

**EVALUASI STRUKTUR RUMAH BETON SEDERHANA  
TAHAN GEMPA DI WILAYAH INUMAN**

Oleh :

**Susi Susanti<sup>1</sup> Surya Adinata<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi  
email: susisusantipsts@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi  
email: mastersuryaadinata@gmail.com

Jl. Gatot S. Broto KM. 7 Teluk Kuantan, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi  
Riau

***ABSTRAK***

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah jalur gempa pasifik (Circum Pasifik Earthquake Belt) dan jalur gempa Asia (Trans Asiatic Earthquake Belt) sehingga sangat berpotensi mengalami gempa. Untuk mengurangi kerusakan struktur bangunan maupun korban jiwa akibat gempa bumi maka dalam perencanaan bangunan rumah tinggal perlu diperhatikan kualitas dari komponen-komponen struktur bangunan yang nantinya akan bekerja untuk menahan beban yang ada hal ini menegaskan pentingnya tinjauan beban gempa rencana dalam perencanaan desain struktur sebagaiantisipasi apabila terjadi gempa.

Metode penelitian diantaranya adalah peneliti mewawancarai kepala desa dan masyarakat pengguna rumah di Kecamatan Inuman. Populasi rumah penduduk keseluruhan berkisar 2500 (dua ribu lima ratus) unit. Peneliti hanya membutuhkan rumah beton sederhana yang diperkirakan populasi rumah sebanyak 995 unit, sehingga peneliti hanya mengambil 24 unit sebagai sampel rumah beton sederhana.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah 24 unit sampel yang telah diambil ternyata yang memenuhi kriteria ketentuan rumah tahan gempa hanya 16,66% yaitu sebanyak 4 unit rumah. Sedangkan rumah yang tidak memenuhi ketentuan rumah tahan gempa sebanyak 83,33%. Kemudian penggunaan dinding yang digunakan pada rumah masyarakat Inuman hanya sebesar 20,83% yang memenuhi kriteria rumah tahan gempa. Selain itu rumah yang menggunakan kolom sebesar 29,16% dan balok ring sebesar 41,66%, dan sebanyak 20,83% penggunaan rangka kuda-kuda yang telah memenuhi kriteria rumah tahan gempa. Peneliti juga menduga bahwa ada pola keruntuhan pada struktur apabila terjadi gempa. Contohnya ada pada dinding yang tidak memakai angkur, rangka kuda yang cara pemasangan diapit dengan sambungan miring lurus, lurus tanpa menggunakan sambungan gigi, tidak memakai balok ring dan tidak menggunakan struktur kolom.

**Kata Kunci : Evaluasi Struktur, Rumah Beton Sederhana, Tahan Gempa, Inuman**

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah jalur gempa pasifik (*Circum Pasifik Earthquake Belt*) dan jalur gempa Asia (*Terns Asiatic Earthquake Belt*) sehingga sangat berpotensi mengalami gempa. Dalam konteksnya terhadap ruang lingkup kerja teknik sipil kondisi tersebut diatas berpengaruh besar dalam perencanaan desain struktur bangunan karena ancaman gempa bumi bisa datang kapan saja.

Apabila terjadi gempa kuat dapat menimbulkan korban material dan korban jiwa cukup besar. Adanya korban jiwa biasanya bukan disebabkan oleh peristiwa gelombang seismik namun lebih disebabkan karena tertimpa reruntuhan bangunan. usat Pengendalian Operasi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) telah mengidentifikasi kerusakan yang terjadi akibat gempa bumi sebesar 6,4 SR Magnitudo (M) pada Jumat tanggal 30 Juni 2023 yang lalu. Kerusakan bangunan di DIY tercatat total rumah rusak ringan 102 unit dan rusak sedang 4 unit. Guncangan gempa juga berdampak pada fasilitas umum, di antaranya perkantoran 15 unit, tempat ibadah 5, fasilitas usaha 3, pendidikan 2 dan kesehatan 2. Peristiwa tahun 2006 lalu pernah terjadi gempa kekuatan besar didaerah Yokyakarta, pada tahun 2009 terjadi di Tasikmalaya serta di Padang dan tahun 2010 terjadi di Mentawai yang banyak menimbulkan kerusakan fatal pada bangunan dengan berbagai macam pola keruntuhan. Jelas bahwa sebagian besar daerah Indonesia adalah rawan gempa. Daerah sepanjang Barat pulau Sumatera, Selatan pulau Jawa, sepanjang Nusa Tenggara, pulau Sulawesi semua kepulauan Maluku dan sebagian besar Papua merupakan daerah yang rawan gempa. Daerah yang relatif aman terhadap gempa hanyalah Sumatra bagian Timur, Kalimantan dan Papua bagian Selatan. Kuansing termasuk daerah yang aman gempa karena terdapat dizona gempa 4 (PetaHAZARD Gempa Indonesia, 2010).

Saat terjadi gempa bangunan diharapkan mampu menerima gaya gempa pada level tertentu tanpa terjadi kerusakan yang signifikan pada strukturnya atau apabilastruktur bangunan harus mengalami keruntuhan (disebabkan beban gempa melebihi beban gempa rencana), mampu memberikan perilaku nonlinier pada kondisi pasca elastik sehingga tingkat keamanan bangunan terhadap gempa dan keselamatan jiwa penghuninya lebih terjamin. Dengan dilatar belakangi oleh hal diatas maka perlu dilakukan evaluasi terhadap struktur bangunan rumah sederhana yang berlokasi di Kecamatan Inuman.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui struktur rumah sederhana eksisting.
2. Mengetahui pola keruntuhan rumah pada terjadi gempa.

### 1.3 Rumusan Masalah

Mengacu pada uraian sebelumnya, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu apakah struktur yang digunakan pada rumah tinggal sederhana tanpa perhitungan sudah aman dan mampu menahan beban yang bekerja.

## BAB II METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah rumah sederhana dari beton yang umum digunakan pada konstruksi beton bertulang pada pembangunan rumah di daerah Kecamatan Inuman.

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode yaitu Studi Literatur dan Data Lapangan.

