

# INFRASTRUKTUR

## ANALISIS BAHAN BANGUNAN PADA DAERAH RAWAN GEMPA DAN TSUNAMI DI PESISIR PANTAI TELUK PALU

### The Analysis of Structure Materials in Earthquake and Tsunami Prone Areas in Teluk Palu Seashore

Tengku Fitriani L.S

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118

Email : t\_fitri2014@yahoo.com

---

#### ABSTRACT

*This article points out building materials used in public dwellings in Teluk Palu shore. Based on materials used, types of buildings in Teluk Palu sea shore are divided into three: buildings made from bricks, concrete blocks, and timbers. The bricks and concrete blocks used are according the quality standards. The timbers are also commonly used, those are the second class/good quality. However, the timbers are not treated properly (not being preserved before used). Principles of building methods is revealed here.*

*Keywords: building materials, conditions of houses, principles of earthquake and and tsunami resistant houses*

#### ABSTRAK

Artikel ini membahas tentang material bangunan yang digunakan pada permukiman penduduk di pesisir pantai Teluk Palu serta Berdasarkan material yang digunakan, jenis bangunan di pesisir pantai Teluk Palu terbagi menjadi tiga, yaitu bangunan yang terbuat dari pasangan batu bata, batako dan yang terbuat dari kayu. Material kayu yang digunakan belum memadai sebagai bahan bangunan tahan gempa dan tsunami. Kayu yang digunakan adalah kayu muda berkadar air tinggi (diatas 15%). Jenis kayu yang digunakan umumnya jenis kayu kelas II (bermutu baik), hanya saja bahan kayu tersebut tidak mendapatkan perlakuan sebagaimana mestinya (tidak diawetkan terlebih dahulu). Disini prinsip metode pelaksanaan pembangunan rumah tahan gempa dipaparkan

Kata Kunci : *bahan bangunan, kondisi rumah, prinsip dasar rumah tahan gempa dan tsunami*

#### PENDAHULUAN

##### a. Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang rawan terhadap bencana gempa dan tsunami, karena Indonesia merupakan bagian dari rangkaian Cincin Api (The Ring of Fire) yang juga meliputi negara-negara Pasifik. Faktor utama yang menjadikan Indonesia sebagai wilayah rawan gempa dan tsunami adalah karena Indonesia masuk dalam zona tektonik yang sangat aktif, dimana Indonesia merupakan pertemuan antara 3 (tiga) lempeng di dunia, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Philippine, dan lempeng Pasific (lihat Gambar 1). Lempengan tersebut selalu bergerak dan bertumbuk menuju kestabilan. Pergeseran itulah yang mengakibatkan terjadinya gempa.

