

Technology for A Better World, Non-Engineering Constructions

25 November 2022

Teddy Boen

Motto CSI America

Computers & Structures, Inc.

TECHNOLOGY FOR A BETTER WORLD

1646 N. California Blvd., Suite 600

Walnut Creek, CA 94596 - USA

Direct (510) 649-2221

Main (510) 649-2200

Cell (510) 517-4274

Fax (510) 649-2299

Teddy Boen

2

TECHNOLOGY FOR A BETTER WORLD

- Dengan teknologi perangkat keras dan perangkat lunak, dimungkinkan untuk mendesain struktur yang kompleks (bangunan tingkat tinggi, infrastruktur, bendungan, dan lain-lain) → intinya **bangunan engineered**.
- Ini yang selalu diajarkan di semua universitas di Indonesia, yaitu **memecahkan permasalahan bangunan engineered**.

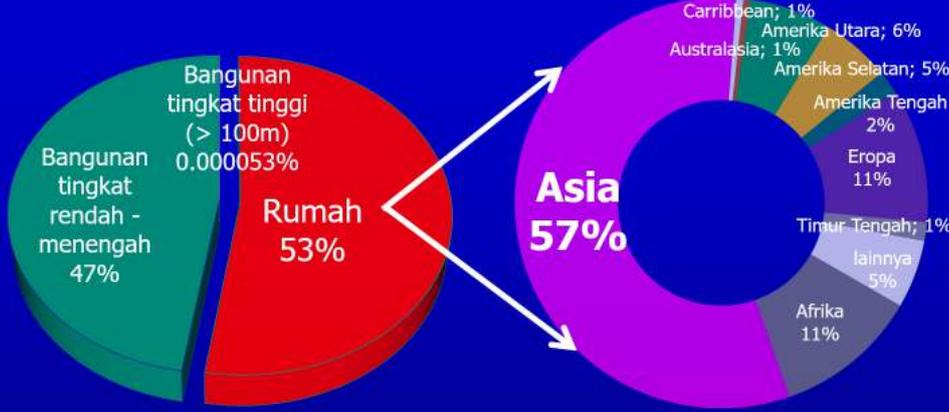


TECHNOLOGY FOR A BETTER WORLD

- Padahal tipe bangunan paling banyak di dunia adalah **bangunan non-engineered** (nir-rekayasa) → rumah rakyat.



Jumlah Bangunan di Dunia



Jumlah bangunan	4,372,000,000
Rumah	2,300,000,000
Bangunan tingkat rendah - menengah	2,071,977,000
Bangunan tingkat tinggi (> 100m)	23,000

Jumlah rumah

Afrika	260juta	Amerika Selatan	125juta
Asia	1,300juta	Amerika Tengah	43juta
Australasia	13juta	Eropa	242juta
Caribbean	12juta	Timur Tengah	34juta
Amerika Utara	148juta	Lainnya	123juta

Sumber: <https://www.quora.com/How-many-buildings-are-there-in-the-world>
<https://www.integralrisk.global/how-many-high-rise-buildings-are-there-in-the-world/>
 Teddy Boen

5

Kategori Bangunan

Engineered

Non-Engineered

Bangunan Engineered di Indonesia



Teddy Boen

7

Kategori Bangunan

Engineered

Non-Engineered

Rumah Tradisional
Arsitektur yang "memudar"

Tembokan
"Budaya Baru"

Teddy Boen

8

Pengertian Bangunan Non-Engineered (Nir-Rekayasa)

Bangunan rumah tinggal & bangunan komersil sampai 2 lantai yang dibangun oleh pemilik, menggunakan **tukang setempat**, menggunakan **bahan bangunan yang didapat setempat**, **tanpa bantuan arsitek maupun ahli struktur.**

Catatan: pada umumnya arsitek dan ahli struktur TIDAK MEMAHAMI dan tidak minat bangunan nir-rekayasa.

Bangunan Nir-Rekayasa

Meliputi:

- Bangunan tembokan untuk tempat tinggal (rumah rakyat)
- Bangunan sekolah satu / dua lantai
- Tempat ibadah
- Ruko

Gempa Bumi

- Tiap tahun terjadi gempa bumi dan ternyata yang **paling banyak rusak dan menyebabkan korban jiwa adalah rumah rakyat.**
- Jumlah rumah rakyat jauh lebih besar daripada bangunan engineered.
- Universitas hanya memperhatikan bangunan engineered dan melupakan bangunan nir-rekayasa.
- Hanya menekankan pada: *Art without engineering is dreaming. Engineering without art is calculating.*

Technology for a Safer World Put Into Action – 2004 (CSI)

TECHNOLOGY FOR A SAFER WORLD PUT INTO ACTION
 By Mary Harkin, CSI Public Relations Coordinator

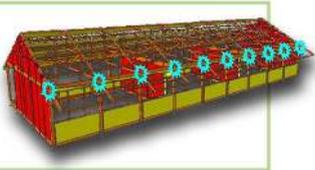
CSI Software used for Earthquake Resistant Housing in developing countries.

How technology can impact the lives of ordinary people in rural areas of underdeveloped countries can be extraordinary. Application of software donated by CSI is having that kind of an impact – enhancing seismic safety in developing countries such as Indonesia.

A house is meant for safe human habitation, a structure with a special purpose for people to have shelter from the elements and a sense of protection and comfort. But living in a dwelling that could be potentially dangerous due to its location in an earthquake zone is an unsettling proposition.



a. Actual Column Damage



b. Analysis result of 3D Model

Approximately 70 percent of buildings in rural areas of underdeveloped countries are built according to tradition, the local building culture and materials available in that area. Many of these structures are masonry buildings and were built with poor workmanship and poor quality of materials. Unfortunately, all these structures in underdeveloped countries such as Indonesia are mostly due to the collapse of built-up or non-engineered buildings.

Historically, it has been difficult for engineers in designing earthquake resistant structures in underdeveloped countries. However, the introduction of CSI software such as ETABS, SAP2000, and SAFE makes it practical for engineers to design earthquake resistant structures in underdeveloped countries. The software can be engineered by verification.

Every year, Disaster Prevention and Mitigation (DPM) is held in Indonesia. The DPM is a national event that aims to raise awareness of the public about disaster prevention and mitigation. The DPM is held in various parts of Indonesia and is attended by thousands of people. The DPM is a very important event for the public and it is held every year.

How technology can impact the lives of ordinary people in rural areas of underdeveloped countries can be extraordinary. Application of software donated by CSI is having that kind of an impact ~ **enhancing seismic safety in developing countries such as Indonesia**

Pengertian Rumah Rakyat Tahan Gempa

- ❑ Rumah harus dapat dibangun oleh rakyat dan untuk rakyat.
- ❑ "Feasible" dalam konteks sosial, budaya, ekonomi, politik & batasan teknis tipikal setempat (cocok untuk iklim Indonesia).
- ❑ Menggunakan bahan yang tersedia setempat dan pekerja setempat dengan alat apa adanya.
- ❑ Biaya harus rendah.
- ❑ Waktu pembangunannya singkat sehingga rumah dapat segera ditempati; dan
- ❑ Metode pembangunan dapat dikerjakan oleh pemilik rumah dengan anggaran dan bantuan teknis minimum.

