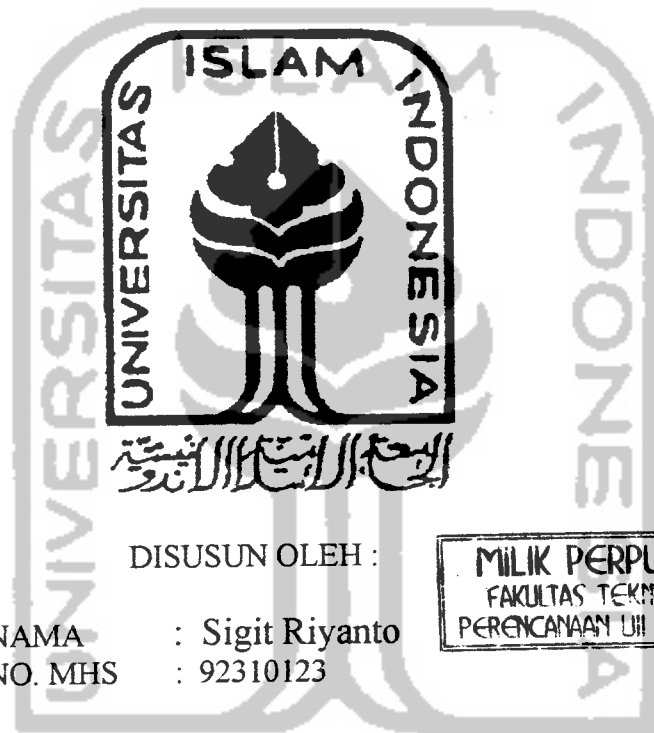


**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PEMAHAMAN TUKANG BANGUNAN TERHADAP**  
**BANGUNAN SEDERHANA TAHAN GEMPA DAN**  
**PELAKSANAAN BANGUNAN SEDERHANA**  
**(STUDI KASUS DI EMPAT KABUPATEN DI PROPINSI**  
**DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)**



DISUSUN OLEH :

NAMA : Sigit Riyanto  
NO. MHS : 92310123

MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UJI YOGYAKARTA

NAMA : Herlina Andriany  
NO. MHS : 92310229

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2001**

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PEMAHAMAN TUKANG BANGUNAN TERHADAP**  
**BANGUNAN SEDERHANA TAHAN GEMPA DAN**  
**PELAKSANAAN BANGUNAN SEDERHANA**  
**(STUDI KASUS DI EMPAT KABUPATEN DI DAERAH**  
**ISTIMEWA YOGYAKARTA)**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh  
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

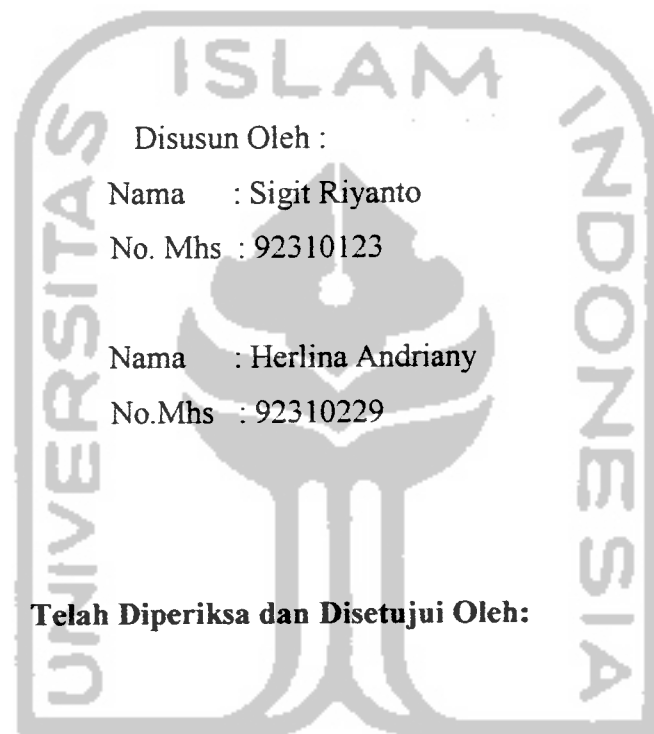
NAMA : Sigit Riyanto  
NO. MHS : 92310123  
Nirm : 970051013113120005

NAMA : Herlina Andriany  
NO. MHS : 92310229  
Nirm : 970051013113120046

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2002**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS PEMAHAMAN TUKANG BANGUNAN TERHADAP  
BANGUNAN SEDERHANA TAHAN GEMPA DAN  
PELAKSANAAN BANGUNAN SEDERHANA  
(STUDI KASUS DI EMPAT KABUPATEN DI PROPINSI  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)**



Disusun Oleh :

Nama : Sigit Riyanto

No. Mhs : 92310123

Nama : Herlina Andriany

No.Mhs : 92310229

**Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:**

**Ir. Faisol.AM.MS**

**Dosen Pembimbing I**

*Faisol*  
**Tanggal: 11-5-2002**

**Fitri Nugraheni, ST, MT**

**Dosen Pembimbing II**

*Fitri*  
**Tanggal: 11/5/02**

## MOTTO

Apabila bumi digoncangkan dengan goncangannya (yang dahsyat), dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandungnya), dan manusia bertanya: "Mengapa bumi (jadi begini)?" pada hari itu bumi menceritakan beritanya, karena sesungguhnya Tuhanmu telah memerintahkan (yang sedemikian itu) kepadanya, pada hari itu manusia ke luar dari kuburnya dalam keadaan yang bermacam-macam, supaya diperlihatkan kepada mereka (balasan) pekerjaan mereka, barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya dia akan melihat (balasannya), dan barangsiapa yang mengerjakan kejahatan seberat dzarrahpun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya pula.

(QS: AZ- ZALZALAH (99): ayat 1-8)

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia – Nya kepada kami. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.

Adapun maksud dari penulisan Tugas Akhir ini sebagai syarat kelulusan pada jenjang S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Tugas akhir ini berjudul **“Analisis Pemahaman Tukang Bangunan Serta Pelaksanaan Pada Bangunan Sederhana Tahan Gempa” (Studi Kasus Di Empat Kabupaten Yogyakarta)**.

Kami menyadari bahwa selesainya Tugas Akhir ini berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu melalui kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadhir, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Faisol. AM. MS, selaku Dosen Pembimbing I memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis dengan penuh perhatian, kesungguhan hati serta kesabaran selama penulisan Tugas Akhir ini.

4. Ibu Fitri Nugraheni, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang juga memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis.
5. Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D, selaku Dosen Rekayasa Kegempaan Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Kepala Lembaga Penelitian UII, dan Pusat Studi Rekayasa Kegempaan UII (CEEDES UII) memberikan penjelasan dan membantu penulis dalam peminjaman diktat-diktat, lokakarya, dan seminar-seminar yang berhubungan dengan kegempaan.
6. Bapak Ir. Teddy Boen, selaku Rekayasa Kegempaan Internasional yang telah memberikan penjelasannya melalui internet atas pertanyaan penulis.
7. Bapak dan Ibu serta adik-adikku, Inggit, Wisnu, dan, Sindu yang telah secara tekun memperhatikan, mendorong dan memberikan do'anya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
8. Teman Almamater yang memberikan masukan-masukkannya.
9. Sikecil tersayang yang telah memberikan semangat, dan dorongannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-temanku, Pak Abas, Bang Ali, Agung, Antok, Yusuf, Eko, dan, Hendri, Ape, yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian dilapangan hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
11. Seseorang (dambaan hati), yang telah memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga dengan segala amalan yang baik tersebut, akan memperoleh balasan rahmat dan karunia Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir yang dibuat ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata Penulis berharap semoga hasil karya ini memberikan manfaat bagi pihak – pihak yang memerlukannya. Amin.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, Desember 2001

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pokok Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Kejadian-Kejadian Gempa Bumi.....	7
2.2. Perencanaan Pengawasan Pelaksanaan dan Mutu Rendah.....	8
2.3. Kerusakan Bangunan Sederhana Secara Umum.....	9
2.3.1. Kerusakan Akibat Kesalahan Prinsip.....	10
2.3.2. Kerusakan Akibat Lemahnya Perkuatan.....	11



2.3.3. Kerusakan Akibat Bahan Yang Tidak Bermutu .....	12
2.3.4. Kerusakan Akibat Mutu Pelaksanaan.....	13
2.4. Kategori Bangunan Rumah Tinggal Sederhana.....	14
2.5. Rumah Sederhana Tahan Gempa.....	17

### **BAB III LANDASAN TEORI**

3.1. Umum.....	19
3.2. Penyebab Gempa.....	20
3.3. Gempa Tektonik.....	21
3.4. Gempa Vulkanik.....	22
3.5. Skala Kekuatan Gempa.....	22
3.6. Parameter Gempa Bumi.....	23
3.7. Pengaruh Gempa Pada Bangunan.....	24
3.8. Maksud dari Kekuatan Bangunan Sederhana Tahan Gempa...	25
3.9. Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.....	27
3.9.1. Pertimbangan Keadaan Setempat.....	27
3.9.2. Bentuk dari Rencana Bangunan.....	28
3.9.3. Pelajaran dari Kerusakan Akibat Gempa Bumi.....	29
3.10. Pelaksanaan Bangunan Sederhana Tahan Gempa.....	30
3.10.1. Pemilihan Lahan.....	31
3.10.2. Rencana Bentuk/Denah Bangunan.....	32
3.10.3. Persyaratan Bangunan Sederhana Tahan Gempa pada Struktur Rangka Bangunan (Balok Sloop, Kolom Praktis, Balok Atas, dan Balok Lintel).....	33

3.11. Pemilihan Bahan.....	46
3.11.1. Semen.....	46
3.11.2. Bahan Agregat (Pasir dan Kerikil).....	47
3.11.3. Air.....	47
3.11.4. Batu Bata.....	48

#### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1. Subyek Penelitian.....	50
4.2. Obyek Penelitian.....	50
4.3. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	51
4.4. Data Observasi di Lapangan.....	51
4.5. Data Wacana.....	52
4.6. Jumlah Data.....	53
4.7. Pengumpulan Dokumen.....	54
4.8. Data Gambar.....	55
4.9. Analistik Diskriptif dan Pemahaman Tukang Bangunan.....	56
4.10. Analistik Diskriptif Pelaksanaan Bangunan.....	57
4.11. Bagan Alur Metode Penelitian.....	59

#### **BAB V PELAKSANAAN, HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

5.1. Pelaksanaan.....	60
5.2. Hasil dan Analisis Penelitian Pemahaman tukang Bangunan .....	61
5.2.1. Profil Tukang Bangunan.....	61
5.2.2. Pengetahuan Umum.....	65

5.2.3. Pemahaman Tukang Terhadap Persyaratan Bangunan Sederhana Tahan Gempa.....	67
5.3. Hasil dan Analisis Pelaksanaan Bangunan Rumah Tinggal Sederhana.....	74
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b>	
6.1. Profil Pelaksana/Tukang Bangunan.....	82
6.2. Pemahaman Umum Tukang Bangunan.....	82
6.3. Tingkat Pemahaman Khusus Tukang Terhadap Persyaratan Bangunan Sederhana Tahan Gempa.....	84
6.4. Penyimpangan pada Pelaksanaan Bangunan Sederhana Tahan Gempa.....	92
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	104
B. Saran.....	105
<b>PENUTUP</b>	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

- Tabel 5.1. Usia Tukang Bangunan
- Tabel 5.2. Pendidikan Tukang Bangunan
- Tabel 5.3. Pengalaman Kerja Tukang Bangunan
- Tabel 5.4. Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Akibat Gempa Bumi, Rangka, Faktor Ekonomi, dan Status Sosial pada Bangunan
- Tabel 5.5. Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Pengetahuan dan Penyuluhan Pengaruh Gempa Serta Metode Membangun Rumah Tinggal Tahan Gempa
- Tabel 5.6. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Blok Sloop
- Tabel 5.7. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Kolom Praktis
- Tabel 5.8. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Ringbalk
- Tabel 5.9. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Blok Lintel
- Tabel 5.10. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Adukan/Bahan Beton
- Tabel 5.11. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Pasangan dan Bahan Dinding Batu Bata
- Tabel 5.12. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Rangka dan Dinding pada Bangunan
- Tabel 5.13. Total Keseluruhan di Empat (4) Kabupaten Yogyakarta Mengenai Rangka dan Dinding pada Bangunan
- Tabel 5.14. Pelaksanaan Penulangan Blok Sloop
- Tabel 5.15. Pelaksanaan Penulangan Kolom Praktis

Tabel 5.16. Pelaksanaan Penulangan Ringbalk

Tabel 5.17. Pelaksanaan Penulangan Blok Lintel

Tabel 5.18. Pelaksanaan Adukan/Bahan Beton

Tabel 5.19. Pelaksanaan Adukan dan Bahan Pasangan Batu Bata

Tabel 5.20. Pelaksanaan Rangka Bangunan, Adukan Beton, dan Pasangan Bata



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1. Lokasi Perbatasan dan Letak Retak-Retak Lempengan Tektonik di Indonesia (Kertapati, 2000)
- Gambar 3.1. Pengaruh Gempa pada Bangunan
- Gambar 3.2. Bentuk Denah Bangunan yang Sederhana dan Simetris
- Gambar 3.3. Bentuk Bangunan Tidak Simetris dan Pemisahannya
- Gambar 3.4. Balok Sloop Beton Bertulang
- Gambar 3.5. Kolom Pengaku Dinding Beton Bertulang
- Gambar 3.6. Ringbalk/Balok Pengikat Atas Beton Bertulang
- Gambar 3.7. Balok Lintel Beton Bertulang
- Gambar 3.8. Kemampuan Dinding Bata Dalam Menahan Gaya Tekan
- Gambar 5.1. Histogram Usia Tukang Bangunan
- Gambar 5.2. Histogram Pendidikan Tukang Bangunan
- Gambar 5.3. Histogram Pengalaman Kerja Tukang Bangunan
- Gambar 5.4. Histogram Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Akibat Gempa Bumi, Rangka, Faktor Ekonomi, dan Status Sosial pada Bangunan
- Gambar 5.5. Histogram Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Pengetahuan dan Penyuluhan Pengaruh Gempa serta Metode Membangun Rumah Tinggal Tahan Gempa
- Gambar 5.6. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Blok Sloop
- Gambar 5.7. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Kolom Praktis
- Gambar 5.8. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Ringbalk

Gambar 5.9. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Blok Lintel

Gambar 5.10. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai

Adukan/Bahan Beton

Gambar 5.11. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Pasangan dan

Bahan Dinding Batu Bata

Gambar 5.12. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Rangka dan

Dinding pada Bangunan

Gambar 5.14. Histogram Pelaksanaan Penulangan Blok Sloop

Gambar 5.15. Histogram Pelaksanaan Penulangan Kolom Praktis

Gambar 5.16. Histogram Pelaksanaan Penulangan Ringbalk

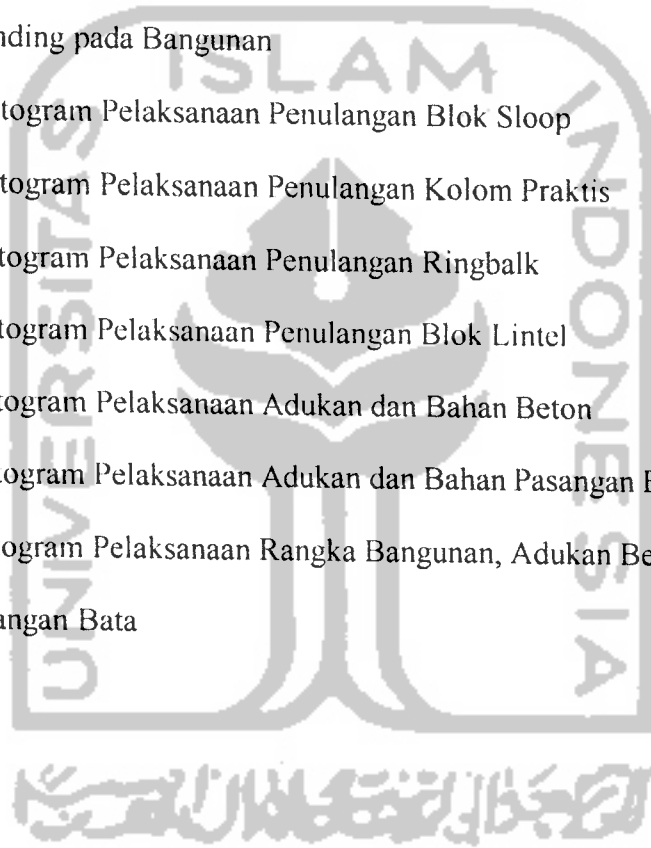
Gambar 5.17. Histogram Pelaksanaan Penulangan Blok Lintel

Gambar 5.18. Histogram Pelaksanaan Adukan dan Bahan Beton

Gambar 5.19. Histogram Pelaksanaan Adukan dan Bahan Pasangan Batu Bata

Gambar 5.20. Histogram Pelaksanaan Rangka Bangunan, Adukan Beton, dan

Pasangan Bata



## ABSTRAK

*Ditinjau dari segi tektonik sebagian besar wilayah Indonesia berdekatan dengan plate boundaries (batas lempeng tektonik), yang merupakan zona potensial terjadinya gempa bumi. Peristiwa alam ini, gempa bumi sering menimbulkan bencana yang mengakibatkan kerugian harta benda maupun manusia. Kerugian akibat gempa bumi dapat dilihat sebagai kerugian langsung karena getaran gempa bumi (efek primer) dan kerugian secara tidak langsung. Kerugian langsung umumnya timbul karena rusaknya bangunan. Kerusakan bangunan sebagian besar yang terjadi, lebih dari 90%, merupakan jenis bangunan sederhana. Salah satu penyebab kerusakan pada bangunan adalah mutu perencanaan dan pelaksanaan yang rendah.*

*Masyarakat pedesaan khususnya di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai salah satu propinsi di Indonesia merupakan wilayah yang rawan terhadap gempa. Pada umumnya dalam membangun rumah tinggal yang rangkanya terbuat dari beton bertulang direncanakan/dilaksanakan oleh pemilik bangunan sendiri dan para tukang setempat. Dengan terbatasnya pemahaman yang dimiliki oleh perencana maupun pelaksana tersebut ternyata masih banyak penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan bangunan bila disesuaikan dengan batasan/aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa.*

*Melihat kondisi tersebut di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya di wilayah pedesaan masih perlu adanya sosialisasi, pelatihan dan penyuluhan baik mengenai bahaya gempa maupun tentang cara-cara pembuatan bangunan sederhana tahan gempa.*



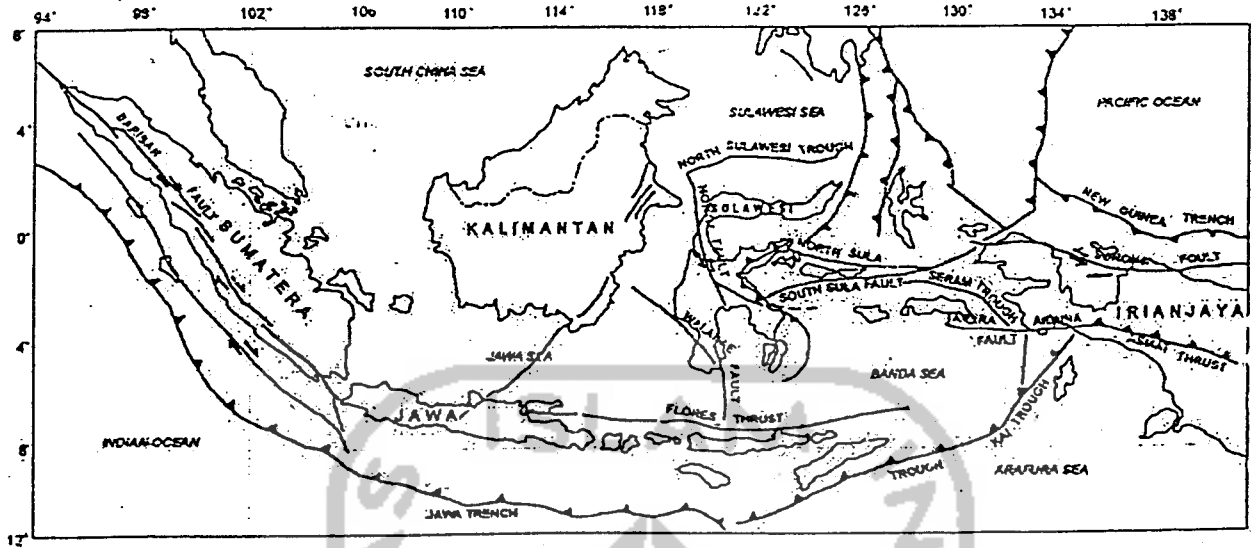
# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini membahas tentang latar belakang masalah, pokok masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini.

### 1.1. Latar Belakang

Sebagian besar wilayah Indonesia, yang meliputi sekitar 2/3-nya, merupakan wilayah yang rawan serta tingkat resiko yang tinggi terhadap gempa bumi. Perkiraan tersebut didasarkan pada sejarah peristiwa gempa dan analisis mengenai kondisi geologi di Indonesia yang dilalui oleh dua jalur gempa yaitu Circum Pasifik Earthquake Belt (melalui Sulawesi Utara, Kepulauan Maluku, dan Irian Jaya) dan Trans Asiatic Earthquake Belt (Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, dan Irian Jaya) dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1.** Lokasi Perbatasan dan Retak-Retak Lempeng Tektonik di Indonesia (Kertapati, 2000)

Dalam waktu 2 tahun terakhir ini saja, beberapa gempa kuat telah merusakkan beberapa wilayah yang banyak menyebabkan korban harta benda maupun jiwa, diantaranya adalah gempa Blitar (1998), Mangole (1998), Pandeglang (1999), Banggai (2000), Bengkulu (2000), Sukabumi (2000), dan Cicalengka (2000). Yogyakarta juga di guncang gempa tektonik berkuatan 6,3 skala richter sekitar pukul 12.05 pada tanggal 25 Mei 2001 (Kedaulatan Rakyat, 2001).

Getaran yang diakibatkan oleh gempa tersebut dapat mengalami kerusakan besar khususnya pada konstruksi bangunan tidak bertingkat/bangunan sederhana yang memerlukan perhatian serius karena ini langsung menyangkut keselamatan jiwa penghuninya. Menurut pengalaman (Tim Rekonaisans 2000c), lebih dari

90% merupakan jenis bangunan sederhana yang dimiliki oleh rakyat Indonesia serta kerusakan besarnya pada bangunan yang terbuat dari beton bertulang, sedangkan bangunan yang terbuat dari kayu atau bambu hampir tidak ada yang mengalami kerusakan yang parah. Ini dikarenakan sifat beton yang kaku/liat dan berat volumenya lebih besar dibandingkan kayu.

Seharusnya bangunan yang terbuat dari struktur rangka beton bertulang dapat di rancang sebagai bangunan tahan gempa sesuai dengan aturan-aturan dan kaidah-kaidah yang ada. Karena di lihat dari mutu dan bahan, beton bertulang memiliki kelebihan dibandingkan bahan lainnya. Kelebihan tersebut dapat di lihat dari kekuatannya dalam menahan gaya dinamis lebih besar dibandingkan bahan lain. Tapi kenyataannya, justru bangunan dengan beton bertulang yang mayoritas mengalami kerusakan parah, sementara dikalangan masyarakat sudah timbul gejala untuk meninggalkan bangunan kayu atau bambu menjadi bangunan permanen tanpa memperhatikan persyaratan desain bangunan sederhana tahan gempa.

Timbul pertanyaan kenapa bangunan beton bertulang tersebut sangat lemah menahan goncangan gempa. Apakah dari penggunaan material bangunan yang berat, getas dan bermutu rendah, atau mutu pelaksanaan yang rendah, atau perawatan bangunan yang kurang memadai, atau perencanaan yang tidak sesuai dengan aturan-aturan tentang bangunan sederhana tahan gempa, sehingga di sini penting adanya penelitian manajerial mengenai perencanaan dan pelaksanaan konsep bangunan sederhana tahan gempa, baik dari segi mutu bahan, perencanaan, pelaksanaan, dan semua itu tergantung kepada manusianya sendiri

dalam membangun tempat huniannya yang dipergunakan nantinya. Apakah bangunan tersebut dapat dikatakan memenuhi syarat atau tidak kalau sewaktu-waktu terjadi gempa lagi, apakah bangunan tersebut khususnya bangunan sederhana akan sama kerusakannya atau lebih besar lagi dari bangunan yang pernah rusak akibat gempa. Mungkin belum pernah dibicarakan secara langsung oleh perencana maupun pelaksana konstruksi.

## **1.2. Pokok Masalah**

Dari pengalaman-pengalaman kejadian gempa bumi di Indonesia mengakibatkan kerusakan umumnya terjadi pada bangunan sederhana yang mayoritas dimiliki penduduk khususnya pedesaan. Pada umumnya tukang bangunan di pedesaan ikut berperan dalam merencanakan dan melaksanakan bangunan tersebut. Dengan melihat kondisi seperti ini mengenai tukang bangunan pedesaan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta :

1. Apakah tukang bangunan memahami tentang persyaratan bangunan sederhana tahan gempa.
2. Apakah ada penyimpangan pelaksanaan bangunan sederhana dibandingkan dengan persyaratan yang ada.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis:

1. Mengetahui pemahaman tukang bangunan terhadap bangunan sederhana tahan gempa.
2. Mengetahui penyimpangan-penyimpangan pelaksanaan bangunan sederhana di Yogyakarta terhadap persyaratan bangunan sederhana tahan gempa.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini ialah:

1. Dapat digunakan daerah desa untuk sosialisasi pemahaman dan pengertian serta mengetahui tentang cara-cara perencanaan dan pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa kepada masyarakat agar dapat tercapai tata cara pelaksanaan dan pembuatan bangunan sederhana tahan gempa melalui informasi-informasi dengan cara penyebar luasan, penyuluhan, dan pelatihan.
2. Dapat mengembangkan suatu generasi baru bagi masyarakat luas umumnya, dan para ahli bangunan khususnya tukang-tukang bangunan sebagai sumber kualitas dalam sumber daya manusia terhadap perencanaan dan pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa agar lebih terarah dan terlaksana.

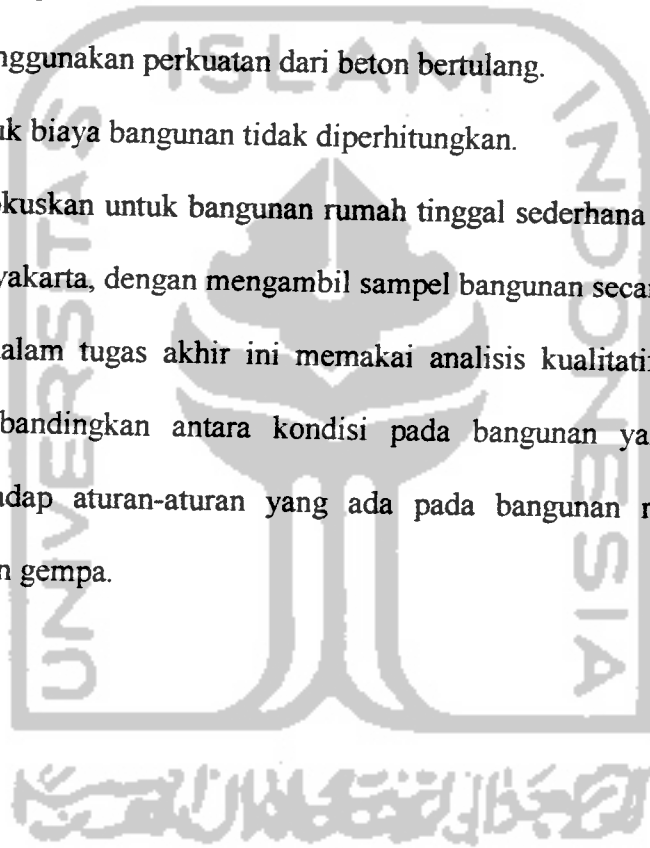
#### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diambil adalah:

1. Bangunan sederhana yaitu bangunan rumah tinggal semi permanen yang struktur rangkanya terbuat dari beton bertulang untuk kepentingan komersial/status sosial yang di bangun oleh pemilik bangunan itu sendiri atau

tukang-tukang setempat dengan tidak mendapatkan bantuan dari para ahli bangunan/arsitek tentang persyaratan bangunan sederhana tahan gempa.

2. Bangunan sederhana tidak bertingkat (*non-engineered*).
3. Analisis pekerjaan konstruksi sebatas pada pekerjaan struktur rangka (balok sloop, kolom, *ringbalk*, dan balok lintel), adukan dan bahan beton, serta adukan dan bahan pasangan bata.
4. Bangunan menggunakan perkuatan dari beton bertulang.
5. Anggaran untuk biaya bangunan tidak diperhitungkan.
6. Penelitian difokuskan untuk bangunan rumah tinggal sederhana (penduduk) di pedesaan Yogyakarta, dengan mengambil sampel bangunan secara acak.
7. Pembahasan dalam tugas akhir ini memakai analisis kualitatif dengan cara diskriptif/membandingkan antara kondisi pada bangunan yang diteliti di lapangan terhadap aturan-aturan yang ada pada bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka berisi tentang masalah kejadian-kejadian gempa bumi di Indonesia, perencanaan pengawasan pelaksanaan dan mutu rendah, kerusakan bangunan sederhana secara umum untuk kerusakan akibat kesalahan prinsip, kerusakan akibat lemahnya perkuatan, kerusakan akibat bahan yang tidak bermutu, dan kerusakan akibat mutu pelaksanaan, kategori bangunan rumah tinggal sederhana, serta rumah sederhana tahan gempa sebagaimana yang akan dijelaskan berikut ini.

#### **2.1. Kejadian-Kejadian Gempa Bumi di Indonesia**

Dalam waktu dua tahun terakhir ini saja, beberapa gempa kuat telah merusakkan beberapa wilayah, di antaranya adalah Blitar (1998), Mangole (1998), Pendeglang (1999), Banggai (2000), Bengkulu (2000), Sukabumi (2000), dan Cicasengka (2000). Sedangkan besar dari kejadian gempa merusak tersebut ternyata menimpa pulau Jawa yang merupakan wilayah padat penduduk di Indonesia (Sarwidi, 2000).

Pada peristiwa gempa kuat, umumnya diikuti oleh rusak dan hancurnya bangunan dalam jumlah besar, seperti gempa Padang-Sumbar (Nop-1961), gempa

Tasik Malaya-Garut (1979), Banda Aceh (April-1987), Tapanuli (Agustus-1985), Palu (February-1985), Tarutung-Sumut (April-1987), gempa Flores (12 Desember 1992), gempa Gorontalo (1992), gempa Liwa-Lampung (1994), dan gempa Kerinci-Jambi (7 Oktober 1995), telah menimbulkan banyak kerugian, korban jiwa dan penderitaan penduduk di wilayah yang terkena getaran gempa (Siddiq, 2000).

Sumber gempa penujaman Jawa terletak di sebelah selatan dan barat pulau Jawa sekitar 200 hingga 300 km dari pantai selatan. Gempa besar yang merusakkan pulau Jawa yang terletak pada zona ini telah terjadi gempa-gempa merusak, di antaranya pada tahun 1840, 1859, 1867, 1903, 1921, 1937, 1943, 1981, 1998, 1999, dan 2000. Sebagian gempa-gempa tersebut telah merusakkan wilayah DIY dan Jawa Tengah (Fauzi, 1999 dan Firmansyah, 2000).

Gempa di Yogyakarta yang terjadi pada tanggal 25 Mei 2001 termasuk dengan gempa berkekuatan sedang dan telah cukup membuat gempar masyarakat Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya. Walaupun tidak terdapat korban jiwa, namun beberapa orang mengalami luka akibat kepanikan dalam penyelamatan dirinya. Kerusakan yang terjadipun relatif ringan, yaitu adanya retak-retak baru ataupun bertambah besarnya retak-retak lama pada dinding tembok non-struktur, terutama pada bangunan-bangunan biasa namun kualitas bangunan kurang baik (Sarwidi, 2001).



## 2.2. Perencanaan Pengawasan Pelaksanaan dan Mutu Rendah

Kesalahan struktural adalah kesalahan yang fatal di antara penyebab kerusakan bangunan runtuh. Ada beberapa bangunan yang runtuh tidak memakai *ring balk*, sloof, atau kolom-kolom. Bahkan ada bangunan yang tidak memakai ketiganya, jadi bangunan hanya merupakan pasangan bata belaka (Musyafa', 2000).

Menurut Sarwidi (2000) bahwa kerusakan bangunan yang terjadi sebagian besar, lebih dari 90%, merupakan jenis bangunan sederhana (non-engineered buildings), yaitu jenis bangunan yang dimiliki oleh sebagian besar rakyat Indonesia. Kerusakan bangunan-bangunan tersebut disebabkan oleh (1) penggunaan material bangunan yang berat, getas, dan bermutu rendah. (2) mutu pelaksanaan yang rendah. (3) perawatan bangunan yang kurang memadai. (4) sistem struktur yang tidak jelas atau tidak saling mengikat, (5) pemasangan elemen non-struktur atau elemen pracetak yang kurang sempurna, dan (6) kurang pahamiya pekerja bangunan tentang standar mutu bangunan.

Menurut Boen (2000) suatu gempa bumi dapat secara efektif mencari dan menemukan kelemahan-kelemahan suatu struktur. Kebanyakan kegagalan struktur hasil pengamatan kerusakan akibat gempa erat kaitannya dengan kekurangan-kekurangan pada bangunan yang didirikan, apakah itu disebabkan karena perencanaan yang tidak benar, kurangnya pengawasan, atau pelaksanaan yang tidak memadai (bahan bangunan dan pengerjaan yang kurang baik).

Kerusakan bangunan sebagian besar disebabkan oleh faktor-faktor seperti mutu bahan bangunan yang jelek, sistem konstruksi yang tidak memenuhi standar

bangunan tahan gempa dan kemungkinan akibat menurunnya permukaan tanah (Sudibyakto, 2000).

### 2.3. Kerusakan Bangunan Sederhana Secara Umum

Menurut Widodo (2000) korban pertama yang sangat menderita umumnya adalah masyarakat bawah/awam karena rusaknya bangunan sederhana atau bangunan tidak bertingkat. Hal ini dijumpai pada gempa-gempa di mana saja di luar negeri maupun di Indonesia termasuk gempa Blitar, Banggai, Bengkulu maupun gempa Sukabumi. Kerusakan bangunan maupun kerusakan struktural tanah sebetulnya dapat digolongkan menjadi tipe-tipe khusus. Tipe-tipe kerusakannya itu biasanya terjadi di semua kejadian gempa, sehingga menjadi tipikal.

Keruntuhan bangunan rumah penduduk, umumnya disebabkan antara lain oleh kelemahan-kelemahan berikut:

1. Mutu bahan bangunan sangat rendah.
2. Mutu pelaksanaan tidak baik, bangunan dilaksanakan sendiri atau tanpa tenaga ahli bangunan (*engineer*), dengan teknologi sangat sederhana.
3. Tidak direncanakan secara baik.

Hampir tidak ada di antara bangunan yang roboh akibat gempa, proses pembangunannya (perhitungan, perencanaan, dan pelaksanaannya) ditangani oleh profesional. Rakyat berpenghasilan rendah tidak mampu membayar tenaga ahli/konsultan untuk maksud tersebut. Kebanyakan penduduk dalam membangun

bangunan rumah tinggalnya dengan cara tradisional dan atau swadaya/gotong-royong (Siddiq, 1994).

### 2.3.1 Kerusakan Akibat Kesalahan Prinsip

Kerusakan bangunan akibat kesalahan prinsip tidak saja dialami di Indonesia tetapi telah dialami juga oleh banyak negara. Sebagaimana pada bangunan modern, pada bangunan sederhana juga diperlukan sistem perkuatan yang memadai. Pada bangunan sederhana dari batu bata misalnya, kekuatan bangunan hanya mengandalkan kekuatan bata, kualitas bata, dan kualitas adukan/spesi. Apabila kualitas bata dan spesinya rendah, maka kekuatan bangunan akan sangat terbatas. Agar bangunan mempunyai kekuatan yang cukup maka di samping kualitas bata, spesi juga diperlukan sistem perkuatan. Konfigurasi bangunan (misalnya adanya dinding yang terlalu panjang dan tinggi) mempunyai peran terhadap kerusakan bangunan (Widodo, 2000).

Kesalahan pada prinsip umum ini dapat dipahami dengan mempelajari perilaku bangunan akibat guncangan gempa. Parameter kekuatan guncangan gempa pada dasar suatu bangunan antara lain meliputi percepatan maksimum, lamanya gempa, dan frekuensi gempa. Percepatan maksimum akan mempengaruhi besarnya gaya gempa yang terjadi pada bangunan. Menurut hukum Newton II, gaya sama dengan perkalian antara percepatan dan masa. Sedangkan di ketahui, bahwa masa suatu benda dikalikan dengan percepatan gravitasi adalah merupakan berat benda tersebut. Oleh karena itu, bahan bangunan yang berat akan menyebabkan gaya yang besar pula pada bangunan, demikian

yang sebaliknya untuk bahan bangunan yang ringan (Sarwidi, 2000).

### **2.3.2 Kerusakan Akibat Lemahnya Perkuatan**

Sistem perkuatan bangunan seperti balok sloop, kolom praktis, dan balok ring dari beton sebenarnya sudah dipasang, namun demikian cara pelaksanaannya dan mutu bahannya tidak memenuhi persyaratan. Salah satu jenis kekurangannya adalah akibat tidak menyatunya secara baik sambungan antara sloop dengan skelet beton atau antara skelet dengan balok ring. Ketidaktahuan tukang tentang fungsi sambungan mengakibatkan kekuatan sistem perkuatan tidak mencapai optimal (Widodo, 2000).

Kesalahan pada detail dan perawatan yang di jumpai adalah, bahwa bangunan sudah sesuai dengan prinsip umum bangunan tahan gempa, namun pelaksanaan pembuatan detail dan perawatan berkualitas rendah. Kesalahan pada detail misalnya kesalahan pada sambungan kayu maupun sambungan penulangan sudut pada kolom beton bertulang praktis. Pada kasus tersebut, panjang penyaluran dan kait penulangan tidak mencukupi, sehingga sambungan sudut gagal menahan gaya gempa dan mempengaruhi kekuatan suatu sistem struktur bangunan tersebut. Di sisi yang lain, perawatan bangunan sangat menentukan kekuatan elemennya, yang secara otomatis akan menentukan kekuatan struktur. Kekuatan suatu elemen/bahan bangunan akan semakin menurun secara cepat dengan semakin rendahnya kualitas perawatan (Sarwidi, 2000).

