

# SISTEM *INTERLOCKING* PONDASI TAPAK PADA RUMAH SEDERHANA SATU LANTAI

Alesandro<sup>1</sup>, Rangga<sup>2</sup>, Sentosa Limanto<sup>3</sup>, JohannesSuwono<sup>4</sup>

**ABSTRAK:** Pondasi merupakan suatu bagian penting dalam proses pembangunan rumah tinggal maupun bangunan konstruksi lainnya yang waktu pengerjaannya cukup lama. Dan sekarang ini sangat menuntut kita untuk bekerja cepat, tepat dan efektif. Peneliti mencari solusi atas permasalahan tersebut, yaitu dengan meneliti bagaimana sistem *interlocking* antara pondasi tapak, *sloof* dan pedestal yang efektif sehingga pengerjaan konstruksi rumah sederhana satu lantai lebih cepat. Penelitian ini tentang bagaimana hubungan antara pondasi dengan *sloof* dan pedestal tetap stabil dengan waktu pengerjaan yang singkat. Sistem *interlocking* tipe 3 yang menggunakan coakan beton dapat memikul beban horizontal sebesar 720 kg, dan tipe 4 yang menggunakan pen mampu memikul beban horizontal sebesar 500kg. Sistem *interlocking* ini hanya dapat dipakai jika beban kolom sebesar 1 – 3 ton pada jenis tanah keras

**KATA KUNCI:** *interlocking*, *precast*, pondasi tapak

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konstruksi beton pracetak telah mengalami perkembangan yang sangat pesat di dunia, termasuk di Indonesia dalam dekade terakhir ini, karena sistem ini mempunyai banyak keunggulan dibanding sistem konvensional. Dan zaman sekarang ini sangat menuntut kita untuk bekerja cepat, tepat dan efektif. Sistem *precast* ini sangat efektif, cepat dan efisien. Juga sangat ramah lingkungan karena *waste* sisa konstruksi di lapangan menjadi sangat kecil. Pengerjaan konstruksinya tidak memerlukan bekisting. Selain itu mutu beton pada *precast* bisa dipertahankan, karena langsung dikerjakan di pabrik.

Seperti yang kita ketahui bahwa struktur bagian bawah sebuah rumah merupakan suatu bagian yang vital dalam proses pembangunan rumah tinggal maupun bangunan konstruksi lainnya yang waktu pengerjaannya cukup lama. Sebelumnya sudah ada penelitian tentang bagaimana sambungan antara pedestal pondasi dan *sloof* untuk mempercepat proses konstruksinya (Ciarlini, 1952). Ciarlini membuat pedestal pondasi dengan *sloof* menjadi satu kesatuan lalu memberi coakan secara dua arah yaitu horizontal dan vertikal. Dimana fungsi dari coakan tersebut untuk menggabungkan pedestal dan pondasi dengan *sloof*. Lubang coakan tersebut harus kuat untuk menahan gaya – gaya yang terjadi, agar lubang tersebut tidak retak bahkan sampai pecah. Penelitian selanjutnya tentang *interlocking* antara pondasi dan kolom dengan berbagai tipe-tipe koneksi (Martin dan Korkosz, 1982) dalam buku *Connection for Precast Prestressed Concrete Buildings* yang diterbitkan oleh PCI. Penelitian-penelitian tersebut dikembangkan lebih lanjut tentang sambungan pada pedestal pondasi, kolom, dan *sloof* beton bertulang untuk rumah sederhana satu lantai (Danny Wuisan dan Christian Raharjo, Juni 2012).

Diharapkan dengan selesainya penelitian ini nantinya proses pengerjaan pondasi rumah sederhana satu lantai akan jauh lebih cepat, efektif, dan ramah lingkungan. Jauh lebih cepat karena sistem *interlocking*nya menggunakan *precast*, yang sangat ramah lingkungan. Selain itu sistem *interlocking* ini juga dapat diaplikasikan pada industri-industri perumahan yang semakin berkembang di Indonesia khususnya di Surabaya dan sekitarnya.

<sup>1</sup>Mahasiswa Universitas Kristen Petra Surabaya, alesandro\_luden@ymail.com

<sup>2</sup>Mahasiswa Universitas Kristen Petra Surabaya, rangga\_prakasa\_90@hotmail.com

<sup>3</sup>Dosen Universitas Kristen Petra Surabaya, leonard@peter.petra.ac.id

<sup>4</sup>Dosen Universitas Kristen Petra Surabaya, jsuwono@peter.petra.ac.id

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana sistem *interlocking* antar pondasi tapak tetap stabil dan dapat bekerja dengan baik dan efektif?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mendapatkan sistem *interlocking* pondasi tapak yang baik dan efektif sehingga struktur rumah tetap stabil.

## 1.4 Batasan Penelitian

Batas-batas daripada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian untuk daerah Surabaya dan sekitarnya
2. Penelitian untuk rumah satu lantai sederhana
3. Daya dukung ijin tanah  $3 \text{ ton/m}^2$

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapatkan apabila penelitian ini berhasil antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pembangunan rumah sederhana satu lantai lebih cepat, efektif dan ramah lingkungan.
2. Sistem *interlocking* dapat diproduksi untuk industri *precast* di Indonesia

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Desain *Interlocking* Pondasi Dengan *Sloof*

Untuk mendesain Pondasi dengan *sloof* , desain pondasi tapak tidak seperti pada umumnya yaitu berbentuk persegi biasa, karena *sloof* yang mau dipasang merupakan *sloof* pracetak. Sehingga bentuk pondasi harus dimodifikasi sedemikian rupa agar *sloof* yang sudah jadi dapat diletakkan di atas pondasi tapak dan menjadi satu kesatuan yang kuat dan kokoh (Bowles, J.E, 1997). .