Rumah yang TIDAK termasuk Bangunan Nir-Rekayasa dan bukan rumah rakyat



Rumah yang TIDAK termasuk Bangunan Nir-Rekayasa dan bukan rumah rakyat



Teddy Boen

15

Rumah yang TIDAK termasuk Bangunan Nir-Rekayasa dan bukan rumah rakyat dan tidak cocok untuk iklim tropis



Teddy Boen

16

Rumah yang TIDAK termasuk Bangunan Nir-Rekayasa dan bukan rumah rakyat dan tidak cocok untuk iklim tropis

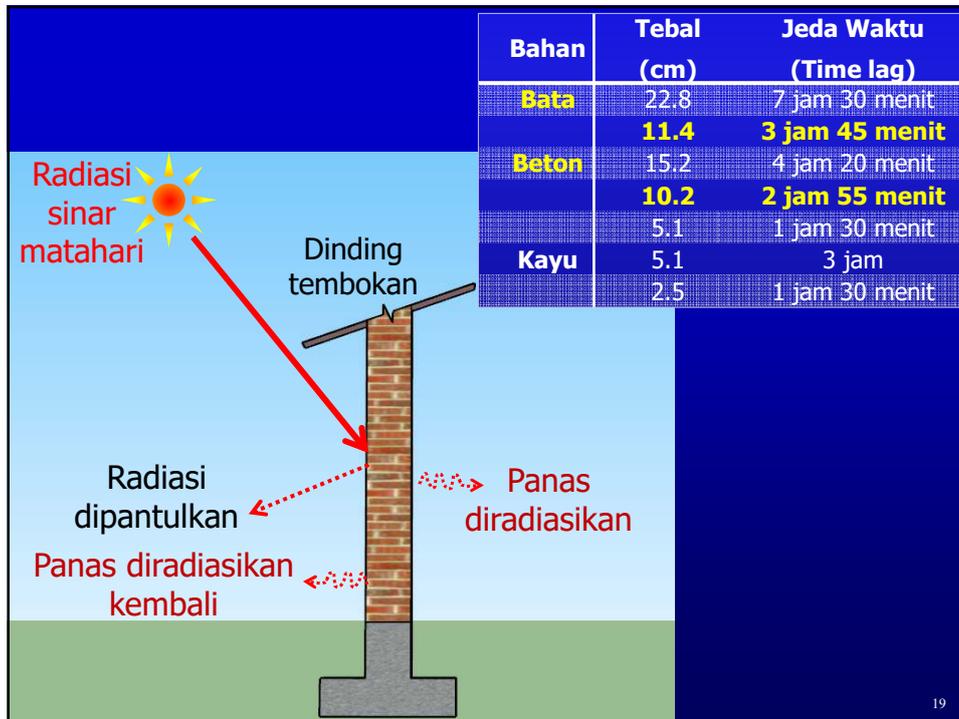


Iklm di Indonesia



Indonesia terletak di khatulistiwa dengan iklim tropis yang panas dan lembab.

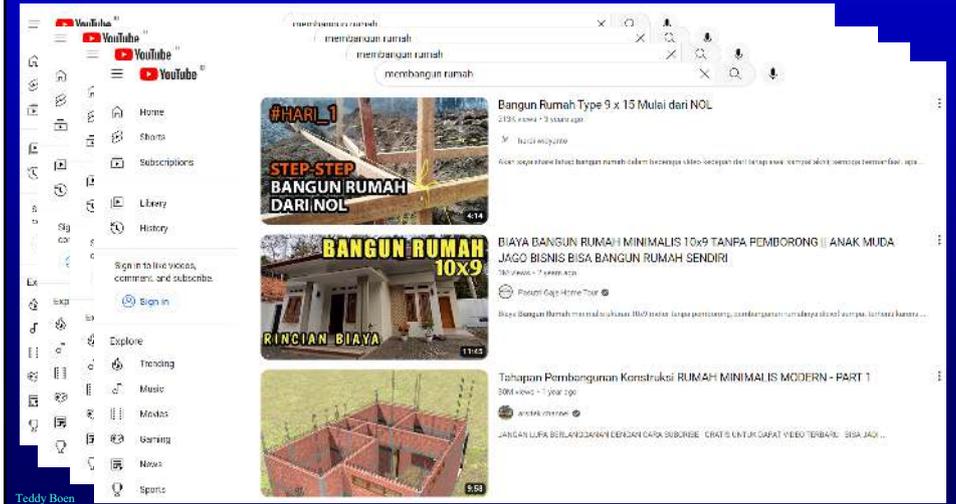
Bahan yang dipakai harus cocok dengan iklim tropis.
Bata cocok untuk iklim tropis; diperkenalkan oleh Belanda pada waktu menjajah Indonesia.



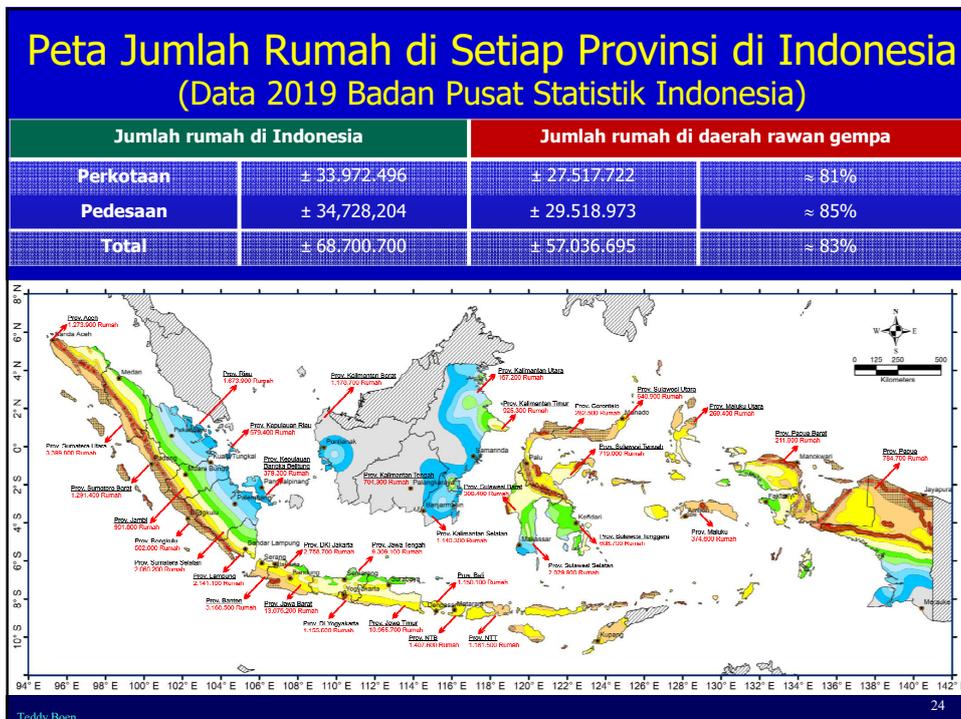
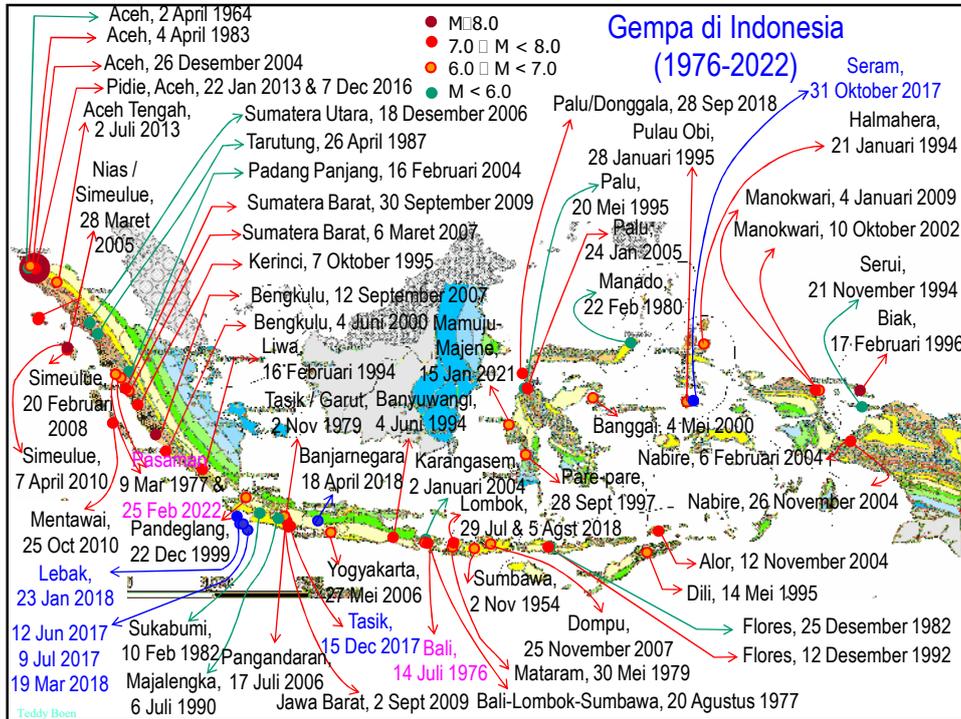
- Sejak 16 tahun terakhir (setelah gempa dan tsunami Aceh, 26 Desember 2004), banyak diperkenalkan teknik & bahan bangunan non-konvensional yang sebelumnya tidak pernah dipakai di Indonesia.
 - Misal: rangka baja ringan dilapisi papan GRC tebal 1cm ("dry-wall")
 - Dikembangkan untuk keadaan ekonomi & iklim yang berbeda (kebanyakan di USA).
 - Tidak cocok untuk iklim tropik yang panas dan lembab.
- Adalah keliru menggunakan bahan dari luar dan tidak menggunakan bahan lokal yang sudah lazim dan digunakan sejak ratusan tahun yang lalu.

