

# Desain Permodelan Sambungan Beton Precast Pada Perumahan Tahan Gempa Di Indonesia Berbasis *Knockdown System*

Fachrul Rizal dan Tavio

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: tavio\_w@yahoo.com

**Abstrak**—Indonesia adalah salah satu negara di bagian Asia Tenggara yang rawan akan gempa. Hampir diseluruh wilayah Indonesia terutama Indonesia Bagian Barat merasakan dampak gempa yang paling parah. Rumah, perkantoran, gedung, dan bangunan-bangunan lainnya hancur akibat terkena gempa yang dahsyat. perlu adanya kegiatan pembangunan kembali yang cepat dalam waktu sementara ataupun tetap agar masyarakat tidak terlalu lama di barak-barak pengungsian. Oleh karena itu diperlukan suatu desain perumahan yang sederhana, tahan terhadap gempa, cepat dipakai dan aman digunakan. Desain yang ditawarkan yaitu berupa perumahan bersistem knockdown (bongkar-pasang) agar sewaktu-waktu jika ingin dipindahkan bisa dilepas sambungan kering betonnya serta bisa dipasang untuk didirikan kembali menjadi rumah. Selain itu sambungan kering beton ini didesain tahan terhadap guncangan gempa. Pada Tugas Akhir ini akan digunakan model kekuatan gempa 0,5 Hz hingga 2 Hz sebagai nilai uji dari model perumahan rumah kayu pengganti model asli dari perumahan beton. Hasil yang diperoleh dari uji pemodelan ini diharapkan dapat menjadi nilai acuan untuk menentukan model desain sambungan pada perumahan tahan gempa.

**Kata Kunci**—Sambungan Beton Precast, *knockdown*, Model Tahan Gempa.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

GEMPA bumi di Indonesia sudah banyak memakan korban jiwa, rumah-rumah, gedung-gedung dan fasilitas-fasilitas lainnya yang ada di wilayah tersebut. Bangunan yang hancur pada umumnya adalah perumahan rakyat yang murni dibangun oleh rakyat itu sendiri di wilayah terjadinya gempa. Bangunan gedung dan fasilitas-fasilitas mewah lainnya seperti rumah sakit, hotel, gedung perkantoran dan supermarket hanya mengalami rusak ringan dan hampir tidak ada yang runtuh secara total meskipun ada yang rusak di bagian-bagian tertentu. Hal ini dikarenakan pemilik bangunan itu sendiri mampu dan bisa menyewa kontraktor atau konsultan sendiri untuk membangun gedung. Rakyat miskin dan sederhana hanya mampu membuat rumahnya secara individual dan mengandalkan visualisasi dan informasi yang pada umumnya berasal dari tetangga atau kerabat dekatnya, sehingga belum bisa di pastikan secara nyata dan valid bahwa bangunan tersebut benar-benar kuat dan mampu untuk menahan gaya gempa yang terjadi di wilayahnya.

Korban gempa yang selamat terpaksa bermukim sementara di barak-barak pengungsian. Semakin lama tinggal, maka semakin lama pula tingkat kejenuhan yang dihadapi oleh warga yang tinggal di tempat pengungsian.

Ada yang terpaksa kembali kerumahnya dan memperbaikinya kembali meskipun tidak layak huni. Ada yang tetap tinggal di barak-barak pengungsian. Namun itu tidak bertahan lama. Dibutuhkan suatu teknik membangun rumah yang cepat dan kuat menahan gempa dalam skala tertentu agar bisa dengan cepat dipakai bagi para korban-korban gempa yang kehilangan tempat tinggal.

Hal inilah yang menimbulkan inovasi teknik membangun rumah yang cepat dan aman serta efektif Konsep yang dipakai yaitu Knockdown system perumahan beton precast tahan gempa yang efisien, murah, cepat, aman, serta nyaman bagi lingkungan dan penghuni di dalamnya. Knockdown System atau lebih mudah kita sebut Sistem Bongkar Pasang terfokus pada cara penyambungan kolom-balok, kolom-kolom, dll.

