gambar 2.9.





Gambar 2.9 Detail sengkang  
Sumber: EERI & IAEE (2011)

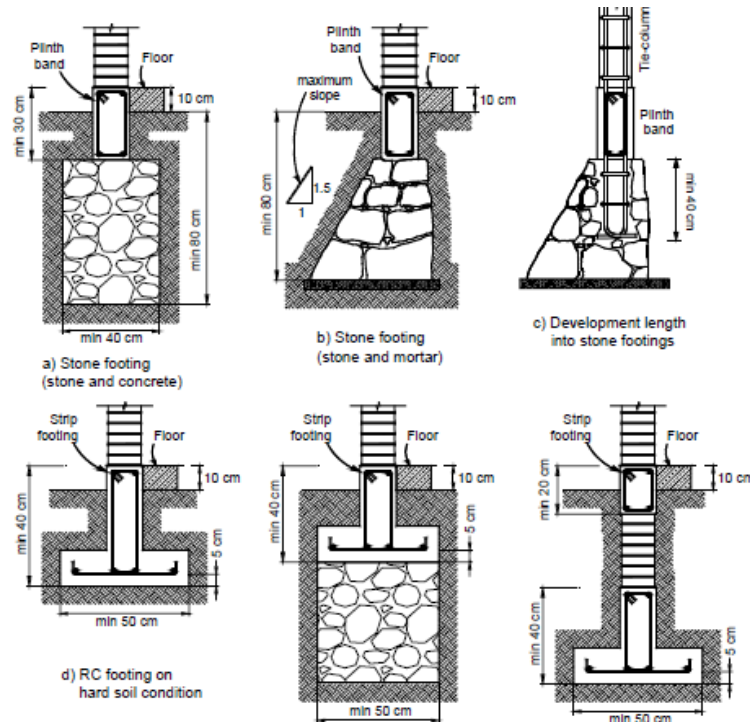
Jarak antar sengkang tidak boleh melebihi 200 mm. Untuk daerah gempa intensitas tinggi, jarak sengkang dapat digunakan setengah dari jarak antar sengkang di ujung kolom. Dimana jarak ujung kolom dapat diambil jarak terbesar dari dua kali dimensi kolom atau seperenam kali tinggi bersih kolom ( $h_0$ ) dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Pengurangan jarak antar sengkang pada ujung kolom  
Sumber: EERI & IAEE (2011)

## 2.6.4 Pondasi

Pondasi harus dibuat sama seperti pada membangun bangunan bata merah tradisional, biasa menggunakan batu kali. Balok sloof ditempatkan di atas pondasi, balok sloof ini harus ditempatkan di sepanjang dasar panel dinding sehingga dapat mencegah keruntuhan dinding akibat bangunan rumah yang berdiri di tanah lunak (EERI & IAEE, 2011). Berbagai bentuk pondasi dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Detail pondasi untuk bangunan pasangan bata merah  
Sumber: EERI & IAEE (2011)

## 2.7 Pemasangan Dinding Bata

### 2.7.1 Persyaratan Pemasangan Dinding Bata

Dalam pemasangan batu bata memerlukan persyaratan antara lain :

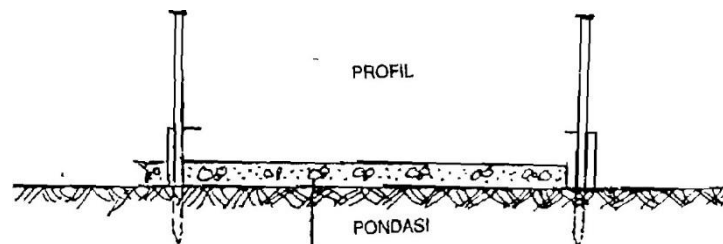
1. Komposisi campuran mortar menggunakan perbandingan semen dan pasir yaitu 1 semen : 4 pasir.
2. Komposisi campuran mortar untuk dinding luar, dinding lantai dasar, dinding di daerah basah, serta dinding yang menggunakan simbol aduk trasraam/ kedap air digunakan komposisi campuran 1 semen : 3 pasir.
3. Sebelum bata dipasang, harus dilakukan perendaman terlebih dahulu minimal 10 menit.
4. Menghindari penggunaan bata yang ukurannya kurang dari setengah bata utuh.
5. Tidak boleh ada siar tegak yang segaris lurus untuk dua lapisan berturut-turut.
6. Seluruh siar harus terisi penuh adukan.
7. Tebal siar minimum 8mm, maksimum 15mm, dengan ketebalan siar yang ideal berkisar 10mm.
8. Pemasangan dinding batu bata dilakukan bertahap dengan pemasangan maksimum 1,5m setiap harinya diikuti dengan pengecoran kolom praktis dan selanjutnya pada malam hari dinding bata bagian atasnya harus ditutup dengan kertas bekas kantong semen, plastik atau sejenisnya.