Pemikiran yang keliru

Baru belajar struktur, sudah mengaku bisa menghitung bangunan rumah rakyat.

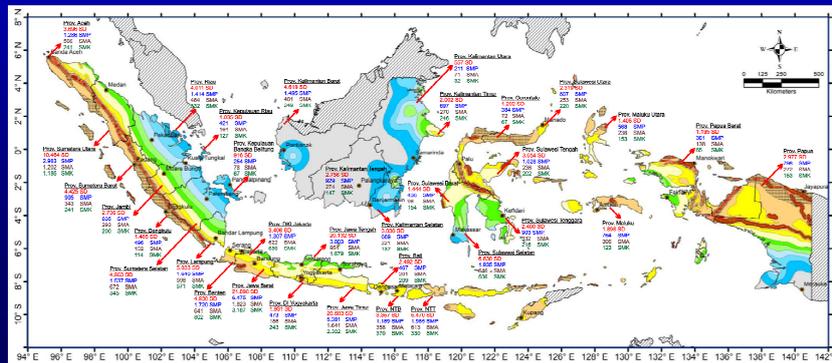


Survey Gempa



Peta Jumlah Sekolah (Negeri & Swasta) di Setiap Provinsi di Indonesia (Data Kemdikbud 2020/2021)

Tingkat Pendidikan	Jumlah sekolah di Indonesia	Jumlah sekolah di daerah rawan gempa	
SD	160.697	133.041	82,79%
SMP	46.578	37.924	81,42%
SMA	13.495	11.127	82,45%
SMK	15.905	13.774	86,60%
Total	236.675	195.866	82,76%



Teddy Boen

25

Kondisi Rumah Tembokan/Sekolah/Masjid pasca gempa bumi di Indonesia

?

Teddy Boen

26

Bali, 14 Juli 1976



Pasaman, 9 Maret 1977



Mataram, Mei 1979



Flores, Desember 1982



Teddy Boen

27

Sulawesi Barat, 15 Januari 2021 | Rumah Tinggal



Pasaman, 25 Februari 2022 | Rumah Tinggal



Teddy Boen

28

Hasil survey gempa yang menyangkut rumah rakyat dapat dilihat lebih

Belajar dari Kerusakan akibat Gempa Bumi
Bangunan Tembokan Nir-rekayasa di Indonesia

banyak dalam buku ini.

Teddy Boen

Buku "Belajar dari Kerusakan akibat Gempa Bumi - Bangunan Tembokan Nir-rekayasa di Indonesia" membahas tentang bangunan tembokan nir-rekayasa yang banyak dibangun di seluruh Indonesia. Bangunan jenis ini pada umumnya mudah rusak atau digoncang gempa dan menyebabkan banyak korban jiwa maupun harta. Keseluruhan ditulis berdasarkan data lapangan dengan foto-foto yang banyak. Untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa, bangunan yang sudah berdiri perlu diperkuat agar memenuhi persyaratan tahanan gempa atau untuk mematuhi peraturan baru. Buku ini menyajikan risalah penelitian untuk bangunan tembokan yang dapat diambil dari 50 gempa yang menjangkit Indonesia antara tahun 1954 - 2013, untuk membangun bangunan tembokan tahan gempa; permasalahan gempa di Indonesia saat ini; mekanisme kegagalan struktur tembokan; dan terdapat foto-foto teknik yang sederhana, jelas, mudah difoto, sederhana, dan sesuai dengan budaya setempat untuk memperkuat bangunan tembokan, lengkap dengan analisa menggunakan komputer, uji coba meja getas skala penuh, dan contoh pemertapan pelaksanaan di lapangan.

"Buku yang dituliskan di buku dalam bentuk tulisan, juga akan berguna untuk profesional maupun di masyarakat luas di masa, di masa datang apabila bisa atau lebih bisa digunakan. Dengan demikian akan terdapat di buku-buku ketahanan bahan-bahan, juga sebagai alat untuk melindungi diri dan keluarga secara umum, khususnya untuk buku, dan dalam bentuk buku untuk para ahli. Buku ini akan menjadi tambahan yang sangat baik untuk literatur ketahanan nir-rekayasa."
- Prof. Dr. A.S. Argo



Penulis adalah insinyur Indonesia pertama yang dikirim pemerintah Indonesia untuk belajar mempelajari gempa bumi di Jepang pada tahun 1961. Setelah itu, dan Jepang saat ini, penulis berkesempatan mengikuti rekayasa ketahanan-bahan untuk bangunan dengan masalah bangunan nir-rekayasa di Indonesia. Sejak tahun 1961, penulis memperkerjakan peraturan gempa pertama di Indonesia, serta analisa bangunan tahan gempa untuk bangunan tinggi maupun bangunan nir-rekayasa secara manual dan kemudian dengan menggunakan komputer. Penulis juga memperkerjakan cara memperkuat bangunan yang rusak akibat gempa dan memberikan kuliah rekayasa gempa di berbagai universitas.



Gadjah Mada University Press
Jember, Indonesia
www.gadjahmadapress.com



Belajar dari Kerusakan akibat

Gempa Bumi

Bangunan Tembokan
Nir-rekayasa di Indonesia



Gadjah Mada University Press

Teddy Boen

Belajar dari Kerusakan akibat

Gempa Bumi

Bangunan Tembokan
Nir-rekayasa di Indonesia



Buku ini ditulis untuk mengenang korban bencana akibat runtuhnya bangunan sederhana saat gempa bumi di Indonesia dan dengan harapan di masa depan tidak ada korban lagi.