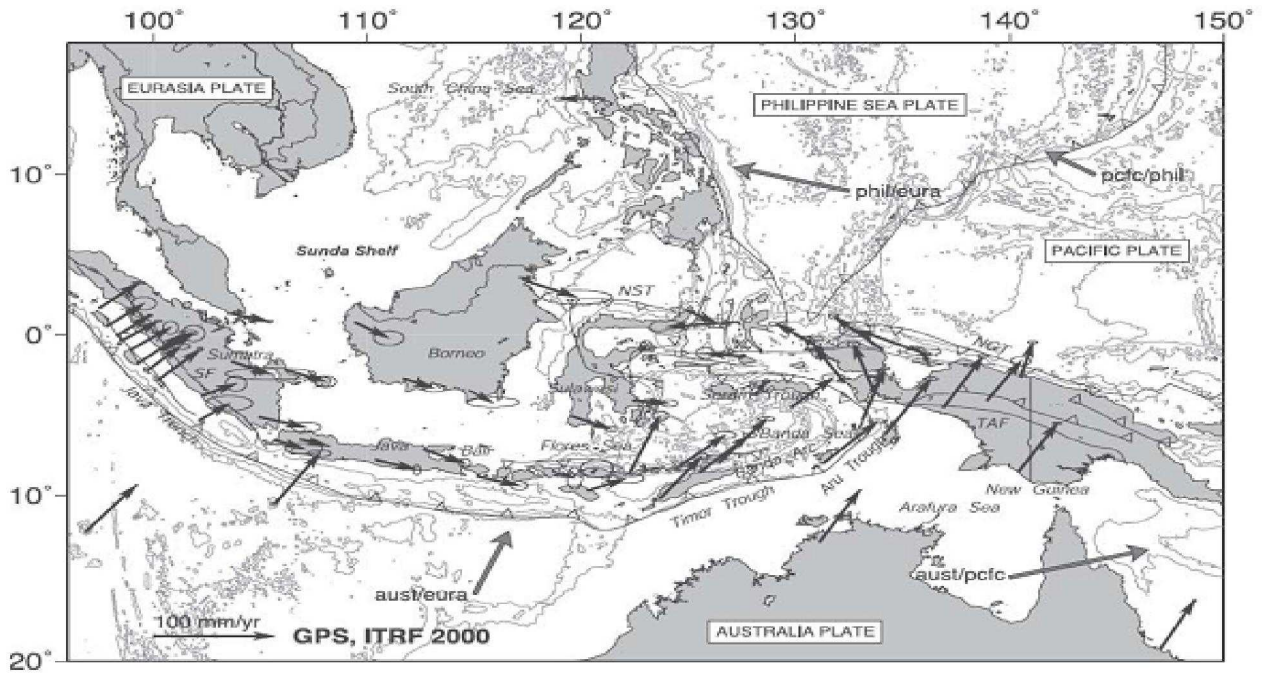
Terlebih lagi, Pulau Sulawesi merupakan pusat tumbukan ketiga lempeng tersebut. Pulau Sulawesi terdiri dari beragam patahan (faulting) dan sesar (thrusting) yang mengandung berbagai macam jenis batuan, misalnya Patahan Palu-Koro yang melintas di tengah kota Palu, tepatnya di Teluk Palu.

Pergeseran Patahan Palu-Koro, menyebabkan Palu rawan akan gempa.