### 2.3 Teknik Analisa Data

Dengan mengambil data yang ada dan penggunaan baja tulangan dengan menggunakan mutu beton yang berbeda. Dilakukan dengan data yang telah diuji dengan syarat rumah tahan gempa.

## BAB III ANALISA PEMBAHASAN

### A. KONSEP

#### 3.1 Konsep Dasar Mekanisme Gempa

Gempa bumi adalah pelepasan energi pada muka bumi, merambat melalui permukaan tanah atau getaran didalam tanah yang disebabkan oleh gerakan permukaan bumi. Terjadinya gempa bumi disebabkan oleh benturan/gesekan antara plat tektonik (lempeng bumi) atau tumbukan antara dua lempeng menyebabkan satu lempeng kerak akan terdorong kebawah. Lempeng samudera yang rapat massanya lebih besar bertumbukkan dengan lempeng benua di zona tumbukan (subduksi) akan menyusup ke bawah.

#### 3.2 Jenis Gempa

Jenis gempa dikenal ada dua macam yaitu gempa tektonik (pergeseran lempengan bumi) dan gempa vulkanik (letusan gunung berapi)

#### 3.3 Gelombang Gempa Bumi

Gelombang gempa timbul ketika terjadi peristiwa gempa bumi yaitu gelombang primer dan gelombang sekunder.

#### 3.4 Intensitas Gempa

Intensitas gempa yaitu besar kecilnya getaran permukaan ditempat bangunan berada. Bagian pusat dari garis-garis melingkar disebut episentrum gempa bumi. Intensitas ini merupakan akibat maksimum, karena kerusakan yang diderita merupakan kerusakan maksimum, yaitu:

##### 1. *Skala Richter*

Satuan ini diperkenalkan pertama kali oleh Charles F. Richter. Richter telah membuat sebuah sistem pengukuran kekuatan gempa dan tingkat kerusakannya.

##### 2. *Modified Mercalli Intensity (MMI)*

Para ahli berpendapat bahwa yang mempengaruhi kerusakan konstruksi bangunan adalah intensitas gempa. Intensitas gempa adalah besar kecilnya getaran permukaan di tempat konstruksi bangunan. Standar yang mengukur intensitas gempa ini dikenal sebagai Modified Mercalli Intensity (MMI).

### 3.5 Sistem Struktur Rumah Sederhana

Konsep Rumah Tahan Gempa (RTG) TUKU KALI guncangan gempa juga mengangkitkan rumah menjadi bergetar dan meliuk-liuk. Sulit rasanya pasangan bata dapat mengikuti irama getaran tanah tanpa adanya kerusakan. Untuk itu diperlukan sistem struktur yang mampu menahan guncangan tanah dalam bentuk konsep Rumah Tahan Gempa. Konsep rumah tahan gempa yang pertama adalah kuat yang dibentuk oleh elemen sloof, skelet, balok ring dan tembok yang berdiri diatas pondasi yang kokoh. Sifat yang kedua adalah menyatu yaitu antara sloof, skelat dan balok ring harus membentuk satu kesatuan struktur yang solid. Sifat ketiga adalah kaku yaitu bahwa struktur yang kuat, menyatu harus cukup kaku sehingga akibat guncangan hanya terjadi perubahan bentuk yang kecil agar tembok tidak retak/pecah. Sifat keempat adalah liat atau tidak getas yaitu sifat yang diperlukan agar beton tidak mudah remuk, tembok tidak mudah retak/pecah akibat beban getaran gempa.

Menurut Prof. Benny H. Hoed, struktur adalah bangunan (teoritis) yang terdiri atas unsur-unsur yang berhubungan satu sama lain dalam satu kesatuan. Struktur ada struktur atas dan struktur bawah.

1. Struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian struktur bangunan dibawah lantai dasar yang menerima dan meneruskan beban baik statis maupun dinamis ke tanah dan disebut pondasi bangunan.
2. Struktur atas (*upper structure*) adalah bagian struktur di atas pondasi yang membentuk suatu kesatuan untuk meletakkan komponen bangunan yang lain, dapat menerima dan meneruskan beban statis dan dinamis ke struktur bangunan bawah.

Sistem struktur yang digunakan pada bangunan rumah tinggal adalah sistem struktur portal (*framed system*), yang terdiri dari elemen vertikal (kolom dan dinding pemikul) dan elemen horisontal (balok dan plat lantai). Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana dan paling mudah pengerjaannya.

Sistem struktur portal adalah sistem struktur yang terdiri dari dua bagian, yaitu bagian horisontal (balok dan plat lantai), dan bagian vertikal (kolom dan dinding pemikul). Peletakan yang digunakan adalah sistem jepit (*fixed connections*) sehingga sistem struktur ini menjadi kaku (*rigid*).

### 3.6 Ketentuan Umum Bangunan Rumah Dalam Pengaruh Gempa

#### 1. Ketentuan Rumah Beton Sederhana Tahan Gempa

Menurut Widodo (2007) Rumah Tahan Gempa Tuku Kali adalah untuk rumah tinggal tembokan sederhana, kunci utama ketahanan gempa adalah memakai balok pondasi (sloof), kolom praktis dan ring balok yang di buat dari beton bertulang dan disatukan dengan pasangan batanya. Kunci kedua adalah memakai atap yang relatif ringan dan terikat dengan baik pada konstruksi atapnya.

Ketentuan rumah beton sederhana tahan gempa bisa dilihat dari bahan, ukuran dan cara kerjanya yaitu :

1. Tanah

Jenis-jenis tanah menurut Imam Subarkah berdasarkan susunannya adalah : Kerikil, Pasir, Leem, Tanah liat atau lempung, Loss, Mergel, Veen, Tanah keras. Sedangkan menurut ukuran partikel tanahnya, jenis-jenisnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5. Jenis tanah berdasarkan butirannya

| Nama Golongan | Ukuran Butiran (mm) |              |                                     |         |
|---------------|---------------------|--------------|-------------------------------------|---------|
|               | Kerikil             | Pasir        | Lanau/lembek                        | Lempung |
| MIT           | >2                  | 2-0,06       | 0,06 - 0,002                        | <0,002  |
| USDA          | >2                  | 2-0,05       | 0,05 - 0,002                        | <0,002  |
| AASHTO        | 76,2                | 2 - 0,075    | 0,075 – 0,002                       | <0,002  |
| USCS          | 76,2 - 4,75         | 4,75 - 0,075 | Halus (lanau dn lempung)<br><0,0075 |         |

2. Pondasi

Hary Christiady ( 2006) menyatakan bahwa pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban ketanah atau batuan yang ada dibawahnya. Fondasi berfungsi sebagai : Sebagai kaki bangunan atau alas bangunan; Sebagai penahan bangunan dan penerus beban dari atas kedasar tanah yang cukup kuat; Sebagai penjaga agar kedudukan bangunan stabil.