### B. Tujuan

1. Dapat menentukan material struktur bangunan yang kokoh, ringan, serta aman dipakai untuk perumahan *Knockdown* rangka beton
2. Dapat mendesain awal dimensi struktur Perumahan *Knockdown* rangka beton
3. Dapat mendesain bentuk sambungan *Knockdown* yang cocok serta aman dipakai
4. Dapat membuat model struktur rangka beton *Knockdown*
5. Dapat membuat meja getar gempa
6. Dapat mengontrol gerakan meja getar gempa
7. Dapat mengetahui reaksi dan perilaku suatu rangka struktur sambungan *Knockdown* terhadap terjadinya suatu kasus gempa di wilayah tertentu

### C. Batasan Masalah

1. Kekuatan gempa diasumsikan zona gempa 6
2. Struktur primer rumah menggunakan bahan beton dan dipastikan kuat menahan gempa hingga zona gempa 6
3. Dalam pengujian dengan meja getar gempa, zona gempa 6 diasumsikan sebagai gerakan 0.5 Hz, 1 Hz, 1.5 Hz, dan 2 Hz, dengan simpangan  $\pm 3-5$  cm pada skala model
4. Tidak menganalisa keuntungan maupun harga total dalam pembuatan rumah tahan gempa ini
5. Fokus pada perilaku dan reaksi sambungan Balok dan Kolom yang dipakai serta keefektifannya dalam menahan gempa berkekuatan zona gempa 6.
6. Fokus pada cara penyambungan dan pembuatan dimensi struktur rangka utama perumahan *Knockdown* tahan gempa

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peraturan Perencanaan

1. SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
2. SNI 03-1726-2002 Struktur Gedung Tahan Gempa
3. Pedoman Perancangan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah dan Gedung (PPIUG) 1983
4. SNI 03-1729-2002 Tata Cara Pembangunan Struktur Baja

B. Desain Sambungan

Untuk kondisi saat ini dimana Indonesia sangat membutuhkan teknik membangun perumahan tahan gempa yang cepat dipakai serta praktis untuk dibangun, diperlukan suatu sambungan yang cocok dan efektif yaitu *Knockdown System*. Sebenarnya sistem ini sudah banyak di pakai di pengusaha-pengusaha furniture dan rumah dari kayu, akan tetapi hal ini juga menyebabkan semakin sedikitnya jumlah kayu di Indonesia bila *Knockdown System* di terapkan dalam konsep perumahan skala besar[5]. Diperlukan suatu bahan rumah yang mudah didapat dan banyak tersedia di wilayah Indonesia seperti beton precast.

C. Keuntungan *Knockdown System*

*Knockdown System* memiliki 1 kelebihan utama daripada tipe pembangunan perumahan yang lain yaitu cepat dan juga bisa di bongkar kembali. *Knockdown System* ini terfokus kepada jenis-jenis sambungan yang praktis dan bisa dibongkar kembali (tidak permanen) agar suatu saat jika ingin dipindahkan. *Knockdown system* ini bisa menghemat waktu pengerjaan meskipun harga bisa lebih mahal daripada design beton konvensional biasa. Salah satu kekurangan dari perpaduan beton precast serta *Knockdown System* ini yaitu sulit menentukan dan mempresisikan lokasi baut ataupun jarak masuk tulangan serta ketepatan awal dalam mendesain kepala sambungan pada beton precast yang terbuat dari baja.