9. Bidang dindiing yang luasnya lebih besar dari 9 m<sup>2</sup> ditambahkan kolom praktis dengan ukuran minimum 12cm x 12cm, dengan tulangan pokok 4 berdiameter 10mm, beuguel berdiameter 8 mm jarak 15 cm.
10. Pasangan bata untuk dinding setengah bata harus menghasilkan dinding *finish* lebih kurang setebal 15cm.
11. Dinding bata harus dibasahii dengan air selama 7 hari.
12. Antara sambungan diinding dengan kolom, pondasi dan balok sloof harus diipasang angkur besi beton dengan diameter 8 panjang 40 cm tiap 6 lapis bata.

### 2.7.2 Teknik Pemasangan Dinding Bata

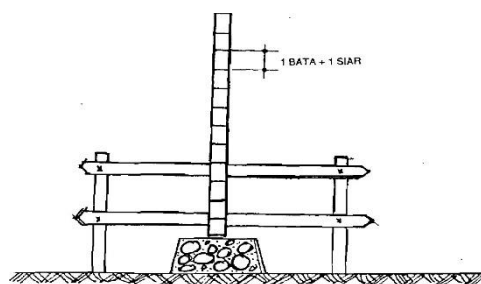
Pemasangan bata merah untuk konstruksi dinding bata dilakukan di atas beton sloof yang sudah disiapkan sebelumnya. Pekerjaan persiapan yang hanis dilakukan adalah:

1. Memasang profil cantolan benang pada kedua ujung pasangan dengan tegak lunis



Gambar 2.12 Profil untuk cantolan benang  
Sumber: Wena, M (1997)

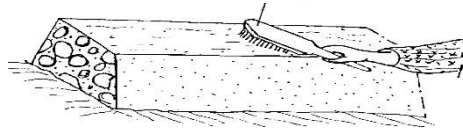
2. Membuat garis profil.



Gambar 2.13 Garis profil  
Sumber: Wena, M (1997)

- Bersihkan permukaan pondasi dengan sikat kawat dan siram dengan air.

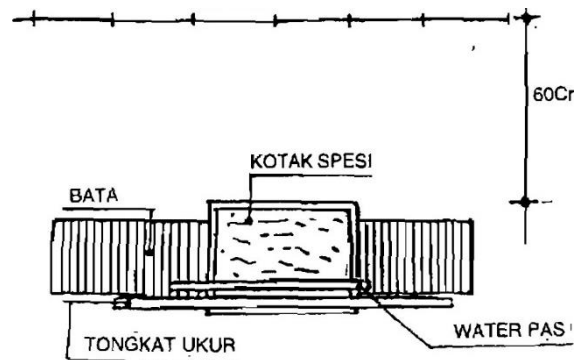
### Sikat Kawat



*Gambar 2.14* Pembersihan permukaan pondasi  
Sumber: Wena, M (1997)

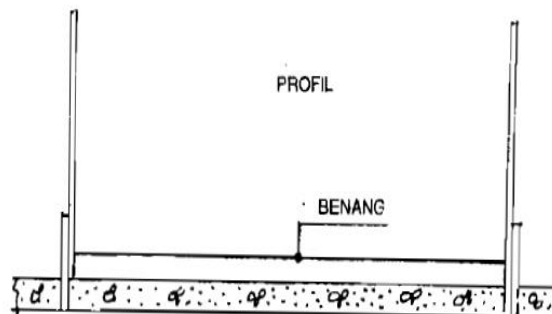
- Siapkan bahan dan peralatan pada lokasi pekerjaan dan aturlah penempatannya dengan baik.