Daerah yang memiliki ketersediaan batu kali yang cukup, pondasi yang digunakan adalah pondasi batu kali spesi 1 semen : 5 pasir, dibawah pondasi diberi urukan pasir 10 cm untuk meratakan beban, menahan air kapiler dan dapat meredam getaran saat gempa terjadi.

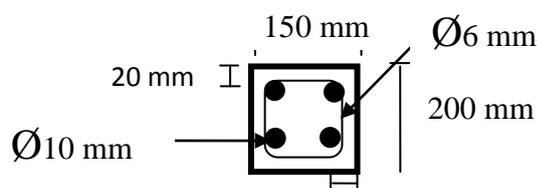


Gambar 3.2 : Pondasi Batu Kali

Daerah yang tidak terdapat batu kali dapat digunakan dengan beton yang mempunyai kekuatan tidak lebih rendah dari pasangan batu kali, digunakan campuran dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.

3. Sloof

Sloof di pasang diatas pondasi, ukuran-ukuran beton bertulang yang digunakan untuk sloof adalah 15 cm x 20 cm, besi tulangan 10 mm, sedangkan untuk begel dipakai diameter 6 mm, jarak sengkang maksimal 200 mm dan selimut beton 20 mm.



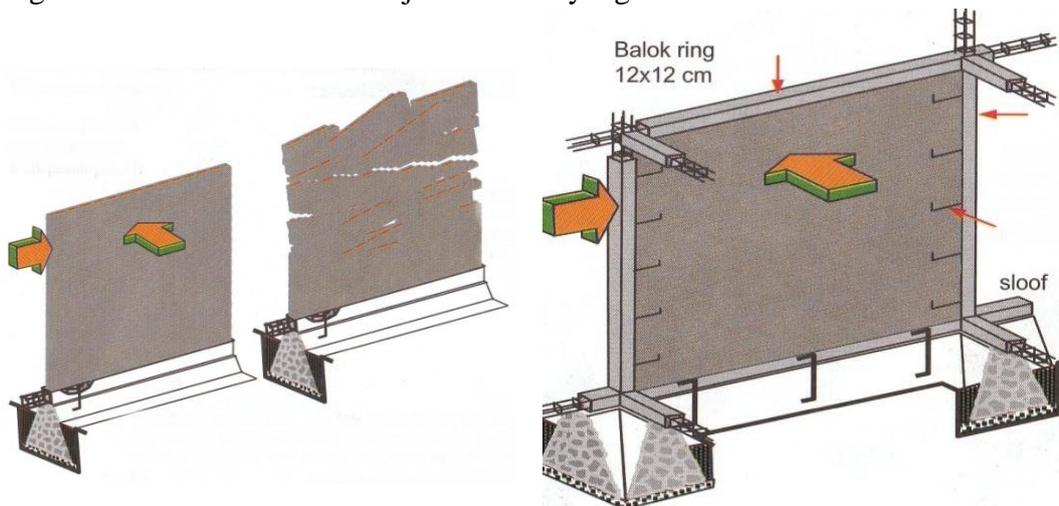
20 mm

Gambar 3.3 : Tulangan sloof

Pekerjaan sloof meliputi: Pembuatan bekisting sloof; Merangkai tulangan sloof; Pengecoran sloof untuk adukan betonnya menggunakan perbandingan 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.

#### 4. Dinding

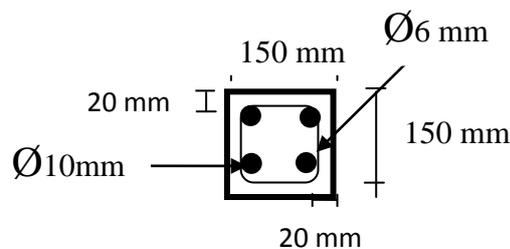
Bata yang digunakan tidak mudah patah atau pecah serta bebas dari debu dan kotoran yang menempel, sesaat sebelum dipakai bata harus dibasahi dulu dengan air bersih supaya mudah lengket. Pekerjaan dinding bata dengan mortar (spesi) digunakan tebal 1 cm, perbandingannya 1 semen : 4-5 pasir. Bila menggunakan batako maka batako tersebut harus bersih dan harus kering muka pada saat pemasangan, adukan batako harus 1 semen : 10 pasir. Tebal plesteran minimum 1 cm kedua muka dinding, batako harus dipasang dengan cara yang sama dengan cara pemasangan dinding bata merah tebal dinding minimal 15 cm. Setiap luasan bidang tembok  $\pm 10 \text{ m}^2$  harus terbingkai dengan baik oleh sloof, skelet dan balok ring agar tembok menyatu dengan skelet maka dipasang angkur secara keseluruhan menjadi struktur yang liat.



Gambar 3.4 : Tembok rumah

#### 5. Kolom (skelet) dan balok ring

Skelet diikat oleh oleh balok-balok ring, ukuran-ukuran beton bertulang yang digunakan untuk kolom adalah 15 cm x 15 cm dan untuk balok ring adalah 15cm x 15 cm, besi tulangan 10 mm sedangkan untuk begel dipakai diameter 6 mm, jarak sengkang maksimal 200 mm dan selimut beton 20 mm.