Buku ini ditulis untuk mengenang korban bencana akibat runtuhnya bangunan sederhana saat gempa bumi di Indonesia dan dengan harapan di masa depan tidak ada korban lagi.

Kesimpulan dari Survey Gempa di Indonesia

- ❑ Jadi dari tahun 1976 sampai dengan tahun 2022 tidak ada perubahan.
- ❑ Tidak ada perhatian terhadap bangunan nir-rekayasa dan yang jadi korban adalah rakyat.

Masalah sesungguhnya di
Indonesia adalah
rusak / robohnya bangunan
nir-rekayasa akibat gempa

Kerentanan bangunan
NIR-REKAYASA selama gempa
di Indonesia disebabkan oleh:

**MUTU BAHAN RENDAH,
MUTU Pengerjaan RENDAH,
KURANG PEMELIHARAAN**

Masalah Bangunan Rumah Rakyat & Sekolah di Indonesia

❏ pondasi yang tidak memadai

❏ mutu bahan rendah:

- ❏ mutu bata rendah;
- ❏ mutu bahan beton rendah

❏ mutu pengerjaan rendah:

- ❏ mutu pengerjaan dinding rendah:
 - mutu campuran spesi rendah,
 - mutu pekerjaan pasangan bata rendah;
- ❏ mutu pengerjaan beton rendah:
 - mutu campuran beton rendah;
 - tidak ada curing;
 - detail sambungan tulangan keliru

❏ kurang pemeliharaan

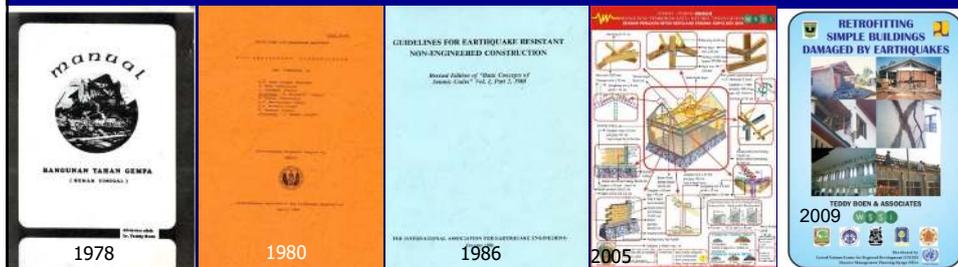
Hasil pengamatan 46 tahun, masalah sesungguhnya adalah rusak / robohnya Bangunan Rumah Rakyat & Sekolah akibat gempa disebabkan oleh

**MUTU BAHAN RENDAH,
MUTU Pengerjaan RENDAH,
KURANG PEMELIHARAAN**
Terbukti dari hasil survey JICA, 2009 –
2012 & GRIPS, 2006.

Teddy Boen

Panduan untuk Bangunan Nir-Rekayasa & Penyebaran Informasi

- ❏ Semua bahan yang sudah tersedia harus **digunakan & diseberluaskan** dan agar tidak mencoba untuk "re-invent the wheel"
- ❏ Buku panduan, booklet, poster harus memiliki pengaruh, karena jika tidak buku panduan tsb tidak banyak manfaatnya, kecuali **didukung oleh penegak hukum yang kuat dan layanan inspeksi yang komprehensif.**
- ❏ Harus didorong usaha untuk memberlakukan undang-undang mencegah kebiasaan membangun yang tidak benar di desa-desa.



SYARAT - SYARAT MINIMUM

BANGUNAN TEMBOKAN BATA / BATAKO TAHAN GEMPA
DENGAN PERKULATAN BETON BERTULANG DINDING AMPU BATU BATA

Disusun oleh:
TEDDY BOEN & REKAN

PERSYARATAN POKOK

MEMBANGUN RUMAH YANG LEBIH AMAN

Bangunan tembokan dengan bingkai beton bertulang

The Project on Building Administration and Enhancement Capacity Development for Seismic-Resilient

Prioritas untuk Bangunan Nir-Rekayasa

- Kerusakan bangunan nir-rekayasa **BUKAN** karena gempa bumi kuat → hal ini disebabkan mutu bahan bangunan yang rendah & mutu pengerjaan yang rendah, seperti detail tulangan yang salah, mutu adukan mortar rendah, mutu beton rendah.
- Langkah-langkah yang tepat harus mencakup program di tingkat komunitas & ekonomi.

Banjarnegara, 19 April 2018 – 4.4SR

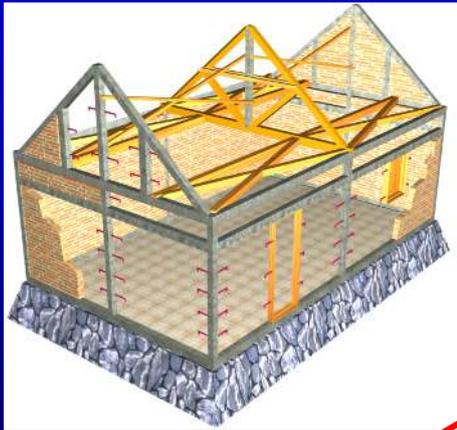
Inovasi Bangunan Nir-Rekayasa

- ❏ Sudah waktunya Jurusan Teknik Sipil Universitas di Indonesia untuk mengubah cara pandang dan **mulai menekankan bangunan nir-rekayasa lebih penting.**
- ❏ Disarankan dosen mendorong mahasiswa untuk **berpikir inovatif.**
- ❏ Contoh:
 - ❏ Selama ini membangun rumah rakyat dengan menggunakan kolom praktis dan balok praktis, ternyata tidak dapat dilaksanakan dengan benar → oleh karena itu sudah dirubah menjadi **membangun rumah tahan gempa dengan balutan ferosemen → ke depan pakai fibersemen (Textile Fiber Composite – TRC dan Fiber Reinforced Cementitious – FRC).**
 - ❏ PU masih terus menerus terpaksa menggunakan kolom praktis dan balok praktis yang jelas-jelas tidak tahan gempa karena detailing yang tidak sesuai untuk rumah tahan gempa dan sebentar lagi sudah diganti dengan balutan ferosemen dan fibersemen.