### 2.3.3 Kerusakan Akibat Bahan yang Tidak Bermutu

Pada gempa Sukabumi beberapa waktu yang lalu, banyak rumah penduduk rusak parah/berat dan bahkan rata dengan tanah setelah gempa terjadi. Sebab utamanya adalah di pakainya mutu batu bata dan spesi yang sangat tidak memenuhi syarat. Maksudnya membuat tiang/skelet beton tetapi bahannya dari adukan spesi (kapur+semen merah+pasir) di campur dengan kerikil. Dapat dimengerti bahwa kekuatan skelet menjadi sangat rendah dan kenyataannya hancur saat terjadi gempa (Widodo, 2000).

Dinding yang terbuat dari bambu dan kayu relatif ringan dan liat, material ini sangat baik untuk membuat bangunan tahan gempa dan tingkat resikonya lebih rendah apabila reruntuhannya menimpa manusia. Bahan yang liat mempunyai sifat kebalikan dibandingkan bahan yang getas pada proses kerusakannya. Mekanisme kerusakannya material liat lebih lambat dibandingkan dengan proses kerusakan benda-benda yang getas. Benda-benda yang bersifat liat lebih dapat bertahan dalam perubahan bentuk. Sedangkan benda yang bersifat getas kurang dapat mengikuti perubahan bentuk pada saat benda tersebut mengalami gaya yang arahnya bolak-balik. Dalam hal demikian, banyak masyarakat membuat dinding setengah tembok, yaitu tembok pada bangunan bawah dan kayu di bagian atas. Dinding jenis ini akan lebih rendah ketahanannya terhadap guncangan gempa, karena tembok bersifat getas dan berat. Hal tersebut menyebabkan masyarakat berlomba-lomba membangun rumahnya dengan dinding tembok penuh untuk meninggikan gengsinya. Padahal telah diketahui bersama, dinding tembok bersifat getas dan berat (Sarwidi, 2000).

### 2.3.4 Kerusakan Akibat Mutu Pelaksanaan

Beberapa tukang itu sudah mengetahui bagaimana membangun bangunan yang baik, namun sebagian besar tukang-tukang lokal pengetahuannya belum seperti mereka. Mereka tidak mengetahui apa fungsi sistem perkuatan dan bagaimana menyambung elemen-elemen perkuatan tersebut. Oleh karena adanya keterbatasan pengetahuan di tambah dengan keterbatasan dana maka kualitas bahan yang di pakai dan mutu pelaksanaannya tidak memenuhi syarat (Widodo, 2000).

Secara tradisi, bangunan di sekitar wilayah Banten contohnya merupakan bangunan yang didirikan dengan menggunakan bahan kayu dan sistem struktur rangka kayu. Bahkan di beberapa tempat terdapat bangunan pemukiman dengan model struktur panggung dengan umpak batu sebagai penyangga bangunan yang utama. Tidak satupun dari jenis bangunan ini yang hancur akibat gempa, sementara bangunan dengan bahan dan sistem struktur batu bata hancur akibat gempa.

Ironisnya, “keagungan” tradisi ini sedikit demi sedikit bergeser karena pemahaman yang kurang. Batu bata sebagai elemen konstruksi yang relatif “baru” dan “efisien pelaksanaan” lambat laun menggantikan posisi kayu dan bambu. Dengan tanpa disertai pemahaman yang mendalam tentang sistem struktur dinding batu bata, pemakaiannya jenis struktur ini telah menjadikan bumerang bagi masyarakat di daerah rawan gempa (Idham, 2000).

#### 2.4. Kategori Bangunan Rumah Tinggal Sederhana

Bangunan-bangunan dapat di bagi 2 kategori berdasarkan proses perencanaan dan pelaksanaannya, pertama bangunan *engineered* yaitu: bangunan-bangunan yang direncanakan berdasarkan perhitungan struktur dan dilaksanakan di bawah pengawasan para ahli bangunan. Kedua bangunan *non engineered* adalah bangunan-bangunan yang di bangun secara spontan, berdasarkan kebiasaan tradisional setempat, dan pelaksanaannya tidak dibantu seorang arsitek maupun ahli bangunan.

Bangunan-bangunan *non-engineered* dapat di bagi menjadi dua kategori. Yang termasuk kategori pertama adalah bangunan-bangunan yang dibangun menurut tradisi dan disesuaikan dengan kebudayaan dan bahan bangunan yang tersedia di daerah tersebut. Bangunan yang termasuk kategori pertama ini pada umumnya disebut bangunan tradisional. Bangunan-bangunan tradisional ini pada umumnya mempunyai ketahanan gempa yang cukup baik. Ini disebabkan oleh kenyataan bahwa manusia dan alam telah lama ada bersama di planet bumi ini. Sejak zaman purba, manusia telah berusaha untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan dan melakukan usaha-usaha sederhana untuk menghadapi kekuatan alam. Pola pemukiman manusia, cara-cara tradisional, dan bahan bangunan yang di pakai untuk bangunan-bangunan tradisional untuk suatu wilayah tertentu merupakan bukti dari akumulasi kearifan tradisional, pengamalan, dan keahlian serta karya yang berkembang selama berabad-abad. Beberapa bangunan yang telah ada sejak berabad-abad dapat bertahan terhadap terjadinya gempa bumi (Boen, 2000).

Hasil penelitian dan pengamatan di lapangan pada kerusakan akibat gempa-gempa tersebut, bahwa jumlah terbesar dari bangunan yang rusak adalah “bangunan penduduk” termasuk kategori kedua yaitu bangunan yang di bangun oleh penduduk secara tradisional, dengan metoda konstruksi sederhana, tanpa sentuhan teknologi, tanpa sentuhan teknologi konstruksi dan analisa struktur yang rasional yang mampu menghasilkan bangunan tahan gempa (Boen, 2000).

Rumah yang di buat dari kayu dan bambu sudah terbukti cukup tahan terhadap gempa. Rumah-rumah dari kayu dan bambu sama sekali tidak rusak tidak saja pada gempa Banjarnegara, tetapi juga pada gempa Sukabumi, gempa Blitar maupun pada gempa-gempa yang lainnya. Hal ini terjadi karena kayu dan bambu cukup liat dan ringan sehingga saat terjadi gempa rumah-rumah itu cukup fleksibel. Permasalahan serius terjadi pada rumah-rumah tembok.

Tembok yang banyak disukai karena kenampakannya bagus, tetapi perlu di ingat bahwa tembok itu sangat kaku dan relatif getas. Akibatnya tembok kurang mampu menahan perubahan bentuk. Untuk itu perlu perkuatan-perkuatan agar secara keseluruhan, rumah tembok menjadi cukup kuat dan liat. Untuk itu perlu di pasang balok sloop di atas pondasi, kolom-kolom praktis/skelet dan balok pengikat/ring yang mengikat kolom-kolom praktis tersebut. Apabila mutu batu batanya cukup bagus dan sistem perkuatannya tersebut telah di buat maka itulah bangunan yang selama ini tidak rusak akibat gempa atau tahan gempa. Seperti begitulah bangunan sederhana tahan gempa yang dimaksud (Widodo, 2000).

Bangunan teknis adalah bangunan direncanakan dengan perhitungan teknis dan dilaksanakan serta diawasi dengan kemampuan teknis yang memadai.



Sedangkan bangunan selebihnya disebut bangunan non teknis di kenal dengan nama bangunan sederhana. Sementara itu ada bangunan jenis ketiga yaitu bangunan setengah teknis. Namun demikian di lapangan jenis bangunan yang ketiga ini seringkali sulit untuk ditentukan kriterianya secara tegas dengan jenis bangunan yang kedua (Sarwidi, 2000).

Bangunan tradisional ini lambat laun hilang dan diganti dengan bangunan-bangunan non-engineered yang termasuk kategori kedua, yaitu rumah tinggal sederhana atau bangunan untuk kepentingan komersial yang di bangun oleh pemilik bangunan tersebut atau tukang-tukang setempat yang tidak mendapatkan bantuan dari arsitek dan/atau ahli bangunan. Bangunan-bangunan tersebut terutama mencakup bangunan tembokan (bata, batu, dan batako) baik yang memakai perkuatan berupa kolom dan balok praktis, maupun tidak memakai perkuatan. Bangunan-bangunan tersebut pada umumnya di bangun dengan tidak memperhatikan prinsip-prinsip yang diperlukan agar memiliki ketahanan yang baik terhadap gempa bumi dan telah menimbulkan banyak korban jiwa dan harta benda di seluruh dunia (Musyafa',2000).

## **2.5. Rumah Sederhana Tahan Gempa**

Menurut Widodo (2000) pandangan orang tentang rumah tahan gempa seolah-olah seperti rumah yang di desain dan di buat secara khusus. Pandangan ini tidak mengandung kebenaran, karena rumah tahan gempa yang dimaksud dapat di buat cukup sederhana. Sebagaimana diketahui bahwa apabila terjadi gempa maka rumah akan bergoyang. Rumah akan cukup tahan menahan goyangan ini apabila

di pakai mutu bahan yang relatif baik dan adanya sistem perkuatan yang memenuhi syarat.

Rumah yang dibuat dari kayu dan bambu sudah terbukti cukup tahan terhadap gempa. Rumah-rumah dari kayu dan bambu sama sekali tidak rusak, tidak saja pada gempa Banjarnegara, tetapi gempa Sukabumi, gempa Blitar maupun pada gempa-gempa yang lain. Hal ini terjadi karena kayu atau bambu cukup liat (ulet) dan ringan sehingga saat terjadi gempa rumah-rumah itu cukup fleksibel.

Bangunan dari tembok batu bata yang dibangun secara baik yaitu mutu bahan relatif baik, adanya sistem perkuatan penahan beban horisontal, sistem perkuatan dibuat secara cukup pada kenyataan tahan terhadap gempa. Sistem perkuatan yang dimaksud adalah adanya balok sloop pengikat bawah, skelet yang cukup memadai, adanya balok ring pengikat atas. Apabila sistem perkuatan ini relatif cukup (kualitas dan kuantitas) dan dapat menyatu secara baik dengan tembok maka akan menjadi struktur penahan gaya horisontal yang cukup baik. Rumah-rumah penduduk dan rumah-rumah TKI di daerah Blitar, Tulungagung, Trenggalek, dan Malang ternyata mutu bahan yang sangat baik dan kenyataannya tidak mengalami kerusakan.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan dipergunakan untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Bagian ini juga akan memuat pengaruh gempa pada bangunan, dasar-dasar perencanaan bangunan tahan gempa, dan pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa serta penjabarannya.

#### **3.1. Umum**

Gempa bumi adalah suatu gejala fisik yang ditandai dengan bergetarnya bumi dengan berbagai intensitas serta merupakan bahaya/bencana alam yang sering mengakibatkan kerusakan harta benda maupun menimbulkan korban jiwa manusia selain bahaya-bahaya alam lain, misalnya angin ribut, banjir, dan sebagainya.

Indonesia merupakan daerah yang sering di landa gempa besar (kecuali pulau Kalimantan), sehingga para teknisi maupun arsitek harus memberi perhatian yang serius agar konstruksi bangunan yang di buat dapat tahan terhadap gempa. Beberapa contoh atas terjadinya gempa yang terjadi akhir-akhir ini di Indonesia antara lain

gempa di Bengkulu tanggal 4 Juni 2000, gempa di Pandeglang tanggal 23 Oktober 2000, dan masih ada beberapa wilayah lainnya yang di goncang gempa.

Sebagian besar malapetaka yang disebabkan oleh suatu gempa adalah akibat runtuhnya serta gagalnya bangunan-bangunan buatan manusia. Hal tersebut juga menunjukkan kurangnya pengetahuan dan perhatian kita terhadap hal-hal yang berhubungan dengan aktivitas serta karakteristik gempa bumi dan adanya suatu kekurangan dalam struktural regulation dan standar-standar yang cukup baik.

Perencanaan tahan gempa merencanakan bangunan-bangunan sedemikian rupa sehingga mempunyai daya tahan terhadap gempa bumi, dalam arti kata bahwa kalau bangunan-bangunan terkena gempa maka bangunan-bangunan tersebut tidak akan mengalami kehancuran strukturnya yang dapat merubuhkan bangunan tersebut.

### 3.2. Penyebab Gempa

Secara ilmiah, menurut penyebabnya, gempa dapat dibagi menjadi 4 macam yaitu:

#### 1. Gempa meteorik.

Yaitu gempa yang disebabkan oleh benda-benda langit yang jatuh dan menghantam bumi dengan kerasnya.

## 2. Gempa tanah runtuh.

Disebabkan oleh longsor atau runtuhnya tanah dalam volume yang besar. Gempa jenis ini jarang terjadi dan data mengenai kejadian gempa jenis ini sangat sedikit.

## 3. Gempa ledakan.

Gempa ini dapat bersifat alamiah atau buatan manusia. Gempa ledakan alamiah disebabkan oleh letusan gunung di kenal dengan gempa vulkanik (penjelasannya di sub bab berikutnya). Walaupun gempa jenis ini dapat diakibatkan oleh pelepasan energi dalam bumi yang besar, namun sebagian kecil energi yang berubah menjadi getaran tanah sedangkan buatan manusia disebabkan oleh ledakan bom nuklir. Gempa jenis ini hanya berakibat pada daerah sekitarnya yang relatif tidak luas dan tidak membahayakan dibandingkan dengan akibat hentakan angin panasnya.

## 4. Gempa tektonik.

Gempa yang paling sering menimbulkan bencana terhadap manusia di muka bumi (penjelasannya di bawah ini).

### 3.3. Gempa Tektonik

Gempa tektonik diakibatkan oleh pergeseran plat-plat tektonik di dalam bumi. Gempa jenis ini paling banyak dibicarakan, karena dapat menimbulkan bencana yang paling serius dibandingkan dengan jenis-jenis gempa yang lain. Dalam hal ini energi

yang terkekang ini dilepaskan sebagian atau seluruhnya dalam bentuk gelombang-gelombang gempa yang merambat menjauhi sumber gempa yang disebut fokus atau *hypocenter*. Titik pada permukaan bumi tegak lurus di atas *hypocenter* disebut *Epicenter*.

### 3.4. Gempa Vulkanik

Gempa vulkanik diakibatkan oleh gunung api yang meletus. Dari letusannya dapat menjalarkan gelombang-gelombang yang dapat di catat dengan alat seismograf dan kalau letusannya hebat sekali gerakan-gerakan dapat dirasakan langsung. Gempa vulkanik hanya bersifat lokal dengan getaran-getaran lemah, karena sebagian energi yang dilepaskan akibat meletusnya suatu gunung api telah dilepaskan dalam bentuk suara ledakan. Jadi secara umum gempa bumi yang merusak ialah gempa bumi tektonik.

### 3.5. Skala Kekuatan Gempa

Gempa tidak selalu sama atau identik dengan bencana, bila:

1. Gempa itu berkekuatan rendah, misalnya  $M = 4,0$  atau kurang  $\leq 5$  *MMI*.
2. Gempa berkekuatan sedang, misal  $M = 4,5-6,0$  atau *ground acceleration* 75-150 *gal*, tetapi bangunan telah di rancang dengan baik dan benar, yaitu di buat atau di bangun dengan struktur sesuai atau mampu berfungsi menahan gaya lateral seismik/gempa.

3. Gempa kuat,  $M > 6,0$  tetapi terjadi di wilayah tidak dihuni, seperti di daerah terpencil, misalnya di sekitar Irian atau Maluku.

Jadi bila suatu bangunan sudah dirancang/dikonstruksikan dengan baik, dapat diharapkan resiko rusak/runtuh dapat di cegah atau dikurangi.

### 3.6. Parameter Gempa Bumi

Suatu peristiwa gempa bumi umumnya digambarkan dengan parameter-parameter sebagai berikut (Boen, 2000):

- a. Tanggal terjadinya.
- b. Waktu terjadinya.
- c. Koordinat episenter (dinyatakan dengan koordinat (garis lintang dan garis bujur) geografis.
- d. Kedalaman fokus.
- e. *Magnitude*.
- f. Intensitas maksimum.

Hiposenter adalah suatu titik mula-mula pergerakan seismik terjadi, sering pula disebut fokus. Jadi lokasi hiposenter berada jauh di dalam bumi. Definisi lain mengatakan bahwa hiposenter adalah titik di bawah permukaan bumi tempat gelombang gempa pertama kali dipancarkan (Boen, 2000). Pusat gempa ini biasanya ditentukan melalui analisis data pada alat pencatat gempa bumi (seismograf).

Adapun episenter merupakan hasil proyeksi hiposenter ke permukaan bumi. Dengan kata lain episenter merupakan titik di permukaan bumi yang di dapat dengan menarik garis melalui fokus tegak lurus pada permukaan bumi.

Berdasarkan kedalaman fokus atau kedalaman hiposenter tersebut, suatu gempa bumi dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. gempa dangkal, bila kedalaman fokus lebih kecil dari 70 km.
- b. gempa menengah adalah gempa yang mempunyai kedalaman fokus antara 70-300 km.
- c. gempa dalam bilamana mempunyai kedalaman fokus lebih dari 300 km (Boen, 2000).

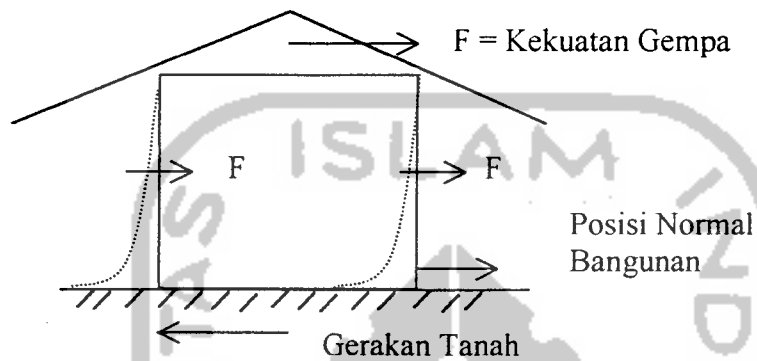
Parameter lain yang sering digunakan adalah jarak fokus dan jarak episenter. Jarak fokus adalah suatu titik di permukaan bumi terhadap hiposenter sedangkan jarak episenter adalah jarak suatu titik ke episenter.

### **3.7. Pengaruh Gempa Pada Bangunan**

Dalam kejadian gempa bumi, tanah bergetar dan tiba-tiba mulai bergerak dengan cepat, arah gerakan ini dapat ke mana saja di daerah dekat dengan pusat gempa, gerakan juga dapat ke atas ataupun ke bawah. Pondasi dan bangunan yang berada di atasnya bergerak bersamaan dengan gerakan tanah. Namun ada bagian dari bangunan yang berusaha untuk tidak bergerak, hal ini menyebabkan timbulnya



kekuatan tarik menarik dalam bangunan sehingga terjadi gerakan retakan-retakan pada bangunan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** Pengaruh Gempa Pada Bangunan (Tular, 1981)

Besar kekuatan gempa yang dapat mempengaruhi bangunan tergantung pada besar gerakan tanah dan berat bangunan, makin berat bangunan makin besar kekuatan gempa yang mempengaruhinya.

### 3.8. Maksud dari Kekuatan Bangunan Sederhana Tahan Gempa

Maksud bangunan kuat terhadap gempa adalah tidak berarti mencegah semua kerusakan bangunan bila terjadi kerusakan yang dahsyat, bangunan seperti ini sulit dilaksanakan karena memerlukan biaya yang sangat mahal. Tujuan utama dalam merencanakan bangunan tahan gempa adalah menyelamatkan nyawa manusia, mengurangi secara maksimal kecelakaan yang bakal terjadi dan harta benda, serta mengurangi sebesar mungkin biaya yang harus dikeluarkan bila harus melakukan

perbaiki bangunan yang rusak akibat gempa. Adapun batasan-batasan yang ada pada bangunan sederhana antara lain (Boen, 2000):

1. Bila terkena gempa ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
2. Bila terkena gempa bumi sedang, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan struktur, tetapi boleh mengalami kerusakan non strukturnya.
3. Bila terkena gempa bumi maksimum yang mungkin terjadi dengan periode ulang yang telah ditetapkan:
  - a. Bangunan boleh mengalami kerusakan struktur maupun non struktur, tapi tidak boleh runtuh sebagian atau seluruhnya.
  - b. Bangunan tersebut tidak boleh mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki.
  - c. Bangunan boleh mengalami kerusakan, tetapi kerusakan yang terjadi harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga dapat berfungsi kembali.

Batasan-batasan di atas ditetapkan berdasarkan kenyataan bahwa tidaklah ekonomis untuk merencanakan dan membangun bangunan-bangunan untuk tetap berperilaku elastis saat dilanda gempa kuat di suatu daerah rawan gempa. Karena gempa kuat biasanya mempunyai periode ulang yang cukup lama jauh di atas umur layan bangunan.

### **3.9. Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Tahan Gempa**

Perencanaan yang baik adalah merencanakan sebuah bangunan sederhana yang tahan terhadap gempa sesuai dengan ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah yang ada. Perencanaan juga harus didasarkan pada pengalaman-pengalaman yang lalu melalui pengetahuan secara teoritis tentang kekakuan bangunan kalau terkena gaya gempa, serta mengikuti peraturan-peraturan bangunan tahan gempa.

#### **3.9.1 Pertimbangan-Pertimbangan Keadaan Setempat**

Perencanaan bangunan tahan gempa di tiap-tiap daerah/negara berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh alasan sebagai berikut ini:

- a. Keadaan alam termasuk keadaan geologi dan geophysik suatu daerah/negara.
- b. Keadaan teknik termasuk konstruksi tradisional, bahan bangunan setempat, dan taraf kemajuan teknik suatu daerah/negara.
- c. Keadaan ekonomi adalah persoalan harga-harga kekayaan akan bahan-bahan bangunan, taraf kemakmuran suatu daerah/negara.

Dari kondisi di atas terlihat jelas bahwa peraturan untuk suatu daerah/negara tertentu belum tentu dapat di pakai untuk daerah/negara lain dengan tanpa disesuaikan dahulu dengan kondisi-kondisi setempat.

Apabila seorang perencana mendapatkan pekerjaan untuk merencanakan bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa maka ia segera melakukan tindakan-tindakan sebagai berikut ini:

1. Mengetahui tujuan bangunan yang akan didirikan.
2. Melihat letak lahan (tempat) bangunan itu.
3. Mengetahui syarat-syarat bangunan dari instansi yang bersangkutan.
4. Melihat keadaan tanah.
5. Syarat-syarat yang di kehendaki dari bangunan itu, dengan ketentuan dari kaidah-kaidah yang ada.
6. Bentuk dan denah bangunan.
7. Merencanakan rangka bangunan.
8. Besar dan perlengkapan bangunan.
9. Situasi terhadap keadaan sekitarnya.
10. Dan lain-lain.

Kebanyakan sarjana teknik berpendapat/merasa bahwa kalau perencanaannya sudah cukup, maka pelaksanaan sendiri akan berjalan dengan baik. Pengalaman membuktikan bahwa pendapat yang demikian itu meleset dan salah.

### 3.9.2 Bentuk Dari Rencana Bangunan

Perencanaan bangunan harusnya di buat sederhana, maksud dari sederhana adalah bahwa dari perencanaan (pengaturan *lay-out*) dan lain-lain di atur sedemikian rupa sehingga mengakibatkan sedikit sekali anggapan yang harus di ambil dalam perhitungan dan lain-lain. Dan kita harus mengusahakan sebaik mungkin, antara lain

kesatuan, keseragaman, dan simetris. Secara singkat syarat-syarat tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

- a. Kesatuan: struktur bangunan harus diikat satu sama lain dalam segala arah sedemikian sehingga bangunan tersebut akan bekerja sebagai satu kesatuan sesuai dengan anggapan yang diambil dalam perencanaan.
- b. Keseragaman: bagian dari struktur bangunan harus diusahakan sebanyak mungkin sama, antara lain ukuran sejenis, bentang-bentang, tinggi langit-langit, bukaan pintu dan jendela dalam tembok dan lain-lain.
- c. Simetri: bagian struktur bangunan harus diusahakan seimbang terhadap sumbu-sumbu utama bangunan. Jadi simetri dalam denah, massa, dan kekakuan.

Jadi hal-hal tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bentuk dari rencana bangunan tahan gempa harus sederhana baik dalam denah, maupun dalam pembagian massa dan kekakuan bagian-bagian bangunan.

### 3.9.3 Pelajaran dari Kerusakan Akibat Gempa Bumi

Pengalaman merupakan hal yang tak ternilai harganya, demikian juga pada gempa bumi. Gempa bumi di masa lalu banyak merusak bangunan-bangunan, terutama bangunan *non engineered* yang jumlahnya lebih besar dibanding bangunan *engineered*. Bangunan-bangunan yang mengalami kerusakan memberikan kesempatan yang istimewa untuk mengumpulkan data-data teknik mengenai kelakuan bangunan-bangunan selama gempa bumi, terutama kalau bangunan-bangunan

tersebut direncanakan tahan gempa menurut peraturan-peraturan bangunan tahan gempa.

Hal-hal di atas jelas memperlihatkan betapa banyak pelajaran yang berharga bisa diperoleh dari kerusakan-kerusakan akibat gempa bumi, dalam usaha untuk memecahkan persoalan sebab dan akibat serta yang paling utama untuk meminta perhatian para arsitek dan sarjana teknik sipil guna mengadakan langkah-langkah perbaikan di masa yang akan datang.

### **3.10. Pelaksanaan Bangunan Sederhana Tahan Gempa**

Pada pelaksanaan pekerjaan perlu dilakukan oleh ahli atau orang-orang yang menguasai/mengetahui konsep-konsep bangunan sederhana tahan gempa sehingga hasil pekerjaan yang dilakukan memenuhi syarat keamanan. Dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut diharapkan tidak terjadi penyimpangan-penyimpangan pekerjaan tersebut dari rencana sejak awal sampai selesai. Jadi apa yang telah direncanakan pada suatu bangunan sederhana tahan gempa dapat terwujud dalam bentuk jadi. Adapun pelaksanaan pekerjaan di lapangan tersebut antara lain:

1. Pemilihan lahan.
2. Pekerjaan pondasi.
3. Pekerjaan rangka bangunan.
4. Pemasangan dinding/tembok bangunan.
5. Pekerjaan atap bangunan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan bangunan sederhana tahan gempa perlu dilakukan oleh pekerja-pekerja bangunan yang telah berpengalaman, agar pekerjaan tersebut di peroleh hasil yang baik dan terlaksana lancar dan sesuai dengan peraturan dan kaidah-kaidah tentang bangunan sederhana tahan gempa.

### 3.10.1 Pemilihan Lahan

Gerakan yang dipancarkan pada suatu bangunan bergantung pada bagaimana bangunan tersebut di dukung oleh tanah. Hubungan antara bangunan dan tanah dapat mengizinkan energi serap, atau dapat mengubah gerakan pada dasar bangunan hampir serupa dengan gerakan umum tanah di sekelilingnya. Oleh karena itu sedapat mungkin hindarkan mendirikan bangunan di atas tanah seperti di bawah ini:

1. Tanah pasir lepas, getaran gempa dapat menyebabkan perubahan posisi butiran tanah sehingga bangunan di atasnya dapat melesak, retak-retak, dan hancur.
2. Lereng, gempa cenderung mengakibatkan keruntuhan pada lereng sehingga sangat membahayakan bangunan di atasnya, jika harus mendirikan bangunan di lereng pilihlah lereng yang stabil.

Waktu getar tanah di samping ditentukan oleh lunak atau kerasnya tanah, ditentukan pula hanya faktor-faktor antara lain dekatnya *epicenter* gempa, *magnitude*, dan lain-lain.

### 3.10.2 Rencana Bentuk/Denah Bangunan

Bentuk ataupun denah bangunan hendaknya sederhana, dalam arti kata mementingkan sedapat mungkin simetri, keseragaman, dan kesatuan. Hal ini berarti bahwa denah, massa dan kekakuan harus simetris, sebagaimana terlihat pada Gambar 3.2. dan 3.3. Denah-denah yang berbentuk huruf L, T, U, dan lain-lain secara kesatuan sebaiknya dihindarkan.

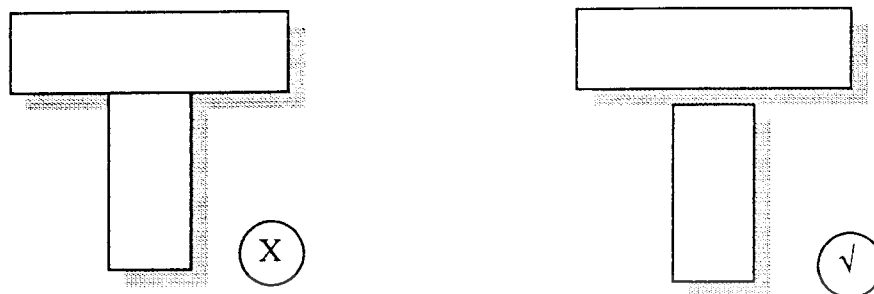
Kalau terkena gelombang-gelombang gempa bumi menggetarkan bumi, maka sayap suatu bangunan yang tegak lurus pada arah gerakan bumi, akan menderita pelenturan (*deflect*) lebih besar dari sayap bangunan yang sejajar dengan gerakan arah gerakan bumi.



**Gambar 3.2.** Bentuk Denah Bangunan yang Sederhana dan Simetris (Tular, 1981)

Hal ini disebabkan oleh karena waktu getar (*periode of vibration*) sayap yang tegak lurus arah gerakan bumi tidak sama dengan waktu getar sayap yang sejajar arah gerakan. Bila bentuk bangunan tersebut terpaksa tidak dapat dihindarkan hal ini dapat saja dilakukan dengan cara memisahkan dari kedua bagian sayap, lihat Gambar 3.3.





**Gambar 3.3.** Bentuk Bangunan Tidak Simetris dan Pemisahannya (Tular, 1981)

Cara terbaik adalah memisahkan kedua bagian (sayap) bangunan tersebut secara konstruksi dan membuat sambungan istimewa yang dapat menerima pergeseran-pergeseran sampai  $\pm 20$  cm (Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan). Sambungan tersebut dimaksudkan agar pada suatu gempa, sayap-sayap bangunan dapat bergetar menurut waktu getarnya masing-masing dan pergeseran-pergeseran yang timbul akan meretakkan/menghancurkan sambungan-sambungan tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari bagian-bagian/sayap gedung dari kerusakan-kerusakan.

### **3.10.3 Persyaratan Bangunan Sederhana Tahan Gempa pada Struktur Rangka Bangunan (Balok Sloop, Kolom Praktis, Balok Atas, dan Balok Lintel)**

Bangunan rumah tinggal semi permanen rangka bangunannya di buat dari konstruksi beton bertulang dengan dinding dari pasangan bata atau batako. Rangka

bangunan harus di buat dengan persyaratan yang mempunyai kekuatan dan kestabilan yang mantap, untuk memberikan bentuk yang permanen dan mampu mendukung konstruksi pada bagian atasnya, seperti atap pada bangunan itu sendiri. Untuk bangunan rumah tidak bertingkat dengan dinding-dinding penyekat dari pasangan bata, harus di beri konstruksi beton bertulang praktis, yaitu balok sloop, kolom praktis, dan balok atas (*ringbalk*) serta balok lintel. Konstruksi beton bertulang praktis tidak diharuskan melakukan perhitungan mekanika untuk perencanaan Bangunan rumah tinggal semi permanen rangka bangunannya di buat dari konstruksi beton bertulang dengan dinding dari pasangan bata atau batako. Rangka bangunan harus di buat dengan persyaratan yang mempunyai kekuatan dan dimensi beton dan jumlah penulangannya. Pemakaian konstruksi beton bertulang praktis pada bangunan tidak bertingkat, selain sebagai perkuatan pasangan bata juga sebagai syarat bangunan tahan gempa.

#### **3.10.3.1 Batas-Batas Minimum Bangunan Sederhana Tahan Gempa Tidak Bertingkat pada Balok Sloop**

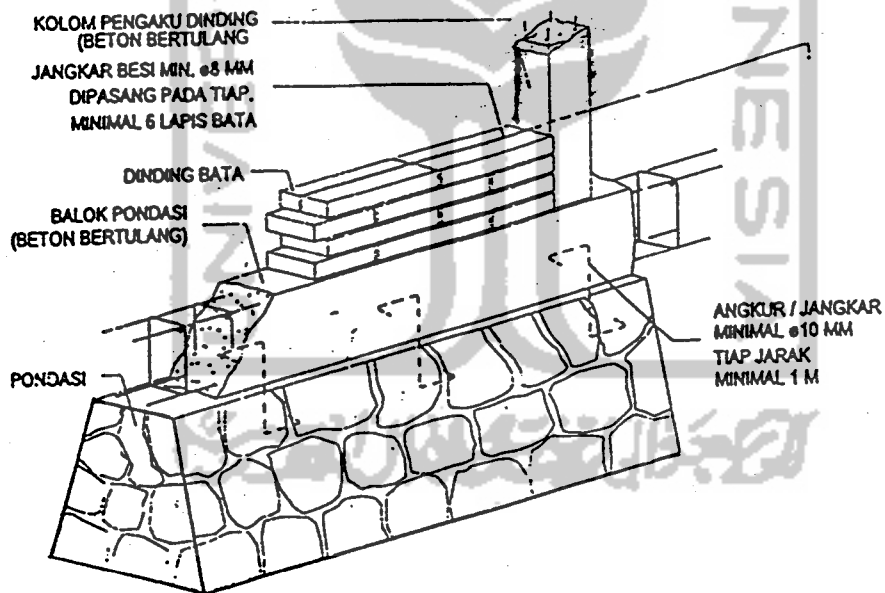
Balok sloop dipasang di atas seluruh panjang pondasi, untuk mendukung dan meratakan beton tembok di atasnya dan meneruskan ke pondasi di bawahnya. Balok sloop ini juga berfungsi sebagai transram yang dapat mencegah naiknya air dari bawah ke atas tembok.

Batas-batas tersebut menurut “Manual Bangunan Rumah Tinggal Tahan Gempa” oleh Teddy Boen, “Perencanaan Bangunan Tahan Gempa” oleh Ir. R.B. Tular dan “Konstruksi Bangunan Tidak Bertingkat” oleh Ir. Benny Purpantoro, MSCE sebagai berikut:

1. Tulangan atas memanjang (pokok) minimum di pakai adalah 2  $\varnothing$  12 mm.  
Tulangan bawah memanjang (pokok) minimum di pakai adalah 2  $\varnothing$  12 mm.
2. Sengkang atau begel tulangan yang di pakai minimum  $\varnothing$  8 mm dengan jarak antar sengkang maksimum 150 mm.
3. Antara balok sloop dan pondasi di beri perkuatan angkur dengan tulangan minimal  $\varnothing$  10 mm, jarak antar angkur maksimal 1 m.
4. Pada ujung pertemuan tulangan perlu dijangkarkan dengan baik, dengan memanjangkan ujung tulangan 40. d (detail sambungannya).
5. Untuk tebal dinding  $\frac{1}{2}$  batu bata dapat di pakai ukuran (dimensi) balok sloop sebesar 15/20 cm atau 20/25 cm.
6. Apabila menginginkan tebal dinding 1 batu bata, maka dapat di pakai ukuran (dimensi) balok sloop 25/30 cm atau 30/35 cm.

Khusus untuk ukuran tebal dinding 1 bata, tulangan yang di pakai adalah 4  $\varnothing$  16 mm. Ketentuan ini tergantung dari keinginan pemilik bangunan dan biasanya untuk tebal dinding dengan ukuran tersebut sangat jarang digunakan. Dalam merangkai (penganyaman) untuk keperluan penulangan antara tulangan utama dengan sengkang harus di ikat kuat dengan kawat bendrat.

Hal ini dimaksudkan agar rangkaian dalam balok sloop kuat dan pada saat pengecoran posisi sengkang tetap terjaga sesuai dengan jarak masing-masing. Agar balok sloop nantinya tidak mengganggu pemasangan tegel lantai, maka tinggi pemasangannya harus berada 10 cm di bawah permukaan lantai rencana. Tapi jangan terlalu jauh di bawah lantai, karena tinggi pasangan bata transram menjadi besar dan urungan pasir di bawah lantai menjadi sangat tebal terlihat seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Balok Sloop Beton Bertulang (Boen,2000)

### **3.10.3.2 Batas-Batas Minimum Bangunan Sederhana Tahan Gempa Tidak Bertingkat pada Kolom Praktis**

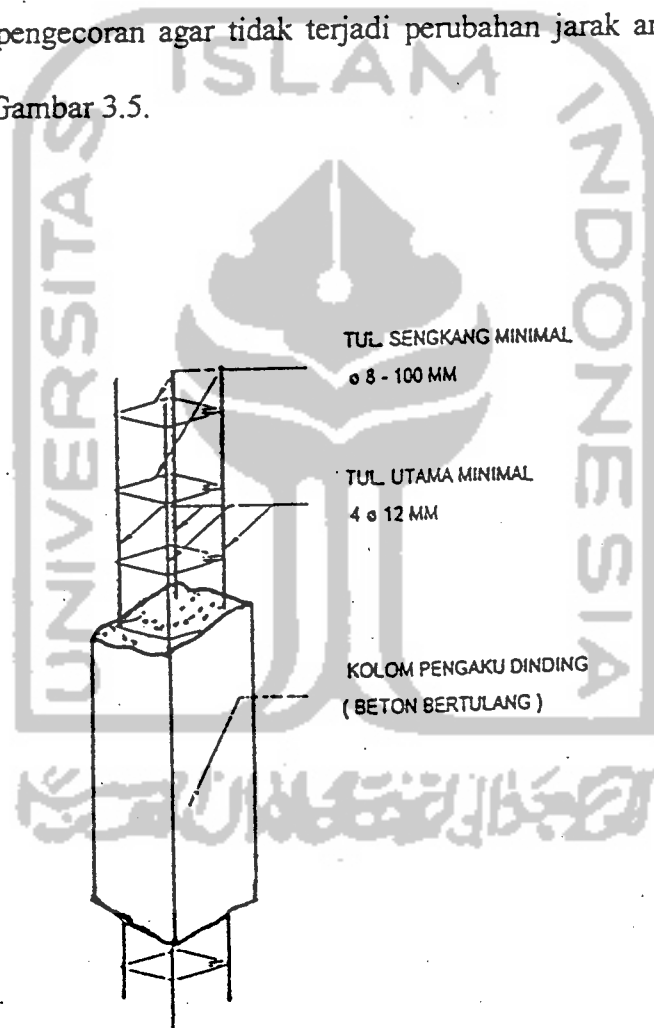
Kolom praktis merupakan perkuatan tembok yang umumnya di pasang pada jarak 3 m pada pasangan tembok lurus, pertemuan-pertemuan tembok (pertemuan sudut atau persilangan), dan pada kanan kiri lubang pintu dan jendela untuk pegangan maupun jepitan jendela. Kolom praktis juga dapat berfungsi sebagai tiang pendukung yang berdiri bebas.