Gambar 3.5 : Tulangan kolom dan balok ring

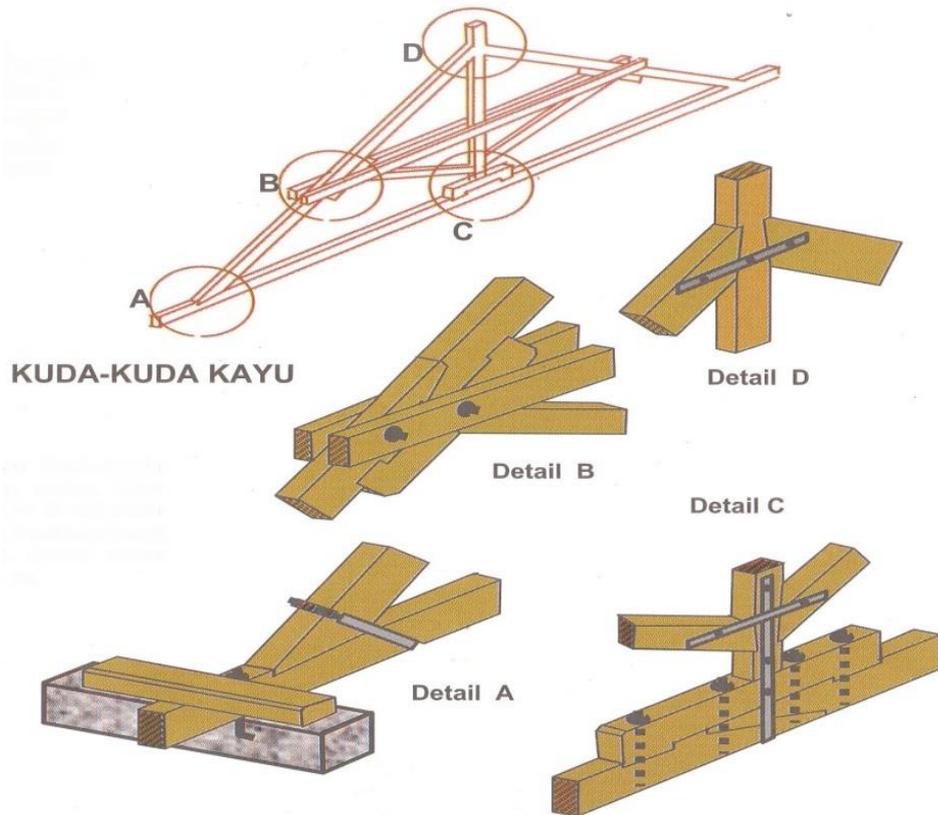
Pekerjaan kolom dan balok ring meliputi : Merangkai tulangan kolom dengan balok ring; Pembuatan bekisting kolom dan balok ring; Pengecoran kolom dan ring balok untuk adukkan betonnya juga menggunakan perbandingan 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.

#### 6. Rangka kuda-kuda

Konstruksi bangunan seperti kuda-kuda atap, sambungan gigi dengan baut, sambungan lubang dan pen dengan bibir lurus telah umum dipakai. Sambungan gigi dengan baut pada balok-balok yang terdiri dari balok tekan dan balok tarik. Untuk sambungan balok tekan dan balok tarik ini agar tidak terjadi geseran pada sambungan, balok tarik ini di takik separuh bagian sisinya untuk landasan balok tekan. Sambungan ini dapat diperkuat dengan menggunakan komponen seperti baut, paku, papan penjepit, plat paku dan lain-lain. Jika menggunakan baut maka balok-balok tersebut harus dilubangi dengan ukuran kecil saja untuk memasukkan baut kedalam balok tersebut. Jika menggunakan paku harus diperhitungkan jarak paku tersebut dan menggunakan beberapa paku untuk memperkuat sambungan tersebut.

Sambungan pen adalah sambungan memanjang dengan sistem kunci, balok ini di tarik separuh dan balok yang satu dibelah samping-sampingnya dan disisakan separuh di bagian tengah balok ini (sebagai sistem pengunci) kemudian cara pemasangannya balok tersebut di pasang atau dimasukkan pada balok yang sudah ditarik tersebut, secara otomatis sambungan ini saling mengunci. Sambungan pen dengan bibir lurus adalah sambungan dengan sistem yang hampir sama dengan sambungan pen dan sambungan bibir lurus.

Jika menggunakan papan penjepit cukup menempelkan papan penjepit ini disamping-samping sambungan balok tersebut. Jika menggunakan plat paku peletakannya hampir sama seperti papan penjepit, plat paku ini terdiri dari dua jenis, plat paku satu sisi yang berfungsi untuk merekatkan kayu, dan plat paku dua sisi yang berfungsi sebagai media menyambungkan dua sisi kayu atau balok.



Gambar 3.6 : Kuda-kuda

Jika menggunakan plat paku ini kurang baik dalam menerima gaya horisontal karena dikhawatirkan akan terjadi gaya geser dalam sambungan ini. Cara pemasangan plat paku ini dengan menggunakan mesin compresor, jika menggunakan manual kurang baik, karena saat menekannya kurang rata jika menggunakan alat palu. Ukuran kayu kuda-kuda 6 cm x 12 cm untuk bentang pendek atau 8 cm x 12 cm untuk bentang yang lebih panjang, usuk 5 cm x 7 cm, reng 2 cm x 3 cm.

7. Penutup atap

Atap adalah bagian paling atas dari suatu bangunan, yang melindungi gedung dan penghuninya secara fisik maupun metafisik (*mikrokosmos/makrokosmos*). Permasalahan atap tergantung pada luasnya ruang yang harus dilindungi, bentuk dan konstruksi yang dipilih, dan lapisan penutupnya. Kontruksi atap harus menggunakan bahan yang ringan dan sederhana.