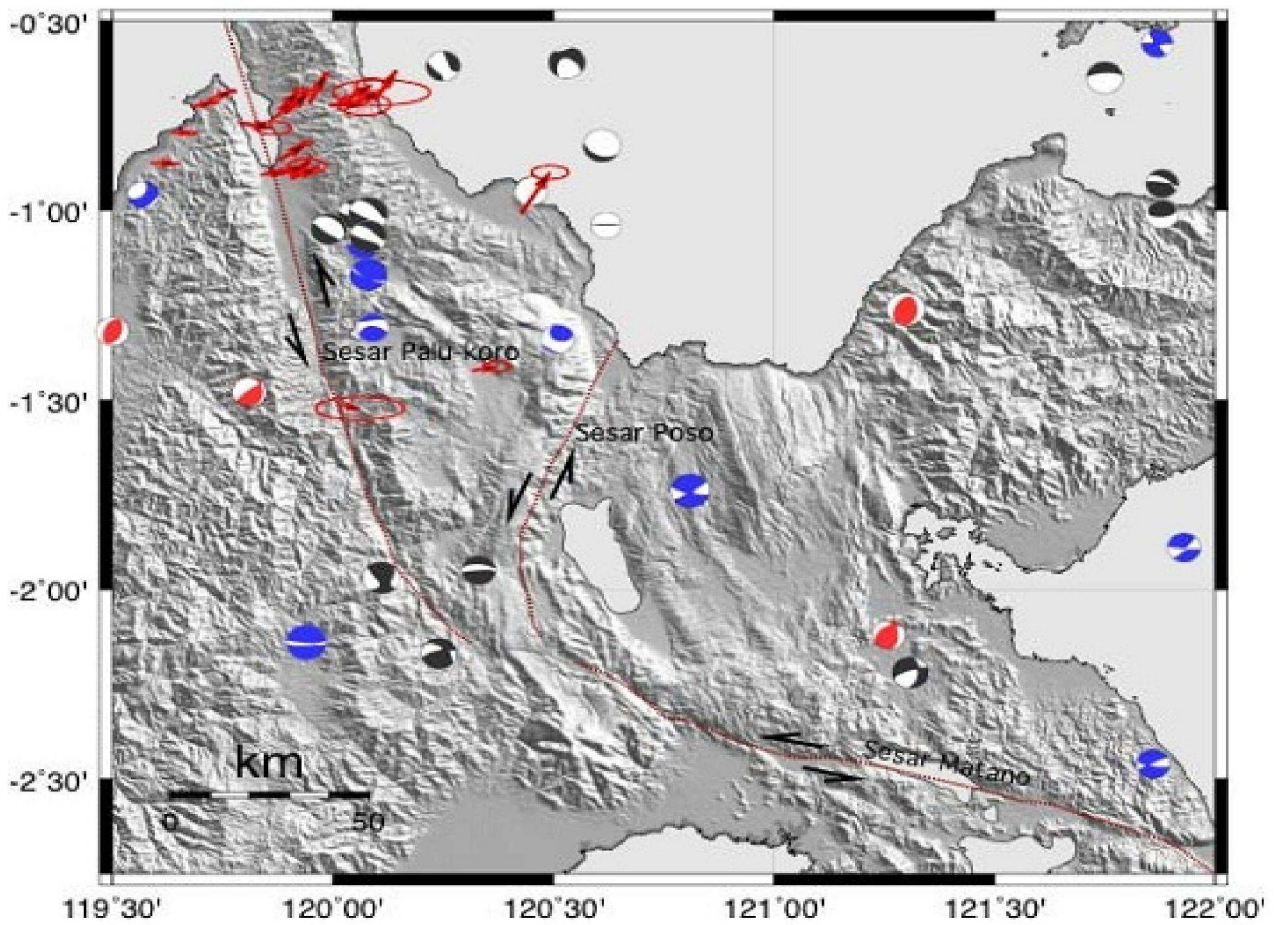
Dampak dari tumbukan lempeng yang berbeda itu adalah terjadinya penimbunan energi di dalam fitur-fitur geologi tersebut. Sehingga dalam durasi waktu tertentu energi tersebut akan dilepaskan dan menimbulkan gempa secara tiba-tiba dalam skala besar (>7,5) yang dapat terjadi di sepanjang lempeng kerak bumi tersebut dimana dapat menimbulkan tsunami (Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010).

Tsunami bahkan mengakibatkan dampak yang lebih besar, jika: pantainya terletak di teluk setengah tertutup, pantainya tidak ditumbuhi pepohonan yang lebat, pantainya tidak memiliki tanggul atau penahan gelombang yang cukup tinggi, terletak di tepi atau dekat muara sungai, terletak pada daerah dataran banjir, bangunan terletak sangat dekat dengan pantai, dan bangunan terbuat dari bahan bermutu rendah (Samsirina, dkk, 2008)

Poso serta model mekanisme gempa yang terjadi disekitarnya (Sumber: Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010)



Gambar 1. Peta tektonik Kepulauan Indonesia dan sekitarnya (Bock et al, 2003)



Gambar 2. Sesar Palu-Koro dan Sesar

Kondisi Teluk Palu sangat mirip dengan tersebut. Maka, Palu berpotensi mengalami kondisi yang dikemukakan oleh Samsirini, dkk tsunami besar.