BIDANG PEKERJAAN



*Gambar 2.15* Penyiapan bahan dan peralatan  
Sumber: Wena, M (1997)

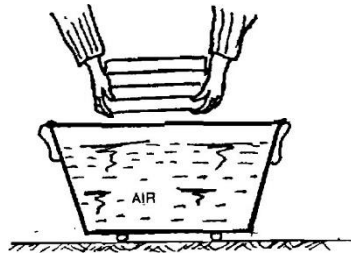
- Rentangkan benang dari kedua profil pada garis paling bawah.



*Gambar 2.16* Merentangkan benang dari kedua profil  
Sumber: Wena, M (1997)

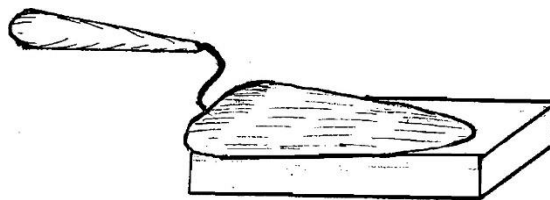
Pemasangan bata merah lapisan pertama dilakukan dengan teknik sebagai berikut:

1. Dengan melakukan perendaman bata merah sebelum dipasang selama 10 menit apabila bata dalam keadaan kering.



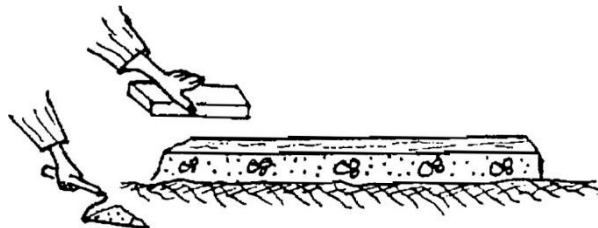
*Gambar 2.17* Merendam bata merah  
Sumber: Wena, M (1997)

2. Dengan menggunakan sendok semen (cetok) untuk memasang bata.



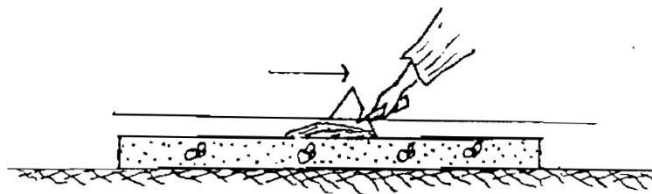
*Gambar 2.18* Sendok cetok semen  
Sumber: Wena, M (1997)

3. Sewaktu mengambil mortar dengan cetok, tangan kiri harus sudah memegang bata.



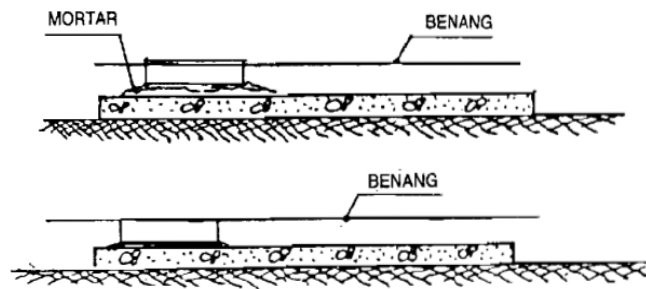
*Gambar 2.19* Cara memegang cetok dan bata  
Sumber: Wena, M (1997)

4. Cara meletakkan mortar yaitu dengan meletakkan mortar di tengah - tengah pondasi, lalu cetok di tarik ke belakang dan sambil di angkat ke atas.



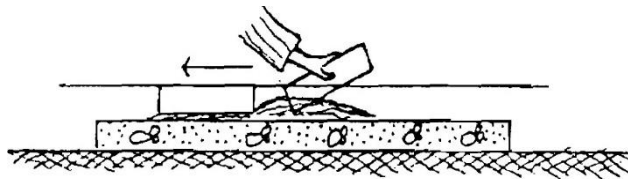
*Gambar 2.20* Cara meletakkan mortar  
Sumber: Wena, M (1997)