Batas-batas tersebut menurut “Manual Bangunan Rumah Tinggal Tahan Gempa” oleh Teddy Boen, “Perencanaan Bangunan Tahan Gempa” oleh Ir. R.B. Tular dan “Konstruksi Bangunan Tidak Bertingkat” oleh Ir. Benny Purpantoro, MSCE sebagai berikut:

1. Tulang utama yang di pakai untuk kolom minimum 4 Ø 12 mm.
2. Sengkang atau begel di pakai tulangan minimum Ø 8 mm, dan jarak antar sengkang di pakai maksimum 150 mm.
3. Antara kolom praktis dan tembok/dinding batanya di beri angkur yang mengait pasangan bata di kanan kirinya. Tulangan yang di pakai minimal Ø 8 mm tiap 6 lapis bata atau panjang 300 mm.
4. Detail sambungan pada ujung pertemuannya perlu adanya penjangkaran dengan panjang ujung tulangan yang di jangkar 40.d.
5. Ukuran tampang pada kolom dapat di pakai :
  - a. Untuk tebal tembok  $\frac{1}{2}$  batu dapat di pakai ukuran 15/15 cm atau 15/20 cm.

b. Untuk tebal tembok 1 batu dapat di pakai ukuran 25/25 cm atau 25/30 cm.

Pada ukuran tebal dinding 1 batu bata selain jarang digunakan khusus untuk ketebalan tulangan yang di pakai adalah 4 Ø 16 mm. Dalam merangkai untuk penulangan kolom perlu diikat dengan baik agar di dapat hasil yang lebih maksimal. Selain itu pada saat pengecoran agar tidak terjadi perubahan jarak antar sengkang tersebut seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5. Kolom Pengaku Dinding Beton Bertulang (Boen,2000)

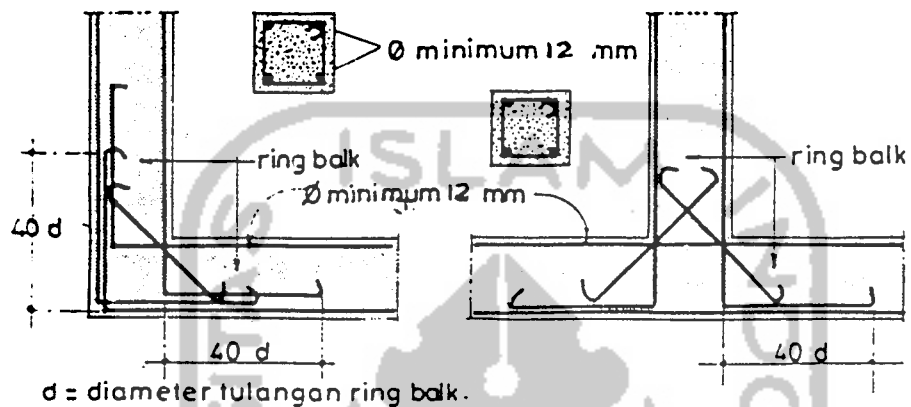
### 3.10.3.3 Batas-Batas Minimum Bangunan Sederhana Tahan Gempa Tidak Bertingkat pada Balok Atas/Ringbalk

Balok atas atau *ringbalk* di pasang pada bagian atas pasangan bata sebagai balok penjepit yang juga berfungsi untuk meratakan beban atap, baik rangka kuda-kuda, ataupun rangka plafon ke dinding atau kolom di bawahnya.

Batas-batas tersebut menurut “Manual Bangunan Rumah Tinggal Tahan Gempa” oleh Teddy Boen, “Perencanaan Bangunan Tahan Gempa” oleh Ir. R.B. Tular dan “Konstruksi Bangunan Tidak Bertingkat” oleh Ir. Benny Purpantoro, MSCE sebagai berikut:

1. Tulangan atas memanjang (pokok) minimum di pakai adalah 2  $\varnothing$  12 mm.  
Tulangan bawah memanjang minimum yang di pakai 2  $\varnothing$  12 mm.
2. Sengkang atau begel digunakan tulangan minimum  $\varnothing$  8 mm dan jarak antar sengkangnya dipasang maksimum tiap 150 mm.
3. Pada detail sambungan ujung pertemuannya perlu diadakan penjangkaran dengan memanjangkan ujung tulangan sepanjang 40.d.
4. Ikatan pada penulangan ring balk antara tulangan memanjang dengan sengkang harus di ikat kuat, agar terjaga posisi dan jarak antar sengkangnya.

Dalam pengikatan sengkang dan tulangan utama harus dilakukan secara baik dengan kawat bendrat diharapkan pada saat pengecoran posisi masing-masing sengkang tetap terjaga. Ukuran (dimensi) dari balok atas/ring balk di buat sama dengan ukuran pada balok sloop seperti pada Gambar 3.6..



Gambar 3.6. Tampak Atas Pertemuan Ringbalk (Boen, 1978)

#### 3.10.3.4 Batas-Batas Minimum Bangunan Sederhana Tahan Gempa Tidak Bertingkat pada Balok Bintel/Lintel/Lateil

Balok bintel/lintel atau balok penjepit di pasang menerus keliling bangunan. Dalam hal ini balok lintel berfungsi sebagai pengaku/penguat horisontal. Letak dari balok tersebut di pasang di atas kusen-kusen pintu dan jendela.

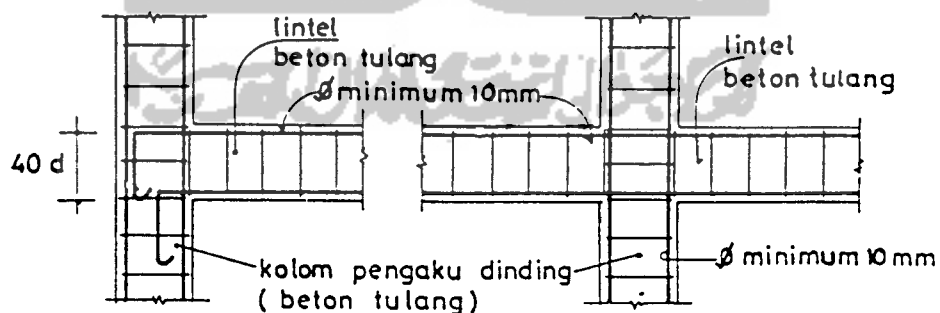
Batas-batas tersebut menurut “Manual Bangunan Rumah Tinggal Tahan Gempa” oleh Teddy Boen, “Perencanaan Bangunan Tahan Gempa” oleh Ir. R.B.



Tular dan “Konstruksi Bangunan Tidak Bertingkat” oleh Ir. Benny Purpantoro, MSCE sebagai berikut:

1. Tulangan utama (pokok) yang di pakai minimum  $4 \text{ } \varnothing 10 \text{ mm}$ .
2. Sengkang di pakai tulangan minimum  $\varnothing 8 \text{ mm}$ , dengan jarak antar sengkang maksimum 150 mm.
3. Pada ujung pertemuan atau detail sambungan perlu dijangkarkan dengan baik, ujung sambungannya adalah  $40.d$ .
4. Rangkaian penulangan dengan kawat bendrat perlu diikat kuat agar pada saat pengecoran jarak antar sengkang tetap terjaga baik.

Pada prinsipnya balok lintel dengan ring balk hampir sama. Dipasang kolom-kolom pengaku dinding dan pengaku dinding/perkuatan horisontal sedemikian sehingga luas bidang tembok diantara rangka yang mengapitnya tidak melebihi  $12 \text{ m}^2$  seperti pada Gambar 3.7.



$d =$  diameter tulangan lintel

**Gambar 3.7.** Pertemuan Balok Lintel Dengan Kolom Pengaku Dinding

(Boen, 1978)

### **3.10.3.5 Batas-Batas Minimum Bangunan Sederhana Tahan Gempa Tidak Bertingkat pada Adukan dan Bahan Beton**

Beton di dapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah (kerikil) dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran yang merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (durability) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, di antaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya.

Batas-batas tersebut menurut “Manual Bangunan Rumah Tinggal Tahan Gempa” oleh Teddy Boen, “Perencanaan Bangunan Tahan Gempa” oleh Ir. R.B. Tular dan “Konstruksi Bangunan Tidak Bertingkat” oleh Ir. Benny Purpantoro, MSCE sebagai berikut:

1. Campuran beton yang dianjurkan minimal perbandingannya adalah 1 pc : 2 pasir : 3 kerikil.
2. Bahan pasir dan kerikil harus bersih dan pencampuran air (air tidak boleh mengandung lumpur).
3. Pelaksanaan pengecoran kolom praktis, balok lintel ring balk, balok pondasi agar dilakukan secara berkesinambungan. (jangan berhenti mengecor sepotong-potong).

4. Bila pelaksanaan pengecoran terpaksa berhenti, untuk melanjutkan kembali perlu dilakukan sebagai berikut:
  - a. Permukaan beton harus dikasarkan terlebih dahulu.
  - b. Bersihkan dari segala kotoran yang ada.
  - c. Permukaan di beri spesi semen dan pengecoran dapat dilanjutkan kembali.

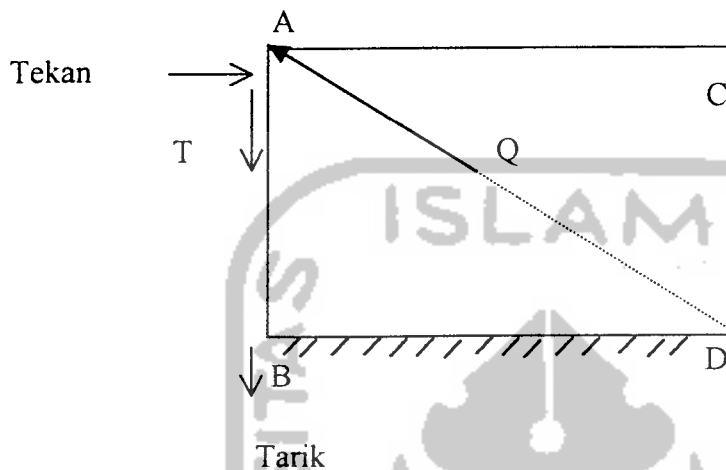
Bila memungkinkan sedapat mungkin pengadukan beton memakai alat pencampuran beton (molen). Apabila kondisi tersebut tidak memungkinkan pengadukan dapat dilakukan secara manual, asalkan merata agar di dapat mutu beton yang baik.

#### **3.10.3.6 Batas-Batas Minimum Bangunan Sederhana Tahan Gempa Tidak Bertingkat pada Adukan dan Bahan Pasangan Batu Bata**

Bila terjadi gempa bumi bangunan-bangunan dengan dinding batu bata yang paling banyak mengalami kerusakan. Dinding bata mempunyai volume yang besar, selain itu dinding bata mempunyai kekakuan yang tinggi dan merupakan bahan yang getas sehingga tidak mampu menahan gaya tarik dan lentur.

Kemampuan dinding bata menahan gaya-gaya tekan sangat di pengaruhi oleh mutu bahan, mutu campuran adukan, dan pelaksanaan dinding itu sendiri. Bila di tinjau pada dinding bata yang dibebani beban gempa  $H$  di dalam bidang dinding tersebut (seperti pada Gambar 3.8). Pada dinding A, B, C, D di bebani oleh gaya

horizontal H. Untuk mengimbangi H timbul dalam dinding reaksi-reaksi sebagai berikut:



1. Gaya Q berupa gaya tekan dalam diagonal AD.
2. Gaya tarik T dalam arah vertikal AB.

**Gambar 3.8.** Kemampuan Dinding Batu Bata Dalam Menahan Gaya-Gaya Tekan  
(Tular, 1981)

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa tidak banyak manfaat untuk memperkaku dinding dengan pilaster dari bata karena pilaster-pilaster tersebut tidak mampu memikul gaya dari T.

Pilaster hanya dapat memperkaku dinding terhadap gaya gempa tegak lurus dinding. Oleh sebab itu pada bangunan dinding bata sebaiknya dipergunakan konstruksi sistem rangka pemikul dengan dinding pengisi. Sebagai rangka pemikul

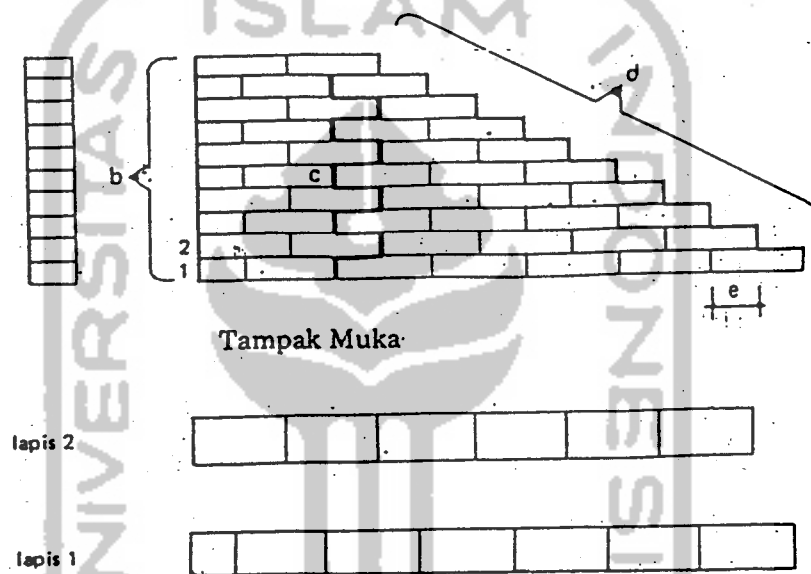
(kolom, *ringbalk*, sloop) dapat dipergunakan kayu, beton bertulang, dan baja. Sebagai dinding pengisi dipergunakan bata/batako.

Bahan untuk adukan dinding bata dipergunakan:

1. 1 portland cement :  $\frac{1}{2}$  kapur : 5 pasir atau 1 portland cement : 5 pasir, sedangkan untuk adukan dinding batako dapat di pakai 1 kapur : 5 trass.
2. Adukan untuk plestes 1 pc : 3 pasir sedangkan untuk plester kedap air 1 pc : 2 pasir.
3. Bahan-bahan adukan di atas tersebut seperti plester dan spesi harus melalui ayakan dan bersih dari kotoran.
4. Tebal spesi tidak boleh terlalu besar, berkisar antara 0,8 – 1,5 cm.
5. Ikatan antar bata agar di dapat tembok yang kokoh, hubungannya harus memenuhi persyaratan antara lain:
  - a. Bata harus dibasahi sampai gelembung udara dalam batu bata keluar semua.
  - b. Tidak boleh ada perekat tegak yang merupakan satu garis lurus dari bawah sampai ke atas, untuk pasangan  $\frac{1}{2}$  bata selisih perekat tegak  $\frac{1}{2}$  bata dan untuk pasangan 1 batu selisih perekat tegak  $\frac{1}{4}$  bata.
  - c. Hindari potongan bata yang kurang dari  $\frac{1}{2}$  bata, agar menghemat tenaga dan waktu.
  - d. Dalam arah datar maupun tegak, siar harus meliputi seluruh tebal tembok, untuk memperkuat bidang lekat antar spesi dan bata.



- e. Pada dua lapis berturut-turut siar tegak saling berselisih  $\frac{1}{2}$  strek (tidak berimpit) pada bagian luar ataupun dalam.
- f. Tidak boleh memasang datar dan lebih dari 1 m setiap hari.
- g. Untuk memperoleh pasangan bata yang tegak lurus, di pakai batang kayu yang di pasang berdiri tegak lurus pada kedua tepinya.



Gambar 3.9. Ikatan  $\frac{1}{2}$  Bata

### 3.11. Pemilihan Bahan

Guna membuat beton yang baik diperlukan bahan-bahan disesuaikan dengan persyaratan bangunan sederhana tahan gempa adalah sebagai berikut ini:

#### 3.11.1 Semen

Semen yang digunakan untuk bahan bangunan seperti beton, plesteran, dan spesi adalah semen Portland berupa semen hidrolik yang berfungsi sebagai bahan

perekat bahan susun beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimia pada proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton, plesteran, maupun spesi membentuk masa padat. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland yang di pakai di Indonesia harus memenuhi syarat dari Peraturan Umum Bahan Indonesia (PUBI) 1982, khususnya untuk adukan atau pembuatan beton yang terbagi dalam 5 jenis.

### **3.11.2 Bahan Agregat (Pasir dan Kerikil)**

Agregat yang terbagi atas agregat halus dan kasar. Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel-partikel yang lewat saringan # 4 atau 5 mm, sedangkan agregat kasar tidak lewat saringan tersebut. Untuk ukuran agregat kasar dalam struktur beton diatur dalam peraturan untuk kepentingan berbagai komponen, namun pada dasarnya bertujuan agar agregat dapat masuk atau lewat di antara sela-sela tulangan atau acuan. Secara garis besar pasir dan kerikil diharapkan sebagai berikut:

1. Pasir, hindari penggunaan pasir yang di ambil dari pantai. Di samping butir-butirnya halus dan bulat pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung garam-garaman.
2. Kerikil, usahakan di pilih kerikil yang bersudut karena ikatan antar butirannya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik pula.

Di samping bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali dan tidak mengandung kotoran-kotoran atau lumpur.

### 3.11.3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton, spesi, dan plester yang paling penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Dalam pemakaian air untuk beton, spesi, dan plester sebaiknya memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur (benda-benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton spesi ataupun plesteran (asam, zat-zat organik dan sebagainya) serta bahan-bahan (zat kimia) seperti klorida (*cl*), senyawa sulfat dan lain-lain yang dapat mengurangi kelekatan adukan beton, spesi dan plesteran.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi persyaratan pula untuk bahan campuran, beton, spesi, dan plesteran, tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum.



### 3.11.4 Batu Bata

Pemisahan ruangan satu dengan yang lain dilakukan dengan pemasangan tembok atau dinding. Dinding untuk bagian rumah terdiri dari susunan batu bata (bata merah) yang terbuat dari tanah liat/lempung yang berasal dari tanah/sawah yang subur. Proses pembuatannya mulai dari penggalian tanah, pencampuran dengan air atau bahan yang lain bila perlu, dan bentuknya yang di peroleh dengan menggunakan cetakan-cetakan dari kayu yang mempunyai ukuran-ukuran tertentu. Pengerjaannya dilakukan dengan tangan kemudian di bakar dengan suhu tinggi sampai matang. Batu bata sebagai salah satu unsur dari bangunan harus melalui persyaratan yang baik pula, persyaratan tersebut sebagai berikut:

1. semua bidang-bidang sisi harus datar.
2. memiliki rusuk-rusuk tajam dan menyiku.
3. tidak menunjukkan gejala-gejala retak dan perubahan bentuk yang berlebihan.
4. warna pada patahan merata.
5. panjang bata 2 lebar + 1 siar  $\pm$  1 cm.
6. bila di ketuk nyaring suaranya.

Jadi batu bata atau bata merah adalah batu buatan yang berasal dari tanah liat yang dalam keadaan lekat dicetak, di jemur beberapa hari sesuai dengan aturan lalu dibakar sampai matang, sehingga tidak hancur lagi bila direndam air.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian adalah tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan menurut suatu urutan yang sistematis. Metode penelitian tugas akhir ini meliputi subyek, obyek, lokasi dan waktu penelitian, data observasi di lapangan, data wawancara, data gambar, dan analisis penelitian seperti yang diuraikan berikut ini.

#### **4. 1. Subyek Penelitian**

Penelitian yang dilaksanakan di dalam penyusunan tugas akhir ini mengambil subyeknya adalah kondisi bangunan rumah tinggal di Yogyakarta terhadap bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa disesuaikan dengan persyaratan/aturan yang ada mengenai bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa.

#### **4. 2. Obyek Penelitian**

Topik obyek di dalam penelitian tugas akhir ini mengambil mengenai tukang bangunan dan pelaksanaan rumah tinggal di Yogyakarta, khususnya di wilayah/daerah pedesaan.

#### 4. 3. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian yang dilakukan mengambil lokasi di pedesaan Yogyakarta secara acak yaitu daerah Bantul, Gunung Kidul (Wonosari), Kulon Progo, dan Sleman. Pengambilan sampel setiap rumah tinggal penduduk di pedesaan itu dilaksanakan dari bulan Juni sampai Agustus 2001. Sampel yang di ambil disesuaikan dengan batasan masalah yaitu struktur rangka bangunan serta pemahaman tukang bangunan terhadap bangunan sederhana disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang ada.

#### 4. 4. Data Observasi di Lapangan

Dalam melakukan observasi di lapangan dilakukan pembagian pada beberapa elemen atau unsur-unsur bangunan untuk mempermudah dan menyingkat waktu di dalam penelitian. Pembagian elemen (unsur-unsur) pada pekerjaan bangunan sederhana terhadap konsep aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa ke dalam 2 elemen, antara lain:

1. Struktur rangka bangunan (balok sloop, kolom praktis, balok lintel, dan *ring balk*).
2. Tembok/dinding bangunan.

Perlu diperhatikan bahwa penentuan elemen ini sifatnya umum yang berarti untuk hal-hal di luar elemen tersebut. Namun masih satu rangkaian, maka di ambil suatu kebijaksanaan untuk memasukkan ke dalam elemen yang bersangkutan, misalkan perbandingan bahan-bahan yang di pakai untuk adukan

beton, pekerjaan bata dan lain-lain, dimasukkan ke dalam salah satu elemen di atas.

Pengamatan yang dilakukan diperlukan ketelitian dan kecermatan sehingga konsentrasi sangat diperlukan. Dengan menempatkan diri sebaik mungkin dalam melakukan pengamatan terhadap elemen-elemen bangunan yang akan diteliti, agar segala sesuatu yang sedang dikerjakan/dilakukan tidak terhambat. Dalam penelitian (pengamatan) langsung di lapangan digunakan tabel kuesioner mencakup bagian-bagian bangunan yang akan diteliti disesuaikan dengan spesifikasi (parameter) bangunan sederhana tahan gempa dari buku-buku yang dijadikan pedoman.

#### **4. 5. Data Wawancara**

Dalam penelitian **“Analisis Pemahaman Tukang Bangunan Terhadap Bangunan Sederhana Tahan Gempa dan Pelaksanaan Bangunan Sederhana” (Studi Kasus Di Empat Kabupaten Yogyakarta)**. Wawancara di lapangan merupakan hal yang perlu untuk dilakukan dalam penelitian. Mengingat di dalam wawancara ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana tingkat pemahaman pelaksana dan pekerja (tukang) bangunan di Yogyakarta yang akan digunakan sebagai pelengkap data-data yang diperlukan. Ruang lingkup tentang pemahaman tersebut seputar pertanyaan bersifat umum yang ditujukan kepada pelaksana/tukang bangunan meliputi pengaruh gempa pada bangunan, faktor-faktor ekonomi, status sosial, dan dipilihnya rangka beton bertulang dengan dinding batu bata pada bangunan, serta perlunya penyuluhan pengetahuan

pengaruh gempa pada bangunan dan cara-cara membuat bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa, sebagai pelengkap data dalam wawancara.

Sedangkan pertanyaan bersifat khusus yang ditujukan kepada pelaksana/tukang bangunan meliputi detail pada bangunan sederhana tahan gempa ke dalam tiga elemen yaitu:

1. Rangka beton bertulang pada bangunan seperti balok sloop, kolom praktis, balok lintel, dan ringbalk.
2. Tembok/dinding batu bata.
3. Pemilihan bahan dan cara pengolahan/adukan beton ataupun pasangan batu bata.

Dalam wawancara terhadap pelaksana maupun tukang bangunan menggunakan kuesioner yang mencakup pertanyaan-pertanyaan tersebut di atas seputar pemahaman serta pelaksanaan tentang konsep-konsep yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa.

Sebelum mengadakan wawancara di lapangan perlu memberikan penjelasan terlebih dahulu terhadap pemilik rumah sekaligus pelaksana atau tukang bangunan apa yang akan di teliti secara jelas. Maksud dan tujuan agar tidak terjadi kecurigaan ataupun hal-hal yang sekiranya dapat menghambat penelitian dan mengganggu proses aktivitas di lapangan. Di samping itu di dalam wawancara harus mengambil waktu yang tepat agar proses penelitian dari kedua belah pihak tidak terganggu konsentrasinya.

#### 4.6. Jumlah Data

Jumlah bangunan rumah tinggal sederhana yang harus diamati tergantung kepada jumlah yang di anggap perlu untuk memperoleh gambaran yang cukup memuaskan mengenai apa yang terjadi di lapangan. Suatu rangkaian penelitian yang memerlukan banyak waktu yang akan diperlukan apabila terdapat banyak bagian-bagian dari suatu unsur bangunan. Pada prinsipnya semakin banyak jumlah data yang di ambil maka keakuratannya pun semakin tinggi. Oleh karena keterbatasan waktu maka diambil masing-masing dua bagian bangunan dari sejumlah bangunan rumah tinggal sederhana di Yogyakarta yang dijadikan sampel untuk penelitian. Sampel bangunan rumah tinggal sederhana di ambil jumlah bangunan kira-kira 30-40 sebagai observasi dan tukang bangunan yang dilakukan dengan wawancara di ambil sampel antara 1-2 orang (tukang bangunan) pada setiap bangunan yang sedang dilaksanakan.

#### 4.7. Pengumpulan Dokumen

Dalam pengumpulan dokumen/literatur, yang dilakukan adalah membaca dan mengumpulkan data-data yang terdapat dalam literatur yang sesuai dengan masalah yang di angkat. Penelitian dikaitkan bangunan sederhana tahan gempa dengan cara mengumpulkan buku-buku yang berkaitan dan bagian-bagian elemen yang menjadi penelitian yaitu kolom, balok sloop, *ring balk*, dan balok lintel serta hal-hal lain yang berkaitan. Selain buku, literatur lain yang di pakai adalah hasil penelitian, makalah seminar dari Lembaga Penelitian Universitas Islam Indonesia

berhubungan dengan bangunan sederhana tahan gempa, jurnal-jurnal yang didapatkan melalui internet serta skripsi dari berbagai pihak.

#### 4.8. Data Gambar

Pengambilan data gambar pada pekerjaan bangunan sederhana di Yogyakarta dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan yang dilakukan terhadap pekerjaan tersebut meliputi pekerjaan struktur rangka bangunan, pekerjaan dinding (tembok) bangunan, dan bahan-bahan yang digunakan. Dalam penelitian di lapangan digunakan alat-alat bantu, antara lain:

1. Kamera, digunakan untuk mengambil gambar pada bagian-bagian penting pada bangunan di lapangan dalam bentuk foto.
2. Meteran, alat ini di pakai untuk mengukur panjang dan tinggi dinding bangunan, panjang tulangan, jarak antar sengkang dan lain-lain.
3. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur diameter tulangan yang di pakai dalam penulangan.

Data-data yang di dapat dengan alat bantu dimaksudkan agar penelitian di lapangan mendapatkan data yang lebih akurat.

#### 4.9. Analistik Diskriptif Pengetahuan Tukang Bangunan

Hasil yang di peroleh dari penelitian di lapangan melalui wawancara terhadap tukang/pelaksana bangunan di Yogyakarta sebagai studi banding antara kondisi nyata (*riil*) di lapangan dibandingkan dengan pedoman dari buku-buku yang memuat kaidah/aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa.

Dari hasil pengamatan di lapangan yang dilakukan bertujuan untuk mencari seberapa jauh pemahaman tukang bangunan melalui wawancara dan menggabungkan data-data yang di peroleh dari tabel-tabel kuesioner untuk menentukan tingkat pemahaman tukang bangunan ke dalam bentuk gambaran (diskriptif).

Penentuan di dalam penilaian di buat tiga kategori penilaian mengenai pemahaman pelaksana/tukang bangunan dari masing-masing pertanyaan adalah sebagai berikut:

1. Kategori penilaian masuk dalam kategori (jawaban) A, pemahaman pelaksana/tukang bangunan dianggap baik (sesuai dengan kaidah-kaidah/aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa): 70-100%.
2. Kategori penilaian masuk dalam kategori (jawaban) B, pemahaman pelaksana/tukang bangunan dianggap cukup (mendekati kaidah-kaidah/aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa): 40-70%.
3. Kategori penilaian masuk dalam kategori (jawaban) C, pemahaman pelaksana/tukang bangunan dianggap kurang (tidak memenuhi



persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa) 10-40%.

Hasil yang di peroleh melalui tiga kriteria penilaian di atas pada pemahaman tukang bangunan akan membuat gambaran dalam bentuk tabel maupun histogram untuk mengetahui seberapa jauh tingkat pemahaman tukang bangunan terhadap bangunan sederhana tahan gempa.

#### **4.10. Analistik Diskriptif Pelaksanaan Bangunan**

Penelitian untuk pelaksanaan bangunan di lapangan melalui observasi pada pelaksanaan bangunan sederhana di Yogyakarta sebagai studi banding antara kondisi nyata (riil) di lapangan dibandingkan dengan pedoman dari buku-buku yang memuat kaidah/aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa.

Dari hasil pengamatan di lapangan yang dilakukan bertujuan untuk mencari seberapa besar tingkat penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan bangunan sederhana terhadap konsep-konsep bangunan sederhana tahan gempa dan menggabungkan data-data yang di peroleh dari tabel-tabel kuesioner untuk menentukan tingkat penyimpangan pada pelaksanaan bangunan sederhana di Yogyakarta ke dalam bentuk gambaran (diskriptif).

Penilaian mengenai pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa dari masing-masing pertanyaan observasi pada detail bangunan adalah sebagai berikut:

1. Kategori penilaian masuk dalam kategori (jawaban) A, yaitu hasil pada pelaksanaan bangunan dianggap baik (sesuai dengan kaidah-

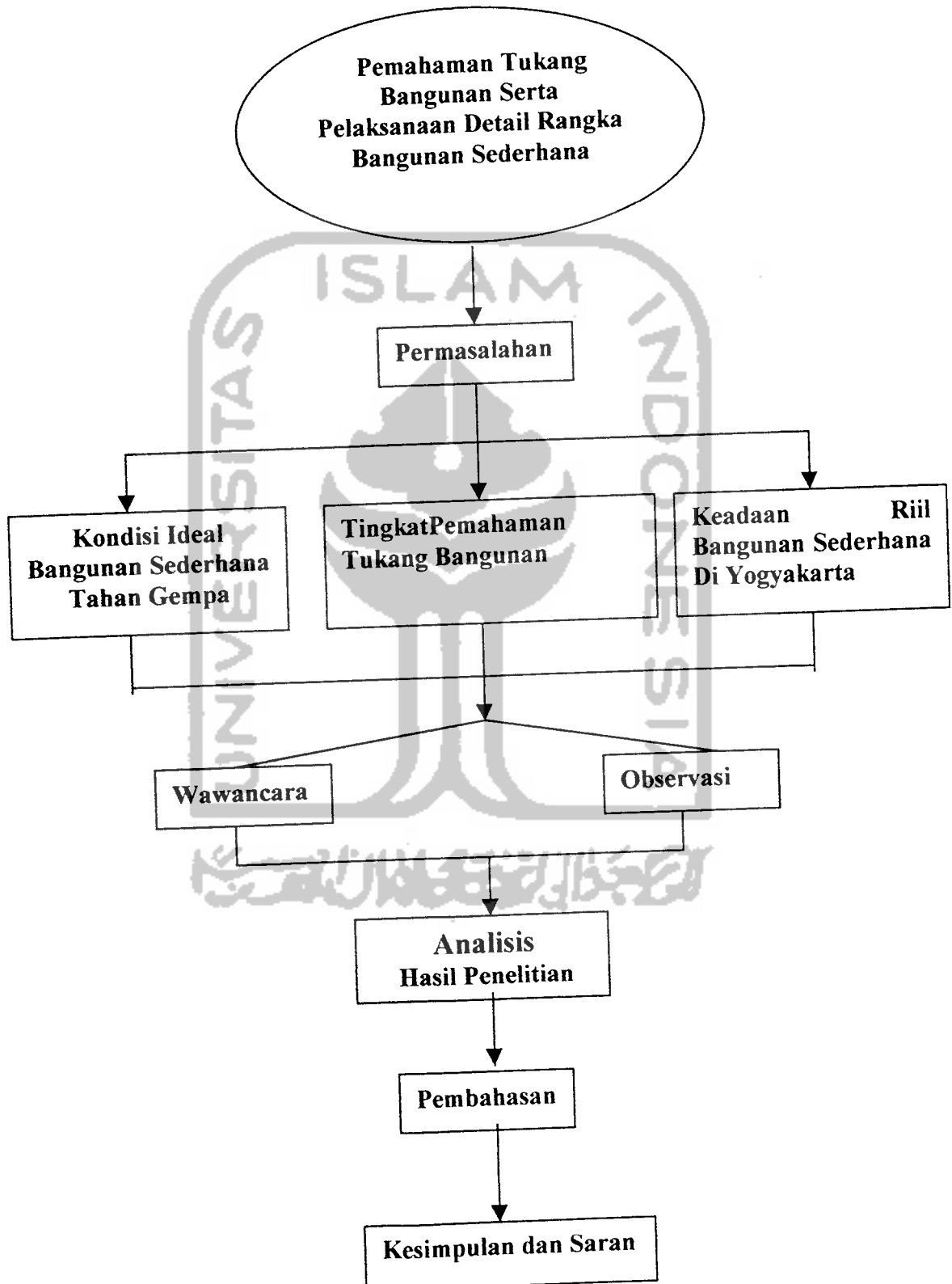
kaidah/aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa):

10-40%.

2. Kategori penilaian masuk dalam kategori (jawaban) B, yaitu hasil pada pelaksanaan bangunan dianggap cukup (mendekati kaidah-kaidah/aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa): 40-70%.
3. Kategori penilaian masuk dalam kategori (jawaban) C, yaitu hasil pada pelaksanaan bangunan dianggap kurang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa): 70-100%.

Hasil yang di peroleh melalui tiga kriteria penilaian di atas baik pada pelaksana bangunan sederhana di buat gambaran dalam bentuk tabel maupun histogram untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa.

#### 4.11. Bagan Alur Metode Penelitian



## BAB V

### PELAKSANAAN, HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pelaksanaan, hasil, dan analisis penelitian merupakan proses penelitian yang dilaksanakan sesuai dengan metode penelitian yang diuraikan sebagai berikut.

#### 5.1. Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian di lapangan pada pelaksanaan bangunan rumah tinggal sederhana di mulai dari bulan Juli-Agustus 2001 terbagi ke dalam empat wilayah kabupaten dan beberapa kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Adapun ke empat (4) kabupaten tersebut antara lain:

1. Kabupaten Sleman, meliputi enam (6) kecamatan yang di survey yaitu kecamatan Prambanan, Kalasan, Berbah, Sayegan, dan Moyudan.
2. Kabupaten Bantul, meliputi tiga (3) kecamatan yang di survey yaitu kecamatan Banguntapan, Piyungan, dan Imogiri.
3. Kabupaten Kulon Progo, meliputi empat (4) kecamatan yang di survey yaitu kecamatan Nanggulan, Kalibawang, Sentolo, dan Pengasih.
4. Kabupaten Gunung Kidul, meliputi tiga (3) kecamatan yang di survey yaitu kecamatan Pathuk, Gedang Sari, dan Nglipar.

Pengambilan data-data di lapangan pada pelaksanaan bangunan rumah tinggal sederhana terbagi menjadi 2 bagian yaitu observasi pada bangunannya dan wawancara kepada tukang bangunan yang melaksanakan pekerjaan bangunan rumah tinggal sederhana. Data observasi pada bangunan di ambil sampel 40 buah bangunan, dan untuk wawancara tukang di ambil sampel 1-2 orang pada setiap bangunan.

## **5.2. Hasil dan Analisis Penelitian Pemahaman Tukang Bangunan**

Analisis penelitian ini dipergunakan program komputer untuk mempermudah hasil penelitian terutama ketepatan perhitungan. Program komputer yang digunakan adalah program *Excel* untuk mengolah grafik. Adapun urutan analisis penelitian ini secara kuesioner dan observasi ke lapangan adalah profil tukang bangunan, pemahaman umum tukang bangunan, pemahaman tukang terhadap persyaratan bangunan sederhana tahan gempa, dan pelaksanaan tukang terhadap bangunan sederhana tahan gempa diuraikan sebagai berikut ini.

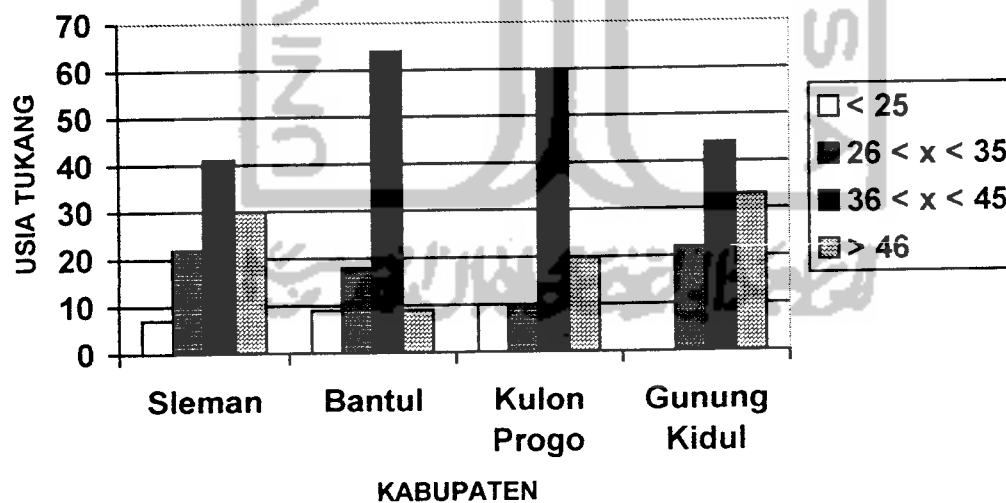
### **5.2.1. Profil Tukang Bangunan**

Peneliti mengambil profil tukang berdasarkan kuesioner penelitian yaitu usia, pendidikan, dan pengalaman kerja tukang bangunan seperti terlihat di dalam Tabel 5.1., Tabel 5.2., dan Tabel 5.3. serta hubungan usia, pendidikan, dan pengalaman kerja tukang bangunan dengan empat kabupaten tersebut disajikan

alam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 5.1., Gambar 5.2., dan Gambar 5.3.