8. Parameter Penilaian Rumah Tahan Gempa

Tabel 3.1 parameter penilaian rumah tahan gempa

| No | Paremeter | Uraian  |
|----|-----------|---|
| 1  | Tanah     | Daya dukung tanah harus > 2-3 kali lebih besar dari pada bebannya |

|   |                      |   |
|---|----------------------|---|
| 2 | Pondasi              | Pondasi yang digunakan adalah pondasi batu kali spesi 1 semen : 5 pasir atau beton dengan campuran 1 : 2 : 3. Jika menggunakan beton yang mempunyai kekuatan tidak lebih rendah dari pasangan batu kali digunakan campuran 1 : 2 : 3.       |
| 3 | Sloof                | Ukuran-ukuran beton bertulang yang digunakan untuk sloof adalah 15 cm x 20 cm.<br>Pengecoran menggunakan perbandingan:<br>1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.  |
| 4 | Dinding              | Pekerjaan dinding bata dengan mortar (spesi) digunakan tebal 1 cm dan perbandingannya 1 semen : 4-5 pasir   |
| 5 | Kolom dan Balok ring | Ukuran-ukuran beton bertulang yang digunakan untuk kolom adalah 15 cm x 15 cm dan untuk balok ring adalah 11 cm x 15 cm.  |
| 6 | Kuda-kuda            | Kayu : Ukuran kayu kuda-kuda 6 cm x 12 cm untuk bentang pendek atau 8 cm x 12 cm untuk bentang yang lebih panjang, usuk 5 cm x 7 cm, reng 2 cm x 3 cm.<br>Gunung-gunung : dibingkai oleh beton yaitu: kolom, balok ring dan balok kuda-kuda |
| 7 | Penutup Atap         | Menggunakan bahan yang ringan dan sederhana   |

### 3.7 Menentukan Banyak Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang diteliti oleh populasi tersebut (Suryono 2005:11). Dalam pengambilan sampel sebaiknya menggunakan cara-cara yang lebih dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Perlu diperhatikan adalah semakin besar jumlah sampel (semakin mendekati populasi) maka semakin kecil peluang kesalahan generalisasi dan sebaliknya, semakin kecil jumlah sampel (menjauhi jumlah populasi) maka semakin besar peluang kesalahan generalisasi.

## B. ANALISA PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Data

#### 3.1.1 Menghitung Sampel

Untuk menentukan besarnya jumlah responden atau sampel peneliti menggunakan Rumus Slovin (Bambang Prasetyo, 2005:136). Setelah melakukan wawancara bersama kepala desa di Kecamatan Inuman yang peneliti temui, telah memperkirakan populasi rumah penduduk secara keseluruhan minimum 2500 (dua ribu lima ratus) unit. Sedangkan dalam penelitian ini peneliti hanya membutuhkan rumah beton sederhana yang diperkirakan populasi rumah sebanyak 995 unit. Untuk mempermudah penelitian, peneliti hanya mengambil beberapa buah sampel untuk mewakili keseluruhan populasi rumah beton sederhana yang ada di Kecamatan Inuman.

$$\text{Penyelesaian : } n = \frac{N}{1 + N e^2}$$

Diketahui :  $N = 995$  Unit ;  $e = 0,2$

$$\text{Maka : } n = \frac{995}{1 + (995 \times 0,2^2)} = 995/40,8 = 24,38 \text{ dibulatkan } 24 \text{ unit}$$

### 3.1.2 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil survay lapangan dengan menggunakan sampel 24 unit rumah yang terdapat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.1 hasil penelitian lapangan

| No | Nama User | Parameter |             |       |         |       |            |                        |              |
|----|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|------------|------------------------|--------------|
|    |           | Tanah     | Pondasi     | Sloof | Dinding | Kolom | Ring balok | Kuda-kuda              | Penutup atap |
| 1  | Erno lian | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Pakai | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 2  | Ajis      | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 3  | Ahirman   | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 4  | Anas      | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 5  | Karnadi   | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Pakai | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 6  | Kusen     | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Pakai      | Gigi, lurus dan diapit | Seng         |
| 7  | Agut      | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 8  | Ibrahim   | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 9  | Mayurdi   | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 10 | Mardian   | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Pakai      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 11 | Beduan    | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan diapit       | Seng         |
| 12 | Babus     | Lanau     | Beton Dicor | Beton | Batako  | Tidak | Tidak      | Lurus dan              | Seng         |

|    |         |       |             |       |                          |       |       |                        |      |
|----|---------|-------|-------------|-------|--------------------------|-------|-------|------------------------|------|
|    |         |       |             |       |                          |       |       | diapit                 |      |
| 13 | Ardi    | Lanau | Beton Dicor | Beton | Bata merah, pakai angkur | Pakai | Tidak | Lurus dan diapit       | Seng |
| 14 | Jurin   | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako                   | Pakai | Tidak | Lurus dan diapit       | Seng |
| 15 | Aswat   | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako                   | Tidak | Pakai | Lurus dan diapit       | Seng |
| 16 | Idar    | Lanau | Beton Dicor | Beton | Bata merah               | Tidak | Pakai | Lurus dan diapit       | Seng |
| 17 | Edi     | Lanau | Beton Dicor | Beton | Bata merah, pakai angkur | Pakai | Pakai | Gigi, lurus dan diapit | Seng |
| 18 | Margo   | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako, pakai angkur     | Pakai | Pakai | Gigi, lurus dan diapit | Seng |
| 19 | Edo     | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako                   | Tidak | Tidak | Lurus dan diapit       | Seng |
| 20 | Simas   | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako                   | Tidak | Pakai | Lurus dan diapit       | Seng |
| 21 | Hamdan  | Lanau | Beton Dicor | Beton | Bata merah               | Tidak | Tidak | Lurus dan diapit       | Seng |
| 22 | Maspi'i | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako                   | Tidak | Tidak | Lurus dan diapit       | Seng |
| 23 | Sharan  | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako, pakai angkur     | Pakai | Pakai | Gigi, lurus dan diapit | Seng |
| 24 | Burhan  | Lanau | Beton Dicor | Beton | Batako, pakai angkur     | Pakai | Pakai | Gigi, lurus dan diapit | Seng |

Dari tabel di atas bahwa perumahan dengan struktur beton di wilayah Kecamatan Inuman yang terdiri dari pondasi, sloof, dinding, kolom dan balokring, sedangkan yang kayu hanya rangka atap. Struktur rumah beton sederhana tahan gempa dilihat dari ukuran dan cara kerjanya yaitu sebagai berikut :

### 1. Pondasi

Pondasi yang digunakan adalah pondasi menerus yang berukuran 30 cm x 15 cm dan 16 cm x 30 cm yang dicor langsung diatas tanah dasar yang keras dengan campuran betonnya 1 semen : 3 pasir : 3 kerikil dan 1 semen : 3 pasir : 4 kerikil, memakai tulangan  $\varnothing$  10 mm dan 12 mm, sengkang  $\varnothing$  6 mm-8 mm dan selimut beton 2 cm dan 2,5 cm. Dicor didalam tanah dengan kedalaman 5 cm dan 10 cm.