Kota Palu yang terletak di pesisir pantai yang dilalui oleh Patahan Palu-Koro, menyebabkan Palu rawan akan gempa. Selain itu, karena topografinya yang berupa teluk, maka apabila terjadi tsunami, energi yang dikeluarkan lebih besar, sehingga tsunami yang ditimbulkan pun lebih besar. Jarak rumah penduduk yang sangat dekat dengan bibir pantai, juga menyebabkan rumah penduduk mudah terjangkau air yang naik saat tsunami terjadi. Jenis bangunan, apakah rumah tersebut tidak permanen, semi permanen, atau permanen, sangat mempengaruhi ketahanan terhadap gempa dan tsunami. Dalam hal ini, rumah tidak permanen dan semi permanen tentu kurang kuat untuk bertahan, jika dibanding dengan rumah permanen. Hingga saat ini pengetahuan manusia belum dapat memprediksi dan mencegah kapan gempa akan terjadi, tetapi, pemilihan jenis bangunan (permanen, semi permanen, dan tidak permanen), material bangunan yang digunakan, serta tata cara (metode pelaksanaan) pembangunan rumah atau bangunan, menjadi faktor penentu yang dapat dikontrol. Oleh karena itu, material bangunan yang digunakan harus merupakan material yang memenuhi standar, berkualitas baik, berkekuatan tinggi (high strength), dan ringan (lightweight), sehingga dapat menjadikan bangunan tahan terhadap beban akibat gempa dan tsunami.

#### **b. Sejarah Gempa dan Tsunami di Palu**

Beberapa gempa tektonik yang pernah terjadi di Sulawesi Tengah, antara lain:

- Gempa tektonik di desa Lemo, tanggal 30 Juli 1907, mengakibatkan 164 rumah dan 49 lumbung padi roboh
- Gempa tektonik yang menyebabkan terjadinya tsunami, terjadi pada 1 Desember 1927, menyebabkan 14 orang meninggal dan 50 orang luka-luka.
- Gempa tektonik kuat pada tanggal 30 Januari 1930, terjadi di wilayah Donggala, gempa diikuti oleh gelombang pasang setinggi 2 meter, selama 2 menit.

Gempa disertai tsunami tanggal 1 Januari 1996, dengan magnitude 7,0 SR, menewaskan 11 orang (Sumber: Skripsi Restuning Dyah, Fakultas Teknik, UNTAD 2012).

## **METODE PENELITIAN**

### **a. Material yang digunakan**

Jenis material yang digunakan untuk rumah-rumah yang ada di pesisir pantai Teluk Palu terdiri dari tiga macam, yaitu: batu bata, batako, dan kayu.

#### **1) Batu bata**

Batu bata yang digunakan untuk rumah-rumah di pesisir pantai ini masih belum memenuhi kriteria untuk bahan bangunan tahan gempa. Bata tersebut masih tergolong getas (brittle), seperti pada gambar berikut ini.



**Gambar 3.** Batu bata sebagai bahan bangunan di pesisir pantai Teluk Palu

Pada gambar di atas terlihat beberapa batu bata yang pecah-pecah dan retak-retak. Adapun kualitas batu bata yang seharusnya adalah yang memenuhi persyaratan batu bata menurut SII-0021-78 dan PUBI 1982 adalah sebagai berikut:

- Ukuran standar batu bata yaitu: 190x90x65mm, 190x140x65mm, atau 230x110x55mm
- Bentuk standar batu bata adalah prisma segi empat panjang, sudut harus siku-siku, tajam, permukaan rata dan tidak retak-retak
- Bata dibagi menjadi 6 kelas kekuatan tekan yaitu kelas 25, kelas 50, kelas 150, kelas 200

dan kelas 250. Kelas kekuatan ini menunjukkan kekutan tekan rata-rata minimal dari 30 buah bata yang diuji

- Bata merah tidak boleh mengandung garam dalam jumlah besar sehingga menimbulkan bercak-bercak putih yang menutupi permukaan batanya lebih dari 50%

**Pengujian Batu Bata**

Sebelum digunakan, dilakukan pengujian terhadap batu bata tersebut, dengan prosedur sebagai berikut:

- Uji serap air. Pengujian ini dilakukan dengan cara: batu bata dalam keadaan kering mutlak direndam dalam air sampai semua porinya terisi air. Berat air yang terserap dalam bata dibandingkan berat bata adalah prosentase penyerapan air pada bata. Bata merah baik jika penyerapan airnya kurang dari 20%.
- Uji kekerasan. Uji kekerasan bata dilakukan dengan menggoreskan kuku pada permukaan bata, jika goresan dengan kuku itu menimbulkan bekas goresan maka kekerasan bata tersebut kurang baik.
- Uji bunyi. Uji bunyi dilakukan dengan memukulkan dua batu bata dengan pukulan yang tidak terlalu keras. Bata yang baik akan mengeluarkan bunyi nyaring. Uji bunyi ini juga merupakan salah satu parameter kekeringan dari batu bata (bata tidak dalam keadaan basah).
- Uji bentuk dan ukuran. Semua permukaan bata harus rata dan bersudut siku-siku.
- Uji kandungan garam. Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam sebagian permukaan bata kedalam ai. Air akan terserap oleh bata tersebut sampai ke bagian bata yang tidak terendam. Selama proses penyerapan air ini garam yang terkandung dalam bata akan terlarut naik ke bagian yang tidak direndam air. Garam pada bata ini berupa bercak-bercak putih. Bata baik jika bercak-bercak putih yang menutup permukaan bata kurang dari 50%. Bata dengan kandungan garam yang tinggi mengurangi lekatan antara batu bata dan mortar pengisi. (Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bantul, www.bantulkab.go.id).

**2) Batako**

Batako berkualitas baik yaitu: tidak retak-retak,. Menimbulkan suara nyaring ketika dua batako dipukulkan, batako memiliki ukuran dan bentuk yang sama serta sesuai dengan cetakannya, memiliki pinggiran dan permukaan yang lurus.

Batako yang kurang baik biasanya karena proses curing yang kurang sempurna, sehingga batako mudah patah.

Batako yang kurang baik biasanya dibuat dengan mutu semen yang buruk, pasir yang kotor, dan curing yang kurang baik, sehingga mudah retak. Selain itu, batako yang kurang baik juga mudah patah dan permukaannya berpasir. Batako yang tidak baik adalah tidak keras dan tidak mempunyai daya tahan dan tidak mampu menahan beban yang berat.

Batako yang digunakan sebagai bahan bangunan rumah di pesisir Teluk Palu sudah baik, hanya saja metode pelaksanaan pembangunan rumahnya yang belum memenuhi prinsip pembangunan rumah tahan gempa dan tsunami.



**Gambar 4.** Contoh batako yang digunakan pada pesisir pantai Teluk Palu



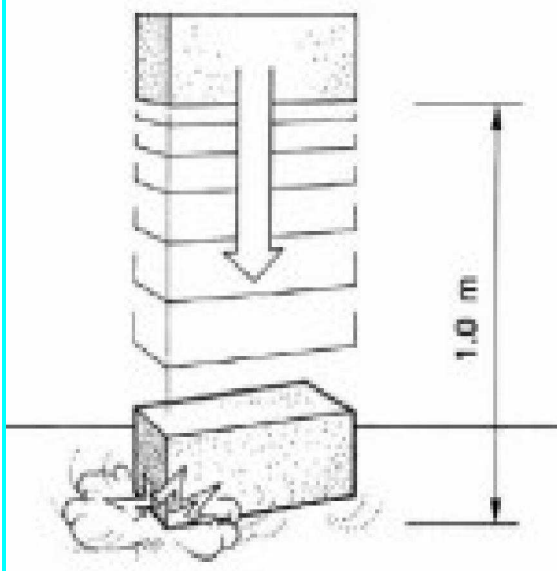
**Gambar 5.** Rumah Batako di pesisir pantai Teluk Palu yang mempunyai banyak bukaan



**Gambar 6.** Rumah batako di pesisir pantai Teluk Palu yang berkolom kecil

### Pengujian Batako

- Pengujian Struktur batako. Pengujian ini dilakukan dengan cara mematahkan batako. Batako yang baik adalah batako yang mempunyai struktur yang padat dan homogen (tidak mengandung gelembung udara/berongga, tidak retak, tidak bercelah, tidak bergumpal, tidak mengandung kerikil, batu, kapur, dan partikel lainnya).
- Pengujian Bentuk dan ukuran. Batako seharusnya berbentuk persegi panjang, pinggiran yang lurus dan tajam. Semua batako yang digunakan untuk suatu bangunan mempunyai ukuran yang sama dan tidak rusak dibagian sudut atau tepinya.
- Uji jatuh batako. Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan batako ke tanah yang keras dari ketinggian sekitar 1 meter. Batako yang baik tidak akan pecah atau patah jika dijatuhkan.