Teddy Boen

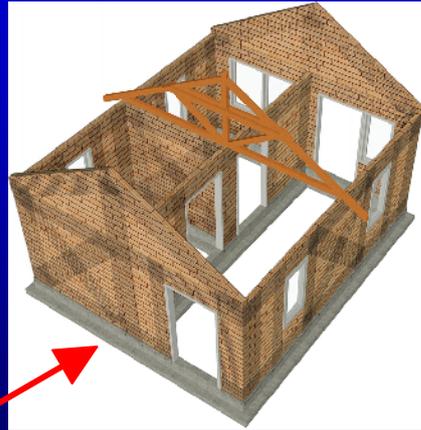
41

Rumah tembokan "tradisional" dengan Kolom Praktis & Balok Praktis



Sebaiknya diganti dengan

Rumah tembokan dibalut dengan Lapisan Ferosemen (sejak tahun 1980)



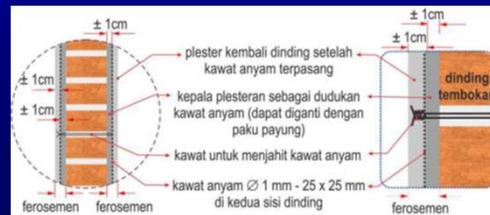
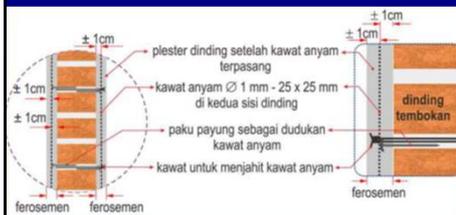
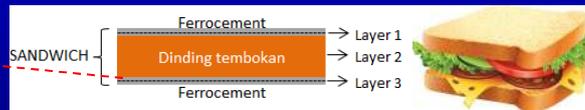
Affordable: Sederhana, Mudah, Cepat, Lebih Ekonomis

Teddy Boen

42

Prioritas untuk Bangunan Nir-Rekayasa

- Harus mudah & terjangkau, mudah ditiru, dan sesuai dengan budaya lokal.
- Cara yang dianjurkan: bangunan rumah rakyat diperkuat dengan menggunakan **Ferosemen sebagai konstruksi sandwich**.



Teddy Boen

43

Cara Baru Membangun untuk Mengatasi Kekurangan pada Cara Membangun "Tradisional" 2006



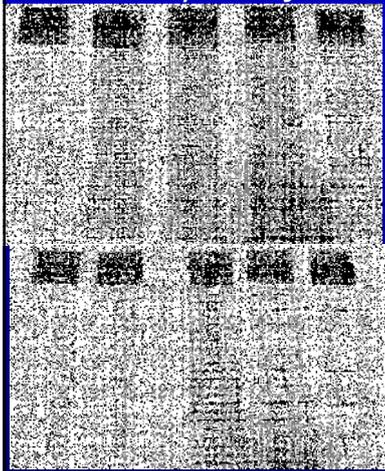
Lapisan Ferosemen-dinding tembokan-ferosemen dianalogikan sebagai struktur sandwich dan seperti konsep lembaran kardus yang memiliki lapisan yang lemah pada bagian tengahnya dan lapisan yang kuat pada kedua sisi luarnya.



Teddy Boen

Tulangan yang digunakan untuk Ferosemen Fiber semen

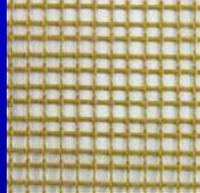
Kawat Anyam Baja



ACI 549-99

Teddy Boen

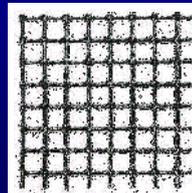
Polymeric Meshes (or textiles or fabrics)



<http://www.techbelt-online.com>
*PTFE Coated
Kevlar Mesh*



<http://library.materialconnexion.com/SearchResults.aspx?Keywords=&Attributes=&Category=98&Country=&Manufacturer=&Tag=&Lang=en&ProdID=&PageNum=3&ItemsPerPage=80&SearchDisp=0>
*High Strength Band from
Aramid*



<http://www.arrowtechnicaltextiles.co.in/composite-raw-material.html>
Fiber Mesh



<http://www.culzean.com/case-studies-PVA-fishing-mesh.asp>
PVA Mesh

45

Alternatif ke-1

Pengerjaan Lapisan Ferosemen dengan Dudukan Paku Payung



1) Paku payung sebagai dudukan kawat anyam dipasang saat spesi bata masih basah. Paku payung menonjol 1cm dari permukaan dinding

2) Kawat untuk mengikat kawat anyam ke paku payung

3) Kawat untuk "menjahit" kawat anyam bagian dalam & bagian luar

4) Dinding diplester tebal 2cm; kawat anyam $\text{Ø} \geq 1\text{mm}$ – 2.5x2.5cm di kedua sisi dinding berada di tengah-tengah plesteran.

Teddy Boen

46

Alternatif ke-1
Pengerjaan Lapisan Ferosemen dengan Dudukan **Paku Payung**
 (Konstruksi nyata di Palu tahun 2018)



Alternatif ke-2
Pemasangan Lapisan Ferosemen dengan Dudukan **Plesteran 1cm**



1) Dinding yang akan diperkuat diplester setebal 1cm & dikasarkan



2) Kawat anyam dipasang ke dinding menggunakan paku biasa



3) Kawat anyam "dijahit" dengan kawat bendrat utk menghubungkan kawat anyam bagian dalam & luar



4) Dinding yang diperkuat diplester kembali setebal 1cm

Alternatif ke-2

Pemasangan Lapisan Ferosemen dengan Dudukan **Plesteran 1cm** sebagai antisipasi penggunaan FIBERMESH yang lebih ekonomis



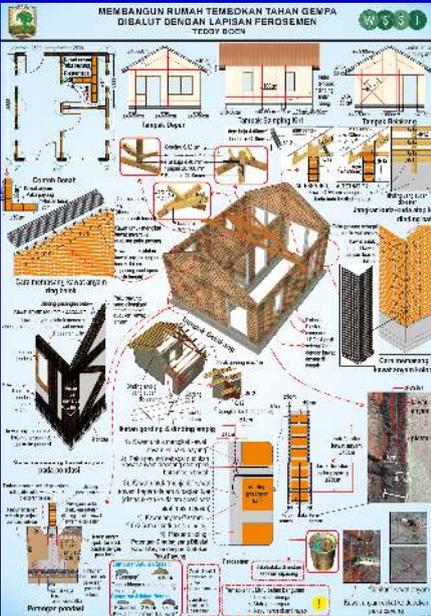
FRP: Glass Mesh, PVA (Poly Vinyl Alcohol) Mesh, AR-Fiberglass Mesh, FRP: Kevlar/Aramid Mesh, FRP: Carbon Mesh.

Propertiesnya berbeda-beda, tetapi semuanya bisa dipakai dan kekuatannya menyamai kawat anyam.