### 2. Sloof

Sloof dan pondasi mempunyai ukuran yang sama yaitu 30 cm x 15 cm, 14 cm x 30 cm dan 16 cm x 30 cm, campuran beton 1 semen : 3 pasir : 3 kerikil dan 1 semen : 3 pasir : 4 kerikil, memakai tulangan  $\varnothing$  10 mm dan 12 mm, sengkang  $\varnothing$  6 mm-8 mm, jarak sengkang 200 mm-250 mm dan selimut beton 2 cm dan 2,5 cm. Sloof dan pondasi menyatu karena dicor sekaligus dengan pondasi secara bersamaan.

### 3. Dinding

Menggunakan dinding batako dan bata merah yang cara pemasangannya 1 bata, spesi 1 cm – 1,5 cm dengan perbandingan 1 semen : 5 pasir yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Dinding Batako Lapangan

### 4. Kolom dan balok ring

Kolom yang berukuran 15 cm x 16 cm dan 10 cm x 10 cm dengan campuran beton 1 semen : 3 pasir : 3 kerikil dan 1 semen : 3 pasir : 4 kerikil dengan memakai tulangan  $\varnothing$  10 mm, sengkang  $\varnothing$  6 mm-8 mm, jarak sengkang 200 mm-250 mm dan selimut beton 2 cm – 2,5 cm. Sedangkan ukuran balok ring 8 cm x 10cm dan 12 cm x 15 cm dengan campuran beton yang sama dengan kolom dan memakai tulangan  $\varnothing$  8 mm, sengkang dan selimut betonnya sama dengan kolom.



Gambar 5.2 Kolom Lapangan

#### 5. Kuda-kuda

Kuda-kuda memakai kayu yang berukuran 8 cm x 12 cm, usuk 5 cm x 7 cm, reng 2 cm x 3 cm yang menggunakan sambungan miring lurus, lurus, gigi dipaku, sambungan diapit dipaku, kemudian dibingkai oleh kolom, balok ring dan balok kuda-kuda dengan campuran beton 1 pasir : 3 pasir : 4 kerikil.



Gambar 5.3 Rangka Kuda-kuda Lapangan

#### 6. Penutup atap

Menggunakan atap seng yang ukurannya telah ditentukan dari pabriknya itu sendiri.

### 3.2 Pembahasan

#### 3.2.1 Prilaku Gempa Terhadap Struktur Rumah

Beban-beban yang bekerja pada struktur terdiri dari alam dan beban manusia. Oleh karena itu terdapat 2 sumber dasar beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan rumah, yaitu *geophysical* dan *man made*.

Gaya-gaya *geophysical* merupakan hasil perubahan secara kontinyu dari alam dan dibagi menjadi gaya gravitasi, meteorologi dan seismological. Karena

adanya gaya gravitasi berat sendiri dari suatu struktur menjadi sebuah beban yang disebut beban mati (*dead load*) yang besarnya konstan selama umur bangunan. Gaya-gaya meteorological bervariasi tergantung dari waktu, lokasi dan dari cuaca seperti angin, temperatur, kelembaban, hujan salju dan es sedangkan seismological berasal dari pergerakan tanah (seperti gempa bumi).

Gaya-gaya buatan (*man made*) berasal dari pergerakan mobil, elevator, mesin dan lainnya atau bisa juga dari pergerakan manusia dan perabot ruangan yang ada dalam bangunan tersebut atau juga karena adanya ledakan dan akibatnya. Kedua sumber tersebut, khususnya geophysical sangat tergantung pada berat, ukuran, bentuk dan juga material yang digunakan pada bangunan tersebut.

Dalam penelitian ini cuma dibahas tentang perilaku struktur terhadap gempa yang terjadi, Struktur rumah memiliki jenis elemen yang dapat dibedakan berdasarkan elemen vertikal dan elemen horizontal. Dalam keadaan gaya gempa struktur vertikal direncanakan sebagai elemen yang meneruskan gaya gempa kepondasi.

### **3.2.2 Perbandingan Struktur**

Studi kasus ini penulis akan membandingkan rumah beton sederhana yang ada di Kecamatan Inuman dengan parameter penilaian rumah tahan gempa.

#### **1. Tanah**

Tanah dipermukaan adalah tanah humus yang terbentuk dari pelapukan batuan, tumbuh-tumbuhan maupun organisme yang lainnya. Tanah ini belum stabil sehingga lapis ini harus di kupas sampai menemukan tanah dasar yang keras untuk meletakkan pondasi bangunan, daya dukung tanah harus > 2-3 kali lebih besar dari pada bebannya. Hasil penelitian menunjukkan tanah di Kecamatan Inuman mayoritas tanah dasar yang keras dan dilihat dari butirannya adalah jenis tanah lanau. Jenis tanah ini termasuk jenis tanah lunak atau lembek yang bersifat gaya geser yang kecil dan tanah kohesif (tidak mengandung lempung cukup banyak). Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Sedangkan tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirannya.

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan, tanah di Kecamatan Inuman termasuk kriteria ketentuan rumah tahan gempa karena mempunyai tanah dasar yang keras dan juga jauh dari pusat gempa sehingga radius gempa semakin kecil dan getaran yang terjadi juga kecil, karenanya semakin dekat dengan pusat gempa, semakin besar getaran yang terjadi.