**Gambar 7.** Uji jatuh Batako

### Uji gores batako.

Pengujian ini dilakukan menggores batako menggunakan kuku. Batako yang baik memiliki permukaan yang keras, sehingga tidak tergores oleh kuku.

### 3) Kayu

Khusus material kayu, seharusnya menjadi bahan bangunan yang tepat untuk digunakan sebagai bahan bangunan tahan gempa, karena sifat materialnya yang lebih ringan dan lebih liat (fleksibel) dibanding batako atau pasangan batu bata. Material yang ringan sangat baik sebagai bahan bangunan tahan gempa, agar bangunannya dapat mengikuti gerakan atau guncangan saat gempa terjadi. Selain itu, bahan bangunan yang ringan juga memiliki puing atau runtuh yang lebih ringan jika bangunannya runtuh akibat beban gempa atau hancur akibat terjangan tsunami, sehingga dapat meminimalisasi jumlah korban.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Kondisi Rumah Berbahan Batu Bata

Kondisi rumah pun masih tidak memenuhi kriteria sebagai rumah yang tahan terhadap gempa dan tsunami. Pada gambar 4 terlihat rumah semi permanen yang sebagian dindingnya menggunakan batu bata. Tidak terdapat cincin yang mengikat rumah menjadi satu kesatuan. Pada gambar 4 di bawah ini, tampak kolom hanya dibangun dengan menyesuaikan dinding bata, sehingga kolom menjadi kecil; tidak cukup kuat menopang beban. Di gambar ini juga terlihat bagian bawah kolom kering, sementara bagian atasnya basah, artinya kolom tersebut dibangun dalam perbedaan waktu yang cukup lama. Dengan demikian kolom tersebut tidak akan cukup kuat menahan dinding saat gempa dan tsunami terjadi.



**Gambar 8.** Rumah bata yang tidak sesuai untuk rumah tahan gempa dan tsunami



**Gambar 9.** Salah satu rumah dengan material batu bata dan kayu di Teluk Palu

**b. Kondisi Rumah Berbahan Batako**

Kondisi rumah yang terbuat dari batako di pesisir pantai Teluk Palu juga belum memenuhi kriteria rumah yang tahan terhadap gempa dan tsunami. Seperti pada **Gambar 5**, tampak bangunan berbahan batako dengan banyak bukaan (jendela). Rumah yang dirancang tahan terhadap gempa seharusnya memiliki sedikit bukaan, karena bukaan yang banyak bisa mengakibatkan komponen-komponen rumah (dinding, pintu dan jendela) mudah terlepas saat gempa dan tsunami terjadi. Jika bangunan tersebut bertingkat (lebih dari satu lantai), bukaan yang banyak seharusnya ada pada lantai dasar. Lebih baik apabila bangunan tersebut berupa rumah panggung dengan kolom yang kuat, sehingga pada saat tsunami terjadi, air dapat melewati bagian bawah (lantai dasar) yang terbuka, sehingga tidak ada orang atau barang yang terkena terjangan tsunami, sehingga dapat meminimallisir jumlah korban. Bangunan rumah panggung juga baik untuk dibangun di daerah rawan banjir.

Pada **Gambar 6**, tampak rumah yang terbuat dari batako mempunyai sedikit bukaan, tetapi kekurangannya adalah tidak adanya cincin di antara pintu dan atapnya, dimana cincin berfungsi untuk mengikat dinding rumah secara keseluruhan menjadi satu kesatuan, agar dinding tidak mudah terlepas pada saat terjadi gempa atau tsunami.