**Tabel 5.1. Usia Tukang Bangunan**

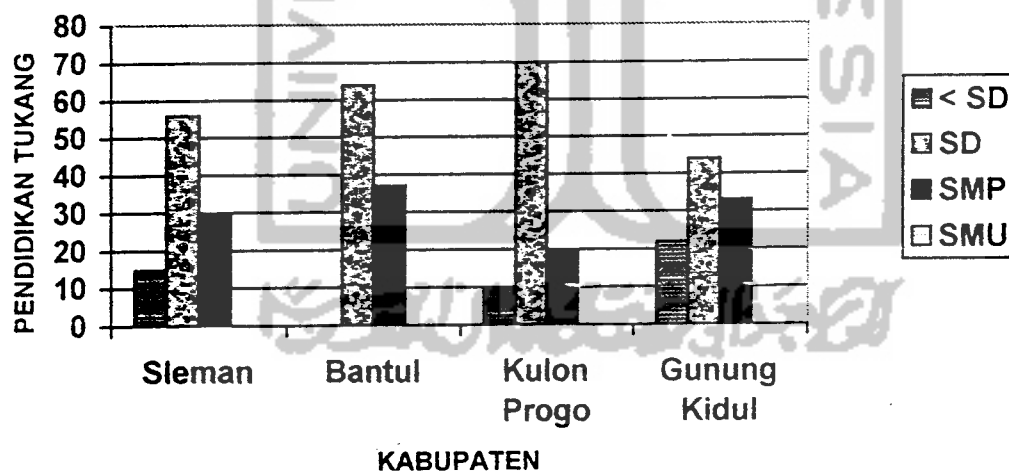
No.	Kabupaten	Jlh Tukang	< 25		26 < X < 35		36 < X < 45		> 46	
			Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase
1	Sleman	27	2	7,41	6	22,22	11	40,74	8	29,63
2	Bantul	11	1	9,09	2	18,18	7	63,64	1	9,09
3	Kulon Progo	10	1	10,0	1	10,0	6	60,0	2	20,0
4	Gunung Kidul	9	-	-	2	22,22	4	44,44	3	33,33
	<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>4</b>	<b>6,63%</b>	<b>11</b>	<b>18,16%</b>	<b>28</b>	<b>52,21%</b>	<b>14</b>	<b>23,01%</b>



**Gambar 5.1. Histogram Usia Tukang Bangunan**

Tabel 5.2. Pendidikan Tukang Bangunan

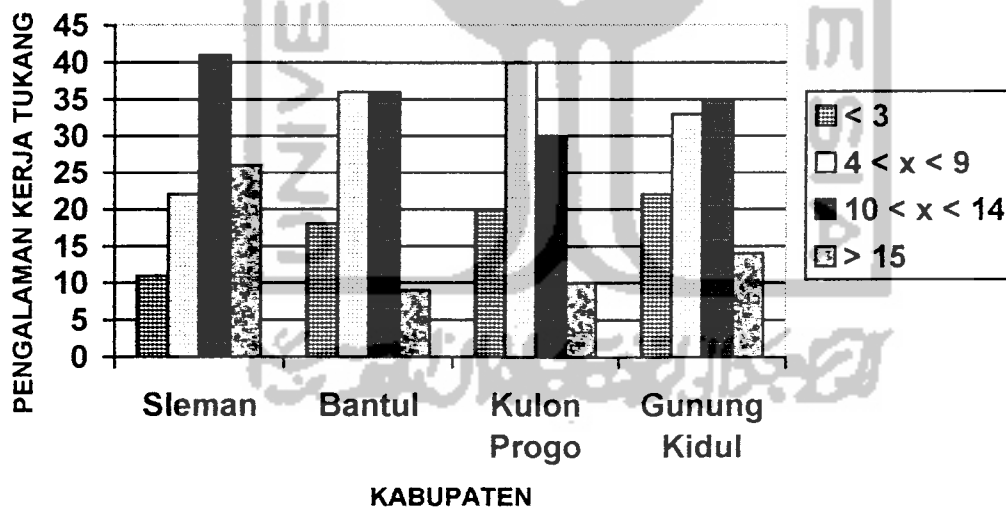
No.	Kabupaten	Jlh Tukang	< SD		SD		SMP		SMU	
1	Sleman	27	4	14,81	15	55,56	8	29,63	-	-
2	Bantul	11	-	-	7	63,64	4	36,36	-	-
3	Kulon Progo	10	1	10	7	70	2	20	-	-
4	Gunung Kidul	9	2	22,22	4	44,44	3	33,33	-	-
	<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>7</b>	<b>11,7%</b>	<b>33</b>	<b>58,41%</b>	<b>17</b>	<b>29,83%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>



Gambar 5.2. Histogram Pendidikan Tukang Bangunan

Tabel 5.3. Pengalaman Kerja Tukang Bangunan

No.	Kabupaten	Jlh Tukang	< 3		4 < X < 9		10 < X < 14		> 15	
1	Sleman	27	3	11,11	6	22,22	11	40,74	7	25,73
2	Bantul	11	2	18,18	4	36,36	4	36,36	1	9,09
3	Kulon Progo	10	2	20	4	40	3	30	1	10
4	Gunung Kidul	9	2	22,22	3	33,33	3	33,33	1	11,11
	<b>Total</b>	57	9	17,88%	17	32,98%	21	35,12%	10	14,03%



Gambar 5.3. Histogram Pengalaman Kerja Tukang Bangunan

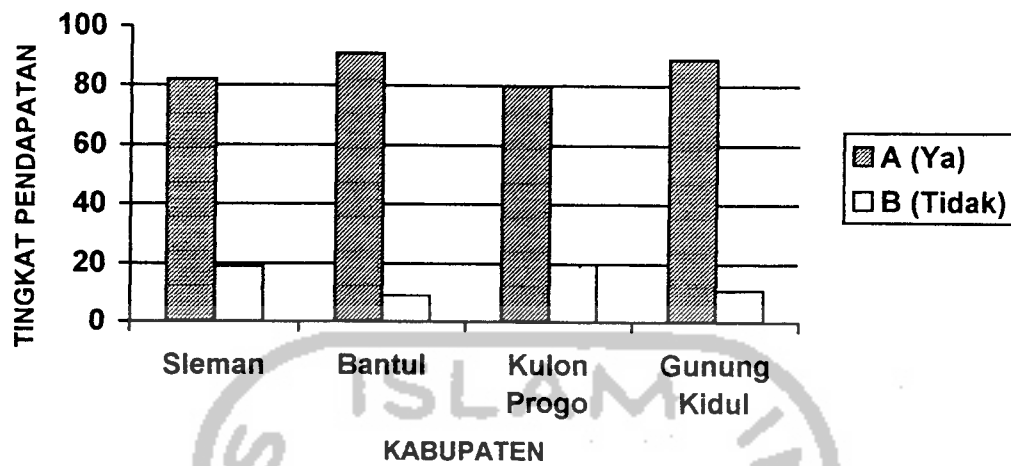


### 5.2.2 Pemahaman Umum

Pemahaman tukang yang dilaksanakan berdasarkan kuesioner terdapat pemahaman umum berisi tentang pengaruh gempa terhadap bangunan sederhana, rangka bangunan yang terbuat dari beton bertulang, faktor kemampuan ekonomi status sosial pada bangunan seperti terlihat di Tabel 5.4 serta pengetahuan khusus berisi tentang pengaruh dan penyuluhan gempa bumi dan metode membangun rumah tinggal tahan gempa seperti terlihat di dalam Tabel 5.5 bertujuan untuk mendapatkan sejauhmana pemahaman tukang bangunan terhadap bangunan sederhana tahan gempa. Hubungan pendapat tukang bangunan dengan pengaruh gempa bumi dan pendapat tukang bangunan mengenai perlu adanya sosialisasi/penyuluhan tentang gempa bumi serta metode membangun rumah tinggal sederhana tahan gempa di empat kabupaten disajikan dalam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5.

**Tabel 5.4.** Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Pengaruh Gempa Bumi, Rangka, Faktor Ekonomi, dan Status Sosial pada Bangunan

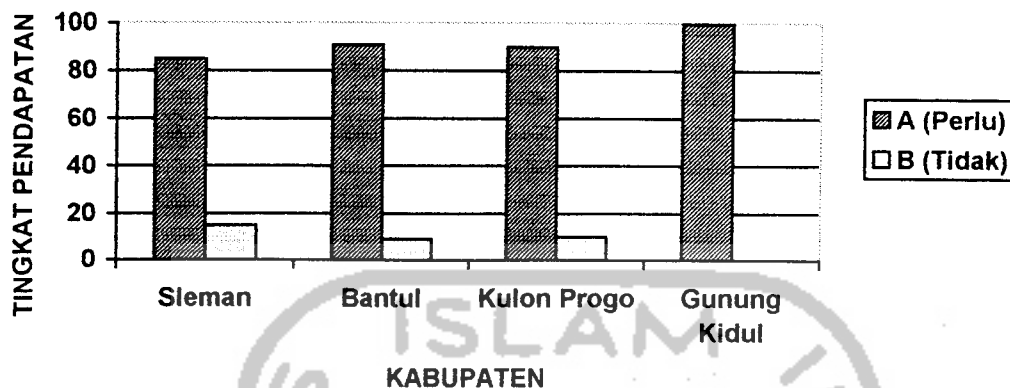
No	KETERANGAN	Sleman		Bantul		Kulon Progo		Gunung Kidul		Total	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	Kejadian gempa bumi menimbulkan kerusakan bangunan	8184	1852	9091	9,09	80	20	8889	1111	8541	1459
2	Dipilihnya rangka beton bertulang lebih kuat dari bahan lain	963	3,70	100	-	100	-	7777	2222	935	65
3	Faktor kemampuan ekonomi pemilik bangunan sebagai kendala dalam membangun	8889	11,11	8182	18,18	100	-	100	-	927	73
4	Membangun dari rangka beton dan dinding bata menaikkan status sosial dari bahan lain	8519	1481	7273	2727	70	30	8889	1111	792	208



**Gambar 5.4** Histogram Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Pengaruh Gempa Bumi pada Bangunan

**Tabel 5.5** Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Pengetahuan dan Penyuluhan Pengaruh Gempa serta Metode Membangun Rumah Tinggal Tahan Gempa

No	KETERANGAN	Sleman		Bantul		Kulon Progo		Gunung Kidul		Total	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	Pengetahuan pengaruh gempa bumi pada bangunan	77,77	22,22	81,82	18,18	70	10	88,89	11,11	79,62	20,38
2	Sosialisasi/ penyuluhan tentang pengaruh gempa dan cara membangun rumah tinggal tahan gempa	85,19	14,81	90,91	9,09	90	10	100	-	91,5	8,5



**Gambar 5.5.** Histogram Pendapat Tukang Bangunan Mengenai Sosialisasi/Penyuluhan Tentang Pengaruh Gempa dan Cara Membangun Rumah Tinggal Tahan Gempa

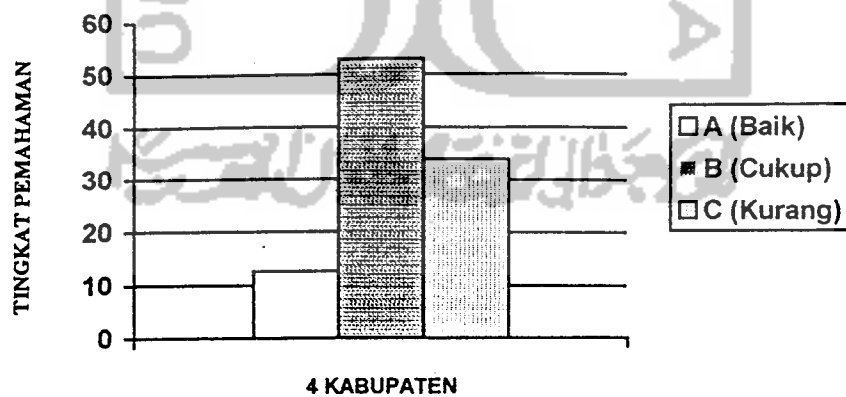
### 5.2.3 Pemahaman Tukang Terhadap Persyaratan Bangunan Sederhana Tahan Gempa

Pemahaman tukang bangunan mengenai balok sloop terlihat pada Tabel 5.6., kolom praktis terlihat pada Tabel 5.7., *ringbalk* terlihat pada Tabel 5.8., balok lintel terlihat pada Tabel 5.9., adukan/bahan beton terlihat pada Tabel 5.10., serta pasangan dan bahan dinding batu bata seperti dalam Tabel 5.11. dan total keseluruhan di empat (4) Kabupaten Yogyakarta mengenai pengetahuan dan pemahaman tukang bangunan secara umum untuk rangka dan dinding pada bangunan seperti di dalam Tabel 5.12. terhadap persyaratan bangunan sederhana tahan gempa. Hubungan tingkat pengetahuan tukang bangunan pada struktur rangka bangunan dengan empat kabupaten disajikan dalam grafik sebagaimana

terlihat pada Gambar 5.6., Gambar 5.7., Gambar 5.8., Gambar 5.9., Gambar 5.10.,  
Gambar 5.11., dan Gambar 5.12.

**Tabel 5.6.** Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Balok Sloop

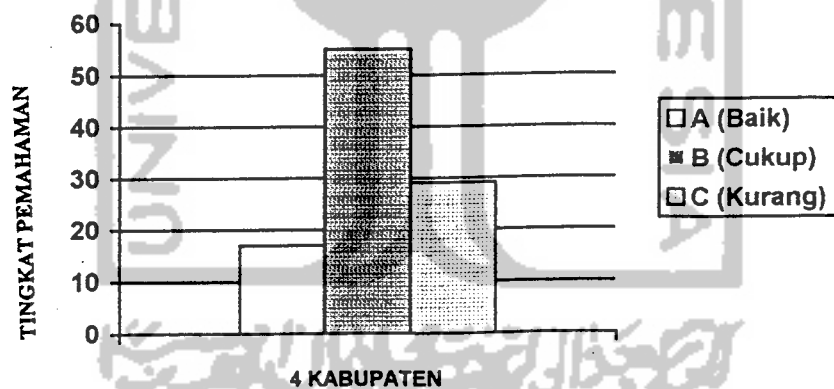
No	Penulangan Balok Sloop	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan memanjang	259	556	185	273	636	9,1	20	50	30	11,1	667	222	21,1	589	199
2	Diameter tulangan sengkang	11,1	666	222	-	818	182	10	70	20	-	667	333	5,28	7128	2344
3	Jarak antar sengkang	407	444	148	545	364	9,1	30	50	20	222	667	11,1	3685	4938	1377
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	889	11,1	-	901	9,1	-	80	20	-	889	11,1	-	8698	1302
5	Pemberian angkur antara balok sloop dan pondasi	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
													1264	533	3405	



**Gambar 5.6.** Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Balok Sloop  
Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.7. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Kolom Praktis

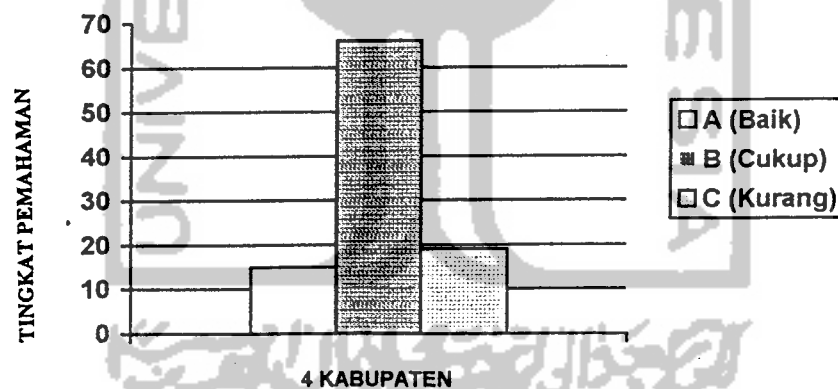
No	Penulangan Kolom Praktis	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan pokok	222	628	148	182	7273	9,1	-	70	30	11,1	889	-	129	736	135
2	Diameter tulangan sengkang	11,1	66,7	22,2	-	72,73	27,3	10	60	30	-	66,7	33,3	5,3	66,5	28,2
3	Jarak antar sengkang	40,7	44,4	14,8	45,5	45,5	9,1	30	50	20	22,2	66,7	11,1	34,6	51,7	13,7
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	18,5	70,4	11,1	-	90,1	9,1	-	80	20	-	77,8	22,2	4,6	79,6	15,8
5	Pemberian angkur antara kolom dgn dinding bata	-	7,4	92,6	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	1,8	98,2
													169	546	285	



Gambar 5.7. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Kolom Praktis Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.8. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai *Ringbalk*

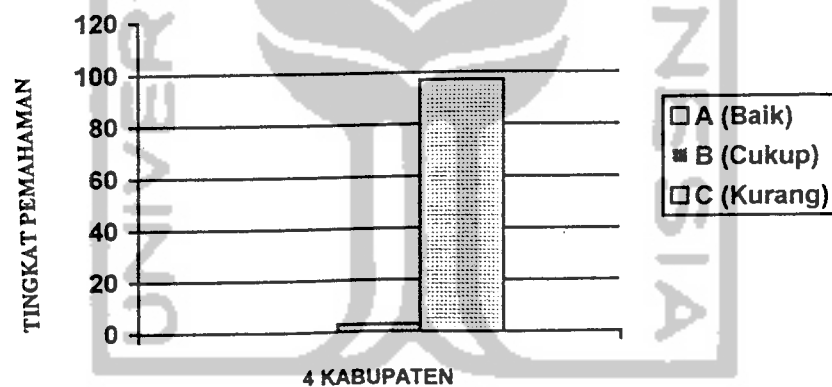
No	Penulangan Ringbalk	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan utamamemanjang	29,6	59,3	11,1	36,4	54,55	9,1	10	60	30	11,1	55,6	33,3	21,8	57,4	20,8
2	Diameter tulangan sengkang	18,5	59,3	22,2	-	81,82	18,2	-	60	40	-	55,6	44,4	4,6	64,2	31,2
3	Jarak antar sengkang	40,7	44,4	14,8	36,4	54,55	9,1	30	50	20	22,1	66,7	11,1	32,3	53,9	13,8
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	88,9	11,1	-	90,9	9,1	-	80	20	-	100	-	-	89,9	10,1
													14,7	66,4	18,9	



Gambar 5.8. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai *Ringbalk* Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.9. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Balok Lintel

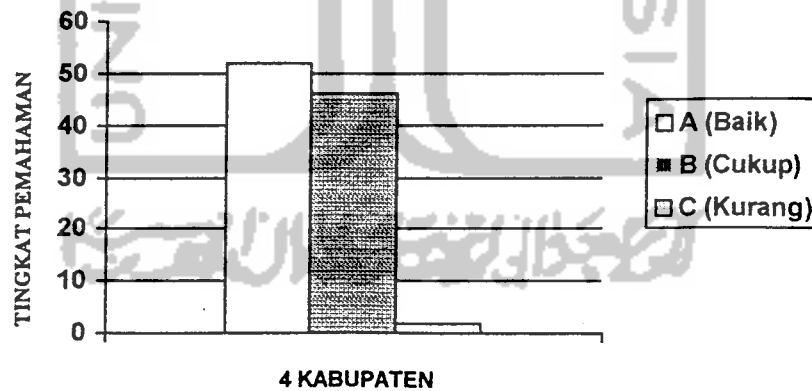
No	Balok Lintel	Sieman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan utama memanjang	-	-	100	-	-	100	-	10	90	-	-	100	-	2,5	97,5
2	Diameter tulangan sengkang	-	-	100	-	-	100	-	10	90	-	-	100	-	2,5	97,5
3	Jarak antar sengkang	-	-	100	-	-	100	-	10	90	-	-	100	-	2,5	97,5
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	-	100	-	-	100	-	10	90	-	-	100	-	2,5	97,5
															2,5	97,5



Gambar 5.9. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Balok Lintel Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.10. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Adukan/Bahan Beton

No	Adukan Dan Bahan Beton	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Perbandingan bahan (pcpsckri)	741	111	148	818	9,1	9,1	70	10	20	556	222	222	704	131	165
2	Pencampuran dan pengadukan komponen beton	185	81,5	-	9,1	909	-	30	60	10	333	667	-	227	748	2,5
3	Proses pemadatan beton	667	259	-	6364	364	-	50	40	10	222	667	111	506	423	7,1
4	Bila pengecoran berhenti dan cara melanjutkannya	-	741	259	-	909	9,1	10	80	10	-	889	111	2,5	835	14
5	Kondisi fisik material pasir	81,5	18,5	-	8182	182	-	50	40	10	333	667	-	617	359	2,4
6	Kondisi fisik material kerikil	556	444	-	546	45,5	-	60	30	10	444	556	-	537	439	2,4
7	Kondisi dan bahan tambahan (air)	926	7,4	-	909	9,1	-	60	30	10	444	556	-	719	255	2,6
													523	456	2,1	

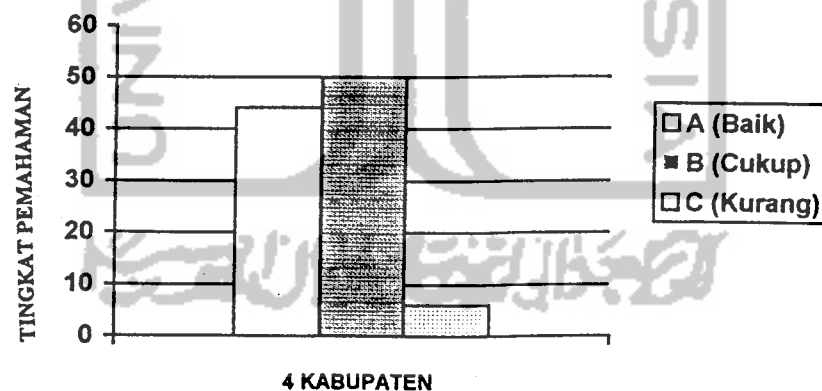


Gambar 5.10. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Adukan/Bahan Beton Secara Umum di Empat Kabupaten



Tabel 5.11. Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Pasangan Dan Bahan Dinding Batu Bata

No	Adukan Dan Bahan Pasangan Batu Bata	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Perbandingan pasangan dinding batu bata	-	77,8	22,2	-	72,7	27,3	10	40	50	-	55,6	44,4	2,5	61,5	3,6
2	Perbandingan plester kedap air	33,3	40,7	25,9	36,4	45,5	18,2	40	30	30	-	33,3	66,7	27,4	37,4	35,2
3	Perbandingan plester untuk tembok	-	81,5	18,5	-	72,7	27,3	10	50	40	-	44,4	55,6	2,5	62,2	35,3
4	Kondisi ikatan pasangan batu bata	77,8	22,2	-	72,7	36,4	-	40	50	10	44,4	55,6	-	58,7	41,1	0,2
5	Proses penggunaan pasir untuk adukan	51,9	48,2	-	63,6	36,4	-	40	60	-	33,3	66,7	-	47,2	52,8	-
6	Kondisi batu bata untuk dinding	44,4	55,6	-	72,7	18,2	9,1	40	50	10	44,4	55,6	-	50,4	44,5	4,7
													43,5	49,9	6,6	



Gambar 5.11. Histogram Pemahaman Tukang Bangunan Mengenai Pasangan Dan Bahan Dinding Batu Bata Secara Umum di Empat Kabupaten

**Tabel 5.12.** Total Keseluruhan di Empat (4) Kabupaten Yogyakarta Mengenai Pemahaman Tukang Bangunan Secara Umum untuk Rangka dan Dinding pada Bangunan

No	Struktur Rangka Dan Dinding Bangunan	A	B	C
		BAIK	CUKUP	KURANG
1	Balok Sloop	1264	5331	3405
2	Kolom Praktis	1269	546	285
3	Ringbalk	147	664	189
4	Balok Lintel	-	25	975
5	Adukar Bahan Beton	523	456	21
6	Adukar Bahan Pasangan Batu Bata	435	499	6,6
Total		2334	4539	3128

### 5.3. Hasil dan Analisis Pelaksanaan Bangunan Rumah Tinggal Sederhana

Penelitian yang dilaksanakan secara observasi ke lapangan bertujuan untuk memperhatikan pelaksanaan bangunan sederhana oleh tukang bangunan yang disesuaikan dengan persyaratan bangunan sederhana tahan gempa.

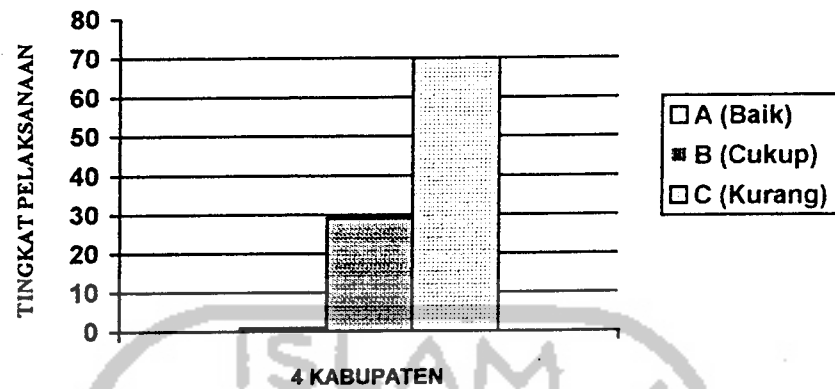
Pengambilan sampel bangunan rumah tinggal sederhana di empat kabupaten Yogyakarta lebih kurang berjumlah 40 bangunan dengan perincian sebagai berikut:

1. Kabupaten Sleman sejumlah 16 bangunan.
2. Kabupaten Bantul sejumlah 9 bangunan.
3. Kabupaten Kulon Progo sejumlah 8 bangunan.
4. Kabupaten Gunung Kidul sejumlah 7 bangunan.

Sehingga dari hasil dan analisis penelitian pada pelaksanaan struktur rangka bangunan sederhana terlihat pada Tabel 5.13 untuk pelaksanaan penulangan balok sloop, pelaksanaan penulangan kolom praktis terlihat pada Tabel 5.14, pelaksanaan penulangan *ringbalk* pada Tabel 5.15, penulangan balok lintel terlihat pada Tabel 5.16, pelaksanaan adukan dan bahan beton terlihat pada Tabel 5.17, adukan dan bahan pasangan batu bata terlihat pada Tabel 5.18 serta total keseluruhan di empat (4) Kabupaten Yogyakarta mengenai pelaksanaan tukang bangunan secara umum untuk rangka dan dinding pada bangunan seperti terlihat di dalam Tabel 5.19. Hubungan pelaksanaan dengan persyaratan bangunan sederhana tahan gempa di empat kabupaten Yogyakarta disajikan dalam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 5.13, Gambar 5.14, Gambar 5.15, Gambar 5.16, Gambar 5.17, Gambar 5.18, dan Gambar 5.19.

Tabel 5.13. Pelaksanaan Penulangan Balok Sloop

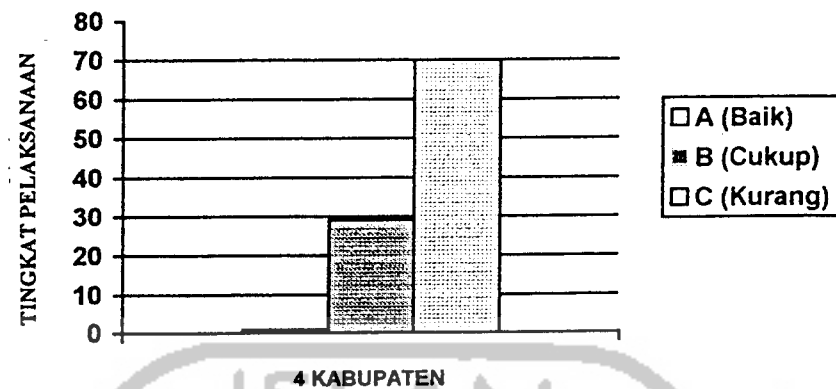
No	Balok Sloop	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan memanjang	-	125	875	-	1111	8888	-	125	875	-	-	100	-	903	9097
2	Diameter tulangan sengkang	-	1875	8125	-	2222	7777	-	125	875	-	1429	8571	-	169	831
3	Jarak antar sengkang	125	4375	4375	-	5555	4444	-	25	75	-	1429	8571	31	346	623
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	875	125	-	8888	1111	-	75	25	-	8571	1429	-	843	157
5	Pemberian angkur antara balok sloop dan pondasi	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
														0,6	29	704



Gambar 5.13. Histogram Pelaksanaan Penulangan Balok Sloop Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.14. Pelaksanaan Penulangan Kolom Praktis

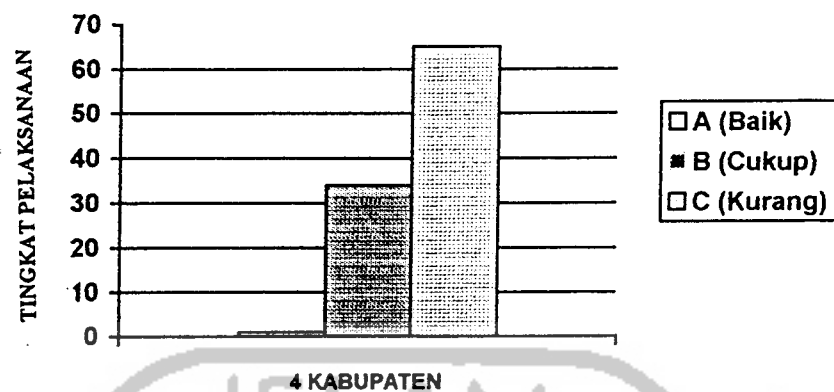
No	Kolom Praktis	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan pokok	-	6,25	93,75	-	-	100	-	12,5	87,5	-	-	100	-	4,7	95,3
2	Diameter tulangan sengkang	-	18,75	81,25	-	22,22	77,77	-	12,5	87,5	-	14,26	85,71	-	16,9	83,1
3	Jarak antar sengkang	6,25	56,25	37,5	-	55,55	44,44	-	25	75	-	14,26	85,71	1,6	37,8	60,6
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	87,5	12,5	-	88,88	11,11	-	75	25	-	85,71	14,29	-	84,3	15,7
5	Pemberian angkur antara kolom dan pasangan bata	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
														0,3	28,8	70,9



Gambar 5.14. Histogram Pelaksanaan Penulungan Kolom Praktis Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.15. Pelaksanaan Penulungan Ringbalk

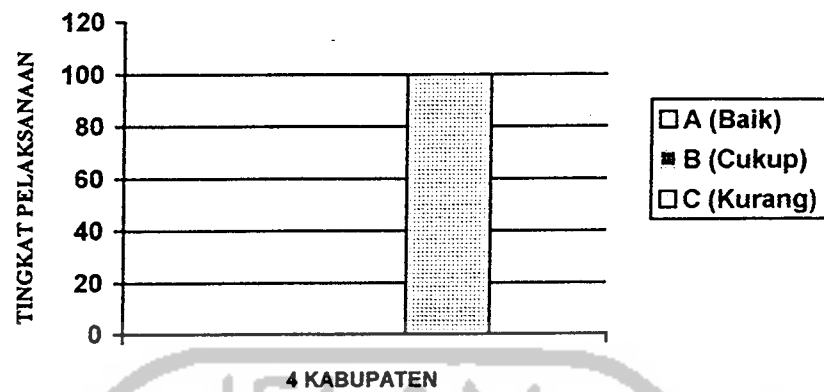
No	Ringbalk	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan utama memanjang	-	18,75	81,25	-	22,22	77,77	-	12,5	87,5	-	-	100	-	13,4	86,6
2	Diameter tulangan sengkang	-	18,75	81,25	-	22,22	77,77	-	12,5	87,5	-	14,29	85,71	-	16,9	83,1
3	Jarak antar sengkang	6,25	3,5	56,25	-	66,66	33,33	-	25	75	-	14,26	85,71	1,6	34,9	63,5
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	81,25	18,75	-	66,66	33,33	-	50	50	-	85,71	14,29	-	70,9	29,1
														0,4	34	65,6



Gambar 5.15. Histogram Pelaksanaan Penulangan *Ringbalk* Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.16. Pelaksanaan Penulangan Balok Lintel

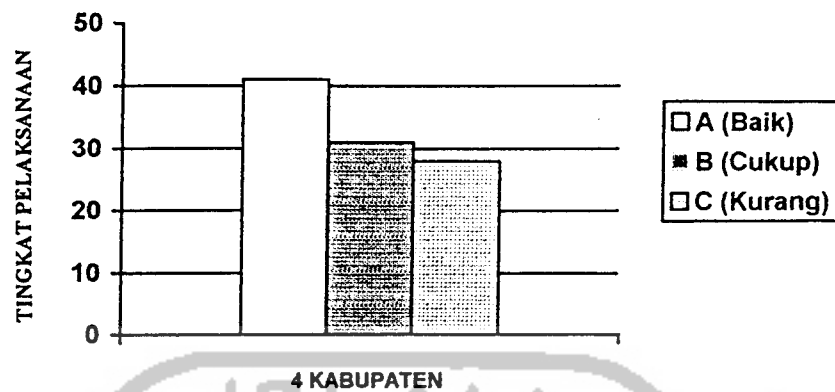
No	Balok Lintel	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Diameter tulangan utama memanjang	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
2	Diameter tulangan sengkang	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
3	Jarak antar sengkang	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
4	Sambungan pertemuan ujung tulangan	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100
														-	-	100



Gambar 5.16. Histogram Pelaksanaan Penulangan Balok Lintel Secara Umum di Empat Kabupaten

Tabel 5.17 Pelaksanaan Adukan Dan Bahan Beton

No	Adukan Dan Bahan Beton	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Perbandingan bahan (pcpsrkr)	25	3125	4375	2222	5555	2222	25	375	375	2857	2857	4286	252	382	366
2	Pencampuran komponen betowarna adukan	3125	50	1875	4444	3333	2222	25	375	375	2857	5714	1429	323	445	232
3	Pengecoran berhenti dan cara melanjutkannya	-	625	375	1111	4444	4444	-	50	50	-	2857	7143	28	464	508
4	Pemadatan beton dengan alat	375	4375	1875	6666	3333	-	375	50	125	7143	2857	-	533	389	78
5	Kondisi fisik kerikil yang di pakai	3125	4375	25	6666	2222	1111	375	25	375	2857	1429	5714	409	263	328
6	Kondisi fisik pasir yang di pakai	25	3125	4375	5555	3333	1111	75	125	125	8571	-	1429	603	193	204
7	Kondisi bahan tambahan (aii)	6875	125	1875	8888	-	1111	875	125	-	4286	-	5714	719	63	218
													41	314	276	

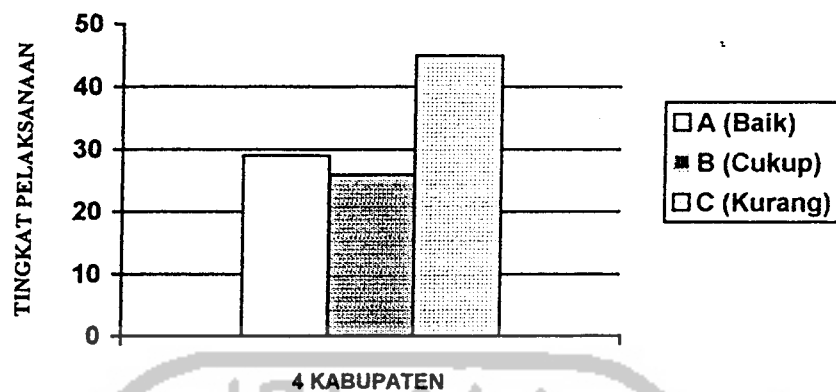


**Gambar 5.17.** Histogram Pelaksanaan Adukan Dan Bahan Beton Secara Umum di Empat Kabupaten

**Tabel 5.18.** Pelaksanaan Adukan Dan Bahan Pasangan Batu Bata

No	Adukan Dan Bahan Pasangan Batu Bata	Sleman			Bantul			Kulon Progo			Gunung Kidul			Total		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Perbandingan bahan pasangan batu bata	-	375	625	-	5555	4444	-	25	75	-	4286	5714	-	402	598
2	Perbandingan bahan plester kedap air	-	25	75	1111	1111	7777	-	125	875	-	-	100	28	122	85
3	Perbandingan bahan plester untuk tembok	-	375	625	-	5555	4444	-	25	75	-	4286	5714	-	402	598
4	Kondisi ikatan antar batu bata	625	3125	625	4444	4444	1111	50	25	25	7143	1429	1429	4303	287	2827
5	Kondisi batu bata untuk dinding	625	3125	625	4444	4444	1111	50	25	25	7143	1429	1429	4303	287	2827
6	Kondisi pasir sebagai bahan adukan	75	1875	625	8888	-	1111	875	125	-	8571	-	1429	843	78	79
														29	262	448





**Gambar 5.18.** Histogram Pelaksanaan Adukan Dan Bahan Pasangan Batu Bata Secara Umum di Empat Kabupaten

**Tabel 5.19.** Total Keseluruhan di Empat (4) Kabupaten Yogyakarta Mengenai Pelaksanaan Bangunan Secara Umum untuk Rangka dan Dinding pada Bangunan

No	Struktur Rangka Dan Dinding Bangunan	A BAIK	B CUKUP	C KURANG
1	Balok Sloop	0,6	29	70,4
2	Kolom Praktis	0,3	288	709
3	Ringbalk	0,4	34	656
4	Balok Lintel	-	-	100
5	Adukar Bahan Beton	41	314	276
6	Adukar Bahan Pasangan Batu Bata	29	262	448
Total		1188	249	6405

## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

Pembahasan dari hasil analisis data tentang tingkat pemahaman tukang bangunan serta pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa dijelaskan di bawah ini.

#### **6.1. Profil Tukang Bangunan**

Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata, profil tukang bangunan yang diteliti umumnya berusia di antara 36-45 tahun (52,21%) seperti pada Tabel 5.1, dan besar pengalaman kerja rata-rata 10-14 tahun (35,12%) seperti pada Tabel 5.3 serta rata-rata pendidikan formalnya tamatan SD (58,41%) seperti pada Tabel 5.2.

Sehingga hasil tersebut berarti usia tukang rata-rata usia produktif, dan pengalamannya cukup berpengalaman namun pendidikan umumnya rendah.

#### **6. 2. Pemahaman Umum Tukang Bangunan**

Pemahaman tukang bangunan pada masing-masing kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta mengenai pemahaman umum meliputi:

- a. Pemahaman mengenai pengaruh gempa, rangka, faktor ekonomi dan status sosial pada bangunan.

- b. Pemahaman tentang perlunya penyuluhan mengenai gempa bumi dan cara-cara membuat bangunan sederhana tahan gempa.

Pada Tabel 5.4 di peroleh analisis bahwa tingkat pemahaman tukang bangunan mengetahui kerusakan pada bangunan bila terjadi gempa (85,41%) sehingga pembuatan rangka bangunan tukang bangunan umumnya banyak memilih rangka terbuat dari beton bertulang (93,5%), menurut tukang bangunan dengan membangun rangka yang terbuat dari rangka beton bertulang dapat menaikkan status sosial serta kuat daripada di pakai bahan lainnya (79,2%) tetapi itu tidak di dukung dengan faktor ekonomi yang merupakan kendala utama antara pemilik bangunan sebagai pemegang dana dengan tukang bangunan sebagai pekerja (92,7%) dalam melaksanakan bangunan rumah tinggal sederhana sesuai dengan persyaratan bangunan sederhana tahan gempa.