Alat & Bahan Utama untuk Membangun Rumah dengan Ferosemen

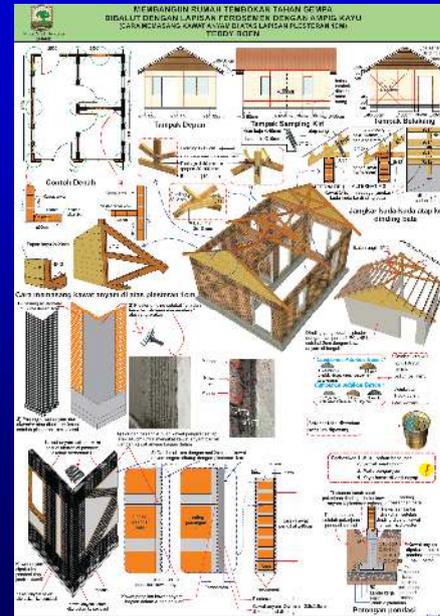


Alternatif ke-1
Pemasangan Lapisan Ferosemen dengan
Dudukan Paku Payung

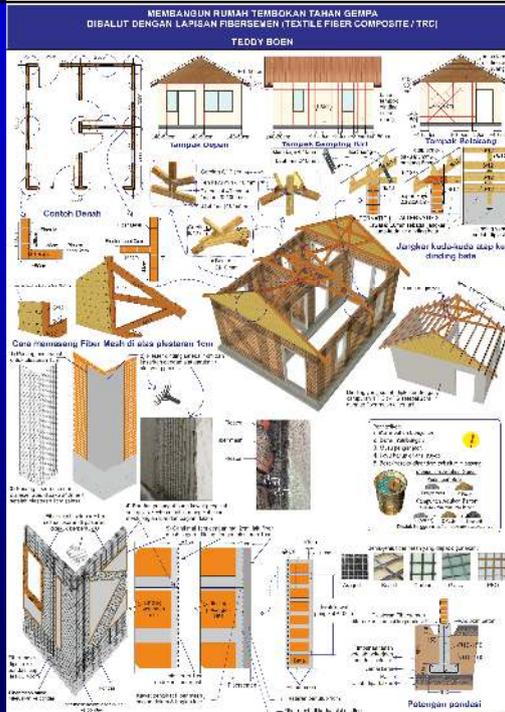


Teddy Boen

Alternatif ke-2
Pemasangan Lapisan Ferosemen dengan
Dudukan Plesteran 1cm



Alternatif ke-2
Pemasangan Lapisan
Fibersemen dengan
Dudukan Plesteran
1cm



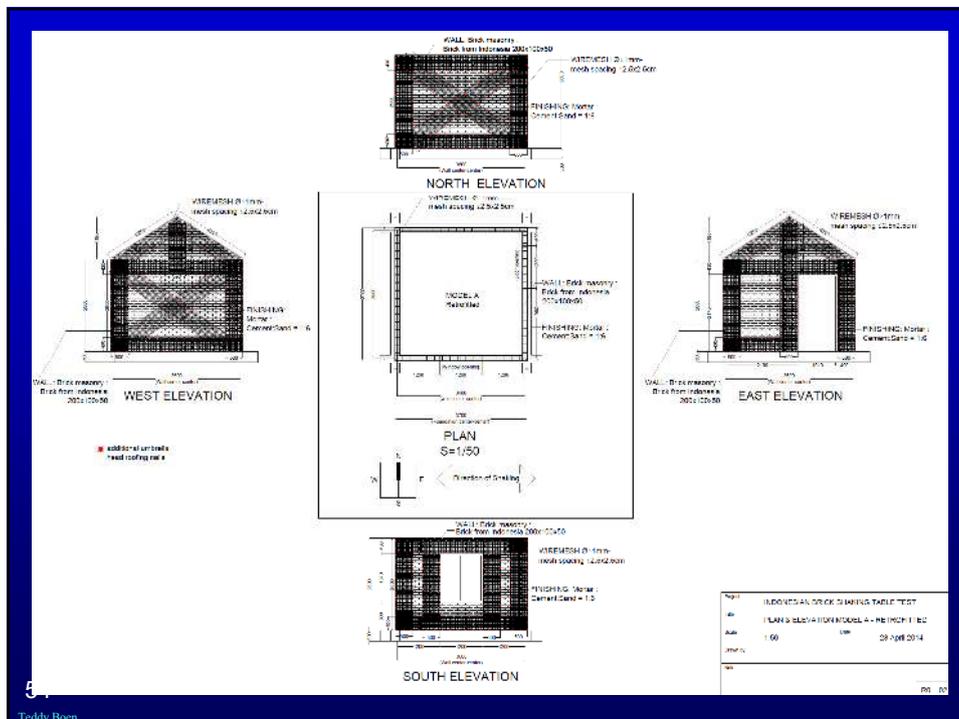
Teddy Boen

Percobaan Meja Getar Skala Penuh (Full Scale Shaking Table Test) Rumah Rakyat Diperkuat dengan Balutan Fero semen

Tsukuba, 5 Juni 2014

The National Research Institute for Earth
Science and Disaster Resilience (NIED)

Teddy Boen



Teddy Boen

Persiapan: pengepakan bata, kawat ayam dan paku



Bahan Utama







Percobaan Meja Getar Skala Penuh Tsukuba 2014



Oleh NIED & Mie University – Bata didatangkan dari Parung Panjang, Indonesia;
Cara perkuatan mengacu pada buku panduan "Cara Memperbaiki Bangunan Sederhana yang Rusak akibat Gempa Bumi" (Boen, 2010, dipublikasikan oleh UNCRD) dan "Buku Panduan Perbaikan dan Perkuatan Bangunan Tembokan Sederhana" (dipublikasikan oleh IICA)

Teddy Boen

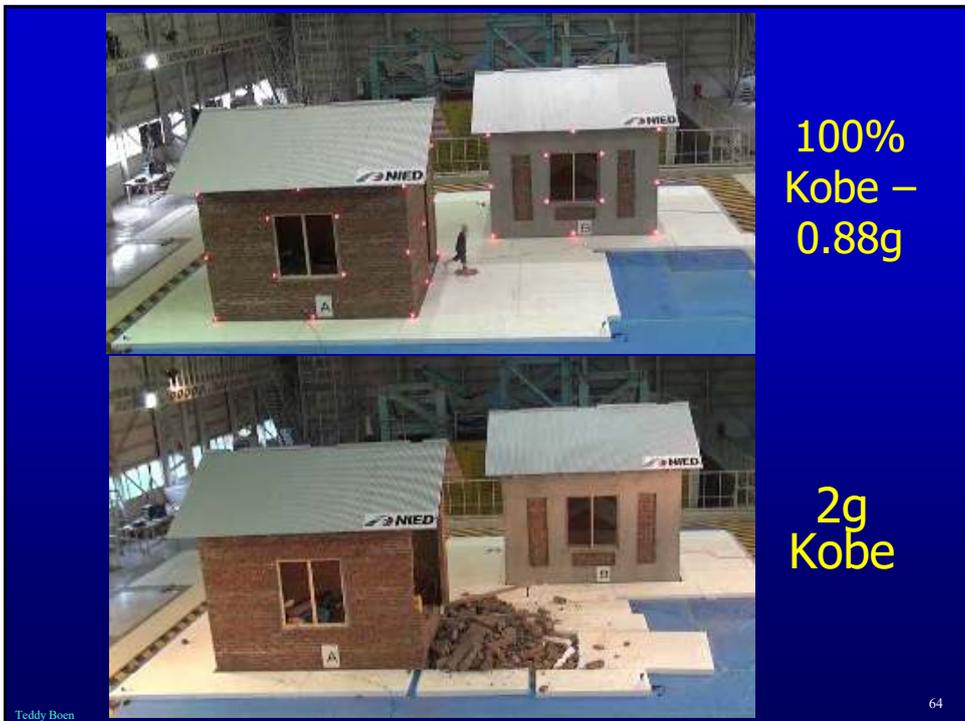
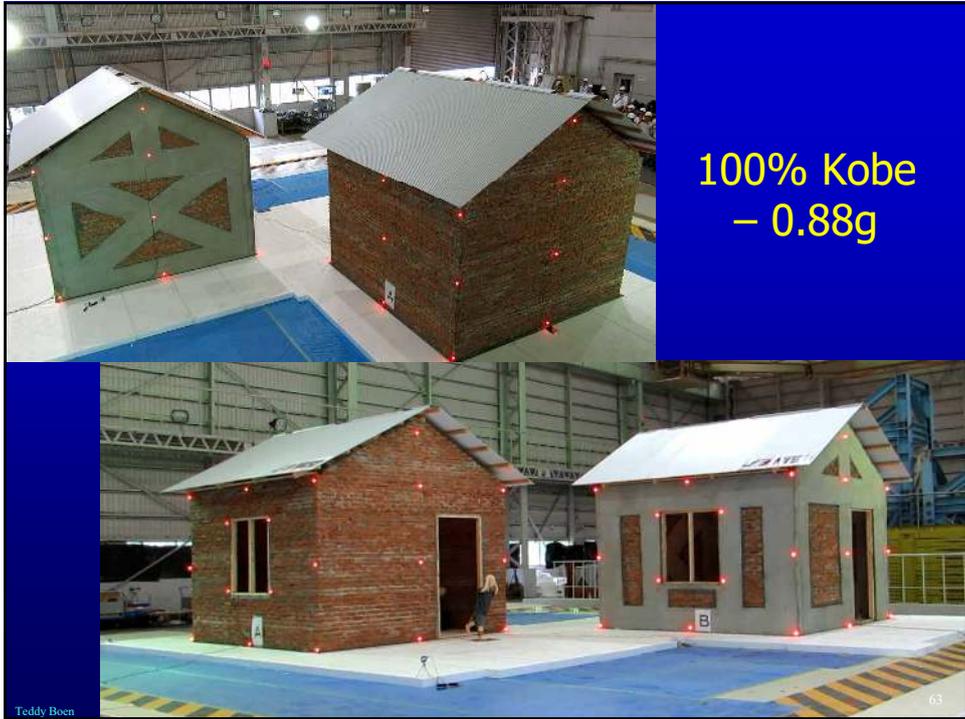
61