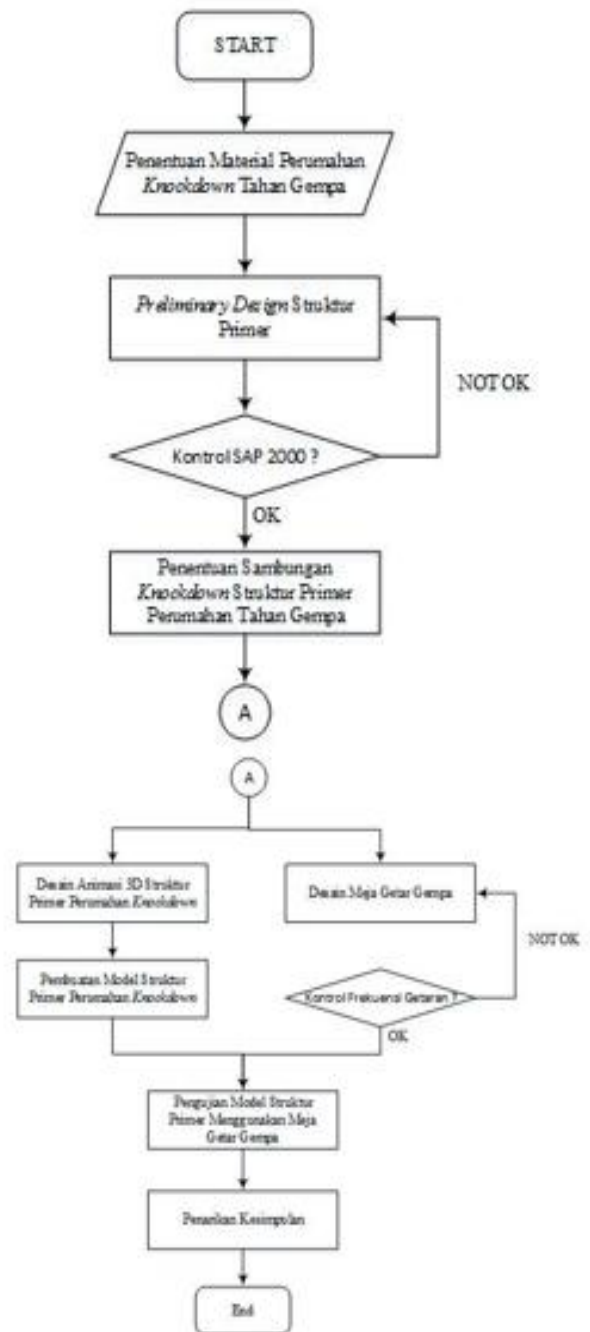
III. METODOLOGI

Dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, adapun langkah-langkah yang dilakukan tertera pada diagram alir (Flow Chart) yaitu pada Gambar 3.1 :

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan yang dipakai untuk struktur rumah ini adalah beton bertulang dengan data-data sebagai berikut :

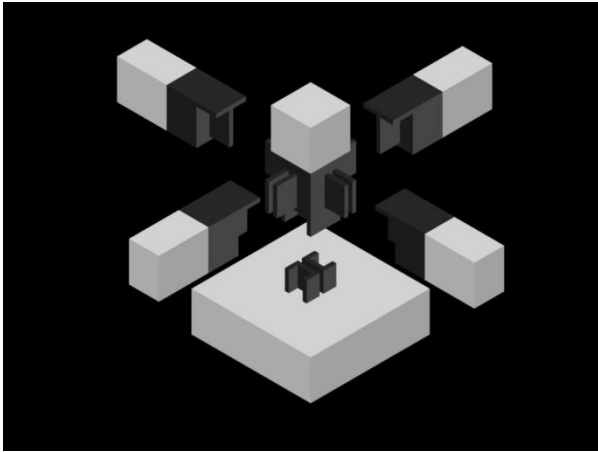
- Type bangunan : Perumahan
- Letak bangunan : Jauh Dari Pantai
- Zone gempa : Zone 6
- Tinggi bangunan : 4 m
- Lebar bangunan : 6 m
- Panjang bangunan : 6 m
- Mutu beton ( $f_c'$ ) : 25 Mpa
- Mutu baja ( $f_y$ ) : 400 Mpa
- Berat beton ringan( $W_c$ ) : 1800 Kg/m<sup>3</sup>
- Kuda-kuda : Baja Ringan



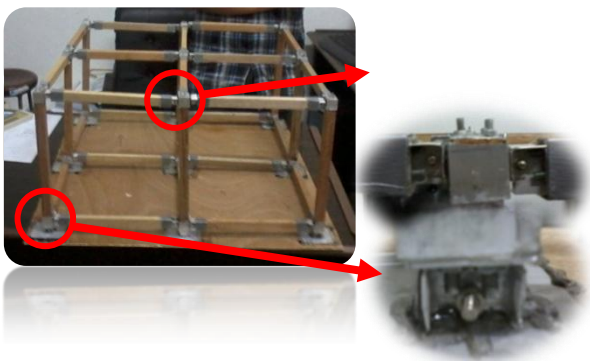
Gambar 3.1 Flow Chart Rancangan Tugas Akhir

- Lapisan Atap Sambungan : Genteng Metal, Aluminium Foil
- Sambungan : Pelat Baja 14 mm BJ 37, Baut Ø1,6cm BJ 50
- Kolom 20x20cm : Tulangan 4D12, Senggang D8-100 mm
- Sloof 15x20cm : Tulangan 4D10, Senggang D8-200 mm
- RingBalk15x20cm : Tulangan 4D8, Senggang D8-200 mm

Hasil desain sambungan yang direncanakan berdasarkan kemudahan pemasangan dan pengerjaan yaitu tampak pada Gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Detail Sambungan



Gambar 4.2 Model Sambungan

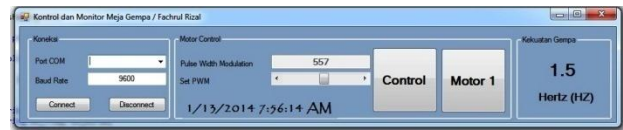


Gambar 4.3 Desain Meja Getar

Bahan yang digunakan sebagai pengganti bahan struktur primer yaitu aluminium sebagai pengganti sambungan baja dan kayu sebagai pengganti beton. Adapun hasil pembuatan model sambungan berdasarkan sambungan yang telah dirancang yaitu tampak pada Gambar 4.2. Meja getar gempa yang dibuat berukuran 150 x 90 cm, dengan Motor Mesin Jahit yaitu tampak pada gambar 4.3. Kontrol Meja Getar Gempa yaitu berupa software yang dirancang menggunakan program Microsoft Visual C# dan hardware menggunakan metode pengendalian *Single Phase AC Induction Motor*. Untuk simulasi gempa, dirancang *sequencing* getaran seperti Tabel 4.1 :