Selanjutnya dari Tabel 5.5 di ketahui pemahaman tukang bangunan mengenai pengaruh gempa bumi pada bangunan (79,62%) tetapi tukang bangunan masih diperlukan diadakannya sosialisasi dan penyuluhan tentang pengaruh gempa terhadap bangunan dan cara membangun rumah tinggal tahan gempa yang sesuai dengan aturan/kaidah tentang bangunan sederhana tahan gempa (91,5%).

Dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa tukang bangunan mengetahui pengaruh gempa dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan dan tukang bangunan berpendapat masih perlu diadakannya sosialisasi, pelatihan, dan penyuluhan tentang bangunan sederhana tahan gempa

### 6.3. Tingkat Pemahaman Khusus Tukang Terhadap Persyaratan Bangunan Sederhana Tahan Gempa

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian, pemahaman khusus tukang bangunan pada peraturan/kaidah-kaidah yang ada di pakai hanya sementara waktu atau untuk aturan bangunan sederhana untuk DIY belum ada. Aturan-aturan yang di pakai dalam Tugas Akhir ini adalah Indonesia:

1. Manual Bangunan Sederhana Tahan Gempa oleh Teddy Boen (1978).
2. Bangunan Sederhana Tahan Gempa oleh Ir. R.B.Tular (1981).
3. Lokakarya Bangunan Sederhana Tahan Gempa pada kasus gempa Bengkulu oleh Teddy Boen (2000).

Persyaratan bangunan sederhana tahan gempa untuk penulangan balok sloop, penulangan kolom praktis, penulangan ringbalk, penulangan balok lintel, adukan dan bahan beton, serta adukan dan bahan pasangan batu bata diuraikan seperti di bawah ini.

#### A. Penulangan Balok Sloop

Tingkat pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta dari masing-masing kabupaten mengenai penulangan balok sloop dari total keseluruhan hasil analisis secara umum dari Tabel 5.12 menunjukkan pemahaman tukang bangunan termasuk kategori **cukup** (53,3%). Pencakupan pemilihan dikategorikan **cukup** seperti Tabel 5.6 sebagai berikut:

- a. diameter tulangan pokok: 10 mm (58,9%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 12 mm.
- b. diameter tulangan sengkang: 6 mm (71,28%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 8 mm.
- c. jarak antar sengkang: 16-20 cm (49,38%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 15 cm.
- d. pertemuan ujung tulangan: cukup dilakukan penekukan biasa  $\pm 5$  cm (86,98%) sesuai dengan kaidah struktur bangunan gempa tidak bertingkat Puspantoro (1996) sebaiknya menurut Boen (2000) dijangkarkan dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan.
- e. pemberian angkur antara balok sloop dan pondasi: tidak dilakukan pemberian angkur pada penulangan balok sloop berarti kurang (100%).

Dari hasil pembahasan di atas pemahaman tukang mengenai penulangan balok sloop menunjukkan kategori cukup kecuali pada pencakupan pemilihan jarak sengkang dan pemberian angkur antara pondasi dan balok sloop pemahan tukang termasuk kategori kurang.

## B. Penulangan Kolom Praktis

Tingkat pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta dari masing-masing kabupaten mengenai penulangan kolom praktis secara total keseluruhan hasil analisis secara umum dari Tabel 5.12 menunjukkan pemahaman tukang bangunan termasuk kategori cukup (54,6%) yang mencakup pertanyaan seperti pada Tabel 5.7 sebagai berikut:

- a. diameter tulangan pokok: 10 mm (73,6%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Teddy Boen (2000) di pakai diameter tulangan 12 mm.
- b. diameter tulangan sengkang: 6 mm (66,5%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 8 mm.
- c. jarak antar sengkang: 16-20 cm (51,7%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 15 cm.
- d. pertemuan ujung tulangan: cukup dilakukan penekukan biasa  $\pm 5$  cm (79,6%) sesuai dengan kaidah struktur bangunan gempa tidak bertingkat Puspantoro (1996) sebaiknya menurut Boen (2000) dijangkarkan dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan.
- e. pemberian angkur antara kolom dan dinding bata: tidak dilakukan pemberian angkur pada penulangan kolom praktis berarti kurang (98,2%).

Dari hasil pembahasan di atas pemahaman tukang mengenai penulangan kolom praktis menunjukkan kategori cukup kecuali pada pemberian angkur antara kolom dan dinding bata pemahaman tukang termasuk kategori kurang.

### C. Penulangan *Ringbalk*

Tingkat pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta pada masing-masing kabupaten mengenai penulangan *ringbalk* dari total keseluruhan hasil analisis dari Tabel 5.12 menunjukkan pemahaman tukang bangunan termasuk kategori **cukup** (66,4%) yang mencakup pemilihan seperti pada Tabel 5.8 sebagai berikut:

- a. diameter tulangan pokok: 10 mm (57,4%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 12 mm.
- b. diameter tulangan sengkang: 6 mm (64,2%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 8 mm.
- c. jarak antar sengkang: 16-20 cm (53,9%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Boen (2000) di pakai diameter tulangan 15 cm.
- d. pertemuan ujung tulangan: cukup dilakukan penekukan biasa  $\pm$  5 cm (89,9%) sesuai dengan kaidah bangunan tahan gempa tidak bertingkat menurut Puspantoro (1996) Boen (2000) diberi

sistim penjangkaran dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan.

Dari hasil pembahasan di atas pemahaman tukang mengenai penulangan ringbalk menunjukkan kategori cukup.

#### **D. Penulangan Balok Lintel (Balok yang di pasang keliling bangunan sebagai penguat horizontal)**

Tingkat pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta pada masing-masing kabupaten mengenai penulangan balok lintel dari total keseluruhan hasil analisis secara umum Tabel 5.12 menunjukkan pemahaman tukang bangunan termasuk kategori **kurang** (100%) disebabkan tukang bangunan tidak mengerti akan arti dan fungsi dari pemakaian penulangan balok lintel itu baik pengetahuan terhadap diameter tulangan pokok, diameter tulangan sengkang, jarak antar sengkang, serta sambungan pertemuan ujung tulangan tukang bangunan tidak mengerti.

Anggapan-anggapan ini disebabkan karena kurangnya informasi mengenai persyaratan bangunan yang aman dan tahan gempa serta akibat dari rendahnya pendidikan. Adapun anggapan-anggapan dari tukang bangunan terhadap pemasangan balok lintel pada bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa sebagai berikut:

1. balok lintel tidak perlu di pasang karena sudah ada balok pengapit atas/ringbalk, sudah kuat untuk menahan goncangan gempa bumi.
2. dengan pemberian balok lintel akan menambah besar biaya yang dikeluarkan.



3. belum paham mengenai fungsi balok lintel pada bangunan saat terkena goncangan gempa bumi.

#### **E. Adukan dan Bahan Beton**

Tingkat pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta pada masing-masing kabupaten mengenai adukan dan bahan beton dari total keseluruhan hasil analisis secara umum dari Tabel 5.12 menunjukkan pemahaman tukang bangunan termasuk kategori **cukup baik** (52,3%). Pencakupan pemilihan tukang bangunan kategori **cukup baik** untuk adukan dan bahan beton seperti pada Tabel 5.10 sebagai berikut:

- a. perbandingan untuk bahan campuran beton yang di pakai adalah 1 pc : 2 pasir : 3 kerikil (70,4%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa menurut Boen (1978), Tular (1981) dan Tjokrodimuljo (1992)..
- b. pemadatan saat adukan cor-coran sudah di tuang dalam acuan/cetakan melakukan pemadatan tidak terlalu lama dan tidak terlalu keras (50,6%) sesuai dengan aturan Tjokrodimuljo (1992)..
- c. penggunaan material pasir sebagai bahan adukan (61,7%) tidak memperhatikan salah satu kaidah-kaidah yang ada sebaiknya sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (2000) dan Tjokrodimuljo (1992):
  1. bersih dari kotoran berupa sampah/kandungan lumpur.
  2. bentuk fisik pasir tidak terlalu halus.

d. penggunaan material kerikil sebagai bahan adukan (53,7%) tidak memperhatikan salah satu kaidah-kaidah yang ada sebaiknya sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Tjokrodimuljo (1992):

1. di pilih bentuk kerikil bersudut dan tajam/split.
2. besar butiran merata dengan permukaan kerikil kasar (tidak pipih/bulat).

e. pemakaian bahan tambah air untuk adukan bersih tidak terdapat kandungan lumpur/layaknya air untuk di minum (71,9%) tidak memperhatikan salah satu kaidah-kaidah yang ada sebaiknya sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (2000) dan Tjokrodimuljo (1992).

Sedangkan pencakupan pemilihan adukan dan bahan beton dikategorikan **cukup** seperti pada Tabel 5.10 sebagai berikut:

a. bila pelaksanaan pengecoran untuk salah satu bagian (balok sloop, kolom, dan ringbalk) terpaksa berhenti (83,5%) karena mengabaikan salah satu aturan ataupun urutan dari kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) dan Tular (1981) yaitu:

1. bersihkan dari segala kotoran yang ada.
2. mengasarka permukaan pada cor-coran yang lama.
3. memberi lapisan pada permukaan dengan spesi semen.
4. pengecoran dilanjutkan kembali.

- b. cara pencampuran untuk masing-masing komponen dalam adukan beton (74,8%) sesuai dengan urutan yang ada pada Tjokrodimuljo (1992) yaitu:
1. di campur secara urut dan merata dalam keadaan kering.
  2. di aduk dan di beri lobang kemudian di beri bahan tambah air.
  3. di aduk kembali sampai menunjukkan warna yang homogen (warna adukan tampak merata).

Dari hasil pembahasan di atas pemahaman tukang mengenai adukan dan bahan beton menunjukkan kategori cukup yaitu mencakup pemilihan pada perbandingan bahan beton, proses pemadatan beton, kondisi fisik material pasir, kerikil serta bahan tambahan (air) mendekati aturan/kaidah yang ada yaitu Manual Bangunan Sederhana Tahan Gempa oleh Teddy Boen (1978), Bangunan Sederhana Tahan Gempa oleh R.B.Tular (1981), Teknologi Beton oleh Tjokrodimuljo (1992), dan Konstruksi Bangunan Tidak Bertingkat oleh Benny Puspantoro (1996) sedangkan pencampuran dan pengadukan komponen beton serta bila pengecoran berhenti dan cara melanjutkannya menunjukkan kategori cukup.

#### **F. Adukan dan Bahan Pasangan Batu Bata**

Tingkat pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta pada masing-masing kabupaten mengenai adukan dan bahan pasangan batu bata dari total keseluruhan hasil analisis secara umum dari Tabel 5.12 menunjukkan kategori **cukup** (49,9%) yang pemilihannya mencakup seperti pada Tabel 5.11 sebagai berikut:

- a. perbandingan adukan untuk pasangan batu bata yang di pakai adalah 1 pc : 6 pasir atau 1 pc : 1 kapur : 6 pasir (61,5%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Tular (1981) sebaiknya menurut Tjokrodimuljo (1992) di pakai 1 pc : 5 pasir atau 1 pc :  $\frac{1}{2}$  kapur : 5 pasir.
- b. perbandingan plester kedap air adalah 1 pc : 3 pasir (37,4%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Tular (1981) di pakai 1 pc : 2 pasir.
- c. perbandingan plester untuk tembok adalah 1 pc : 4 pasir atau 1 pc : 1 kpr : 4 pasir (62,2%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) sebaiknya menurut Tular (1981) di pakai 1 pc : 3 pasir atau 1 pc : 1 kpr : 3 pasir..
- d. proses penggunaan pasir untuk adukan (52,8%) sesuai dengan kaidah bangunan sederhana tahan gempa Boen (1978) namun sebaiknya menurut Tular (1981) yang di pakai bersih dan melalui ayakan, butirannya tidak halus/terlalu kasar.

Sedangkan pencakupan pemilihan termasuk pada kategori cukup baik untuk adukan dan bahan dinding batu bata seperti Tabel 5.11 sebagai berikut:

- a. kondisi ikatan antar batu bata (58,7%) sesuai dengan kaidah ilmu bangunan untuk pasangan batu bata Suprihadi (1987) sebaiknya dipakai warna matang/merata, rusuk tajam, tidak menunjukkan garis retak-retak, dan tidak banyak potongan.

- b. kondisi batu bata pada dinding (50,4%) sesuai dengan kaidah ilmu bangunan untuk pasangan batu bata Suprihadi (1987) sebaiknya ikatan rapi, beraturan, tidak terlalu banyak potongan dari  $\frac{1}{2}$  bata.

Dari hasil pembahasan di atas pemahaman tukang mengenai adukan dan bahan pasangan batu bata menunjukkan kategori cukup kecuali untuk perbandingan plester kedap air pengetahuan tukang termasuk kategori kurang.

Dari hasil data-data pembahasan tersebut secara garis besar pemahaman tukang bangunan menunjukkan kategori cukup hanya pada penulangan balok lintel termasuk kategori kurang.

#### **6. 4. Penyimpangan pada Pelaksanaan Bangunan Sederhana Tahan Gempa**

Data-data yang didapatkan dari hasil dan analisis penelitian, penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan bangunan sederhana tahan gempa yaitu pelaksanaan penulangan balok sloop, penulangan kolom praktis, penulangan ringbalk, penulangan balok lintel, adukan dan bahan beton, serta adukan dan bahan pasangan batu bata diuraikan seperti di bawah ini.

## A. Penulangan Balok Sloop

Penyimpangan pada total keseluruhan di empat kabupaten Yogyakarta secara umum untuk pelaksanaan penulangan balok sloop sebesar 70,4% dengan kategori **kurang** seperti pada Tabel 5.19. Penyimpangan yang terjadi pada pencakupan pemilihan pelaksanaan penulangan balok sloop seperti pada Tabel 5.13 yaitu:

1. Penggunaan diameter tulangan dan total luas penampang tulangan yang di pakai terlalu kecil antara  $4 \text{ } \varnothing \text{ } 8 \text{ mm}$  dan  $4 \text{ } \varnothing \text{ } 6 \text{ mm}$  (90,97%), padahal **seharusnya** tulangan minimum yang digunakan adalah  $4 \text{ } \varnothing \text{ } 12 \text{ mm}$ .
2. Pada tulangan sengkang terjadi penyimpangan yaitu diameter dan luas total penampang tulangan terlalu kecil  $\leq 4 \text{ mm}$ , bentuk sengkang dalam satu ukuran tidak sama (simetris), tidak ada kait pada sengkang (53,1%). **Seharusnya** tulangan minimum yang digunakan adalah 8 mm.
3. Jarak antar sengkang terlalu renggang  $\pm 24 \text{ cm}$  (62,3%), **seharusnya** untuk jarak antar sengkang maksimal adalah 15 cm, di sini terlihat ada upaya penghematan penggunaan tulangan yang tidak perlu.
4. Tidak adanya perkuatan angkur antara balok sloop dengan pondasi (100%), **seharusnya** untuk perkuatan antara sloop dan pondasi di beri angkur pada tiap jarak maksimal 1 meter dengan tulangan yang di pakai minimum 10 mm.

Dari pembahasan di atas dari data Tabel 5.19 dapat disimpulkan pelaksanaan penulangan balok sloop menunjukkan kurang. Justru pencakupan

pemilihan pada pertemuan ujung-ujung tulangan untuk pelaksanaan balok sloop tukang bangunan melaksanakannya termasuk kategori **cukup** (84,3%) yaitu tidak dilaksanakan penjangkaran dengan baik hanya dilakukan penekukan biasa  $\pm 5$  cm padahal sesuai dengan aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa pada pertemuan ujung-ujung tulangan harus dilakukan pembengkokan/penjangkaran dengan panjang penjangkaran 40.d tulangan sebaiknya tukang bangunan melaksanakan penulangan tersebut dengan penjangkaran yang baik dan panjang penjangkarannya 40.d tulangan.

#### **B. Penulangan Kolom Praktis**

Penyimpangan yang terjadi pada total keseluruhan di empat kabupaten Yogyakarta untuk pelaksanaan kolom praktis mencapai 70,95 % dengan kategori **kurang** seperti pada Tabel 5.19. Penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan tersebut mencakup pemilihan seperti Tabel 5.14 antara lain:

1. Diameter tulangan dan total luas penampang tulangan yang di pakai terlalu kecil antara  $4 \text{ } \varnothing \text{ } 6 \text{ mm}$  dan  $4 \text{ } \varnothing \text{ } 8 \text{ mm}$  (95,3%) sedangkan tulangan minimum yang **disyaratkan** adalah  $4 \text{ } \varnothing \text{ } 12 \text{ mm}$ .
2. Pada tulangan sengkang terjadi penyimpangan yaitu diameter dan luas total penampang tulangan terlalu kecil  $\leq 4 \text{ mm}$ , bentuk sengkang dalam satu ukuran tidak sama (simetris), tidak ada kait pada sengkang (83,3%). **Seharusnya** tulangan minimum yang digunakan adalah 8 mm.
3. Jarak antar sengkang yang terlalu jauh  $> 21 \text{ cm}$  (68,6%), **seharusnya** jarak maksimum untuk antar sengkang adalah 15 cm.

4. Tidak adanya angkur antara kolom dengan dinding batu bata untuk perkuatan (100%), **seharusnya** antara kolom dan dinding pasangan bata di beri angkur setiap 6 lapis pasangan bata dengan panjang minimal 30 cm menggunakan tulangan minimum berdiameter 8 mm.

Dari pembahasan di atas dari data Tabel 5.19 dapat disimpulkan pelaksanaan penulangan balok sloop menunjukkan kurang. Hanya pada pencakupan pemilihan pertemuan ujung-ujung tulangan untuk pelaksanaan kolom praktis tukang bangunan melaksanakannya termasuk kategori **cukup** (84,3%) yaitu tidak dilaksanakan penjangkaran dengan baik hanya dilakukan penekukan biasa  $\pm 5$  cm padahal sesuai dengan aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa pada pertemuan ujung-ujung tulangan harus dilakukan pembengkokan/penjangkaran dengan panjang penjangkaran 40.d tulangan sebaiknya tukang bangunan melaksanakan penulangan tersebut dengan penjangkaran yang baik dan panjang penjangkarannya 40.d tulangan.

### C. Penulangan Balok Pengapit Atas (*RingBalk*)

Penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan penulangan *ringbalk* total keseluruhan di empat kabupaten Yogyakarta sebesar 65,6% dengan kategori **kurang** terlihat pada Tabel 5.19. Adapun penyimpangan yang terjadi pada pencakupan pemilihan tersebut seperti pada Tabel 5.15 yaitu:

1. Penggunaan diameter tulangan dan total luas penampang tulangan yang di pakai terlalu kecil antara  $\emptyset 8$  mm dan  $\emptyset 6$  mm (86,6%), padahal **seharusnya** tulangan minimum yang digunakan adalah 4  $\emptyset 12$  mm.



2. Pada tulangan sengkang terjadi penyimpangan yaitu diameter dan luas total penampang tulangan terlalu kecil  $\leq 4$  mm, bentuk sengkang dalam satu ukuran tidak sama (simetris), tidak ada kait pada sengkang (83,1%).  
**Seharusnya** tulangan minimum yang digunakan adalah 8 mm.
3. Jarak antar sengkang terlalu renggang  $\geq 24$  cm (63,5%), **seharusnya** untuk jarak antar sengkang maksimal adalah 15 cm, di sini terlihat ada upaya penghematan penggunaan tulangan yang tidak perlu.

Dari pembahasan di atas dari data Tabel 5.19 dapat disimpulkan pelaksanaan penulangan balok sloop menunjukkan kurang. Justru pencakupan pemilihan pada pertemuan ujung-ujung tulangan untuk pelaksanaan ring balk tukang bangunan melaksanakannya termasuk kategori cukup (70,9%) yaitu tidak dilaksanakan penjangkaran dengan baik hanya dilakukan penekukan biasa  $\pm 5$  cm padahal sesuai dengan aturan-aturan yang ada pada bangunan sederhana tahan gempa pada pertemuan ujung-ujung tulangan harus dilakukan pembengkokan/penjangkaran dengan panjang penjangkaran  $40.d$  tulangan sebaiknya tukang bangunan melaksanakan penulangan tersebut dengan penjangkaran yang baik dan panjang penjangkarannya  $40.d$  tulangan.

#### **D. Penulangan Balok Lintel (Balok yang di pasang keliling bangunan sebagai penguat horizontal)**

Penyimpangan yang terjadi pada penulangan balok lintel 100% termasuk kategori **kurang atau tidak baik** karena tidak adanya penggunaan balok lintel terlihat pada Tabel 5.19 mengenai total keseluruhan di empat kabupaten

Yogyakarta secara umum untuk pelaksanaan penulangan balok lintel, ini disebabkan belum adanya pengenalan dan pengetahuan tentang balok lintel pada tukang bangunan.

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa :

1. Pada luas bidang tembok diantara rangka yang mengapitnya yaitu kolom-kolom pengaku dan pengaku dinding/perkuatan horizontal tidak melebihi 12 m<sup>2</sup> tidak di beri unsur perkuatan.
2. Umumnya jarak antara kolom di pasang tiap jarak antara 3 sampai 4 meter.
3. Tinggi pemasangan balok pengapit atas umumnya di pasang pada ketinggian 2,5 sampai 3 meter.

Berdasarkan aturan mengenai bangunan sederhana tahan gempa khusus untuk balok lintel (Boen, (1978) dan Tular, (1981)) perlu dipenuhi syarat-syarat berikut :

1. Pada luas bidang tembok diantara rangka yang mengapitnya yaitu kolom-kolom pengaku dan pengaku dinding/perkuatan horizontal tidak melebihi 12 m<sup>2</sup> perlu di beri perkuatan.
2. Balok lintel dibuat menerus keliling bangunan berfungsi sebagai penguat horizontal pada bangunan, di pasang di atas kusen pintu dan jendela memanjang keliling bangunan.
3. Pada jarak antar kolom 3 meter, balok lintel di pasang pada ketinggian 2 meter.
4. Diameter dan total luas tulangan utama minimal di pakai 4 Ø 10 mm, dengan jarak antar sengkang maksimal 15 cm.

5. Pertemuan ujung-ujung tulangan antara balok lintel dan kolom harus dijangkarkan dengan baik, panjang penjangkaran  $40 \times$  diameter tulangan.

Umumnya pelaksanaan balok lintel oleh tukang bangunan tidak banyak dipergunakan dalam membangun rumah tinggal sederhana baik pada diameter tulangan pokok, diameter tulangan sengkang, jarak antar sengkang, serta sambungan pertemuan ujung tulangan disebabkan seperti hal yang di atas tadi.

#### E. Adukan Dan Bahan Beton

Penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan adukan dan bahan beton dari total keseluruhan di empat kabupaten yogyakarta adalah 27,60 % seperti pada Tabel 5.19 menunjukkan pada pelaksanaannya termasuk kategori **cukup baik**, kecilnya penyimpangan yang terjadi pada pelaksanaan adukan dan bahan beton untuk pencakupan pemilihannya pada Tabel 5.17 sebagai berikut :

- a. Pada perbandingan campuran semen : pasir : kerikil, yang di pakai adalah 1 : 3 : 5, dan tidak dipakainya takaran perbandingan untuk bahan adukan serta campuran tidak merata (homogen). **Seharusnya** campuran beton yang dianjurkan perbandingannya adalah 1 : 2 : 3 (pc : pasir : kerikil).
- b. Tidak tercampurnya dengan baik antara masing-masing material dan urutan pencampurannya tidak benar karena pasta semen, pasir, kerikil dan air di campur secara bersamaan. **Seharusnya** mula-mula semen dan pasir di campur secara kering di atas tempat yang rata, bersih, keras dan tidak menyerap air, pencampuran tersebut secara kering ini dilakukan sampai warna campuran sama/merata kemudian campuran tersebut dicampur dengan kerikil dan diaduk

kembali sampai merata. Pada tengah adukan di beri lubang dan ditambahkan air sebanyak 75 % dari jumlah air yang diperlukan selanjutnya adukan diuleni dan ditambahkan sisa air sampai adukan merata dan homogen.

- c. Apabila pelaksanaan pengecoran terpaksa terhenti/tertunda dan dilanjutkan kembali terjadi penyimpangan. **Seharusnya** membersihkan permukaan beton yang akan dikerjakan, permukaan beton dikasarkan terlebih dahulu dan diberinya lapisan spesi semen pada permukaan beton yang lama.
- d. Pemadatan pada saat adukan sudah di tuang pada acuan/begisting dilakukan terlalu lama dan terlalu keras, tebal beton yang di tusuk terlalu dalam sehingga mengakibatkan kurang baiknya mutu beton dan saat acuan/begisting di lepas terdapat pori atau rongga pada beton. **Seharusnya** pemadatan yang dilakukan secara manual menggunakan tongkat adalah pemadatan jangan terlalu lama dan keras hal ini untuk menghindari mengumpulnya kerikil di bagian bawah dan hanya mortar saja yang ada di atas dan sebaiknya tebal beton yang di tusuk tidak lebih dari 15 cm.
- e. Penyimpangan pada material pasir untuk bahan adukan adalah pasir yang digunakan terlalu halus, terdapatnya kotoran dan lumpur atau jumlah batu yang ada dalam pasir terlihat lebih dominan. **Seharusnya** pasir harus bersih dari segala kotoran dan lumpur, jumlah batu yang ada pada pasir tidak terlalu dominan dan pasir yang di pakai bukan pasir pantai serta tidak terlalu halus.
- f. Pada material kerikil, besar butiran kerikil yang di pakai terdapat ukuran 50 mm atau lebih besar dari  $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih antara tulangan baja dengan cetakan untuk (rangka bangunan), bentuk material yang cenderung

pipih/panjang melebihi 15 % dari jumlah material kerikil yang di pakai untuk perbandingan dalam adukan beton. **Seharusnya** ukuran kerikil yang digunakan dalam campuran beton adalah diameter 10 sampai 40 mm dengan bentuk yang bersudut, tajam dan apabila perlu di pakai split agregat tersebut mempunyai rongga berkisar antara 38 sampai 40 % sehingga ikatan antara butiran lebih kuat.

- g. Bahan tambahan berupa air dalam adukan beton tidak bersih dari lumpur maupun kotoran. **Seharusnya** air yang digunakan bersih yang dapat di minum dan tidak mengandung lumpur dan kotoran lain (lihat Peraturan Beton Indonesia).

Dari hasil pembahasan di atas tukang bangunan pada pelaksanaan adukan dan bahan beton termasuk kategori cukup baik., baik pada pemilihan perbandingan adukan bahan beton, pencampuran komponen adukan beton, pemadatan beton dengan alat, kondisi fisik pasir, kerikil, bahan tambahan (air) hanya pada pengecoran berhenti dan cara melanjutkannya pelaksanaan termasuk kategori kurang.

#### **F. Adukan dan Bahan Pasangan Batu Bata**

Penyimpangan pada pelaksanaan adukan dan bahan pasangan batu bata dari total keseluruhan di empat kabupaten Yogyakarta secara umum didapatkan rata-rata penyimpangan sebesar 44,8 % seperti pada Tabel 5.19 termasuk kategori **cukup** untuk pelaksanaan adukan dan bahan pasangan batu bata. Adapun penyimpangannya pada Tabel 5.18 sebagai berikut :

- a. Perbandingan campuran semen : kapur : pasir untuk pasangan batu bata menggunakan perbandingan 1 : 1 : 8 dan hasil adukan yang tidak merata dan homogen. **Seharusnya** takaran perbandingan yang baik adalah 1 semen : 5 pasir atau 1 semen : 1 kapur : 5 pasir dan campuran harus homogen.
- b. Untuk campuran kedap air terjadi penyimpangan yaitu tidak adanya lapisan kedap air pada pasangan batu bata. **Seharusnya** plesteran pada ketinggian 30 cm dari permukaan balok sloop) dan bila menggunakan lapisan kedap air perbandingan yang di pakai terlalu besar 1 pc : 4 pasir.
- c. Pemakaian perbandingan untuk plesteran tidak menggunakan takaran yang baik, lebih besar dari 1 pc : 1 kapur : 7 pasir atau takaran untuk plesteran disamakan dengan pasangan batu bata. **Seharusnya** menggunakan takaran 1 pc : 3 pasir atau 1 pc : 1 kapur : 3 pasir.
- d. Kondisi ikatan antar batu bata pada dinding tidak memenuhi syarat ini disebabkan terdapat 2 lapisan berturut-turut antara siar tegak tidak saling berselisih  $\frac{1}{2}$  strek (luar dan dalam), terlalu banyak pemakaian potongan  $\frac{1}{2}$  bata atau kurang dari  $\frac{1}{2}$  bata. **Seharusnya** terdapat 2 lapisan berturut-turut antara siar tegak saling berselisih  $\frac{1}{2}$  strek (luar dan dalam), tidak terlalu banyak pemakaian potongan  $\frac{1}{2}$  bata.
- e. Kondisi batu bata yang kurang memenuhi syarat yaitu warna kematangan yang tidak merata dan terdapat gejala retak-retak atau perubahan bentuk yang berlebihan serta ukuran yang tidak seragam. **Seharusnya** bata yang di pakai harus memenuhi syarat antara lain :
1. semua bidang sisi datar.

2. memiliki rusuk yang tajam dan menyiku.
  3. tidak menunjukkan gejala retak atau perubahan bentuk yang berlebihan.
  4. tidak banyak menggunakan potongan  $\frac{1}{2}$  bata.
  5. warna kematangan merata dan benar-benar kering.
- f. Penyimpangan pada material pasir untuk bahan adukan adalah pasir yang digunakan terlalu halus, terdapatnya kotoran dan lumpur dan tidak di ayak terlebih dahulu. Seharusnya pasir harus bersih dari segala kotoran dan lumpur, jumlah batu yang ada pada pasir tidak terlalu dominan dan pasir yang di pakai bukan pasir pantai serta tidak terlalu halus.

Dari hasil pembahasan di atas tukang bangunan pada pelaksanaan adukan dan bahan pasangan batu bata termasuk kategori cukup untuk pencakupan pemilihan kondisi ikatan antar batu bata, kondisi batu bata untuk dinding, dan kondisi pasir sebagai bahan adukan. Pada pemilihan perbandingan bahan pasangan batu bata, perbandingan bahan plester kedap air, dan perbandingan bahan plester untuk tembok termasuk kategori kurang.

Sehingga analisis dari hasil pembahasan tersebut didapatkan suatu kesimpulan bahwa sebenarnya tukang bangunan sebagai pelaku pelaksanaan sebuah bangunan cukup mengerti dan memahami di lihat dari tingkat pengetahuan dan pemahaman tukang bangunan, bagaimana sebuah struktur bisa dikatakan bevar tetapi ternyata dalam pelaksanaannya terjadi penyimpangan-penyimpangan dari aturan yang seharusnya. Ini disebabkan oleh terbatasnya kemampuan ekonomi dan kurangnya kesadaran/ketidakpedulian antara tukang bangunan

sebagai pelaksana dengan pemilik bangunan sebagai pemilik dana dengan anggapan bahwa daerah Istimewa Yogyakarta aman dari bencana gempa bumi sehingga pada pelaksanaan bangunan sederhana tidak dilaksanakan sesuai dengan kaidah-kaidah/aturan bangunan sederhana tahan gempa yang ada..





## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang bisa ditarik dari hasil analisis data yang telah dilakukan berkenaan dengan pemahaman tukang bangunan serta pelaksanaannya mengenai persyaratan bangunan sederhana tahan gempa di empat kabupaten Yogyakarta, hal ini dapat dijelaskan seperti di bawah ini.

1. Pemahaman tukang terhadap pengaruh gempa dan persyaratan bangunan sederhana tahan gempa dari elemen-elemen konstruksi seperti balok sloop, kolom praktis, *ringbalk*, adukan dan bahan beton, serta adukan dan bahan pasangan batu bata termasuk cukup kecuali untuk pemahaman balok lintel pemahamannya masih kurang,
2. Pelaksanaan bangunan sederhana ( penulangan balok sloop, penulangan kolom praktis, penulangan *ringbalk*, penulangan balok lintel/bintel, adukan dan bahan beton serta adukan dan bahan pasangan batu bata di empat kabupaten Yogyakarta termasuk kategori kurang yaitu pada penulangan balok sloop, penulangan kolom praktis, penulangan *ringbalk*, dan penulangan balok lintel/bintel hanya pada pelaksanaan adukan dan bahan beton serta adukan dan bahan pasangan batu bata menunjukkan cukup, dan

3. Tukang bangunan masih memerlukan diadakannya sosialisasi, pelatihan, serta penyuluhan tentang persyaratan bangunan sederhana tahan gempa

## 7.2. Saran

Saran yang dapat diambil dari hasil penelitian agar dapat dilanjutkan dan menjadi perhatian antara lain adalah:

1. penelitian lebih lanjut mengenai pemahaman tukang bangunan di Yogyakarta secara teliti, serta penyebab-penyebab penyimpangan pada pelaksanaan bangunan sederhana perlu dilakukan,
2. bagi kalangan akademis/universitas diharapkan lebih berperan dalam membantu pemerintah menyebarkan informasi dan pengetahuan pengaruh gempa terhadap bangunan dan memberikan perhatian khusus kepada mata kuliah gempa kepada mahasiswa terutama teknik sipil dan arsitektur hendaknya mendapat porsi lebih banyak tentang mata kuliah tersebut, dan
3. serta perlu adanya sosialisasi, pelatihan, dan penyuluhan mengenai bangunan sederhana tahan gempa beserta syarat-syaratnya kepada masyarakat umum dan tukang bangunan pada khususnya untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mengenai pentingnya merencanakan dan membangun tempat tinggal yang aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boen, T. (1976), "Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Tahan Gempa", DPU  
Direktorat Jenderal Cipta Karya, Bandung.
- Boen, T. (1978), "Manual Bangunan Tahan Gempa", Cetakan Kedua, Yayasan  
Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Boen, T. (2000), "Bangunan Rumah Tinggal Sederhana: Belajar Dari Kerusakan  
Akibat Gempa", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam  
Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII, CEEDES, dan  
ACRE, disajikan pada "Lokakarya Nasional Bangunan Tinggal Sederhana  
Tahan Gempa: Evaluasi, Rekomendasi, dan Sosialisasi", 6 September 2000,  
Yogyakarta.
- Boen, T. dan Rekan (2000), "Bencana Gempa bumi: Fenomena dan  
Perbaikan/Perkuatan Bangunan (Evaluasi Gempa Bengkulu 4 Juni 2000),"  
Teddy Boen dan Rekan, Jakarta.

- Dipchusodo, I. (1994), "STRUKTUR BETON BERTULANG" Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- IUDMP (2000a), "Bangunan Tembok dengan Kolom Beton", *Leaflet*, IUDMP-ITB dan PUSKIM, Bandung.
- IUDMP (2000b), "Bangunan Tembok dengan Kolom Kayu", *Leaflet*, IUDMP-ITB dan PUSKIM, Bandung.
- IUDMP (2000c), "Bangunan Tembok dengan Kolom Pilaster (Tembok) Tahan Gempa", *Leaflet*, IUDMP-ITB dan PUSKIM, Bandung.
- Idham, N.C. (2000), "Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Pandeglang Belajar Dari Keunggulan Arsitektur Tradisional", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII dan CEEDES (*Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies*), disajikan pada "Diskusi dan Konferensi Pers", 10 November 2000, Yogyakarta.
- Kompas (2001a), "Gempa Guncang Jawa Tengah dan Yogyakarta", 26 Mei 2001, Jakarta.

- Kompas (2001b), "Saatnya Bangun Tempat Hunian Yang Tahan Gempa",  
28 Mei 2001, Jakarta.
- Kedaulatan Rakyat (2001), "Gempa Tektonik Guncang Yogyakarta",  
26 Mei 2001, Yogyakarta.
- Kertapati, E. (2000), "Telaah Potensi Zona Sumber Gempa Bumi di Indonesia",  
oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia bekerjasama  
dengan Lembaga Penelitian UII, CEEDES, dan ACRE, disajikan pada  
"Lokakarya Nasional 2000 Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan  
Gempa: Evaluasi, Rekomendasi, Sosialisasi", 6 September 2000,  
Yogyakarta.
- Musyafa', A. (2000), "Mutu Bahan Bangunan Yang Rendah Rawan Terhadap  
Bahaya Gempa", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam  
Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII dan CEEDES  
(*Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies*),  
disajikan pada "Diskusi dan Konferensi Pers", 10 November 2000,  
Yogyakarta.
- Marzuki (1977), "Metodologi Riset", BPFU-UII, Yogyakarta.

- Nugraheni, F. (2001), "Upaya Mengurangi Dampak Bencana Alam Gempa Bumi pada Bangunan Sederhana", oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat FTSP dan Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, disajikan pada "Upaya Mitigasi Dampak Bencana Alam", 11 Desember 2001, Yogyakarta.
- Naryanto, H. S. dan I. G. Tejakusuma (1999), "Gempabumi: Apa dan Bagaimana Upaya Penanggulangannya", BPPT dan HSF.
- Puspantoro, B. (1996), "Konstruksi Bangunan Gedung Tidak Bertingkat", Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
- PU (Pekerjaan Umum), Departemen (2000), "Tatacara Perancangan dan Pelaksanaan Konstruksi Beton (SK-SNI)", BPPDPU, Jakarta.
- Puskim (2000a), "Petunjuk Dasar Perencanaan Bangunan Sederhana Tahan Gempa", *Leaflet*, Puskim Bandung dan ITB.
- Puskim (2000b), "Prototipe Rumah Tahan Gempa TG-26", *Leaflet*, Puskim Bandung.

- Sarwidi (2000a), "Setahun Diguncang 2 Kali: Gempa Bumi Pandeglang 2000 dan Akibatnya", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII, disajikan pada "Diskusi dan Konferensi Pers", 10 November 2000, Yogyakarta.
- Sarwidi (2000b), "Meningkatkan Kepercayaan Diri: Dalam Menghadapi Gempa Bumi", Materi Berita Surat Kabar Kedaulatan Rakyat, Yogyakarta.
- Sarwidi (2000c), "Perilaku Rumah Rakyat Akibat Gempa Merusak: Pelajaran yang dapat diambil dari kasus Gempa Blitar 1998 dan Gempa Sukabumi 2000", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII, CEEDIS, dan ACRE, disajikan pada "Lokakarya Nasional Bangunan Tinggal Sederhana Tahan Gempa: Evaluasi, Rekomendasi, dan Sosialisasi", 6 September 2000, Yogyakarta.
- Sarwidi (2000d), "Metode Sosialisasi Bangunan Rumah Sederhana Tahan Gempa", oleh Lembaga Penelitian UII, disajikan pada "Diskusi Terbatas", 2 September 2000, Yogyakarta.
- Sarwidi (2000e), "Sekilas Tentang Gempa", oleh Lembaga Penelitian UII, disajikan pada "Konferensi Pers", 15 Mei 2000, Yogyakarta.