#### **2. Pondasi**

Hasil penelitian menunjukkan Pondasi yang digunakan adalah pondasi menerus yang berukuran 30 cm x 15 cm dengan campuran betonnya 1 semen : 3 pasir : 3 kerikil dan 1 semen : 3 pasir : 4 kerikil, memakai tulangan Ø 10 mm-12 mm, sengkang Ø6 mm-8 mm, jarak sengkang 18-20 cm dan selimut beton 2 cm. Sistem pondasi saat ini yaitu pondasi beton yang dicor langsung dilapangan, dan hal yang harus diperhatikan dengan baik antara lain diusahakan memiliki kemampuan meredam getaran. Karena, gerakan gempa dimulai dari dalam tanah dan bergerak keatas permukaan tanah selanjutnya merambat sampai atas bangunan. Untuk memperkecil getaran gempa yang bergerak keatas bangunan, maka kedalaman permukaan pondasi dari atas tanah asli adalah sebesar 5 cm dengan menepatkan permukaan pondasi sedekat mungkin dengan permukaan

tanah maka dapat mengurangi kuat getaran gempa. Dengan cara ini diharapkan mampu mengurangi efek getaran yang akan diterima oleh keseluruhan bangunan.

Berdasarkan penjelasan diatas, pondasi dan sloof yang umum digunakan oleh masyarakat Inuman 100% sudah memasuki kriteria rumah tahan gempa. Karena penulangannya sudah memenuhi kriteria ketentuan rumah tahan gempa.

### 3. Sloof

Sloof dan pondasi mayoritas mempunyai ukuran yang sama karena sloof dan pondasi telah menyatu. Hubungan pondasi dengan balok sloof harus solid dan kuat karena energi getaran gempa yang telah diterima oleh pondasi akan diterima pertama kali oleh sloof. Sangatlah penting untuk memastikan sloof tidak bergeser dan terlepas dari pondasi karena hal ini dapat menyebabkan runtuhnya seluruh bangunan diatasnya.

Berdasarkan penjelasan diatas, pondasi dan sloof yang umum digunakan oleh masyarakat Inuman 100% sudah memasuki kriteria rumah tahan gempa. Karena penulangannya sudah memenuhi kriteria ketentuan rumah tahan gempa.

### 4. Dinding

Hasil penelitian menunjukkan menggunakan dinding batako dan bata merah yang cara pemasangannya 1 bata, spesi 1,5 cm dan perbandingan 1 semen : 5 pasir dan tidak memakai angkur.

Hubungan antara dinding dan kolom adalah merupakan bagian yang sangat rawan saat terjadi gempa, apabila hubungan antara kolom dan dinding tidak baik maka dapat terjadi pemisahan yang menyebabkan runtuhnya dinding karena terlepas dari kolom.

Dinding adalah bagian yang lemah dan tidak dapat menahan beban. Pada saat terjadi gempa, dinding adalah salah satu bagian yang paling rentan kerusakan yang sering terjadi pada dinding adalah :

1. Dinding cenderung retak pada arah diagonal akibat beban tarik.
2. Dinding cenderung terpisah karena hubungan dinding yang tidak benar.
3. Dinding cenderung runtuh akibat beban permukaan, tidak mampu menahan momen guling.
4. Kegagalan pada sudut-sudut dinding.
5. Kegagalan pada bukaan-bukaan (jendela dan pintu).
6. Kegagalan akibat beban geser, retak pada dinding berbentuk horizontal.

Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan membuat angkur dari besi beton. Angkur ini berfungsi untuk memegang dinding agar tetap berdiri selama terjadi getaran gempa. Selain itu angkur juga berfungsi untuk mentransper gaya gempa sehingga apabila dinding terjadi kerusakan, kerusakan hanya terjadi pada daerah angkur saja. Pemasangan angkur dapat dilakukan dengan besi beton berdiameter 8 mm dan dipasang dengan jarak setiap 50-60 cm. Panjang besi angkur adalah 45 cm, kearah luar 30 cm dan sisanya masuk kedalam kolom.

Berdasarkan penjelasan diatas, dinding yang digunakan oleh masyarakat Inuman hanya 20,83% yang memasuki kriteria rumah tahan gempa.

### 5. Kolom dan Balok Ring

Kolom yang berukuran 11 cm x 16 cm dan 10 cm x 10 cm dengan campuran beton 1 semen : 3 pasir : 3 kerikil, 1 semen : 3 pasir : 4 kerikil, memakai tulangan Ø 10 mm, sengkang Ø 6-8 mm dan selimut beton 2 cm.

Sedangkan ukuran balok ring 8 cm x 10 cm dengan campuran beton yang sama dengan kolom dan memakai tulangan  $\varnothing$  8 mm. Antara pondasi, kolom dan balok ring supaya menjamin perletakan sempurna, maka hendaknya dibuat tulangan kolom yang menerus masuk hingga pondasi dan balok ring, untuk pondasi dengan kedalaman 30cm dan untuk balok ring kedalamannya sesuai dengan tebal balok ring yang digunakan.

Berdasarkan penjelasan diatas rumah yang memakai kolom 29,16% dan balok ring 41,66%.

## 6. Kuda-kuda

Kuda-kuda memakai kayu yang berukuran 8 cm x 12 cm, usuk 5 cm x 7 cm, reng 2 cm x 3 cm yang menggunakan sambungan gigi dipaku kemudian dibingkai oleh kolom, balok ring dan balok kuda-kuda dengan campuran beton 1 pasir : 3 pasir : 4 kerikil. Dalam hal ini pada kontruksi rangka atapnya harus diikat dengan angkur baja panjang minimal 50cm ke balok ring dan kolom sehingga mengurangi resiko pergeseran apabila terjadi gempa, pemasangan rangka atap pada balok beton atau ring balok harus memperhatikan sistem pengangkur antara rangka atap dengan ring balok, angkur besi sebagai pengikat rangka harus benar-benar masuk kedalam balok kayu. Selain itu pada kontruksi atapnya diberi balok penopang sehingga beban atap dapat ditopang secara merata. Pada titik simpul sambungan kayu diberi baut dan tulangan yang dikaitkan untuk menjaga kestabilan pada kontruksi atap bangunan tempat tinggal sebaiknya menggunakan plat pengikat dan sambungan diberi baut sehingga menjaga keseimbangan pada kuda-kudanya.