5. Bata kemudian diletakkan di atas mortar tadi dan diitekan ke bawah dan permukaan atas bata harus rata dengan benang.



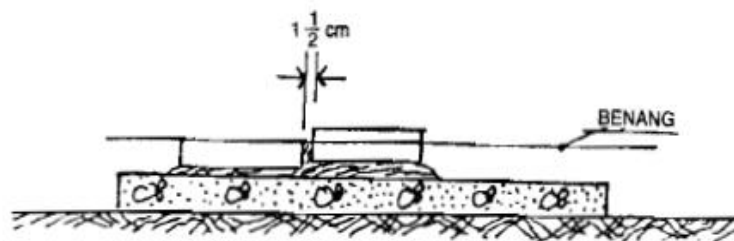
*Gambar 2.21* Meletakkan bata di atas mortar  
Sumber: Wena, M (1997)

6. Mengambil satu sendok mortar dan bata, kemudian mortar diletakkan di atas pondasi berikut, bata diletakkan di atas mortar tersebut dengan membenamkan pojoknya pada pertengahan mortar sedalam 2cm.



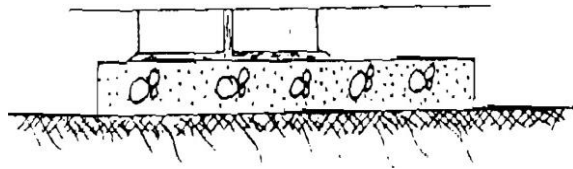
*Gambar 2.22* Membenamkan bata merah  
Sumber: Wena, M (1997)

7. Kemudian bata didorong ke belakang sampai batas antara kedua bata terisi mortar.



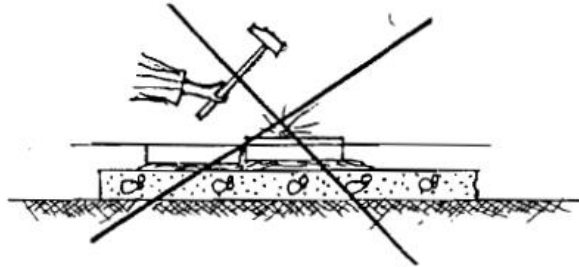
*Gambar 2.23* Mendorong bata merah  
Sumber: Wena, M (1997)

8. Kemudian bata ditekan ke bawah hingga permukaan bata sama rata dengan benang, dengan menggesek-gesekkan ke arah muka belakang sambil ditekan ke bawah.



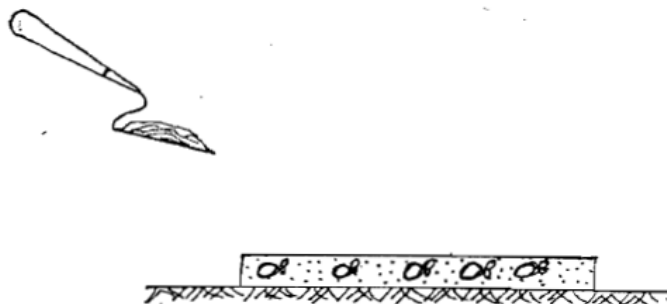
*Gambar 2.24 Menekan bata ke bawah*  
Sumber: Wena, M (1997)

9. Hal yang harus diperhatikan yaitu jangan menekan bata dengan cara mengetoknya, karena akan melepaskan ikatan antara mortar dan bata.



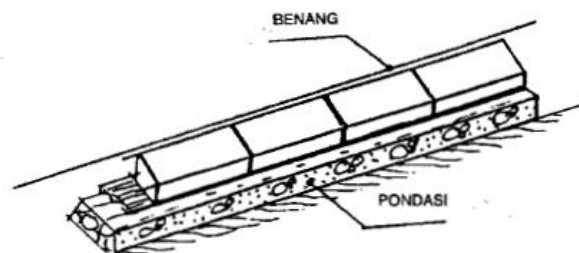
*Gambar 2.25 Cara kerja yang salah*  
Sumber: Wena, M (1997)

10. Dalam pengambilan mortar untuk sebuah bata jangan sampai kurang atau berlebihan.



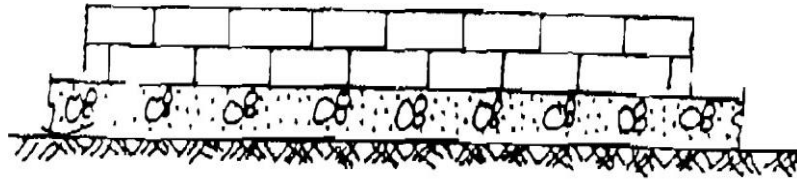
*Gambar 2.26 Mengambil mortar yang pas*  
Sumber: Wena, M (1997)