Sarwidi (2001a), "Hasil Survey Pasca Gempa Yogyakarta 2001", oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Bekerjasama Dengan Lembaga Penelitian Universitas Islam Indonesia, disajikan pada "Studium General: Resiko Gempa Di Indonesia Dan Penanggulangan Dampaknya", 14 Juli 2001, Yogyakarta.

Sarwidi (1999), "Diktat Kuliah Teknik Gempa", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Siddiq, S. (2000), "Penelitian Eksperimental Struktur Bangunan Skala Penuh dan Aplikasinya Pada Bangunan Rumah Rakyat Tahan Gempa", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII, CEEDES, dan ACRE, disajikan pada "Lokakarya Nasional 2000 Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa: Evaluasi, Rekomendasi, Sosialisasi", 6 September 2000, Yogyakarta.

Siddiq, S. (1994), "Dinding Pasangan Bertulang sebagai Komponen Struktur Tahan Gempa", Majalah UNISIA No. 23 Tahun XIV TRIWULAN 3, UII, Yogyakarta.

Soejoeti, Z. (1986), "Metode Statistika I", Karunika, Universitas Indonesia, Jakarta.



- Suprihadi, K. (1987), "Ilmu Bangunan Gedung", Penerbit ARMICO, Bandung.
- Singarimbun, M., dan S. Effendi (1982), "Metodelogi Penelitian Survei", LP3ES, Jakarta.
- Tarsis, T. (1993), "Mengenal Manajemen Proyek", Edisi Pertama, Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Tular.R.B. (1981), "Perencanaan Bangunan Tahan Gempa", Edisi Kedua, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Tjokrodimulyo, K. (1992), "Tekhnologi Beton", UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K. (1993), "Diktat Kuliah Teknik Gempa", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Widodo (2000), "Kerusakan Bangunan Sederhana Akibat Gempa Suatu Evaluasi Dan Rekomendasi", oleh Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia bekerjasama dengan Lembaga Penelitian UII, CEEDES, dan ACRE, disajikan pada "Lokakarya Nasional 2000 Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa: Evaluasi, Rekomendasi, Sosialisasi", 6 September 2000, Yogyakarta.

Vincent, G.B. (1994), "Manajemen Konstruksi", P.T. Pustaka Binaman Pressindo,  
Jakarta.

<http://www.neic.usgs.gov>

<http://pasadena.wr.usgs.gov/eqhaz/faq/meas.html#19>

[www.egroups.com/group/gempabumi](http://www.egroups.com/group/gempabumi)

[www.greatbuildings.com/architecs.html](http://www.greatbuildings.com/architecs.html)

[www.kbw.go.id/balitbang/AKTUAL/gempa\\_bengkulu.htm](http://www.kbw.go.id/balitbang/AKTUAL/gempa_bengkulu.htm)

[www.pikiran-rakyat.com/PIKIRANRAKYAT/2000/04/0802.htm](http://www.pikiran-rakyat.com/PIKIRANRAKYAT/2000/04/0802.htm)

[www.suarapembaharuan.com/News/2000/06/05/utama/ut01/ut01.html](http://www.suarapembaharuan.com/News/2000/06/05/utama/ut01/ut01.html)

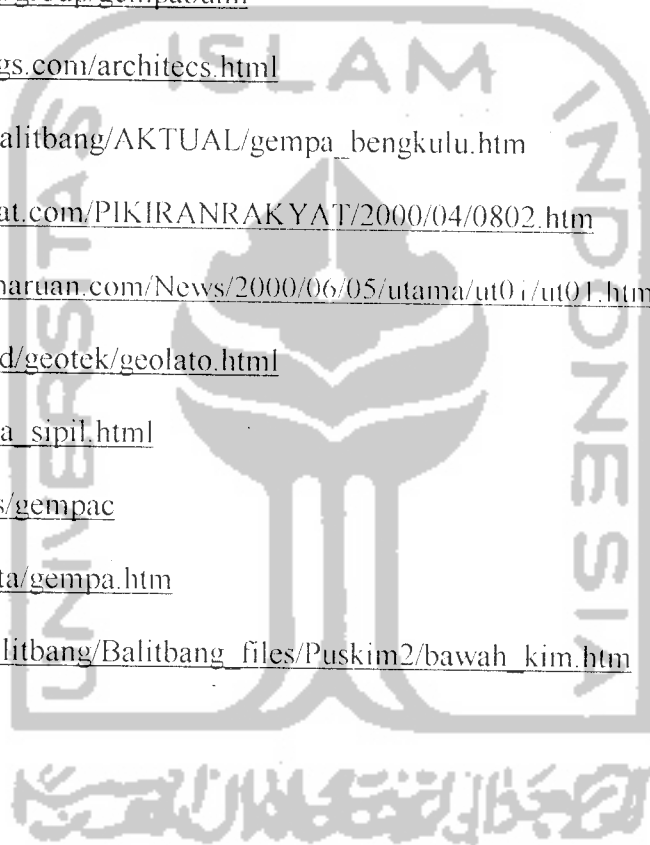
[www.dgtl.dpe.go.id/geotek/geolato.html](http://www.dgtl.dpe.go.id/geotek/geolato.html)

[www.itenas.ac.id/ta\\_sipil.html](http://www.itenas.ac.id/ta_sipil.html)

[www.tiac.net/users/gempac](http://www.tiac.net/users/gempac)

[www.uin.ac.id/warta/gempa.htm](http://www.uin.ac.id/warta/gempa.htm)

[www.kbw.go.id/balitbang/Balitbang\\_files/Puskim2/bawah\\_kim.htm](http://www.kbw.go.id/balitbang/Balitbang_files/Puskim2/bawah_kim.htm)



## KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	SIGIT RIYANTO	92 310 123	MANKON
2	HERLINA ANDRIANY	92 310 229	MANKON

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

✓ *PENGECORAN PENULANGAN*

**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PADA PEKERJAAN PASANGAN BAYU DATA**

**PERIODE I : SEPTEMBER – PEBRUARI**

**TAHUN : 2000/2001**

No	Kegiatan	Eulan Ke .					
		Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Peb.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran						

DOSEN PEMBIMBING I

: IR. FAISOL AM, MS.

DOSEN PEMBIMBING II

: IR. ALBANI MUSSYAFAR



Yogyakarta, 07 Oktober, 2000

a.n. Dekan,

*(Signature)*

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

catatan :

Seminar

Sidang

Pendadaran

## LEMBAR WAWANCARA

### PENGETAHUAN DAN PEMAHAMAN TUKANG BANGUNAN PEDESAAN TERHADAP KONSEP BANGUNAN RUMAH TINGGAL SEDERHANA TAHAN GEMPA

Nama Tukang :  
 Usia :  
 Pendidikan :  
 Pengalaman kerja :  
 Kelurahan :  
 Kecamatan :  
 Kabupaten :  
 No. Kegiatan Pada Bangunan :  
 Tanggal Wawancara :

#### A. UMUM

No.	Pertanyaan Wawancara	Keterangan
1	Apakah menurut Bapak berdasarkan pengalaman-pengalaman yang pernah terjadi di Indonesia, gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan seperti retak-retak pada dinding, retaknya atau runtuhnya rangka bangunan, lepasnya hubungan dinding dengan kolom, terlepasnya hubungan/sambungan pertemuan pada ujung-ujung rangka bangunan ataupun robohnya bangunan? a. ya      b. tidak      c. lain-lain.....	
2	Apakah dengan dipilihnya rangka bangunan dari bahan beton bertulang dikarenakan lebih kuat dibandingkan dengan bahan yang lain? a. ya      b. tidak      c. lain-lain.....	
3	Apakah faktor kemampuan ekonomi pemilik bangunan juga menjadi kendala dalam membangun rumah tinggal seperti bahan yang digunakannya? a. ya      b. tidak      c. lain-lain.....	
4	Apakah dengan membangun rumah tinggal sederhana dari rangka beton dan berdinding/tembok batu bata tingkat status sosial lebih tinggi dari rangka kayu atau bambu? a. ya      b. tidak      c. lain-lain.....	
5	Apakah menurut Bapak pengetahuan akibat pengaruh gempa bumi pada bangunan itu diperlukan? a. perlu      b. tidak perlu      c. lain-lain.....	
6	Apakah menurut Bapak perlu diadakan sosialisasi melalui penyuluhan tentang pengaruh gempa dan cara-cara membangun rumah tinggal sederhana tahan gempa? a. perlu      b. tidak perlu      c. lain-lain.....	

B. DETAIL BANGUNAN

I. Penulangan Balok Sloop

No.	Pertanyaan Wawancara	Nilai	Keterangan
1	Menurut Bapak untuk membuat Balok Sloop berapakah besar diameter tulangan utama yang sebaiknya Bapak pakai ? a. $\varnothing$ 12 mm    b. $\varnothing$ 10 mm    c. $\varnothing \leq 8$ mm		
2	Barapakah besar diameter tulangan untuk sengkang/begel untuk penulangan Balok Sloop yang sebaiknya di pakai menurut pendapat Bapak ? a. $\varnothing$ 8 mm    b. $\varnothing$ 6 mm    c. $\varnothing \leq 4$ mm		
3	Berapakah yang Bapak pakai sebaiknya, jarak antar sengkang/begel untuk Balok Sloop ? a. 15 cm    b. 16-20 cm    c. $\geq 21$ cm		
4	Bagaimana menurut Bapak cara yang baik/ kuat untuk menyambung pertemuan ujung-ujung tulangan pada Balok Sloop terutama pada bagian sudut-sudutnya ? a. dijangkarkan dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan b. cukup dilakukan penekukan biasa $\pm 5$ cm c. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b		
5	Antara balok sloop dan pondasi agar kokoh/kuat, terutama bila terkena guncangan gempa bumi tidak terjadi pergeseran, apa yang sebaiknya menurut Bapak untuk menjaga/menekan hal-hal tersebut ? a. diberi angkur dengan diameter tulangan $\varnothing > 10$ mm pada jarak tiap 1 m b. seperti pada a hanya diameter tulangan lebih kecil dan jarak bisa sama atau mungkin lebih jauh c. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b		
Total Nilai			

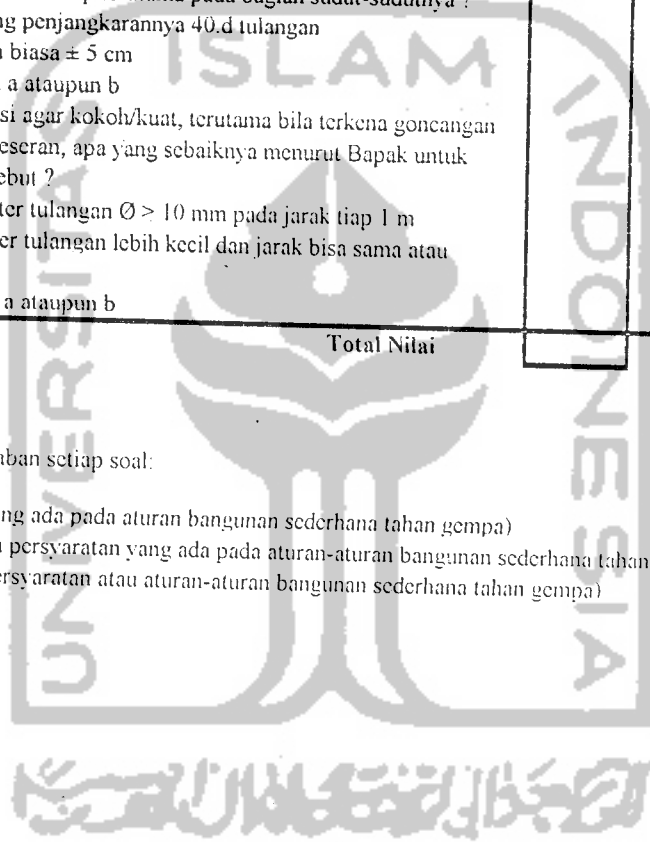
terangan:

obot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)

ukup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

urang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)



## II. Penulangan Kolom Praktis

No.	Pertanyaan Wawancara	Nilai	Keterangan
1	Menurut Bapak untuk membuat kolom berapakah besar diameter tulangan utama yang sebaiknya Bapak pakai ? a. $\varnothing$ 12 mm    b. $\varnothing$ 10 mm    c. $\varnothing \leq 8$ mm		
2	Barapakah besar diameter tulangan untuk sengkang/begel untuk penulangan kolom yang sebaiknya di pakai menurut pendapat Bapak ? a. $\varnothing$ 8 mm    b. $\varnothing$ 6 mm    c. $\varnothing \leq 4$ mm		
3	Berapakah yang Bapak pakai sebaiknya. jarak antar sengkang/begel untuk kolom ? a. 15 cm    b. 16-20 cm    c. $\geq 24$ cm		
4	Bagaimana menurut Bapak cara yang baik/ kuat untuk menyambung pertemuan ujung-ujung tulangan antara kolom dengan balok sloop ataupun ringbalk ? a. dijangkarkan dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan b. cukup dilakukan penekukan biasa $\pm 5$ cm c. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b		
5	Antara kolom dengan dinding agar hubungannya kokoh/kuat disaat gempa yang cukup merusakkan bangunan, apa kiat Bapak untuk menghindari hal itu ? a. pemberian angkur dengan diameter tulangan $\varnothing \geq 8$ mm dengan panjang $\geq 30$ cm dipasang tiap 6 lapis pasangan bata b. seperti pada a hanya besar diameter $\varnothing \leq 8$ mm dengan panjang $\leq 30$ cm dan di pasang tiap $\geq 6$ lapis pasangan bata c. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b		
Total Nilai			

terangan:

bot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban sctiap soal:

baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)  
 cukup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)  
 kurang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

### III. Penulangan Balok Pengapit Atas/Ringbalk

No.	Pertanyaan wawancara	Nilai	Keterangan
1	Berapakah besar diameter tulangan pokok/utama untuk ringbalk sebaiknya di pakai menurut Bapak ? a. $\varnothing 12$ mm    b. $\varnothing 10$ mm    c. $\varnothing \leq 8$ mm		
2	Berapakah besar diameter tulangan untuk begel pada penulangan ringbalk sebaiknya di pakai ? a. $\varnothing 8$ mm    b. $\varnothing 6$ mm    c. $\varnothing \leq 4$ mm		
3	Menurut Bapak , berapa jarak yang di pakai antar begel yang sebaiknya ? a. tiap 15 cm    b. antara 16-20 cm    c. $\geq 24$ cm		
4	Bagaimana cara yang baik utk menyambung pertemuan ujung-ujung tulangan antara ringbalk pada pertemuan sudut ataupun antara ringbalk dengan kolom agar kokoh ? a. dijangkarkan dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan b. cukup dilakukan penekukan biasa $\pm 5$ cm c. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b		
Total Nilai			

Keterangan:

Bobot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

Baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)

Cukup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

Kurang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

### 4. Penulangan Balok Lintel

Balok di pasang di atas kusen-kusen memanjang/keliling bangunan sebagai penguat horisontal. Pada bidang dinding yang luasnya  $\geq 6$  m<sup>2</sup> perlu diberi perkuatan. (jangan pada bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa)

No.	Pertanyaan wawancara	Nilai	Keterangan
1	Berapakah besar diameter tulangan pokok/utama untuk balok lintel sebaiknya di pakai menurut Bapak ? a. $\varnothing 10$ mm    b. $\varnothing 8$ mm    c. $\varnothing \leq 6$ mm		
2	Berapakah besar diameter tulangan untuk begel pada penulangan balok lintel sebaiknya di pakai ? a. $\varnothing 8$ mm    b. $\varnothing 6$ mm    c. $\varnothing \leq 4$ mm		
3	Menurut Bapak , berapa jarak yang di pakai antar begel yang sebaiknya ? a. tiap 15 cm    b. antara 16-20 cm    c. $\geq 24$ cm		
4	Bagaimana cara yang baik utk menyambung pertemuan ujung-ujung tulangan antara balok lintel pada pertemuan sudut agar kokoh ? a. dijangkarkan dengan panjang penjangkarannya 40.d tulangan b. cukup dilakukan penekukan biasa $\pm 5$ cm c. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b		
Total Nilai			

Keterangan:

Bobot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

Baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)

Cukup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

Kurang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

V. Adukan dan Bahan Beton

No.	Pertanyaan Wawancara	Nilai	Keterangan
1	Berapakah perbandingan bahan yang di pakai untuk membuat beton agar didptkan kualitas dan mutu beton yang baik antara (pc:psr:krk) menurut Bapak ? a. 1 pc : 2/3 psr : 3/2 krk (1 pc : 2 psr : 3 krk) b. 1 pc : 3 psr : 3 krk (ditakar perbandingannya $\geq$ a) c. tanpa takaran/hanya perkiraan		
2	Menurut Bapak kondisi yang bagaimana untuk pasir di lihat dari bentuk ataupun keadaannya yang baik untuk bahan beton ? a. kondisi bersih, bukan pasir pantai, bentuk butiran tdk terlalu bulat dan tidak halus b. kondisi pasir bersih dan bulat meskipun pasir pantai c. kondisi pasir kotor dan bentuk bulat dan halus/kasar		
3	Bagaimana untuk pencampuran masing-masing komponen dalam membuat adukan beton yang baik menurut Bapak ? a. dicampur merata dr bahan beton smp menunjukkan warna adukan tampak merata b. dicampur tidak merata namun warna adukan tampak merata c. dicampur tidak merata baik dari bahan adukan maupun warna tidak merata		
4	Menurut Bapak kondisi bahan tambah (air) yang bagaimana sebaiknya untuk beton ? a. bersih, bebas dari kandungan lumpur dan benda-benda melayang b. bersih terdpt kandungan lumpur dan tdk terdpt kotoran (benda-benda) melayang c. kotor terdapat kandungan lumpur serta kotoran/benda-benda melayang		
5	Sebaiknya kondisi bentuk kerikil yg bagaimana yg baik utk beton menurut Bapak ? a. bentuk bersudut (split), besarnya merata b. bulat dan besarnya merata c. bulat, besar tdk merata dan byk terdpt butiran lebih 3/4 jarak antar baja tulangan		
6	Apa yang akan Bapak lakukan apabila dalam melaksanakan pengecoran di lapangan pd bagian rangka bangunan terpaksa berhenti dan saat pengecoran akan dilanjutkan kembali ? a. mengasarkan permukaan beton lama, memberi spesi semen serta membersihkan segala kotoran yang ada b. bersihkan dr segala kotoran yg ada tanpa mengasarkan dan memberi spesi semen c. tanpa memperhatikan sama sekali kaidah-kaidah di atas		
7	Dalam menuangkan adukan beton ke dalam acuan, apa kiat Bapak utk menghindari terjadi rongga atau pori dalam beton tersebut ? a. melakukan pemadatan dgn tongkat tidak terlalu lama dan tidak terlalu kasar/keras b. melakukan pemadatan terlalu kasar dan terlalu lama c. tanpa melakukan pemadatan/dituang sampai pengecoran berhenti		
Total Nilai			

Urutan:

Bobot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

Bobot nilai (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)

Bobot nilai (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

Bobot nilai (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)



1. Adukan Dan Bahan Pasangan Bata

No.	Pertanyaan Wawancara	Nilai	Keterangan
1	Berapakah perbandingan adukan untuk pasangan batu bata (pe : psr) atau (pe : psr : krk) yang baik menurut Bapak ? a. 1 pe : 5 pasir atau 1 pe : 1/2 kapur : 5 pasir b. 1 pe : 6 pasir atau 1 pe : 1 kapur : 6 pasir c. tanpa takaran perbandingan (dgn perbandingan tetapi lebih besar dari b)		
2	Bahan adukan untuk plester kedap air digunakan perbandingan semen : pasir, berapakah perbandingan tersebut yang baik menurut Bapak ? a. 1 pe : 2 pasir b. 1 pe : 3 pasir c. tanpa menggunakan plester kedap air		
3	Berapakah perbandingan adukan untuk plesteran tembok (pe : pasir atau pe : kpr : krk) yang baik menurut Bapak ? a. 1 pe : 3 psr atau 1 pe : 1 kpr : 3 pasir 1 pe : 4 psr atau 1 pe : 1 kpr : 4 pasir c. lebih besar dari perbandingan b (tanpa takaran)		
4	Kondisi batu bata yg di pakai utk penyekat dinding bangunan mnrt Bpk baik bgm ? a. wna matang/merata, rusuk tajam,tdk menunjukkan garis retak-retak. tdk byk ptng b. sesuai dgn a. mn terdpt salah satu kekurangan di a c. tidak memperhatikan batu bata yang baik		
5	Kondisi pasir sbg bhn adukan pas./plesteran yg bgm mnrt Bpk baik ? a. bersih dan melalui ayakan, butirannya tidak halus/terlalu kasar b. diayak dan butirannya halus c. tanpa diayak untuk mempercepat pengerjaan		
6	Kondisi ikatan yang bagaimana menurut Bapak baik untuk pasangan bata ? a. ikatan rapi, beraturan, tidak terlalu banyak potongan dari 1/2 bata b. ikatan rapi dan terlalu banyak potongan 1/2 bata c. ikatan tidak rapi dan terlalu banyak potongan 1/2 atau 1/4 panjang bata		
Total Nilai			

rangan:

rt nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

k (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)  
kup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)  
ang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)



**LEMBAR OBSERVASI**  
**PELAKSANAAN BANGUNAN RUMAH TINGGAL SEDERHANA PEDESAAN**

- PEMILIK BANGUNAN :
- PERENCANA BANGUNAN :
- PELAKSANA BANGUNAN :
- WAKTU BANGUNAN :
- LOKASI BANGUNAN :
- TUJUAN PENELITIAN :
- LOKASI KEGIATAN :

**PENULANGAN BALOK SLOOP**

No.	OBSERVASI	NILAI	KETERANGAN
1	Diameter untuk tulangan memanjang utama/pokok di lapangan di pakai: A. diameter tulangan $\geq 12$ mm. B. diameter tulangan $\geq 10$ mm. C. diameter tulangan $\geq 8$ mm		
2	Tulangan yang dipakai untuk sengkang berdiameter: A. diameter tulangan $\geq 8$ mm. B. diameter tulangan $\geq 6$ mm. C. diameter tulangan $\geq 4$ mm.		
3	Jarak antar sengkang yang di pakai di lapangan: A. jarak antar sengkang 15 cm. B. jarak antar sengkang antara 16-20 cm. C. jarak antar sengkang $\geq 21$ cm antar sengkang.		
4	Sambungan/hubungan pertemuan ujung-ujung tulangan antara balok sloop dan kolom: A. dijangkar baik dgn panjang penjangkarannya 40.D tulangan. B. hanya dilakukan tekukan biasa pada ujung tulangan $\pm 5$ cm. C. tidak ada sama sekali baik a ataupun b.		
5	Antara balok sloop dan pondasi di beri perkuatan angkur, pada kondisi lapangan: A. diberi angkur dgn tulangan minimal $\geq 10$ mm tiap jarak maksimal 1 m. B. di beri angkur dgn tul. minimal $\geq 8$ mm tiap jarak $\geq 1$ m. C. tidak ada sama sekali pemberian angkur baik pada a ataupun b.		

Peraturan:

Skor nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

- baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- baik (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- buruk (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

**PENULANGAN KOLOM PRAKTIS**

No.	OBSERVASI	NILAI	KETERANGAN
1	Diameter untuk tulangan memanjang utama/pokok di lapangan di pakai: A. diameter tulangan $\geq 10$ mm. B. diameter tulangan $\geq 8$ mm. C. diameter tulangan $\geq 8$ mm		
2	Diameter untuk tulangan memanjang utama/pokok di lapangan di pakai: A. diameter tulangan $\geq 8$ mm. B. diameter tulangan $\geq 6$ mm. C. diameter tulangan $\geq 4$ mm		
3	Jarak antar sengkang yang di pakai di lapangan: A. jarak antar sengkang 15 cm. B. jarak antar sengkang antara 16-20 cm. C. jarak antar sengkang $\geq 21$ cm antar sengkang.		
4	Sambungan/hubungan pertemuan ujung tulangan antara balok sloop dan kolom atau ringbalok: A. dijangkar baik dgn panjang penjangkarannya 40.D tulangan. B. hanya dilakukan tekukan biasa pada ujung tulangan $\pm 5$ cm. C. tidak ada sama sekali baik a ataupun b.		
5	Antara kolom dgn dinding agar hubungan kuat di beri perkuatan angkur, pada kondisi lapangan: A. pemberian angkur dgn diameter tul. $\geq 8$ mm dgn panj. $\geq 30$ cm dipasang tiap 6 lps pas. bata. B. pemberian angkur dgn besar diameter $\leq 8$ mm dgn panj. $\geq 30$ cm dipas. tiap $\geq 6$ lps pas. bata. C. tidak ada sama sekali a ataupun b.		

Peraturan:

Skor nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

- baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- baik (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- buruk (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

### III. PENULANGAN RING BALK

No.	OBSERVASI	NILAI	KETERANGAN
1	Diameter untuk tulangan utama/pokok di lapangan di pakai A. $\varnothing$ 12 mm B. $\varnothing$ 10 mm C. $\leq \varnothing$ 8 mm		
2	Tulangan yang dipakai untuk sengkang berdiameter A. $\varnothing$ 8 mm B. $\leq \varnothing$ 6 mm C. $\leq \varnothing$ 4 mm		
3	Jarak antar sengkang di pakai di lapangan A. tiap 15 cm B. antara 16-20 cm C. $\geq$ 21 cm		
4	Sambungan/Hubungan pada ujung-ujung pertemuan antara ring baik dan kolom. A. dijangkar baik dgn panjang penjangkarannya 40 D tulangan. B. hanya dilakukan penekukan biasa pada ujung tulangan $\pm$ 5 cm C. tidak ada sama sekali baik a ataupun b.		

eterangan:

obot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

- baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- cukup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- kurang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

### IV. PENULANGAN BALOK LINTEL

Balok di pasang di atas kusen-kusen pintu dan jendela memanjang/keliling bangunan sebagai penguat horisontal. Pada bidang dinding yang luasnya  $\geq$  6 m<sup>2</sup> perlu diberi perkuatan. Juran pada bangunan rumah tinggal sederhana tahan gempa)

#### 1. Kondisi Bangunan Di Lapangan

Jarak antar kolom ..... m  
Ringbaik terpasang pada ketinggian ..... m

No.	OBSERVASI	NILAI	KETERANGAN
1	Diameter untuk tulangan utama/pokok di lapangan di pakai A. $\varnothing$ 12 mm B. $\varnothing$ 10 mm C. $\leq \varnothing$ 8 mm		
2	Tulangan yang dipakai untuk sengkang berdiameter: A. $\varnothing$ 8 mm B. $\leq \varnothing$ 6 mm C. $\leq \varnothing$ 4 mm		
3	Jarak antar sengkang di pakai di lapangan: A. tiap 15 cm B. antara 16-20 cm C. $\geq$ 24 cm		
4	Sambungan/Hubungan pada ujung-ujung pertemuan antara ring baik dan kolom. A. dijangkar baik dgn panjang penjangkarannya 40 D tulangan. B. hanya dilakukan penekukan biasa pada ujung tulangan $\pm$ 5 cm C. tidak perlu sama sekali baik a ataupun b.		

eterangan:

obot nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

- baik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- cukup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)
- kurang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

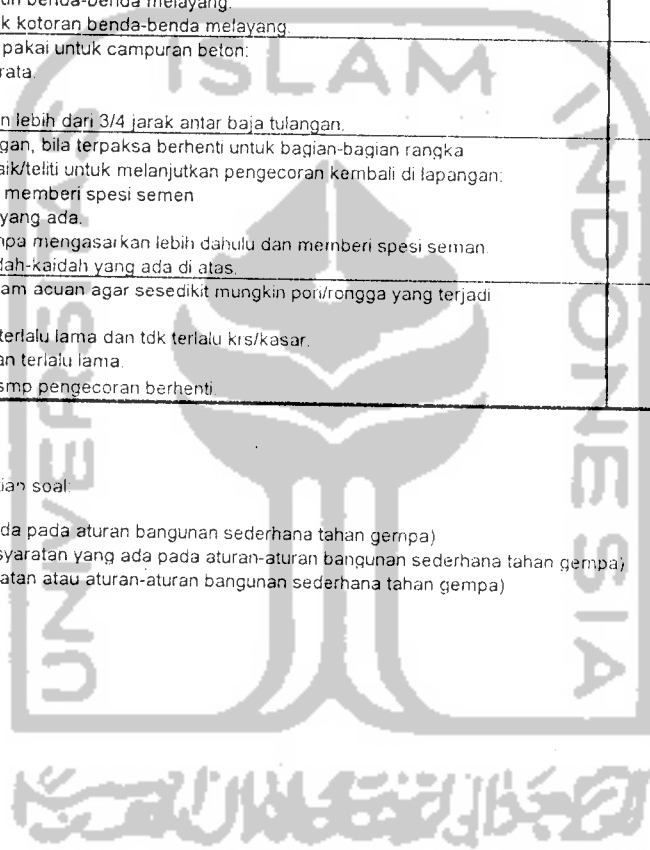
7. ADUKAN DAN BAHAN BETON

No.	OBSERVASI	NILAI	KETERANGAN
1	Perbandingan bahan (material) yang dipakai untuk pc : pasir : kerikil dalam adukan beton di lapangan. A. 1 : 2/3 : 5/2 atau 1 : 2 : 3. B. 1 : 3 : 3 (tanpa takaran tetapi warna adukan tampak homogen baik campuran semen, pasir, kerikil. C. tidak memakai takaran (warna adukan tidak homogen)/di takar dengan perbandingan $\geq 1 : 3 : 4$		
2	Kondisi fisik untuk material pasir untuk bahan campuran beton: A. kondisi pasir bersih, bukan pasir dari pantai, bentuk butiran tidak terlalu bulat dan tidak halus. B. kondisi pasir bersih bentuk butiran halus meski bkn psr pantai dan terdpt sedikit kotoran/sampah. C. kondisi pasir kotor dan bentuk butirannya kasar/halus		
3	Pencampuran untuk masing-masing komponen dalam membuat adukan beton. A. dicampur merata dari bahan-bahan dasar beton sampai menunjukkan warna adukan tampak rata. B. dicampur tidak merata namun warna adukan tampak merata. C. dicampur tidak merata secara baik dr bhn adukan maupun warna tdk merata		
4	Kondisi bahan tambahan (air) sebagai bahan campuran adukan beton. A. bersih, bebas dari kandungan lumpur dan benda-benda melayang. B. terdpt sedikit kandungan lumpur ataupun benda-benda melayang. C. banyak kandungan lumpur atau banyak kotoran benda-benda melayang		
5	Kondisi fisik untuk material kerikil yang di pakai untuk campuran beton. A. split, bentuk bersudut, besarannya merata. B. tidak terlalu bulat, besarannya merata. C. bulat, bsr tdk merata, byk terdpt butiran lebih dari 3/4 jarak antar baja tulangan. Dalam pelaksanaan pengecoran di lapangan, bila terpaksa berhenti untuk bagian-bagian rangka tertentu perlu diperhatikan hal-hal yang baik/teliti untuk melanjutkan pengecoran kembali di lapangan: A. mengasarkn permukaan beton lama, memberi spesi semen serta membersihkan dari segala kotoran yang ada. B. bersihkan dr segala kotoran yg ada tanpa mengasarkn lebih dahulu dan memberi spesi semen C. tanpa memperhatikan sama sekali kaidah-kaidah yang ada di atas. Dalam menuangkan adukan beton ke dalam acuan agar sesedikit mungkin pori/rongga yang terjadi di dalam beton di lapangan dengan cara: A. dilakukan pemadatan dgn tongkat tdk terlalu lama dan tdk terlalu krs/kasar. B. melakukan pemadatan terlalu kasar dan terlalu lama C. tanpa melakukan pemadatan/dituang smp pengecoran berhenti		

rangan:

st nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

itik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)  
 kup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)  
 rang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)



## 1. Adukan Dan Bahan Pasangan Eata

No.	OBSERVASI	Nilai	Keterangan
1	Perbandingan adukan untuk pasangan batu bata (pc : psr) atau (pc : psr : krk) yang baik disesuaikan dengan kondisi di lapangan: a. 1 pc : 5 pasir atau 1 pc : 1/2 kapur : 5 pasir b. 1 pc : 6 pasir atau 1 pc : 1 kapur : 5 pasir (tanpa takaran namun menunjukkan warna homogen/semen cenderung lebih tampak). c. tanpa takaran perbandingan (dgn perbandingan tetapi lebih besar dari b)		
2	Bahan adukan untuk plester kedap air digunakan perbandingan semen : pasir, perbandingan tersebut yang baik di lihat di lapangan: a. 1 pc : 5 pasir atau 1 pc : 1/2 kapur : 5 pasir b. 1 pc : 6 pasir atau 1 pc : 1 kapur : 5 pasir (tanpa takaran namun menunjukkan warna homogen/semen cenderung lebih tampak). c. tanpa takaran perbandingan (dgn perbandingan tetapi lebih besar dari b)		
3	Perbandingan adukan untuk plesteran tembok (pc : pasir atau pc : kpr : krk) yang baik disesuaikan di lapangan: a. 1 pc : 3 psr atau 1 pc : 1 kpr : 3 pasir b. 1 pc : 4 psr atau 1 pc : 1 kpr : 4 pasir (tanpa takaran namun menunjukkan warna homogen/semen cenderung lebih tampak). c. tanpa takaran perbandingan (dgn perbandingan tetapi lebih besar dari b)		
4	Kondisi batu bata yg di pakai utk penyekat dinding bangunan di lapangan: a. wna matang/merata, rusuk tajam, tdk menunjukkan garis retak-retak. tdk byk ptng b. sesuai dgn a, nmn terdpt salah satu kekurangan di a c. kondisi batu bata tidak baik (terdapat 2 atau lebih persyaratan di a).		
5	Kondisi pasir sbg bhn adukan pas /plesteran di lapangan: a. bersih dan melalui ayakan, butirannya tidak halus/terlalu kasar b. diayak dan butirannya halus c. tanpa diayak untuk mempercepat pengerjaan		
6	Kondisi ikatan untuk pasangan bata di lihat di lapangan: a. ikatan rapi, beraturan, tidak terlalu banyak potongan dari 1/2 bata b. ikatan rapi dan terlalu banyak potongan 1/2 bata c. ikatan tidak rapi dan terlalu banyak potongan 1/2 atau 1/4 panjang bata		

rangan:

of nilai (kriteria penilaian) untuk jawaban setiap soal:

lik (sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada aturan bangunan sederhana tahan gempa)

ikup (mendekati batasan-batasan atau persyaratan yang ada pada aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

rang (tidak memenuhi persyaratan-persyaratan atau aturan-aturan bangunan sederhana tahan gempa)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## FOTO-FOTO PENYIMPANGAN PADA PELAKSANAAN BANGUNAN SEDERHANA DI EMPAT KABUPATEN YOGYAKARTA

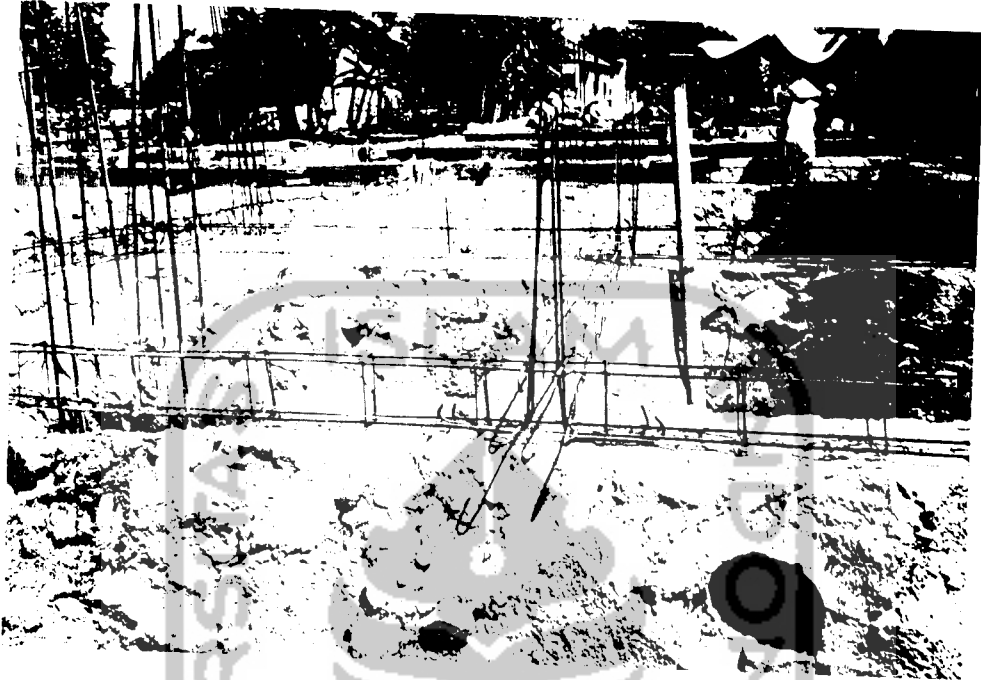
1. Kondisi fisik untuk material kerikil yang di pakai untuk campuran beton bulat, besar, dan tidak merata banyak terdapat butiran lebih dari  $\frac{3}{4}$  jarak antar baja tulangan.



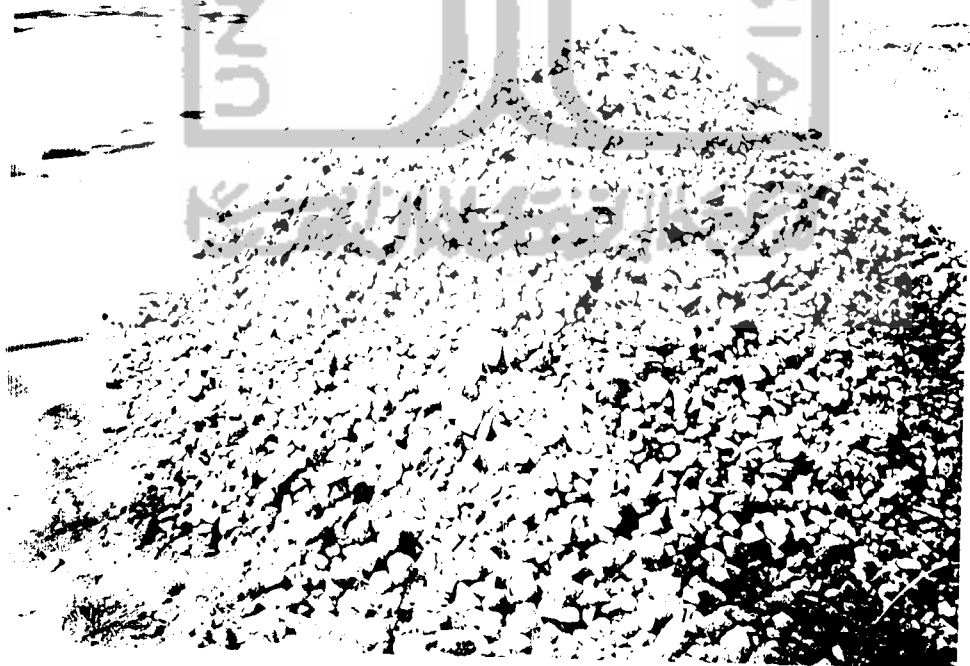
2. Kondisi batu bata yang di pakai untuk penyekat dinding bangunan yang warnanya kurang matang.