Berdasarkan penjelasan diatas hanya 20,83% rangka kuda-kuda yang memenuhi kriteria rumah tahan gempa.

## 7. Penutup Atap

Menggunakan atap seng yang ukurannya telah ditentukan dari pabrik seng itu sendiri. Penutup atap digunakan hendaknya dari bahan yang ringan namun layak digunakan. Karena berat bahan penutup atap juga berperan terhadap keruntuhan bangunan, semakin berat bahan atap semakin mudah runtuh bangunan tersebut apabila terjadi gempa.

Berdasarkan penjelasan diatas penutup atap yang digunakan sudah memenuhi kriteria rumah tahan gempa karena jenis atap yang digunakan adalah jenis atap seng grown swand dan swand brand.

Tabel 3.2 Rekapitulasi evaluasi

| No | Nama      | Parameter |         |       |         |       |            |           |              | Memenuhi Kontruksi Tahan gempa |
|----|-----------|-----------|---------|-------|---------|-------|------------|-----------|--------------|--------------------------------|
|    |           | Tanah     | Pondasi | Sloof | Dinding | Kolom | Ring balok | Kuda-kuda | Penutup atap |                                |
| 1  | Erno lian | ✓         | ✓       | ✓     | X       | ✓     | X          | X         | ✓            | X                              |

|                                  |         |      |      |      |        |        |       |        |      |        |
|----------------------------------|---------|------|------|------|--------|--------|-------|--------|------|--------|
| 2                                | Ajis    | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 3                                | Ahirman | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 4                                | Anas    | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 5                                | Karnadi | ✓    | ✓    | ✓    | X      | ✓      | X     | X      | ✓    | X      |
| 6                                | Kusen   | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | ✓     | ✓      | ✓    | X      |
| 7                                | Agut    | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 8                                | Ibrahim | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 9                                | Mayurdi | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 10                               | Mardian | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | ✓     | X      | ✓    | X      |
| 11                               | Beduan  | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 12                               | Babus   | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 13                               | Ardi    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓      | ✓      | X     | X      | ✓    | X      |
| 14                               | Jurin   | ✓    | ✓    | ✓    | X      | ✓      | X     | X      | ✓    | X      |
| 15                               | Aswat   | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | ✓     | X      | ✓    | X      |
| 16                               | Idar    | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | ✓     | X      | ✓    | X      |
| 17                               | Edi     | ✓    | ✓    | ✓    | ✓      | ✓      | ✓     | ✓      | ✓    | ✓      |
| 18                               | Margo   | ✓    | ✓    | ✓    | ✓      | ✓      | ✓     | ✓      | ✓    | ✓      |
| 19                               | Edo     | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 20                               | Simas   | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | ✓     | X      | ✓    | X      |
| 21                               | Hamdan  | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 22                               | Maspi'i | ✓    | ✓    | ✓    | X      | X      | X     | X      | ✓    | X      |
| 23                               | Sharan  | ✓    | ✓    | ✓    | ✓      | ✓      | ✓     | ✓      | ✓    | ✓      |
| 24                               | Burhan  | ✓    | ✓    | ✓    | ✓      | ✓      | ✓     | ✓      | ✓    | ✓      |
| Jumlah yang memenuhi tahan gempa |         | 100% | 100% | 100% | 20,83% | 33,33% | 37,5% | 20,83% | 100% | 16,66% |

Keterangan :

✓ = ya ; X = Tidak

Cara menghitung jumlah yang memenuhi tahan gempa yaitu :

$$\frac{\text{jumlah yang memenuhi tahan gempa}}{\text{jumlah sampel populasi yang digunakan}} \times 100\%$$

Hasil analisa pada penelitian ini menunjukkan bahwa masih ada pola keruntuhan pada struktur apabila terjadi gempa. Contohnya ada pada dinding yang tidak memakai angkur, rangka kuda yang cara pemasangan diapit dengan sambungan miring lurus, lurus tanpa menggunakan sambungan gigi, tidak memakai balok ring dan tidak menggunakan struktur kolom.

## BAB IV PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan evaluasi dan analisa terhadap bangunan rumah beton sederhana, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah 24 sampel yang diambil, yang memenuhi kriteria ketentuan rumah tahan gempa hanya 16,66% yaitu sebanyak 4 unit rumah.

2. Rumah yang tidak memenuhi ketentuan rumah tahan gempa sebanyak 83,33%.
3. Penggunaan dinding yang digunakan pada rumah masyarakat inuman hanya sebesar 20,83% yang memenuhi kriteria rumah tahan gempa.
4. Rumah yang menggunakan kolom sebesar 29,16% dan balok ring sebesar 41,66%.
5. Sebanyak 20,83% penggunaan rangka kuda-kuda yang telah memenuhi kriteria rumah tahan gempa.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis mempunyai beberapa saran untuk masyarakat yang ingin membangun rumah beton sederhana agar supaya tahan gempa adalah sebagai berikut :

1. Harus memahami betul panduan pembangunan rumah tahan gempa baik dalam menentukan material, ukuran sampai dengan tata cara pelaksanaan.
2. Peraturan Rumah tahan gempa yang digunakan adalah peraturan yang telah resmi sehingga hasil analisisnya sesuai dengan peraturan.
3. Sebaiknya masyarakat sebelum membangun rumah agar membuat perencanaan dan perancangan rumah tahan gempa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adinata Surya, 2002, *Analisis Dinamis 3D Pengaruh Jumlah dan Ketinggian Dinding Geser Portal Terhadap Simpangan, Gaya Geser, dan Momen Guling Menggunakan Eksitasi Gempa El Centro*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya, *Standar Operasional Prosedur Tata Cara Pembangunan Rumah Dengan Struktur Tahan gempa*, 2011, Jakarta.
- Maman Abdurrahman, dkk, (2011). *Dasar- Dasar Metode Statistik Untuk Penelitian*.
- Purwono Rachmat, 2010, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Sukolilo Surabaya.
- Wibowo Amdhani Prihatmoko, 2012, *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)*, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wododo, 2007, *Rumah Tahan Gempa (RTG) Tuku Kali*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.