11. Sisi bata tidak menyentuh benang, tetapi harus sejajar dengan jarak renggang 1 mm.



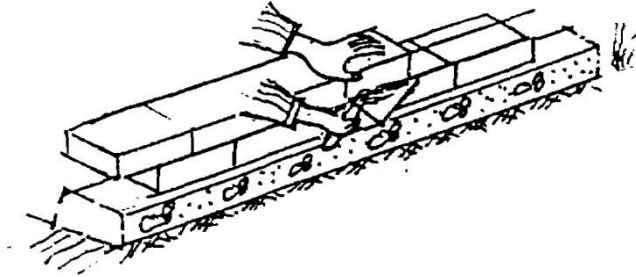
*Gambar 2.27 Posisi benang dan sisi bata*  
Sumber: Wena, M (1997)

12. Pemasangan bata dimulai dari pinggir, namun hal yang harus diingat sisi ujung bata lapis kedua harus berada di tengah-tengah bata pertama, sehingga membuat siar tegak pasangan menjadi zig-zag.



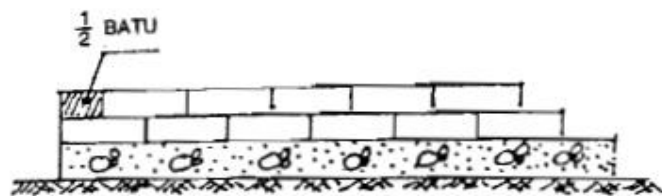
Gambar 2.28 Pemasangan bata lapisan ke 2  
Sumber: Wena, M (1997)

13. Teknik pemasangan lapis kedua sama dengan lapis pertama, tetapi sewaktu menekan bata ke bawah cetok dirapatkan pada sisi bata di bawahnya guna menampung kalau ada sisa mortar yang jatuh.



Gambar 2.29 Posisi cetak pada pemasangan lapisan ke 2  
Sumber: Wena, M (1997)

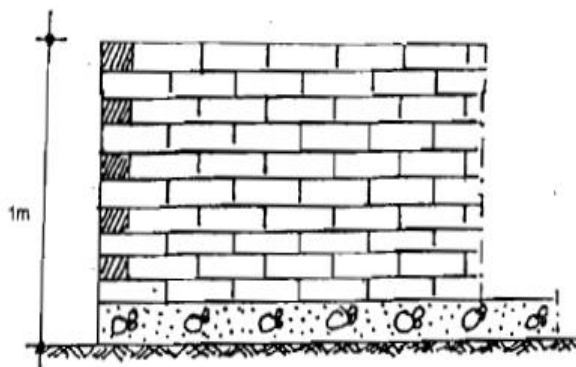
14. Biasanya lapis kedua dimulai dengan setengah bata, guna mendapatkan siar tegak yang zig-zag.



Gambar 2.30 Pemasangan bata setengah  
Sumber: Wena, M (1997)

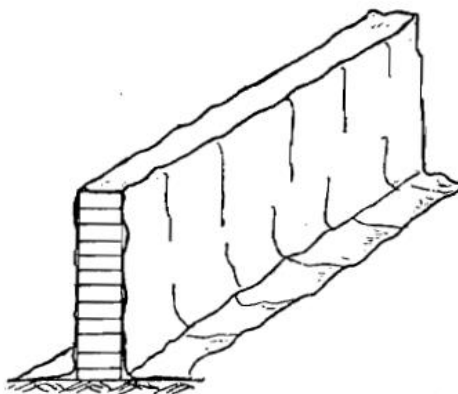
15. Pemasangan lapisan ketiga sama seperti pemasangan lapisan pertama, sampai mencapai tinggi maksimum pasangan yang dikerjakan 1,5m.





*Gambar 2.31* Pemasangan lapisan 1 meter  
Sumber: Wena, M (1997)

16. Setelah pekerjaan pemasangan dinding selesai, permukaan dinding dan area sekitarnya dibersihkan.



*Gambar 2.32* Penutupan pasangan bata dengan plastik  
Sumber: Wena, M (1997)

*Halaman sengaja dikosongkan*