3. Diameter untuk tulangan memanjang utama/pokok terlalu kecil atau di pakai  $\phi \leq 8$  mm.



4. Kondisi fisik untuk material kerikil yang tidak merata bulat dan terdapat ukuran butiran  $\frac{3}{4}$  jarak antar baja tulangan.



5. Sambungan/hubungan pertemuan ujung antara ringbalk dengan ringbalk yang tidak dijangkarkan dengan baik. Demikian untuk kolom dan ringbalk pada pertemuannya.

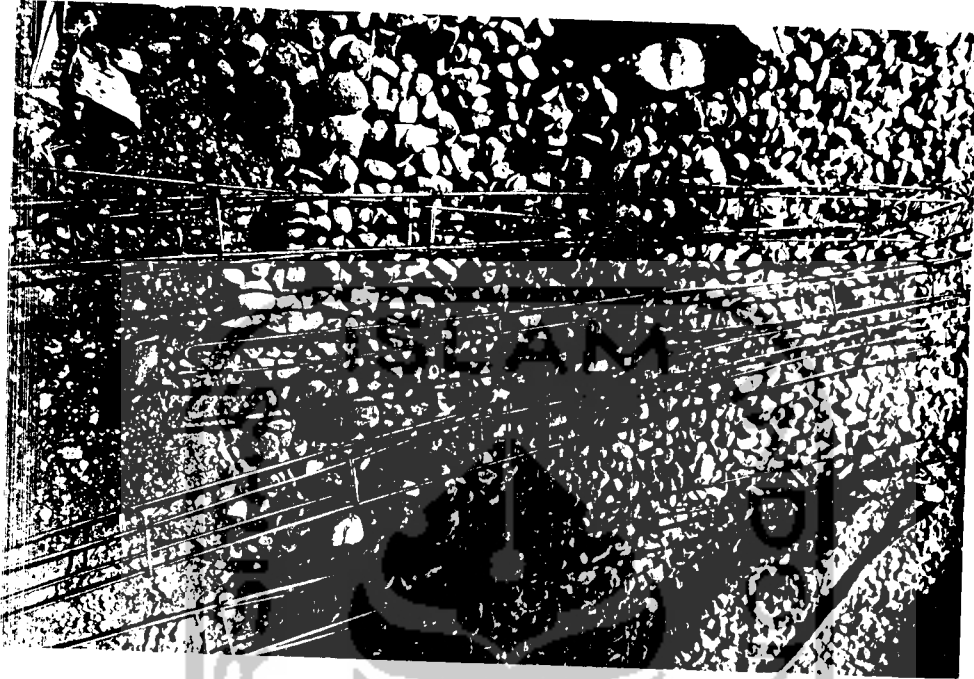


6. Panjang penjangkaran pada ujung tulangan ringbalk yang tidak sama. Jarak antar sengkang yang terlalu jauh serta penggunaan diameter tulangan utama yang terlalu kecil.

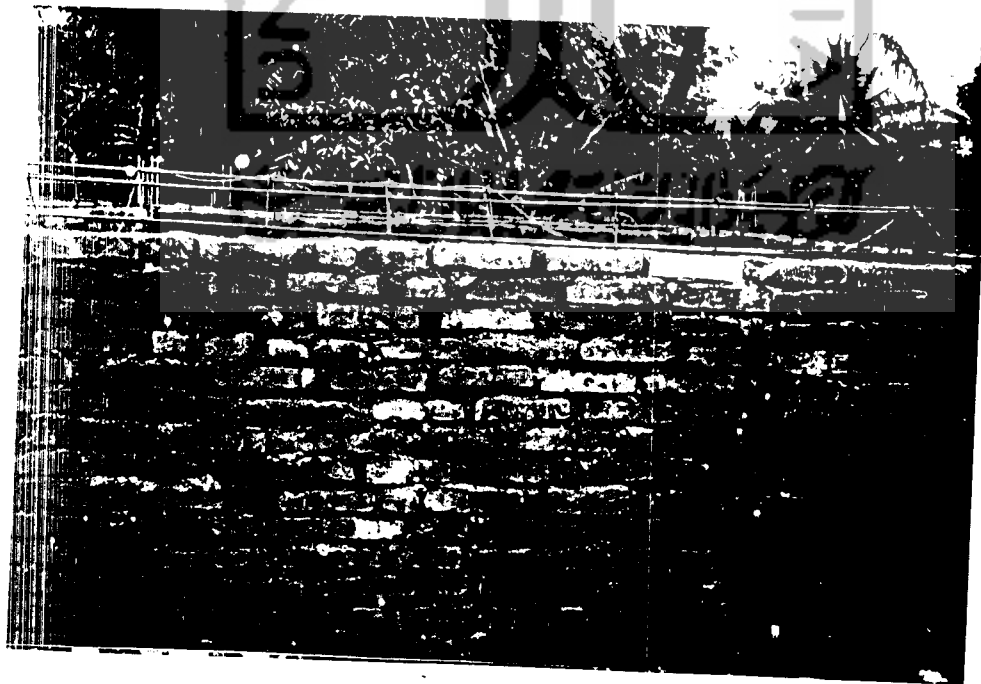




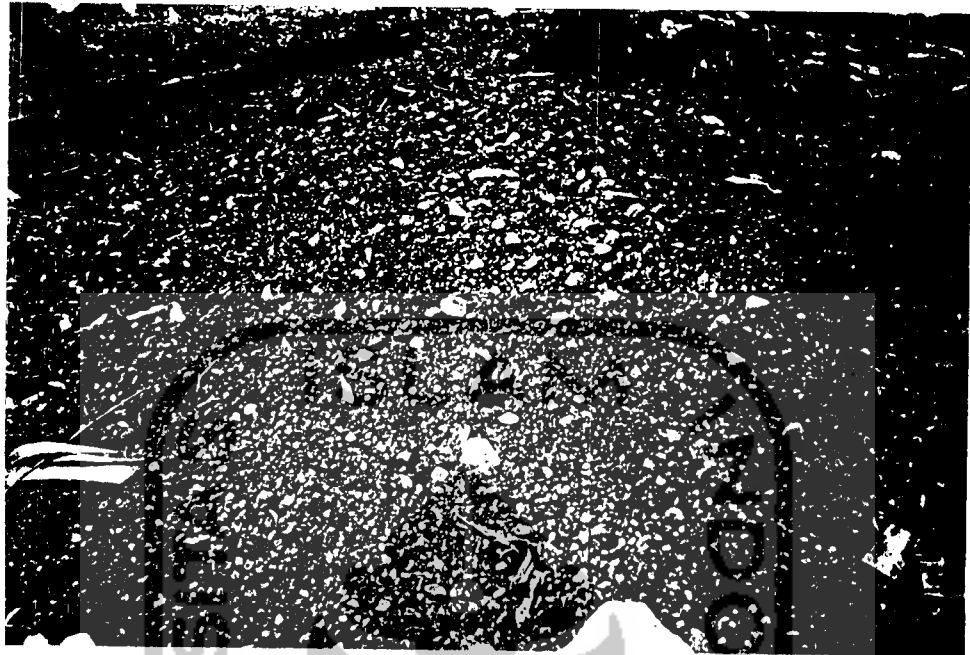
7. Penggunaan material kerikil untuk beton yang tidak merata butirannya dan terlalu besar.



8. Tulangan utama untuk ringbalk yang terlalu kecil dan jarak antar sengkang yang terlalu jauh serta penggunaan diameter tulangan untuk sengkang terlalu kecil.



9. Kondisi fisik untuk material kerikil terdapat kandungan sampah dan terdapat butiran yang terlalu besar.



10. Kondisi ikatan antar pasangan batu bata menunjukkan ikatan yang tidak rapi dan terdapat banyak potongan  $\frac{1}{2}$  atau  $\frac{1}{4}$  panjang batu bata.



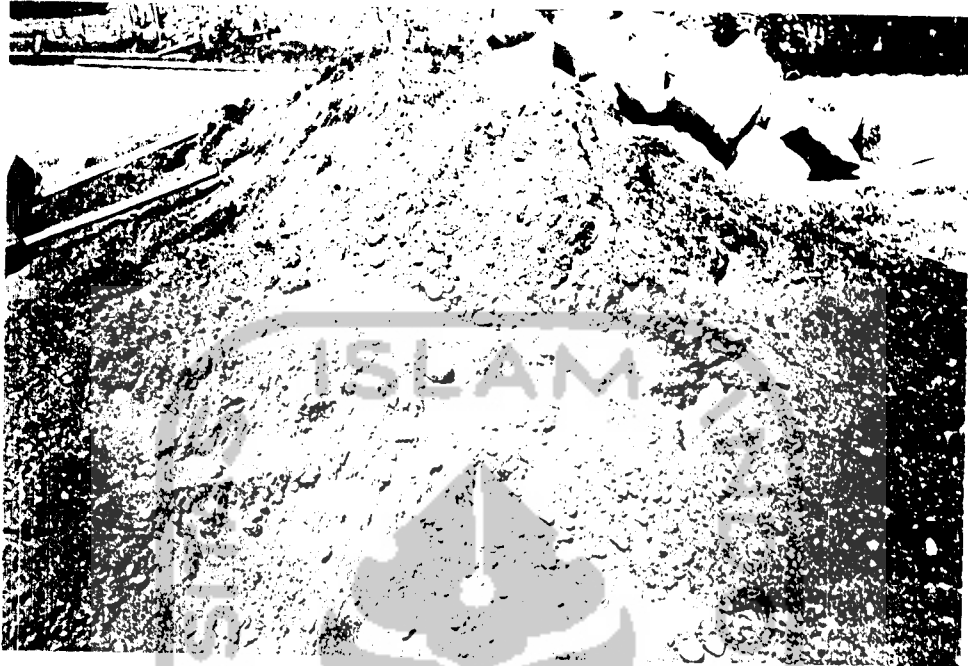
11. Sambungan/ hubungan pertemuan ujung-ujung tulangan antar balok sloop dan kolom tidak terdapat system penjangkaran dan panjang penjangkaran yang tidak sama.



12. Antara balok sloop dan pondasi yang tidak ada sama sekali pemberian angkur dengan tulangan pada tiap jarak maksimal 1 m.



13. Kondisi fisik untuk material pasir yang di pakai untuk bahan campuran beton dan pasangan batu bata yang terdapat kandungan tanah.



14. Pengecoran pada balok sloop yang terhenti dari pada saat penyambungan pengecoran kembali tidak memperhatikan kaidah-kaidah yang sebenarnya.



15. Kondisi beton pada balok sloop yang terdapat banyak rongga, karena pemadatan yang kurang baik/terlalu keras sehingga material kerikil banyak terkumpul.



16. Bidang dinding yang besar lebih dari 6 m<sup>2</sup> tidak ada perkuatan ringbalk ataupun balok lintel.



17. Bahan campuran/spesi untuk pasangan batu bata yang terlalu banyak kandungan kapur dan terlalu sedikit pemakaian semennya sehingga kurang homogen.



18. Bidang dinding yang luasnya  $> 6 \text{ m}^2$  di beri ringbalk tetapi tidak di beri balok lintel sebagai unsur perkuatan.



19. Pemasangan sengkang pada tulangan untuk kolom yang tidak simetris.



20. Sambungan/hubungan pertemuan ujung tulangan antara kolom dan ringbalk tidak ada system penjangkaran maupun tekuk biasa.

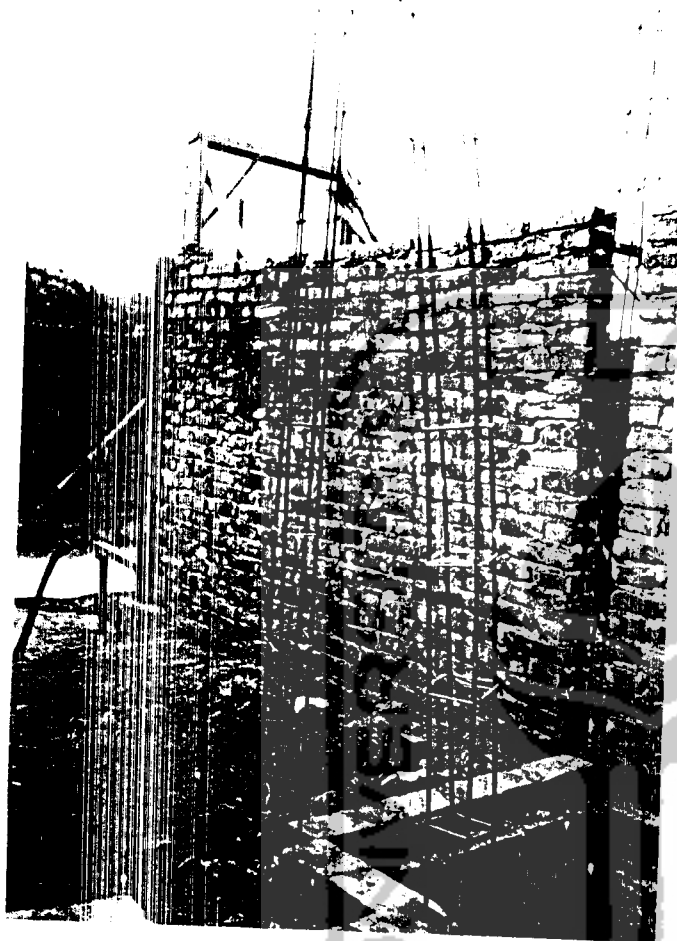




21. Kondisi ikatan untuk pasangan batu bata yang tidak rapi dan terdapat banyak potongan.



22. Tidak adanya angkur pada pertemuan pasangan batu bata.



23. Ujung pada tulangan kolom yang tidak di beri system penjangkaran ataupun tekuk biasa, dibiarkan lurus adanya.



# Gempa Tektonik Guncang Yogyakarta

26 MEI

**YOGYA (KR)** - Gempa tektonik berkekuatan 3,3 skala richter (SR) guncang Yogyakarta dan Jawa Tengah, termasuk Bali, Jumat (25/5) sekitar pukul 12.05. Akibat getaran dan suara gemuruh menimbulkan kepanikan hebat. Warga masyarakat berhamburan ke luar dari rumah, kantor, hotel, termasuk masjid. Bahkan ada yang loncat dari bangunan berlantai 3. Sampai berita ini diturunkan semalam, tak ada laporan korban jiwa atau kerusakan berat pada bangunan-bangunan.

Data dari Pusat Gempa Nasional BMG Jakarta yang dikutip Pusat Studi Bencana Alam UGM menyebutkan, gempa tektonik itu berpusat di Samudera Hindia, selatan berjarak 103 km dari selatan kota Yogyakarta, juga memiliki kedalaman 100 km dari permukaan laut. Atau persisnya berada pada 8,81 derajat lintang Selatan dan 109,98 derajat Bujur Timur. Atau berada di selatan Kabupaten Kulonprogo dan Kota Purworejo.

Getaran gempa sampai ke daratan di wilayah DIY dan Jawa Tengah, juga Denpasar. Untuk wilayah Yogyakarta, kekuatan gempa sudah pada skala IV-V (MMI). Sehingga membuat benda, sedang, pilar bangunan bergemuruh, akibat terstimulasi kuah tengki yang panas di Toko Satri Luwes Ngapemati Nur'athi panik ketika terjadigempa dan lari menuruni tangga namun mengenai panci berisi tengki yang panas.

Kaki kiri, lutut kanan-kiri dan tangan kirinya melesup. Semula ia dilarikan ke RS Kasih Ibu untuk mendapatkan pertolongan, namun akhirnya dialihkan ke Rumah Sakit Islam (RSI) Pabelan. Korban langsung ditangani tim dokter dan kabarnya akan dilakukan operasi plastik oleh dr Singgih.

**Menakutkan**  
Di Pasar Wates, Kulonprogo, hampir semua pedagang keluar dari pasar. Kepanikan hampir mewarnai semua pedagang di lantai II, karena untuk keluar dari lantai II, para pedagang mesti antri lewat tangga. Bahkan beberapa orang sempat shock, sehingga harus mendapat pertolongan. Hampir semua penghuni rumah maupun toko juga lari berhamburan.

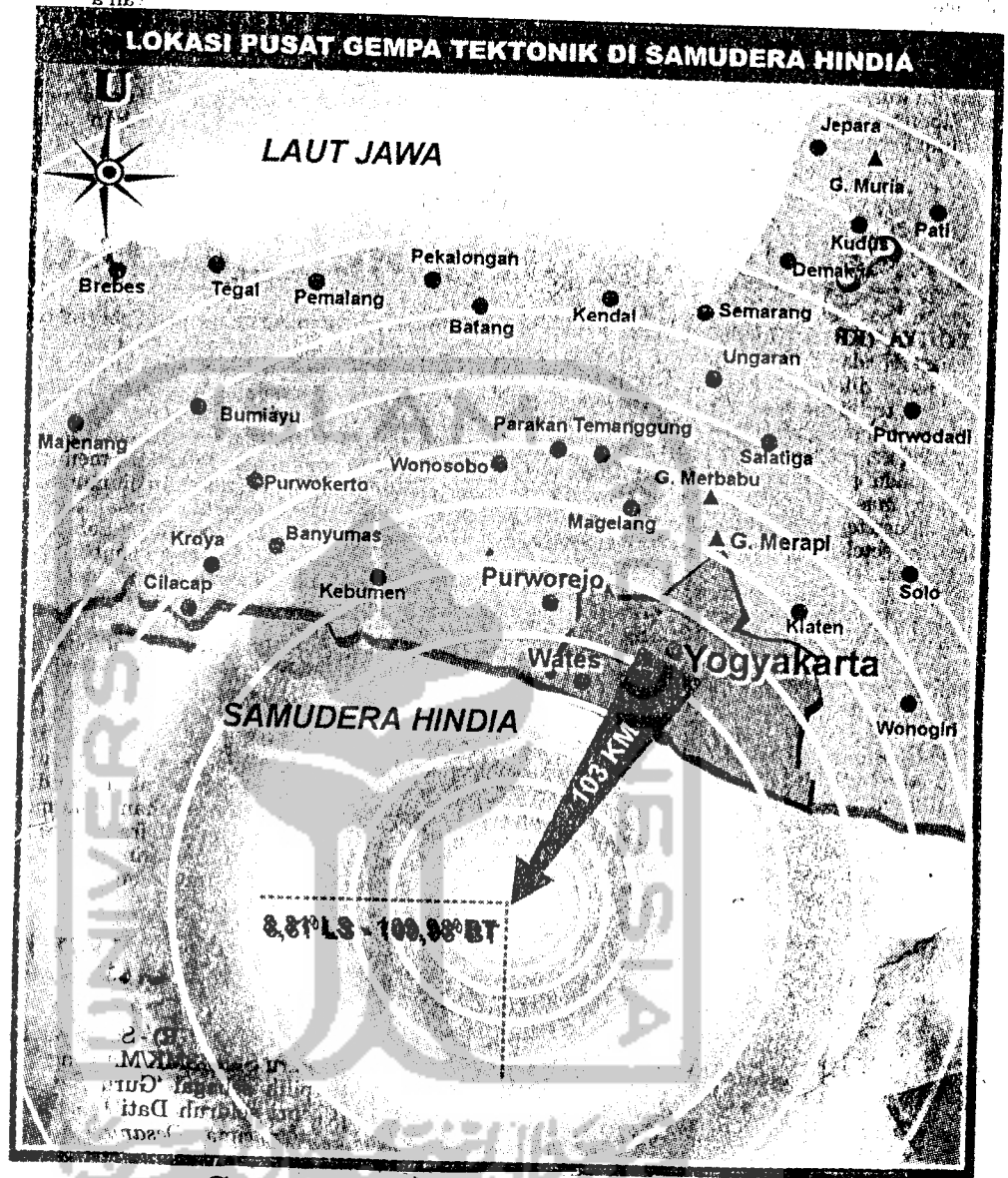
Takut kalau ada apa-apa.

Soalnya gempanya terasa kencang sekali. Apalagi almari dan mobil pun ikut goyang," papar salah seorang warga di Wates. Kepanikan yang sama juga dialami di Pasar Klaten. Para pedagang lari meninggalkan dagangannya, sembari meneriakkan kalimat *bakoh kukoh*

berulang-ulang. Kepanikan serupa terjadi di beberapa masjid sewaktu melaksanakan ibadah Jumat. Gempa terjadi disaat berlangsung khotbah, sehingga beberapa jamaah sempat keluar kemudian salat di luar gedung. Di Wonosari, ratusan jamaah Ju-

mat di Masjid Al Ikhlas Wonosari, ketika sedang mendengarkan khotbah H Paikun WP BA, berlarian keluar masjid karena kecemasan terhadap munculnya gempa. Menurut para jamaah, gempa tersebut cukup menakutkan.

\* Bersambung hal 16 kol 3



## Gempa Tektonik ..... Sambungan hal 1

Ketua DPRD Gunungkidul HM Wasito Donosaroyo, ikut lari keluar dan banyak jamaah yang saling bertabrakan dengan jamaah lainnya. Seusai salat H Paikun WP BA menyatakan, gempa yang terjadi kali ini cukup lama, dan baru pertama kali terjadi pada saat umat Islam menunaikan Salat Jumat. Menurut Paikun kejadian tersebut merupakan peringatan bagi semua.

Di Cilacap, puluhan jamaah yang melakukan ibadah Jumat di Masjid Agung Darussalam Cilacap berlarian ke luar. Cukup lama jamaah Masjid Agung Darussalam Cilacap itu berada di luar. Namun setelah nilai cukup aman, maka mereka segera masuk kembali ke dalam masjid untuk mengikuti khotbah dan salat Jumat.

Di Hotel Ambarrukmo, hampir seluruh tamu yang berada di lantai atas turun dan keluar menyelamatkan diri. Namun begitu, tidak ada laporan adanya kerusakan bangunan hotel tersebut.

"Memang hampir semua tamu turun dan keluar, baik yang berada di bangunan depan maupun belakang, ketika terjadi gempa itu," jelas Endy Kusmaradi, karyawan Bagian Marketing hotel itu seraya menepis adanya informasi bangunan hotel retak.

Sementara itu, petugas Polsek Kretek Bantul mengungkapkan, guncangan gempa tidak begitu berpengaruh pada gelombang air laut di Parangtritis. Namun demikian warga sangat merasakan getaran itu.

(Tim KR)-f

# Gempa Guncang Jawa Tengah dan Yogyakarta

## ◆ Seorang Terjatuh dari Lantai 3 Rumah Sakit

### Semarang, Kompas

Gempa tektonik berkekuatan 6,2 Skala Richter (SR) mengguncang hampir seluruh wilayah Jawa Tengah dan DI Yogyakarta, Jumat (25/5) pukul 12.10. Gempa ini menggejutkan warga di berbagai kota di Jateng, bahkan seorang pria harus dirawat di RS Panti Rapih Yogyakarta karena luka-luka saat menyelamatkan diri melompat dari lantai tiga sebuah gedung karena panik.

Menurut Laporan Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Klimatologi Klas I Semarang, pusat gempa berada di Samudera Hindia, 95 kilometer arah selatan Yogyakarta, atau 8,62 Lintang Selatan dan 110,11 Bujur Timur. Dilaporkan penduduk, beberapa bangunan di Kabupaten Bantul, Yogyakarta—antara lain rumah dinas Bupati Idham Saimawati—mengalami keretakan akibat guncangan gempa.

"Gempa yang terjadi/kealamannya mencapai 156 kilometer," kata Sartono, Pelaksana Harian BMG Semarang, sesaat setelah gempa tersebut terjadi. Daerah-daerah yang meng-

meter dari garis pantai selatan Pulau Jawa. Letaknya berada di poros selatan Yogyakarta dan Kabupaten Klaten (Jateng). Kata dia, sejauh ini gempa itu tidak mempengaruhi jalur penerbangan di Bandara Udara Adisucipto. Apalagi, pada waktu kejadian tidak ada pesawat yang mendarat.

Di Semarang, gempa yang terjadi sempat mengejutkan warga. Saat terjadi gempa, sejumlah warga berlarian ke luar rumah ataupun kantor. "Wah ngeri, kalau gempa kayak gini. Dalam bulan ini sudah dua kali gempa," ujar Srijono, karyawan salah satu perusahaan swasta di Semarang.

### Terjun dari lantai tiga

Warga Kota Yogyakarta dan sekitarnya sempat panik, terburu-buru masuk ke tempat berlindung. Warga yang berada dalam rumah, kantor, pertokoan, maupun masjid, langsung beramburan ke halaman untuk meng-

hindar kalau-kalau terjadi reruntuhan bangunan.

Karena panik, Agustinus Iwan Efi (23), seorang mahasiswa yang sedang menunggu salah satu pasien di RS Panti Rapih melompat dari lantai tiga salah satu gedung ruang rawat inap RS itu. Pria asal Timor Timur yang sedang menunggu keluarganya tersebut langsung pingsan. Kemudian dia segera dilarikan ke Unit Gawat Darurat (UGD). Ia mengalami luka-luka ringan pada bagian kepala, tangan, dan kakinya. Hingga kini, ia harus dirawat di RS yang sama.

"Tenus terang, saya trauma ketika beberapa tahun lalu mengalami gempa yang hampir mirip di Maumere," ungkapnya kepada Kompas.

Sementara itu, sejumlah korban pemerintah dilaporkan telah mengalami keretakan akibat guncangan gempa yang sempat melanda kantor Bupati di Kabupaten Retak, Jateng. Sejumlah korban telah meninggal dunia.

bok rumah, penduduk juga ikut retak-retak, seperti yang terjadi di kawasan Samirono.

Warga Cepet, Kabupaten Klanten (Jateng) juga mengaku panik karena rumahnya bergetar dan dinding temboknya retak. Widodo Miftah, pengusaha logam di Cepet, mengaku dinding tembok show room-nya juga pecah dan retak. "Syukurlah, tak ada reruntuhan tembok yang menimpa pekerja," katanya.

Gempa hari Jumat siang kemarin, merupakan gempa kedua yang dirasakan masyarakat Kota Semarang dan kota-kota lain di Pantai Utara Jawa (Pantura) Jateng sisi timur, menyusul gempa serupa 10 Mei 2001, pukul 20.16 dengan kekuatan 5,5 LSR.

Saat itu, menurut BMG Semarang, pusat gempa diperkirakan dari wilayah Blora dan Refto, Jateng sekitar 98 kilometer dari Semarang dengan episentralitas 6,89 derajat lintang Selatan dan 111,03 derajat Bujur Timur. (son/via/who/hrd/sfo/nar/asa/sup/nts)

# Saatnya, Bangun Tempat Hunian yang Tahan Gempa

Yogyakarta, Kompas

Sekitar dua per tiga dari seluruh wilayah Nusantara ini rentan gempa. Oleh karena itu, gempa tektonik berkekuatan 6,2 pada skala Richter, Jumat (25/5) lalu, hendaknya menjadi peringatan bagi seluruh masyarakat Indonesia bahwa sewaktu-waktu lingkungan permukimannya diguncang gempa bumi tanpa bisa diprediksi waktunya. Sudah saatnya setiap bangunan tempat hunian dirancang tahan gempa.

Khusus Kota Yogyakarta dan sekitarnya, ancaman gempa tak hanya berupa guncangan faktor tektonik yang biasa timbul akibat tumbukan lempeng Asia dengan lempeng Australia di Samudera Indonesia. Secara tak terduga, sewaktu-waktu kawasan ini juga terancam gempa vulkanik akibat dorongan magma dari perut Bumi ke Gunung Merapi.

Demikian analisis tim pemantau gempa Lembaga Penelitian (LP) Universitas Islam Indonesia (UII), setelah mengadakan pemantauan lapangan dan kajian berdasarkan data meteorologi dan geofisika melalui Internet. Analisis itu dikemukakan oleh Kepala LP UII Ir H Sarwidi MSCE PhD, Dekan Fakultas

Teknik Sipil dan Perencanaan UII Ir H Widodo MSCE PhD, serta Kepala Pusat Penelitian Eksakta LP UII Ir H Bachnas MSc, kepada pers, Sabtu (26/5).

Mereka sepakat, walaupun tak sampai menimbulkan korban jiwa, gempa hari Jumat itu hendaknya menjadi peringatan bagi warga Yogyakarta dan sekitarnya untuk tetap waspada. Antisipasinya tak hanya pada tindakan apa yang dilakukan saat kejadian, tetapi bagaimana menyiapkan tempat hunian yang tahan gempa.

Apalagi, Yogyakarta dan sekitarnya terancam oleh dua potensi gempa. Dari pantai selatan, sewaktu-waktu ada gempa tektonik sedang dari arah utara ada gempa vulkanik yang timbul

akibat desakan magma dari perut Bumi ke Gunung Merapi.

## Tahan gempa

Bangunan tempat hunian yang tahan gempa, menurut Sarwidi dan Bachnas, tidak mesti ditopang dengan konstruksi beton. Dalam situasi ekonomi yang terpuruk, teknologi tahan gempa bisa diatasi dengan mengeliminasi konstruksi pengikat dari cor beton. Kalupun harus beton, campuran materialnya jangan sampai alakadarnya.

Untuk rumah sederhana, Warsidi menyarankan digunakan tulang pengikat dari kayu. Kayu mempunyai sifat alot sehingga sulit retak dan patah. Ini berbeda dengan tembok yang bersifat getas sehingga mudah patah.

"Akan tetapi, jika kayu pun dianggap mahal, akan lebih baik merancang bangunan hunian yang proporsional, dari segi struktur maupun segi kualitas material. Intinya, masyarakat jangan sampai membangun tanpa struktur yang kokoh dan saling mengikat satu sama lain," ujarnya.

## Catatan sejarah

Menurut data yang dihimpun LP UII, Yogyakarta dan sekitarnya (termasuk sebagian wilayah Jawa Tengah) bukan baru kali ini dilanda gempa tektonik. Sebelum gempa, Jumat lalu, tercatat tiga kali gempa sebelumnya dengan skala yang relatif sama. Tahun 1867 gempa, serupa melanda Yogyakarta dan Surakarta, menelan lima korban jiwa. Tahun 1937 Yogyakarta dan kawasan Prambanan, lagi-lagi diguncang gempa tektonik, disusul kemudian tahun 1943 dan 1981.

Sarwidi, Bachnas, dan Widodo sama-sama mengakui, guncangan vulkanik dari Gunung Merapi memang tak sedahsyat guncangan tektonik dari Samudera Indonesia. Namun, gempa vulkanik pun tak bisa dianggap enteng. Sebab, gempa tektonik maupun vulkanik, sama-sama timbul akibat adanya pergesekan dan pergeseran lempengan serta desakan magma dalam perut Bumi. "Malah gempa vulkanik biasa disusul dengan lontaran batu dan muntahan magma panas dari gunung," tandasnya. (nar)

## Gempa Tektonik Guncang Palu dan Sekitarnya

Makassar, Kompas

Gempa tektonik berkekuatan 5,6 pada Skala Richter (SR), Senin (2/7) sekitar pukul 05.40, mengguncang Kota Palu (Sulawesi Tengah) dan sekitarnya. Warga Kota Palu merasakan guncangan sangat keras saat gempa, namun hingga sejauh ini belum diperoleh informasi mengenai adanya korban jiwa maupun kerusakan bangunan menyusul peristiwa itu.

Data yang diperoleh dari Stasiun Geofisika Palu menunjukkan titik pusat atau episentrum gempa berada di titik Tomini pada koordinat 125 derajat Lintang Utara (LU) dan 120,26

derajat Bujur Timur (BT), sekitar 103 kilometer arah timur laut Donggala. Kedalaman pusat gempa diperkirakan 91 kilometer dari permukaan laut, atau di atas kedalaman normal 33 kilometer.

Menurut Kepala Stasiun Geofisika Palu Suko Prayitno Adi, guncangan gempa dirasakan di Palu antara II-III MMI (*Modified Mercalli Intensity*). "Mereka yang berada di dalam rumah pada saat gempa merasakan guncangan keras," kata Suko.

Jeis Montesori (32), warga Kelurahan Tatura Selatan, Kecamatan Palu Selatan, menyata-

kan sangat terkejut merasakan guncangan yang berlangsung sekitar satu menit. "Saya masih tertidur, tiba-tiba saya merasakan guncangan seperti sedang naik truk di jalan berbatu-batu. Tanpa pikir panjang saya lari keluar rumah. Ternyata orang-orang di sekitar rumah saya juga sudah keluar rumah semua," katanya.

Menurut Montesori, wilayah Sulawesi Tengah memang langganan gempa, sehingga membuat warga cemas. Gempa tektonik pada Mei 2000 lalu mengakibatkan 47 korban meninggal dan sekitar 25.000 bangunan ambruk di Kabupaten Banggai

dan Banggai Kepulauan. Peristiwa seperti itu membuat warga trauma," ujarnya.

Kepala Dinas Kesejahteraan Sosial Sulteng Andi Azikin, Su-yuti yang dihubungi terpisah mengatakan, saat ini ia masih sedang melakukan pemantauan ke daerah-daerah kabupaten untuk mengetahui sejauh mana dampak yang diakibatkan gempa tersebut. "Melihat perkiraan pusat gempa yang tidak jauh dari Banggai, saya langsung meminta staf Dinas Sosial Kabupaten Banggai dan Banggai Kepulauan untuk turun ke lapangan," kata Azikin.

(lam)

# Bangunan Tahan Gempa Perlu Disosialisasikan

Yogyakarta, Kompas

Sekitar dua per tiga dari seluruh wilayah Nusantara ini rawan gempa bumi. Gempa tektonik sewaktu-waktu bisa mengancam keselamatan penduduk. Karena itu, sosialisasi mengenai perlunya bangunan tempat hunian perlu terus digalakkan tanpa bersifat insidental.

Dalam era otonomi daerah, Dinas Pengawasan Pembangunan/kota hendaknya tak hanya berkuat pada hitungan Pendapatan Asli Daerah (PAD) dari pengurusan surat izin mendirikan bangunan (IMB). Selaku perangkat pelayanan publik, dinas tersebut harus pro-aktif bersama akademisi dan semua

pemerhati, untuk menyosialisasikan bangunan tahan gempa.

Demikian imbauan Kepala Lembaga Penelitian Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta Ir H Sarwidi MSCE PhD dan Dosen Jurusan Teknik Sipil UII Ir H Bachnas MSc dalam jumpa pers di Yogyakarta, Selasa (11/9). Jumpa pers diadakan dalam rangka menyoalok karya internasional "Mengurangi Korban Gempa Akibat Keruntuhan Bangunan Sederhana di Negara-negara Berkembang" 14 September 2001, di Bali.

Sarwidi yang ikut memaparkan hasil penelitian UII tentang gempa tektonik di Indonesia, menjelaskan, saat ini sumber gempa bumi dan kondisi

media sangat sukar, bahkan hampir mustahil dideteksi. Menata kondisi obyek bencana, yaitu lingkungan wilayah aktivitas manusia, dan terutama kondisi bangunannya, jauh lebih memungkinkan dilakukan.

"Sayangnya, kesadaran penduduk yang berdiam di wilayah patahan-patahan lapisan bumi relatif belum memahami perlunya membuat tempat hunian yang tahan gempa," ujar Sarwidi.

Contohnya, Sukabumi, Majalengka (Jabar), dan Banjarmasin (Jateng), Bengkulu, Pandeglang (Banten), dan pesisir selatan Yogyakarta, yang diguncang gempa dalam periode tahun 2000-2001, penduduk setempat masih cenderung me-

nafikan konstruksi bangunan tahan gempa. Hal itu diperparah dengan minimnya pengetahuan teknis tukang yang mengerjakan tempat hunian mereka tentang kualitas campuran untuk beton dan spesi untuk pasangan dinding batu bata. Mereka juga kurang paham tentang perlunya sambungan rangka kuda-kuda dari kayu.

"Kondisi demikian biasanya ditemukan pada daerah pedesaan yang mulai maju tingkat perekonomiannya. Untuk meraih tingkatan sosial yang lebih tinggi, warga setempat cenderung membangun rumah dengan batu bata, tetapi tidak dilengkapi dengan konstruksi beton bertulang," tambah Bachnas. (nar)

## Gempa 5,9 Skala Richter Landa Yogya

YOGYA (KR) - Gempa tektonik kembali melanda Yogyakarta, Minggu (14/10) pukul 08.10 pagi. Akibat getaran yang ditimbulkan, banyak warga panik dan berlarian ke luar rumah.

Dari hasil deteksi seismograf milik Direktorat Vulkanologi di Pos Pengamatan Gunung Merapi, Kaliurang, gempa yang muncul bukan karena pengaruh aktivitas Gunung Merapi. Tetapi murni karena proses tektonik.

Meski demikian, menurut Kepala Pos Pengamatan Gunung Merapi di Kaliurang, Sudyono, banyak warga di Kaliurang yang menduga gempa tersebut muncul karena meningkatnya aktivitas Gunung Merapi.

"Itu tidak benar, aktivitas Merapi relatif tidak berubah," jelasnya.

Dari data vulkanik yang ada, aktivitas Gunung Merapi dilihat dari segi kegempaan masih seperti hari-hari sebelumnya. Guguran lava yang muncul, relatif sama dengan sebelumnya. Sejauh ini status aktivitas Merapi masih Waspada.

Terhadap munculnya Gempa tersebut, Fakultas Teknik Sipil UII, Lembaga Penelitian UII mencari data-data yang terkait dengan munculnya gempa. Dari informasi melalui internet, seperti ditunjukkan NEIC bahwa gempa yang terjadi 901:10:45 UTC (08.10 WIB), gempa berukuran 5,9 skala richter dengan pusat di 8,59 LT dan 110,61 BT dengan kedalaman 68 km. Sedang berdasarkan data dari stasiun terdekat (Indonesia), gempa berkekuatan 4,3 skala richter.

Untuk memperkuat analisis menentukan intensitas gempa, sehingga dapat diketahui dampak langsung dilakukan dengan mencari data lewat telepon. Data dan interpretasi intensitas gempa di lokasi-lokasi yang relatif dekat dengan pusat gempa (Jawa Timur wilayah selatan-barat, Jawa Tengah wilayah selatan-timur dan di DIY) mencapai maksimum IV-V MMI. Intensitas gempa tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni ukuran gempa, kedalaman pusat dan lainnya.

(Jon)-2



# Korban Gempa Majalengka Masih Trauma

MAJALENGKA, KOMPAS — Ribuan warga korban gempa di empat kecamatan di Kabupaten Majalengka, Jawa Barat (Jabar) sampai Sabtu (30/6), masih bertebaran di luar rumah. Mereka tidak berani kembali ke rumahnya masing-masing atau rumah tetangga yang masih kokoh karena masih trauma dan khawatir akan terjadi gempa susulan.