Penjelasan sebelum Full Scale Shaking Table Test dimulai Tsukuba 2014



Teddy Boen

62





Pembongkaran Rumah dengan Perkuatan setelah Shaking Table Test



Membangun Rumah/Sekolah Tembokan Tahan Gempa Dibalut dengan Lapisan Ferosemen pasca Gempa Bumi Palu 28 September 2018

Teddy Boen

69



Desa Ferosemen di Bangga, Sulawesi Tengah



Teddy Boen

71

Desa Ferosemen di Bangga, Sulawesi Tengah



OPPO A5 2020

72



Serah Terima 126 Rumah Fero semen di Desa Bangga, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah – 27 Februari 2021



Teddy Boen

**Pelatihan Tukang "Build Back Better,
Membangun Kembali dengan Cara yang
Lebih Baik"**

Desa Maranatha, Kecamatan Sigi Biromaru,
Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah
25 Februari 2020

Teddy Boen



Teddy Boen



Teddy Boen

Pelatihan Tukang “Membangun Rumah Tembokan Tahan Gempa dibalut dengan Lapisan Ferosemen”

Desa Rogo, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten
Sigi, Sulawesi Tengah
2-4 Desember 2019

Teddy Boen



Teddy Boen

80



Pembangunan Sekolah Tembakan dengan Balutan Ferosemen

Desa Salua, Kecamatan Kulawi, Kabupaten Sigi,
Sulawesi Tengah.
4 Desember 2019





Perkuatan dan On the Job Training
Rumah Rakyat Dibalut dengan Kawat
Anyam dengan Dudukan Paku Payung
Desa La'uri, Kec. Sogaeadu, Kab. Nias
Juni 2014

Teddy Boen

On the Job Training



Teddy Boen



Tampak Rumah Setelah Dicat



Teddy Boen

89

Tampak Rumah Setelah Dicat



Teddy Boen

90



Teddy Boen

91

Memperkuat/Retrofit POSKESDES dengan balutan Fero semen

Desa Puroo, Kecamatan Lindu, Kabupaten Sigi,
Provinsi Sulawesi Tengah.
4 Juni 2020

Teddy Boen



Retrofit / perkuatan dengan balutan ferosemen



Teddy Boen

93



Retrofit / perkuatan dengan balutan ferosemen



Teddy Boen

94



Retrofit / perkuatan dengan balutan ferosemen



Teddy Boen

95

Memperkuat/Retrofit Rumah Tembok dengan balutan Ferosemen

Desa Maranatha, Kecamatan Sigi Biromaru,
Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah.
26 Februari 2020

Teddy Boen

Proses Pengerjaan Perkuatan Rumah dengan Balutan Ferosemen



Teddy

97

Rumah yang Sudah Diperkuat dengan Balutan Ferosemen



Teddy Boen

98

Pengenalan dan Praktek Tekonlogi Balutan Fero semen kepada pelaksana BSPS, Dirjend. Perumahan, Direktorat Rumah Swadaya, PUPR

Desa Bandungan & Desa Suka Damai, Gorontalo
16 – 19 November 2020

Teddy Boen

Seminar 1 Hari Pengenalan Teknologi Balutan Fero semen



Teddy Boen

100

Praktek Lapangan untuk Pelaksana BSPS –
Memperkuat Rumah dengan Balutan Fero semen



T

01

Rumah 1: Ds. Bandungan, Bulango Utara, Bone Bolango, Gorontalo



Teddy Boen

02

Rumah 2: Ds. Suka Damai, Bulango Utara, Bone Bolango, Gorontalo



Teddy Boen

03

**PEMBELAJARAN FASILITATOR
DAN PRAKTEK LAPANGAN**
kepada pelaksana BPS, DitJend. Perumahan,
Direktorat Rumah Swadaya, PUPR

G.H. Universal Hotel Bandung & Desa Cikahuripan
Bandung Jawa Barat
17 – 18 Maret 2021

Teddy Boen

Seminar 1 Hari Pengenalan Teknologi Balutan Ferosemen



Teddy Boen

105

Praktek Lapangan untuk Pelaksana BPS – Memperkuat Rumah dengan Balutan Ferosemen



Teddy Boen

106

Praktek Lapangan untuk Pelaksana BPS –
Memperkuat Rumah dengan Balutan Ferosemen



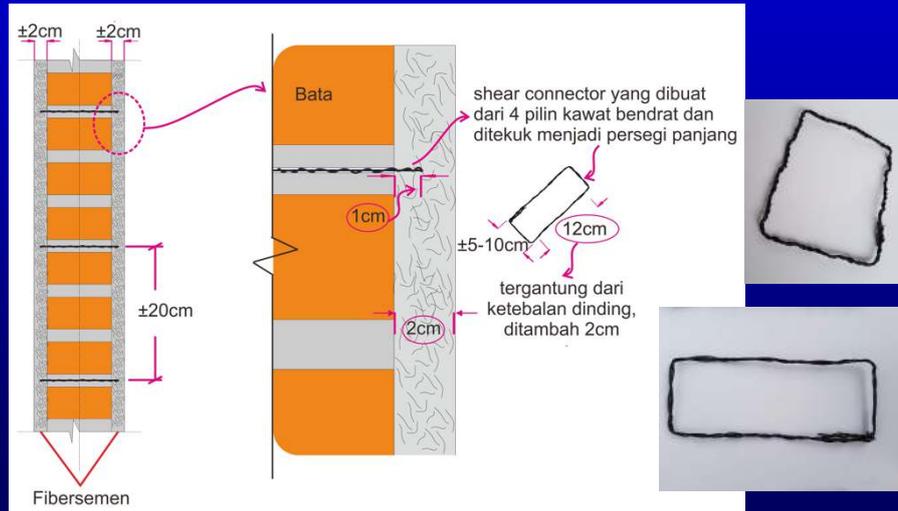
Fiber Reinforced Cementitious (FRC)

Lebih cepat,
Lebih mudah pelaksanaanya
Tahan Gempa

Fiber Reinforced Cementitious (FRC)

FRC (Fiber Reinforced Cementitious)

2cm plesteran (campuran semen & pasir 1:4 dan potongan fiber)