**c. Kondisi Rumah Kayu**

Tetapi, pada kenyataannya, kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan di daerah pesisir pantai yang rawan gempa dan tsunami ini belum

memenuhi syarat untuk dijadikan material bangunan, antara lain: kayu dengan kadar air (kayu basah), sehingga setelah digunakan terjadi penyusutan besar pada kayu, sehingga dinding kayu menjadi tidak rapat, seperti terlihat pada gambar 11. Selain itu, kayu tidak diawetkan terlebih dahulu sebelum digunakan (misalnya dengan mengoleskan zat pengawet atau cat berkualitas baik), sehingga dinding kayu yang terekspos cuaca panas dan kondisi luar, menjadi mudah lapuk/rusak. Adapun macam-macam bahan pengawet kayu, antara lain: tanalith C, celcure, boliden, greensalt, superwolman, borax, dan asam borat. Juga pentha chlor phenol (PCP), rentokil, Cu Napthenate, tributyltin-oxide, dowicide, restol, anticelbol, cuprinol, solignum, xylaman, brunophen, pendrex, dieldrien dan aldrin. Cara penggunaannya yaitu dengan cara pemolesan, perendaman, atau dengan cara tekanan/vacuum. (Bahab ajar Teknologi Bahan I, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Desember 2005).



**Gambar 10.** Rumah kayu yang dibangun seadanya tanpa memperhitungkan beban gempa dan tsunami



**Gambar 11.** Kayu berkadar air tinggi yang digunakan sebagai bahan bangunan



**Gambar 12.** Kolom dirancang terikat dengan dinding pada rumah tahan gempa



**Gambar 13.** Adanya cincin sebagai pengikat seluruh bangunan pada bangunan tahan gempa dan tsunami

#### **Prinsip Dasar rumah tahan gempa**

Rumah yang tahan terhadap gempa dan tsunami harus berdasarkan filosofi:

- Ketika gempa berskala kecil terjadi, bagian struktural dan non struktural tidak boleh rusak/hancur.
- Ketika gempa berskala sedang terjadi, bagian struktural rumah tidak boleh rusak, walaupun bagian non strukturalnya rusak.
- Ketika gempa berskala besar terjadi, walaupun bagian struktural dan non struktural rusak, tetapi harus ada waktu bagi penghuni rumah tersebut untuk menyelamatkan diri.

#### **KESIMPULAN**

- a. Pesisir pantai Teluk Palu adalah daerah yang rawan gempa dan tsunami, karena terletak di lintasan Sesar Palu-Koro dan topografinya yang berupa teluk. Oleh karena itu dalam pembangunan rumah penduduk, walaupun bangunan sederhana, harus tetap memperhitungkan beban gempa dan tsunami yang mungkin terjadi.

- b. Material bangunan yang digunakan harus benar-benar baik, dan untuk membuktikan, masyarakat harus mengerti tentang dasar-dasar pengujian material bangunan.
- c. Rumah yang tahan terhadap gempa dan tsunami adalah rumah yang dibangun sebagai satu kesatuan utuh antara pondasi, kolom, dan dindingnya, sehingga bagian-bagian bangunan tidak terlepas saat gempa dan tsunami terjadi.
- d. Pada prinsipnya keseluruhan bangunan terikat kuat sebagai satu kesatuan, dimana: pondasi dan kolom terikat/terkait kuat, kolom dan dinding terikat kuat dengan menggunakan tulangan pengikat, seperti pada gambar 12. Pasang cincin di atas bukaan (pintu dan jendela), agar keseluruhan pondasi, dinding, dan kolom menjadi kuat sebagai satu kesatuan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, *Bahan ajar Teknologi Bahan I*, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Desember, 2005
- Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bantul, [www.bantulkab.go.id](http://www.bantulkab.go.id)
- Ditjen Cipta Karya DPU, 2006, *Pedoman Teknis Rumah Bangunan Tahan Gempa*
- <http://mulyantogoblog.files.wordpress.com/2008/07/perencanaan-bangunan-rumah-sederhana-tahan-gempa.pdf>
- Anonim, Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010
- Restuning Dyah, Skripsi, Fakultas Teknik, UNTAD 2012