Para korban gempa memilih tetap tinggal di tenda-tenda darurat yang mereka bangun di depan atau di belakang rumah. Beberapa warga yang rumahnya sudah tidak bisa lagi dihuni ikut tinggal ditenda-tenda yang disediakan petugas Posko di kecamatan masing-masing atau di tanah lapang.

Berdasarkan inventarisasi pi-

hak aparat kecamatan, dari empat kecamatan yang tertimpa gempa, tercatat 6.600 rumah rusak berat, sedang dan ringan. Kondisi paling parah akibat gempa ini terjadi di Desa Lampuyang, yakni 332 rumah rusak parah, beberapa di antaranya roboh berantakan menjadi puing-puing.

Beberapa warga yang ditemui Kompas, Sabtu mengungkapkan, memasuki hari ketiga setelah terjadi guncangan gempa yang hebat pada Kamis (27/6) lalu, gempa susulan sudah tidak terjadi lagi. Namun, mereka kini justru mendapatkan kekhawatiran baru berkaitan dengan masalah kesehatan dan keamanan.

"Banyak penduduk yang sudah mengeluhkan penurunan

kondisi tubuh karena kurang istirahat seperti pusing-pusing dan sakit perut. Setiap hari jumlahnya terus bertambah banyak," kata Jaka, staf Kecamatan Singambul, seraya menuturkan, kondisi yang terparah akibat gempa dialami warga Desa Sidaraja.

Hal senada juga diungkapkan Camat Talaga, Drs Nursiwanjaya. Para korban gempa di kecamatan ini masih trauma. "Kami sekarang siap-siap membuka dapur umum dan mendirikan tenda-tenda tambahan," katanya.

Menurut Nursiwanjaya, sampai Sabtu kemarin, di beberapa desa masih terasa adanya guncangan gempa, meski lemah. Keadaan inilah yang membuat masyarakat tidak berani masuk

rumah. Bahkan, puluhan warga, yang rumahnya sudah tidak bisa dihuni pergi ke Majalengka atau Bandung ikut keluarganya yang lain.

Selain kesehatan, katanya, dihadapi juga masalah keamanan. Sekarang, masing-masing warga desa tetap berjaga-jaga malam hari dan setiap ada orang yang tidak dikenal masuk ke desa itu mereka segera saling memberitahukan melalui pengeras suara di mushola atau masjid masing-masing. "Dalam beberapa malam ini, ada warga yang melaporkan beberapa orang masuk ke daerahnya. Tetapi, ketika ditegur, mereka langsung lari," katanya.

(Bersambung ke him 11 kol 1-4)

## Kecemasan yang Mengguncang...

PRIA dan wanita menjerit-jerit. Anak-anak di bawah usia lima tahun menangis ketika mendengar orangtuanya mendadak menjerit, ketika tiba-tiba bumi bergerak. Tiang dan kayu penyangga berbunyi gemeretak, genting-genting berjatuhan. Orang-orang berlarian sambil menangis.

Ada yang mencari anaknya, serta cucunya. "Binatang piaraan, seperti ayam, kambing, dan sapi sudah tidak terpikirkan," kata salah seorang warga korban gempa di Majalengka, Jabar. Terkena gempa, serta merita mengingatkan warga pada bencana gempa di Liwa beberapa tahun lalu.

Kedahsyatan gempa Liwa membuat luluh lantak ratusan rumah dalam satu kampung. Namun, tidak demikian yang terjadi di Majalengka. Rumah-rumah mereka masih tegak berdiri. Namun, bila diamati lebih dekat, ternyata tiang-tiang penyangga atau bagian vital dari rumah telah rusak berat. Prak-

tis kondisi rumah demikian itu tak mungkin dihuni lagi, karena tanpa ada gempa, pun rumah mereka sewaktu-waktu bisa runtuh. Itulah kondisi umum

ribuan rumah warga masyarakat di Kecamatan Lemah Sugih, Bantarujeg, Singambul, dan Talaga, yang rusak akibat gempa. Dengan kenyataan itu, gempa

yang menimpa Majalengka berkekuatan 5,1 skala Richter maupun di Liwa sebenarnya

(Bersambung ke him 11 kol 8-9)

GEMPA YANG MELANDA INDONESIA TAHUN 2000-2001			
WAKTU DAN TEMPAT	KEKUATAN	KETERANGAN	KORBAN
4 Mei 2000 Kendari (P Wawonii)	6,1 skala Richter	138 rumah rusak berat	46 orang tewas
4 Mei 2000 Kabupaten Banggai bagian timur Sulawesi Tengah	6,5 skala Richter	Ratusan rumah rusak	36 orang tewas.
4 Juni 2000 Bengkulu	7,3 skala Richter	1.386 rumah hancur, 15.881 rusak berat, 25.940 rusak ringan, dan 468 gedung sekolah rusak yang melanda tiga Kab dan satu kota.	94 orang tewas, 887 luka berat, dan 1.908 orang luka ringan.
12 Juli 2000 Sukabumi, Bandung, dan Bogor	5,1 skala Richter	365 rumah rusak di Sukabumi, 303 rumah di Bogor.	43 orang luka ringan.
21 Januari 2001 Sulawesi Utara	5,8 skala Richter	365 rumah rusak di Sukabumi, 303 rumah di Bogor.	32 orang tewas dan 21 orang hilang

Sumber : Pusat Informasi Kompas

taufan/bestari

# Problema Bangunan Tinggi, Problema Indonesia

RUNTUHNYA dua menara World Trade Center Selasa (11/9) lalu barangkali membuat orang untuk sementara jadi ragu-ragu pada bangunan tinggi. Bagaimana dengan Indonesia yang cukup banyak punya bangunan tinggi?

**B**ANGUNAN tinggi pada awalnya dibuat untuk mengatasi keterbatasan lahan. Walau ia lebih mahal, bangunan tinggi bisa "mendekatkan" segala hal. Sebuah kantor yang dulunya terpecah-pecah, akhirnya bisa bersatu dalam sebuah bangunan di lahan sempit walau harus bersusun-susun.

Mahalnya sebuah bangunan tinggi memang eksponensial. Pada bangunan tidak bertingkat, ongkos untuk membuat luas lantai 200 persegi bisa dikatakan dua kali ongkos membuat luas lantai 100 meter persegi.

Namun, untuk bangunan bertingkat, ongkos pembuatan gedung empat lantai bukanlah dua kali ongkos pembuatan gedung dua lantai. Pada pembuatan lantai ketiga saja, ukuran-ukuran tiang pada lantai satu sudah berbeda dengan ukuran kalau ia hanya menyangga dua lantai. Makin tinggi bangunan itu, makin besar pula dimensi tiang di lantai dasarnya. Inilah pertambahan biaya secara eksponensial itu.

Saat ini bangunan tinggi, apalagi yang sangat tinggi, lebih mementingkan efek gengsi dan pamer teknologi daripada fungsi. Kita ingat benar pada tahun 1996 Presiden Soeharto menanam batu pertama pembangunan gedung tertinggi di dunia di Kemayoran, Jakarta.

Saat itu sebenarnya, secara fungsi, Indonesia tidak butuh bangunan setinggi itu karena tanah kosong masih banyak. Bangunan perkantoran di kawasan Sudirman pun belum semuanya penuh.

Namun mungkin saat itu Indonesia ingin adu gengsi dengan tetangga kita Malaysia yang sedang membangun Menara Petronas (yang sampai sekarang juga kesulitan mencari penyewa). Menara Kemayoran tidak pernah terbangun seiring dengan datangnya krisis moneter.

◆◆◆  
DI Jalan Sudirman, Jakarta pun ada bangunan tinggi yang

punya kisah menarik yaitu Wisma Dharmala yang terletak di sebelah jalan layang Karet Kuningan.

Wisma Dharmala yang dirancang oleh arsitek kenamaan asal AS, Paul Rudolph, ini sesungguhnya dirancang untuk dibangun di Singapura. Entah mengapa, pemiliknya di Singapura menjual kepada seorang pengusaha di Indonesia.

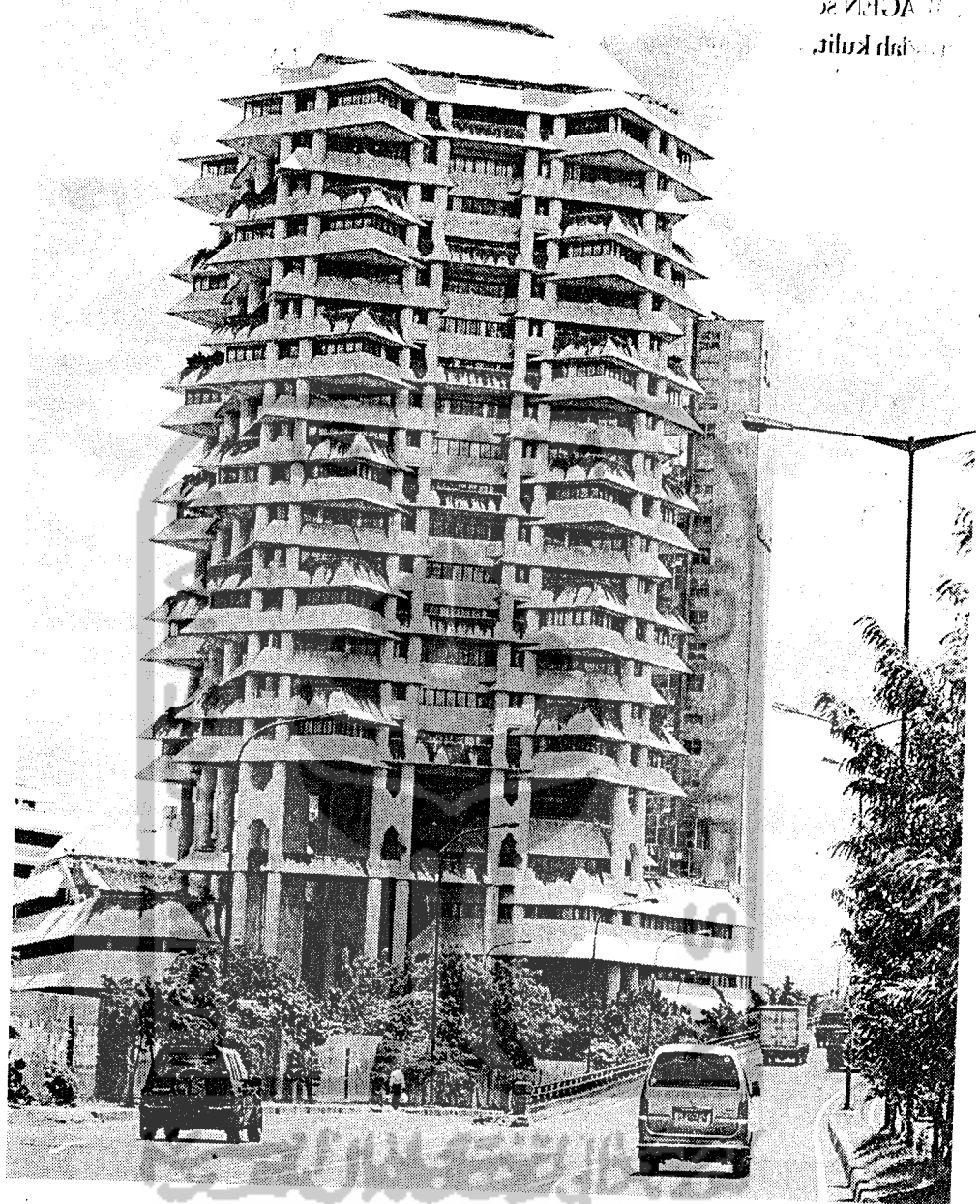
Di sinilah masalah timbul. Wisma Dharmala dirancang untuk didirikan di Singapura yang gempunya sangat jarang dan rendah. Saat dibangun di Jakarta, pembangunannya sempat lambat karena perhitungan konstruksinya sangat berlarut-larut. Masalahnya, gempa di Jakarta sangat tinggi prevalensinya dan juga besar amplitudonya.

Contoh Wisma Dharmala adalah sebuah contoh kecil untuk menunjukkan bahwa sebuah bangunan pencakar langit dirancang oleh banyak pihak dari berbagai disiplin ilmu. Oleh orang awam, biasanya secara singkat disebutkan bahwa pembuatnya adalah para insinyur, dan yang paling menonjol adalah insinyur teknik sipil.

Kenyataannya, ada puluhan disiplin insinyur pada pembuatan sebuah bangunan tinggi. Karena penampilan sebuah bangunan tinggi harus indah, seorang insinyur teknik arsitektur berperan dalam merancang bentuk luarnya. Sang arsitek (bersama timnya yang bisa ratusan orang) juga merancang pola arus manusia di dalamnya dan juga fungsi tiap lantai dan ruang pada bangunan itu.

Sebuah tim gabungan arsitek dan desainer interior merancang penampilan bagian dalam bangunan ini.

◆◆◆  
ITU baru dari segi penampilannya. Untuk membangunnya, insinyur teknik geodesi berperan pada pemetaan kontur sebelum bangunan itu dibangun. Bagian tanah mana yang dipangkas dan bagian tanah mana



**GEDUNG JANGKUNG DI JAKARTA** — *Wisma Dharmala, sebuah gedung jangkung di Jakarta, yang sesungguhnya dirancang untuk dibangun di Singapura. Masalah timbul karena Jakarta jauh lebih sering terkena gempa.*

Kompas/arbain rambey

yang diuruk.

Pada saat yang sama, para insinyur teknik sipil menghitung dimensi-dimensi fondasi, tiang, dan balok sang bangunan sesuai dengan beban yang diperkirakan. Ahli geoteknik mencari tahu sedalam apa tanah keras di dalam bumi tempat bangunan

itu akan didirikan.

Perhitungan yang dilakukan ini sangat spesifik. Ingat pada kasus Wisma Dharmala di atas. Berbeda tempat, berbeda hasil perhitungannya. Selain masalah gempa yang berbeda antara tempat satu dengan tempat lainnya, beban angin juga mempe-

ngaruhi perhitungan.

Seorang Insinyur Teknik Sipil mempunyai pedoman tertentu dalam menghitung. Untuk Indonesia, ada Peraturan Beton Bertulang Indonesia dan Peraturan Bangunan Baja yang harus dipenuhi. Perhitungan insinyur teknik sipil ini nantinya yang

akan menentukan harga bangunan itu.

Selain itu, sebuah gedung tinggi juga "menyembunyikan" biaya pembangunan secara besar-besaran. Hampir dua pertiga harga sebuah bangunan tinggi terletak pada biaya pembuatan fondasinya. Dua pertiga biaya pembuatan sebuah bangunan tinggi berada di dalam tanah.

Bangunan tinggi sangatlah berat. Kalau fondasinya tidak benar, ia bisa runtuh sendiri atau amblas ke dalam tanah. Pada kasus menara Pisa di Italia, kesalahan fondasi hanya membuat menara itu miring, namun justru menjadikannya terkenal.

Gedung WTC yang runtuh beberapa hari lalu itu mempunyai fondasi yang dalamnya sekitar 21 meter, sementara ketinggian-nya sendiri sekitar 400 meter. Ini adalah kasus "bagus", artinya kedalaman fondasi hanya 5 persen dari ketinggiannya. Kedalaman 21 meter ini adalah jarak antara permukaan tanah dengan permukaan lapisan keras di dalam bumi.

Pada beberapa kasus di mana sebuah bangunan tinggi dibuat pada tanah yang "buruk", kedalaman fondasi bisa sampai 60 persen ketinggian bangunannya sendiri.

SELAIN insinyur-insinyur di atas, masih ada insinyur teknik penyehatan yang menghitung dan mengarahkan arus ventilasi udara, pemasukan dan pembuangan air serta penempatan *Air Conditioner* (AC).

Pada saat perancangan sistem air sebuah bangunan, sistem *sprinkler* sekaligus dipersiapkan. Sistem *sprinkler* secara otomatis akan memancarkan air setiap ada kebakaran pada sebuah lantai.

Secara umum, sebuah pencakar langit harus bisa bertahan sampai dua jam pada kejadian kebakaran. Waktu dua jam ini diperkirakan cukup untuk mengevakuasi para manusia yang ada dalam sebuah pencakar langit.

Di Indonesia? Umumnya *sprinkler* pada gedung-gedung di Jakarta tidak pernah dicek. Banyak yang sudah tidak berfungsi.

Jadi, mumpung masih "demam WTC", sebaiknya gedung-gedung di Jakarta memeriksa sistem *sprinkler*-nya.

(Arbain Rambey)

## Kerugian Gempa Majalengka Rp 59,4 Milyar

### Bandung, Kompas

Kerugian fisik akibat gempa bumi di lima kecamatan di Kabupaten Majalengka (Jawa Barat), yang terjadi pada Kamis (27/6), mencapai Rp 59,4 milyar. Kerugian ini akibat kerusakan 7.295 bangunan, di mana sekitar 7.025 di antaranya adalah bangunan rumah penduduk. Hal ini diungkapkan Wakil Bupati M Majalengka Iqbal Mijang ketika dihubungi Kompas, Minggu kemarin. "Sementara ini kami baru mendapat bantuan dari Pemerintah Provinsi Jawa Barat dan Polda," tuturnya.

Bantuan itu, katanya, berupa beras, mi instan, dan sejumlah uang. Sementara Palang Merah

Indonesia memberikan bantuan kesehatan dan obat-obatan. "Penyaluran bantuan kami pusatkan di Kecamatan Talaga karena daerah itu yang terparah," kata Iqbal. Iqbal menjelaskan, hasil pendataan sampai Minggu kemarin tercatat ada lima kecamatan yang terkena gempa, yakni Talaga (16 desa), Lemah Sugih (15 desa), Banjar (13 desa), Bantar-ujeq (20 desa), dan Singambul (5 desa). "Kendati sudah tidak lagi terjadi gempa susulan, masyarakat masih tidak berani masuk rumah. Malam hari mereka tidur di tenda-tenda darurat yang mereka bikin," katanya. Dari lima kecamatan itu, ada 7.025 rumah, 159 mesjid/mu-

sholla, 90 buah sekolah dan pondok pesantren, dan 21 bangunan kantor (camat, desa, puskesmas, dan lainnya) yang rusak. Dari 7.295 bangunan yang rusak, 5.655 di antaranya rusak ringan, 624 rumah rusak sedang, dan 1.016 mengalami rusak berat atau sudah tidak layak huni.

Menyinggung masalah kesehatan korban gempa, Iqbal mengatakan, kini masing-masing desa telah mendirikan pos-posko kesehatan. Ini diperlukan karena ribuan warga masih tidur di luar rumah.

### Belum aman

Serentara itu, Direktur Vulkanologi dan Mitigasi Bencana

Geologi Dr Ir Djumarna Wirada di angka 1.

Menurut Djumarna, pihaknya kini belum bisa menjelaskan secara geologis apakah daerah-daerah yang terkena gempa itu sudah aman atau belum karena survei di lapangan baru dilakukan. Kita juga akan menanyakannya kepada para korban, sejauh mana tingkat getaran gempa yang terjadi dari pengamatan mereka.

Dari hasil survei ini dapat dibuat zonasi-zonasi, mulai dari daerah yang paling ringan terkena guncangan hingga yang paling berat. "Hasil ini akan bisa menentukan, masyarakat daerah mana yang perlu dipindahkan dan mana yang tidak," katanya. (tul)

Menurut Djumarna, pihaknya kini belum bisa menjelaskan secara geologis apakah daerah-daerah yang terkena gempa itu sudah aman atau belum karena survei di lapangan baru dilakukan. Kita juga akan menanyakannya kepada para korban, sejauh mana tingkat getaran gempa yang terjadi dari pengamatan mereka.

Dari hasil survei ini dapat dibuat zonasi-zonasi, mulai dari daerah yang paling ringan terkena guncangan hingga yang paling berat. "Hasil ini akan bisa menentukan, masyarakat daerah mana yang perlu dipindahkan dan mana yang tidak," katanya. (tul)

# Empat Kabupaten di Jabar Diguncang Gempa

◆ Ribuan Rumah Hancur di Majalengka



**Bandung, Kompas**  
Empat kabupaten di Jawa Barat (Jabar), Kamis (28/6) sekitar pukul 10.46, diguncang gempa tektonik berkekuatan 5,1 pada skala Richter. Empat kabupaten itu adalah Garut, Tasikmalaya, Ciamis, dan Majalengka. Dampak terbesar dari guncangan itu dirasakan di Majalengka yang mengakibatkan ribuan rumah hancur.

Di Majalengka, gempa memporandakan rumah-rumah di empat kecamatan, yaitu Talaga, Lemah Sugih, Bantarujek, dan Singambul. Aparat setempat yang dibantu petugas Palang Merah Indonesia (PMI) dan Dinas Kesehatan, hingga kemarin malam, masih memberikan pertolongan kepada para

korban.

Wakil Bupati Majalengka M Iqbal MI, yang baru meninjau beberapa desa yang terkena gempa, kepada *Kompas*, mengatakan, untuk meringankan para korban, petugas menyiapkan beberapa posko penanggulangan bencana. "Posko ini digunakan untuk menampung korban," kata Iqbal.

Sebagian besar korban tidak bersedia ditampung di rumah yang masih utuh lantaran khawatir akan terjadi gempa susulan. Mereka lebih suka tinggal di jalan-jalan dan tanah lapang. "Tampaknya warga masih trauma dengan peristiwa ini," kata Drs Nusiwanjaya, Camat Talaga,

(Bersambung ke hlm 11 kol 5-7)

## Empat Kabupaten di Jabar Diguncang Gempa

(Sambungan dari halaman 1)

Kabupaten Majalengka, kepada *Kompas* semalam.

Direktur Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Dr Ir A Djumarma Wirakusumah ketika dihubungi *Kompas* di Bandung, Kamis, membenarkan adanya laporan terjadinya gempa tektonik tersebut. Pusat gempa diperkirakan pada 7,2 derajat Lintang Selatan dan 108,39 derajat Bujur Timur.

Luas wilayah yang terkena gempa, kata Djumarma, sampai saat ini masih dalam pemantauan. Namun, di Kota Garut dan Ciamis getaran gempa dirasakan lemah. Sementara di Tasikmalaya, getarannya menunjukkan derajat gangguan pada angka tiga. "Ini terasa sampai komputer ikut bergetar," katanya.

Menurut Djumarma, gempa yang terjadi kemungkinan berasal dari gerakan sistem patahan yang ada di sana. Di wilayah itu terdapat dua sistem patahan, yakni patahan Garut-Tasikmalaya dan Purwakarta-Majalengka.

Djumarma mengatakan, pihaknya belum mengetahui apakah akan terjadi susulan atau tidak. Namun, pihaknya mengirim tim untuk memonitor kemungkinan terjadinya gempa susulan dengan alat seismograf mobil.

### Puluhan luka-luka

Informasi yang dihimpun *Kompas* menyebutkan, korban luka-luka akibat gempa menca-

pai puluhan orang. Mereka tertimpa reruntuhan bangunan rumah mulai dari atap genteng, batu bata, sampai kayu penyangga rumah. "Di kecamatan kami saja tercatat 30 orang," kata Nusiwanjaya, Camat Talaga.

Ia mengatakan, di Kecamatan Talaga terdapat 16 desa, 10 desa di antaranya diguncang gempa paling parah. Ke-10 desa itu adalah Cikesal, Lampuyang, Mekar Raharja, Cibeureum, Gunung Manik, Campaga, Talaga Wetan, Talaga Kulon, Jatipamor, dan Ganea.

"Di Lampuyang saja 334 rumah rusak, 130 rumah di antaranya roboh. Di Cikesal 200 rumah rusak dan 65 lainnya rusak berat. Belum di desa-desa lainnya yang juga terdapat rumah rusak," kata Nusiwanjaya.

Menurut M Iqbal, Wakil Bupati Majalengka, bangunan yang hancur bukan hanya rumah, tetapi juga bangunan-bangunan untuk kepentingan umum, seperti sekolah, kantor pusat kesehatan masyarakat (puskesmas), mushala, masjid, dan kantor kecamatan. "Rumah Kepala Desa Cikesal juga roboh," kata Iqbal.

Data sementara yang diperoleh Iqbal, bangunan rumah yang terkena gempa di Kecamatan Talaga mencapai 1.008 unit, 30 persen di antaranya rusak berat. Di Kecamatan Bantarujek, gempa mengguncang empat desa, yakni Cikidang, Salawangi, Silihwangi, dan Sinambo. "Dari empat desa ini sementara tercatat 671 rumah rusak,"

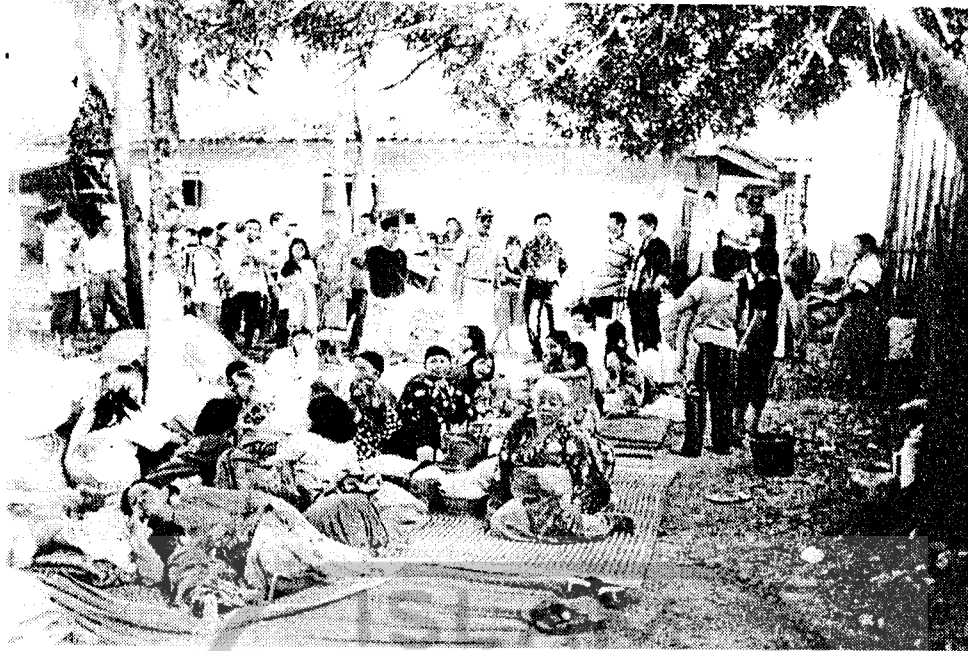
kata Iqbal.

Menurut Iqbal, aparat desa dan kecamatan yang terkena gempa hingga semalam masih melakukan pendataan penduduk yang terkena korban gempa. Pendataan diperlukan untuk kemungkinan membuka beberapa dapur umum.

"Bagaimanapun warga masih takut pulang. Saya sendiri di lokasi merasakan dua kali getaran gempa. Getaran ini sudah mulai dirasakan tiga hari lalu dan sekarang guncangan terparah," kata Iqbal yang sudah melaporkan bencana ini kepada Bupati Majalengka Tuti Anwar Afandi yang sedang mengikuti pendidikan di Lemhannas.

Di Kota Majalengka, kata Iqbal, guncangan gempa terasa pada pukul 11.45. "Pada saat itu kursi saya bergoyang-goyang. Saya lalu mencari tahu di mana lokasi gempa sebenarnya. Dua jam kemudian, Camat Talaga melaporkan kepada saya mengenai kejadian ini," katanya.

Akan halnya Camat Talaga Nusiwanjaya, ia merasakan dua kali guncangan gempa. Pertama pada pukul 10.45 dan kedua pukul 11.00. Untuk penanganan lebih lanjut di lapangan, petugas desa, kecamatan, dan pihak keamanan terus melakukan koordinasi, untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya gempa susulan. "Sementara ini kami masih berupaya mencari tenda untuk menampung korban gempa," katanya. (ful/zal/nas)



Metro Bandung/dedi rustandi

**KORBAN GEMPA** — Ribuan warga korban gempa di empat kecamatan di Majalengka, hingga Jumat (29/6) kemarin, belum tertampung. Sebagian dari mereka tinggal di luar rumah sambil menunggu pembuatan tenda.

## Korban Gempa Majalengka Bertebaran di Luar Rumah

(Sambungan dari halaman 1)

kecamatan, yakni Talaga, Lemahsugih, Bantarujek, dan Singambul.

Menurut keterangan yang dihimpun *Kompas*, di Kecamatan Talaga terdapat 1.611 rumah rusak, dengan rincian 1.360 rumah rusak ringan dan 251 rusak berat. Selain itu, tercatat 33 tempat ibadah, delapan gedung sekolah dasar, enam pondok pesantren, dan beberapa balai desa hancur.

Di Kecamatan Lemahsugih, tercatat 222 bangunan rusak berat, termasuk kantor dan

rumah dinas camat, rumah dinas Kepala Kepolisian Sektor (Poisek), dan 26 bangunan fasilitas umum, seperti gedung sekolah dasar dan pusat kesehatan masyarakat (puskesmas). Lemahsugih pernah diporandakan gempa sehingga segala macam bangunan rata dengan tanah tahun 1990. Pada 1992 dibangun lagi, tetapi sekarang hancur lagi akibat gempa.

Sebulan terakhir, menurut Camat Lemahsugih Tarsim, terjadi empat sampai lima guncangan gempa, dan yang terbesar hari Kamis lalu. Bahkan,

Jumat kemarin terjadi gempa susulan. "Tapi gempa susulan sangat lemah," kata Tarsim.

Sementara itu, di Kecamatan Bantarujek, 225 rumah hancur, 255 lainnya rusak sedang, dan 2.100 rusak ringan. Selain itu, 12 gedung sekolah dasar dan sebuah rumah guru, serta balai Kampung Salawangi hancur.

Untuk meringankan beban korban gempa, Palang Merah Indonesia (PMI) Jawa Barat mengirimkan 12 tenda berukuran besar dan sejumlah tenda kecil. Tenda tersebut dipinjamkan kepada masyarakat di Kecamatan Talaga. (ful/top/nas)

## Korban Gempa Majalengka Bertebaran di Luar Rumah

### Majalengka, Kompas

Meski gempa tektonik berkekuatan 5,1 pada skala Richter yang memporandakan empat kecamatan di Kabupaten Majalengka, Jawa Barat, sudah berlalu, ribuan korban bencana hingga hari Jumat (29/6) masih bertebaran di luar rumah. Mereka belum mau ditampung di rumah yang masih kokoh karena takut ada gempa susulan yang lebih dahsyat.

Menurut pengamatan *Kompas*, korban gempa lebih suka tinggal di tenda darurat yang mereka buat untuk berlindung. Ada tenda yang dibuat dari karung goni, karung plastik yang disambung-sambung, dan ada pula yang menggunakan atap rumbia. Tenda darurat dibangun di depan rumah dan tanah lapang.

Beberapa warga menyatakan

tidak mau menyentuh lantai rumah lagi. "Saya menginjakkan kaki ke dapur saja takut," kata Acih (30), warga Desa Salawangi. Nola (38) juga merasakan hal yang sama karena lantai rumahnya terangkat menyembul ke atas. Ia membayangkan ada sebuah jurang di bawah lantainya yang menyembul.

Sebab itu, kegiatan warga seperti memasak dilakukan di depan rumah. Ny Asikin, istri Kepala Desa Salawangi, juga menggelar tempat tidur di teras rumahnya. "Takut sekali.... Saya belum berani masuk rumah," kata Ny Asikin.

Kebanyakan masyarakat duduk di depan rumah meski malam hari. Ketika hendak tidur, mereka baru masuk ke tenda. Mereka tidak mau masuk rumah yang masih kokoh sekalipun. Di antara rumah yang

hancur, ada pula yang retak dindingnya. Sementara kayu penyangga juga banyak yang patah. Namun, di antara rumah yang rusak, masih ada rumah yang berdiri kokoh.

Rumah yang hancur tersebar, tidak berada pada satu titik. Bupati Majalengka Tuti Anwar Afandi, yang berkunjung ke rumah yang hancur, menginstruksikan camat agar terus mendata korban gempa. Warga juga diminta mewaspadai kemungkinan terjadi gempa susulan.

Dr Ir A Djumarma Wirakusumah, Direktur Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, yang ditemui *Kompas*, Jumat, menyatakan belum bisa memastikan akan ada gempa susulan atau tidak. Bahkan, ia juga belum berani mengatakan warga harus dipindahkan dari lokasi yang dikoyak bencana itu atau

tidak.

"Kami masih menunggu laporan tim yang berangkat tadi pagi. Tim kami membawa peralatan seismograf yang bisa dibawa ke mana-mana," kata Djumarma. Dari penelitian timnya diharapkan bisa ditentukan zonanya, mana lokasi yang boleh dijadikan tempat tinggal dan mana yang harus dihindari untuk tempat tinggal.

Menurut Djumarma, gempa yang menggoyang Majalengka dan tiga kabupaten di sekitarnya, Garut, Ciamis, dan Tasikmalaya, kemungkinan akibat gerakan patahan Garut-Tasikmalaya dan Majalengka-Purwakarta.

Gempa yang mengguncang Majalengka memporandakan ribuan rumah di empat

(Bersambung ke hlm 11 kol 5-7)

## DIY Bukan Pusat Gempa

DR SUDIBYAKTO



**GEMPA** tektonik yang terjadi di DIY dan Jawa Tengah, bahkan getarannya dirasakan hingga ke Bali, cukup mengagetkan penduduk. Meski sudah reda, kewaspadaan memang harus tetap tinggi. Kesadaran masyarakat terhadap bahaya gempa harus lebih ditumbuhkan. Masyarakat harus tetap waspada terhadap munculnya gempa bumi, termasuk gempa susulan. Jika terjadi kembali, maka harus segera keluar dari bangunan rumah atau gedung sekaligus mematikan alat-alat elektronik dan listrik untuk menghindari kebakaran.

melampaui kekuatannya, batuan tersebut akan hancur, sehingga terjadi patahan (*fault*). Batuan (lempeng) yang hancur selanjutnya akan melepaskan energi sehingga timbul guncangan di permukaan bumi yang dikenal gempa bumi.

Untuk Pulau Jawa, daerah yang sering terlanda gempa bumi adalah ujung barat Pulau Jawa, bagian selatan Jawa Barat dan sebelah selatan Jawa Timur. Melihat peta sebaran seismik di Pulau Jawa Barat, dan sebelah selatan Jawa, sebenarnya DIY bukan pusat gempa, akan tetapi merupakan daerah yang berpotensi terkena dampak guncangannya, bila episentrum (pusat gempa di permukaan bumi) berada di selatan Pulau Jawa pada posisi 8,81 derajat Lintang Selatan dan 109,98 Bujur Timur, berarti pusat tersebut berada di selatan Kabupaten Kulon Progo dan Kota Purworejo.

(Kepala Pusat Studi Bencana Alam (PSBA) UGM seperti disampaikan kepada wartawan KR, Primaswolo S.)

## PENGARUHNYA DI MERAPI, DITELITI Gempa di Yogya, 'Warning'

**YOGYA (KR)** - Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian (BPPTK) sedang meneliti serius efek gempa tektonik Jumat (25/5) lalu terhadap aktivitas Gunung Merapi. Sebab, gempa besar memiliki peluang terhadap perubahan aktivitas gunung berapi.

Demikian dikemukakan Kepala BPPTK, Syamsul Rizal Wittiri kepada KR, Minggu (27/5) ketika ditanyakan sejauh mana dampak gempa tektonik yang pusatnya 103 km dari Yogyakarta. "Dari pengalaman yang ada, gempa tektonik memiliki pengaruh terhadap aktivitas Merapi. Nah kita ingin mengetahui, apakah ada pengaruhnya atau tidak," jelasnya.

Diungkapkan, setiap gempa tektonik, ada gerak susulannya. Saat gempa Bengkulu beberapa waktu lalu, mempengaruhi aktivitas Merapi, khususnya perubahan pada kubah lava.

"Kira-kira 2 atau 3 hari setelah gempa, ada perubahan kubah Merapi waktu itu. Itu menunjukkan bahwa gerakan susulan gempa 2 atau tiga hari kemudian berpengaruh pada Merapi," ungkap Syamsul.

Melihat pengalaman lalu, maka pihaknya mencermati benar dampak gempa tektonik beberapa waktu lalu. Apalagi pusat gempa hanya 103 km dari Yogyakarta.

Namun demikian, sejauh ini, 2 hari terakhir belum ada tanda-tanda perubahan aktivitas Gunung Merapi pasca gempa.

"Kita masih menunggu perkembangan selanjutnya. Apakah ada pengaruh atau tidak. Guguran lava dan fase banyak meningkat atau tidak. Untuk sementara memang masih biasa," jelasnya.

Dalam laporan dua pakar gempa LP UII Ir H Sarwidi MSCE PhD dan Ir H Bachnas MSC yang dikemukakan pada pers, Sabtu (26/5) bahwa gempa tektonik Jumat lalu pengaruhnya cukup kuat. Di Kebumen dan Cilacap getaran itu juga cukup kuat selama 1-2 menit dengan intensitas IV MMI. Di Klaten-Solo orang juga sempat berlarian ke luar bangunan, apalagi lama kejadian 1,5 menit, MMI III. Di Magelang Kota, terjadi dua kali guncangan sekitar 3 menit. Dapat diketahui, 2/3 wilayah Indonesia memang rawan gempa. Dan Yogya termasuk wilayah yang rawan gempa.

"Maka Gempa Yogya itu merupakan *warning* bahwa Yogya harus waspada. Meski masyarakat tidak perlu cemas, namun perencanaan juga jangan menyepelekan. Karena itu dalam membuat desain harus menyesuaikan diri dengan kondisi ini," papar Sarwidi dan Bachnas.

\* Bersambung hal 14 kol 8

## Gempa di Yogya, . . . . . Sambungan hal 1

Wilayah Yogya ada di tepi Pantai Selatan. Harus diakui, sebut Sarwidi yang juga Dosen Rekayasa Kegempaan UII tersebut, wilayah Yogya dan sekitarnya termasuk wilayah sangat rawan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini diperkuat dengan sejarah gempa di wilayah ini. Bila kita tengok masa lalu tentang sejarah gempa kuat yang melanda Yogyakarta dan sekitarnya. Gempa yang terjadi 10 Juni 1867 memiliki intensitas VIII-IX MMI dimana wilayah Yogyakarta dan Surakarta mengalami kerusakan. Korban jiwa mencapai sekitar 5 orang dan 372 rumah rusak dan roboh. Tanggal 27 September 1937 terjadi gempa dengan intensitas VIII-IX MMI yang terjadi sekitar 100 kilometer dari Wonosari dan Yogya hingga Ponorogo dan Klaten mengalami kerusakan yang meliputi 326 rumah roboh dan lebih 2200 rumah rusak dengan beberapa korban meninggal.

(Jon/Fsy)-a