Tabel 4.1  
*Sequencing* Getaran

No	Lama Getaran (detik)	Frekuensi
1	15	0,5
2	15	2
3	15	0,25
4	15	1,5



Gambar 4.4 Software Kontrol Frekuensi Meja Getar



Gambar 4.5 Single Phase AC Induction Motor Controller



Gambar 4.6 Sistem Kontrol Meja Getar Gempa

Adapun tampilan dari Kontrol ini tampak pada Gambar 4.4. Adapun tampilan dari Single Phase AC Induction Motor Controller ini tampak pada Gambar 4.5. Adapun tampilan dari system kontrol meja getar gempa ini tampak pada Gambar 4.6. Pengujian ini dilaksanakan pada tanggal 13 dan 15 Januari 2014. Pengujian ini meliputi 2 bentuk bangunan, yaitu Bangunan Permanen dan Bangunan *Knockdown*. Pengujian ini hanya sebatas mengetahui perilaku sambungan *Knockdown* yang telah dirancang dalam menahan kondisi gempa yang telah direncanakan sekaligus membandingkan hasil dari pengujian antara 2 bangunan tersebut. Adapun hasil dari pengujiannya terdapat pada tabel 4.2:

Tabel 4.2  
Hasil Uji Getar bangunan

Frekuensi (Hz)	Bangunan permanen (Runtuh)	Bangunan <i>Knockdown</i> (Runtuh)
0,5	1 balok	-
2	4 Kolom/15 Balok	-
0,25	-	-
1,5	-	-

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan model miniatur rumah tahan gempa adalah sbb:

1. Model Rumah Permanen hampir runtuh total pada getaran 2 Hz, sedangkan Model Rumah *Knockdown* tetap utuh.
2. Model Sambungan yang dirancang pada Model Rumah *Knockdown* terbukti lebih kuat dan aman daripada Model Rumah Permanen.
3. Dari kesimpulan ke-1 dan 2, Model Rumah *Knockdown* ini bisa dijadikan pertimbangan dan alternatif dalam penentuan sambungan *Knockdown* pada perumahan tahan gempa di Indonesia.

Beberapa saran yang bisa diberikan dalam pengembangan uji model tahan gempa ini yaitu :

1. Perlu dikembangkan kembali model rumah *knockdown* yang diajukan agar dapat memberikan kemudahan dalam pemilihan dan pelaksanaan pembangunan perumahan tahan gempa dilapangan.
2. Penelitian ini diharapkan bisa berlanjut dan lebih banyak lagi model-model sambungan *knockdown* yang bisa dihasilkan dan memberikan kontribusi yang baik bagi warga yang menetap di wilayah gempa berkekuatan besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wikipedia.org, Daftar Gempa Bumi di Indonesia, <URL: [http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar\\_gempa\\_bumi\\_di\\_Indonesia](http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_gempa_bumi_di_Indonesia). 6 Juni 2013
- [2]. PT. MACAN SUMATERA INDONESIA, Pengertian Beton Precast, <URL:<http://betonflyslab.com/news/pengertian-beton-precast.php>.6 Juni 2013
- [3]. ISLAMİYAH, DIAN." *PERILAKU DAN PERANCANGAN SAMBUNGAN BALOK KOLOM BETON PRACETAK PADA RUMAH SEDERHANA CEPAT BANGUN TAHAN GEMPA DENGAN STRUKTUR RANGKA TERBUKA*". 2010, SURABAYA.
- [4]. Budiono, A. D. A." *evaluasi peak ground acceleration untuk peta gempa indonesia di kota padang*". 2012. Surabaya
- [5]. Rimba Kita, Furniture Knockdown !!! <URL: <http://rimbakita.blogspot.com/2013/01/mebel-knockdown.html>.6 Juni 2013
- [6]. ITS PRESS. "TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG [SNI 03-2847-2002] DILENGKAPI PENJELASAN [S-2002]". 2009. Surabaya.
- [7]. ITS PRESS. "PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN GEMPA Sesuai SNI-1726 dan SNI-2847 Terbaru". 2009. Surabaya.