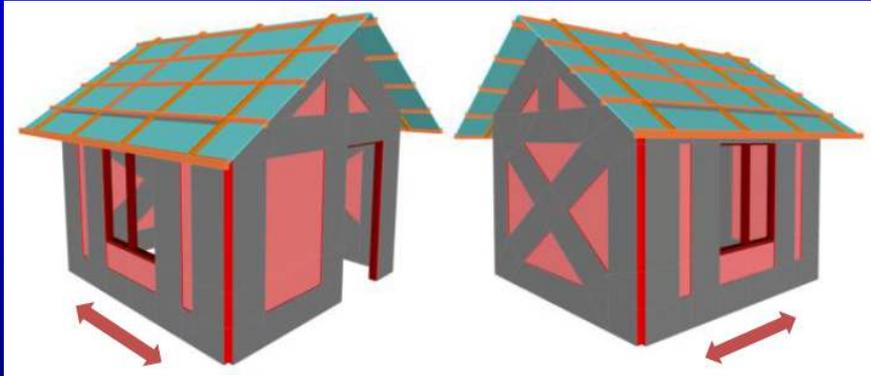


Fiber Reinforced Cementitious (FRC)

Discontinues fiber:

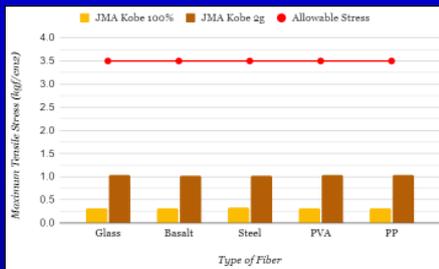


Analisa 3D Elastic-linear-time-history

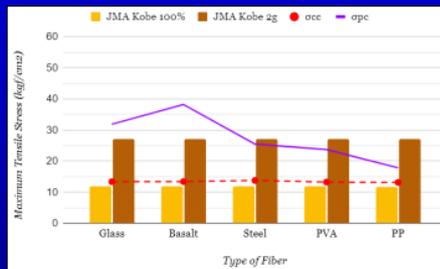


Perkuatan dinding terdiri dari 3 lapisan:
2cm fiber-cement, dinding pasangan tembok, dan 2cm fiber-cement.

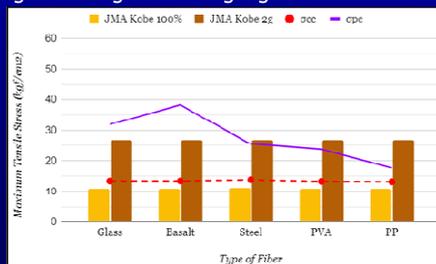
Hasil Analisa 5 Jenis FRC: Glass, Bassalt, Steel, PVA, & PP



Tegangan tarik maks. pasangan dinding bata



Tegangan tarik maks. di lapisan luar fiber-cement



Tegangan tarik maks. di lapisan dalam fiber-cement

**MENBANGUN RUMAH TERBUKA TAHAN GEMPA
DIBALUT DENGAN LAYISAN FIBERSEMEN
TEDDY BOEN**

113

Campuran lapisan FRC

Volume = ±0,125 m³ / 125L

A. Ukuran berdasarkan gerobak semen

1 gerobak semen (1 sack = 50kg) 4 gerobak pasir (±220kg)

1% (1,15kg) PP Fiber (rice bag/ cement bag) ; atau
 0,75% (1,23kg) PVA Fiber ; atau
 0,5% (1,63kg) E-Glass Fiber ; atau
 0,5% (1,66kg) Basalt Fiber ; atau
 0,5% (4,88kg) Steel Fiber.

B. Ukuran berdasarkan ember semen

6 ember semen 24 ember pasir

Sifat bahan serat harus sesuai dengan sifat bahan yang

114

Pembangunan rumah dengan menggunakan balutan FRC di Mamuju, Sulawesi Barat



Pembangunan rumah dengan menggunakan balutan FRC di Mamuju, Sulawesi Barat



Pembangunan rumah dengan menggunakan balutan FRC di Mamuju, Sulawesi Barat – 2021

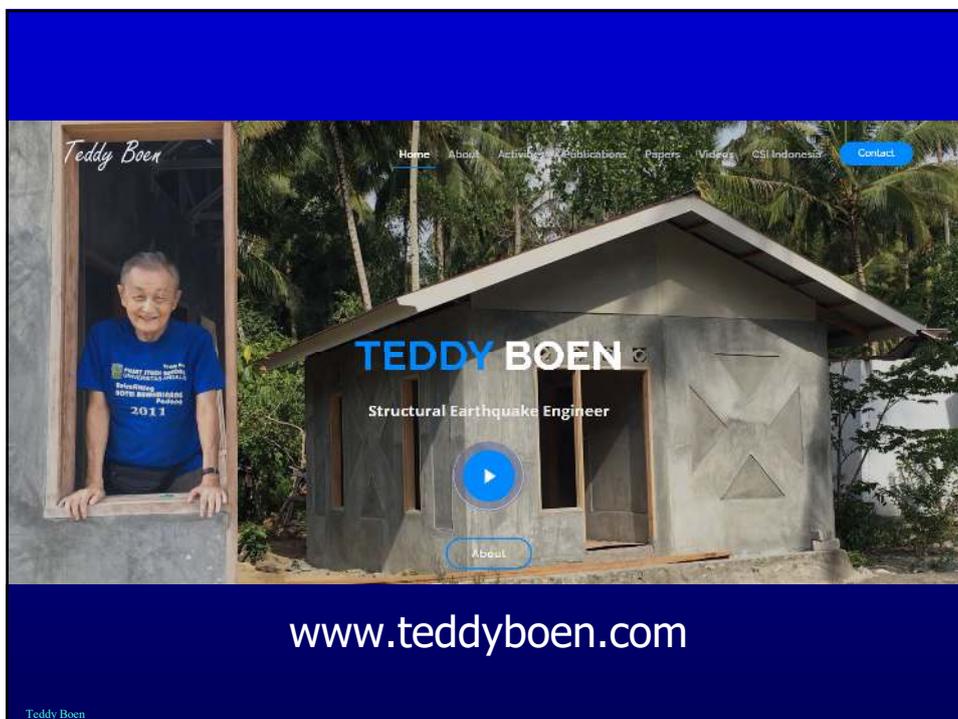


Rumah dengan balutan FRC di Mamuju, Sulawesi Barat



Kesimpulan

- Generasi yang sekarang sebaiknya memiliki jiwa yang inovatif dan tidak terpaku pada cara lama membangun rumah rakyat yang ternyata selama 46 tahun tetap rusak kalau ada gempa bumi.



The image shows a screenshot of the website for Teddy Boen, a Structural Earthquake Engineer. The website features a navigation menu at the top with links for Home, About, Activities, Publications, Papers, Videos, CSI Indonesia, and Contact. The main content area displays a photograph of Teddy Boen, an elderly man in a blue t-shirt, standing in a window of a modern, grey concrete house. The text "TEDDY BOEN" is prominently displayed in large blue letters, with "Structural Earthquake Engineer" written below it. A blue play button icon is visible in the center of the image, and an "About" button is located at the bottom of the image. The website URL "www.teddyboen.com" is displayed at the bottom of the page.

Teddy Boen

Home About Activities Publications Papers Videos CSI Indonesia Contact

Teddy Boen

TEDDY BOEN

Structural Earthquake Engineer

About

www.teddyboen.com

Teddy Boen