Peneliti mencari system *interlocking* pondasi tapak, *sloof* dan kolom dengan membuat menjadi satu kesatuan lalu memberi coakan secara dua arah yaitu horisontal dan vertikal ( Ciarlini, 1952 ). Dimana fungsi dari coakan tersebut untuk menggabungkan pedestal dan pondasi dengan *sloof* . Lubang coakan tersebut harus kuat untuk menahan gaya – gaya yang terjadi, agar lubang tersebut tidak retak bahkan sampai pecah. Berikutnya adalah desain koneksi pondasi dengan kolom dalam buku *Conection for Precast Prestressed Concrete Buildings* (Martin dan Korkosz, 1982) yang diterbitkan oleh PCI dengan beberapa tipe. Semua tipe mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Kekuatan mutu beton juga mempengaruhi kekuatan coakan yang akan dibuat. Semakin baik kekuatan mutu betonnya maka akan semakin kuat juga coakan dalam menahan beban yang terjadi.

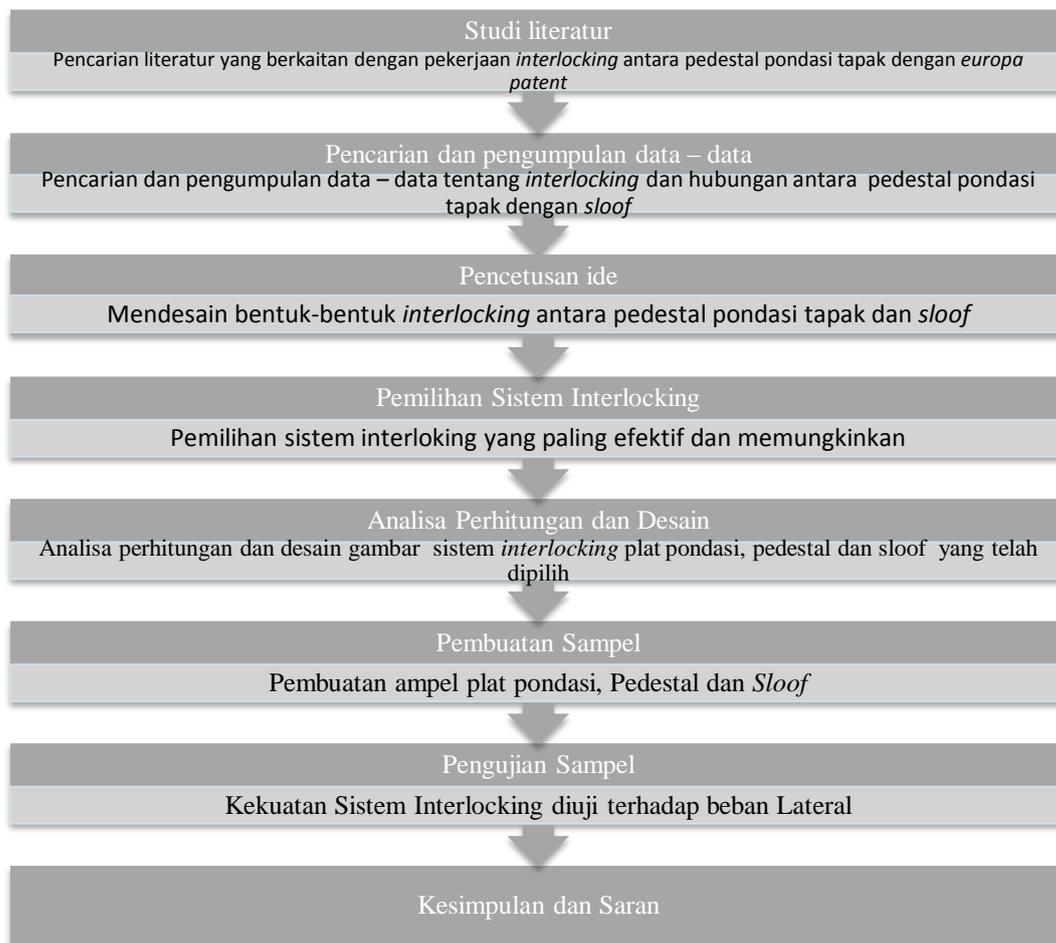
### 2.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Sistem *Interlocking*

Perlu diperhatikan beberapa faktor sebelum peneliti melakukan pendisainan yaitu faktor pekerja, faktor desain pondasi tapak, faktor lingkungan, faktor beban dan luasan bangunan tersebut.

## 3. METODA PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan dari penelitian yang diinginkan, maka sangat perlu untuk mendefinisikan

kerangka alur penelitian. Terdapat beberapa tahap dalam penelitian ini (lihat **Gambar 1**). Dengan adanya alur penelitian maka penelitian akan lebih terarah dengan baik.



**Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian**

#### **4. PELAKSANAAN DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN**

Untuk mendapatkan sampel yang terbaik dari penelitian yang diinginkan, maka sangat perlu untuk mendefinisikan kerangka alur penelitian. Berikut langkah-langkah pelaksanaan penelitian.

##### **4.1 Studi Literatur**

Sebelum membuat sampel penelitian tentang system *interlocking* mencari bebrapa literatur yang ada bisa menunjang peneltian ini, literature-literatur tersebut diambil dari berbagai artikel, buku, internet, maupun penelitian-penelitian sebelumnya. Studi literature ini sudah dituangkan pada Bab 2 tentang landasan teori.

##### **4.2 Pencarian dan Pengumpulan Data**

Peneliti juga mencari dan mengumpulkan data-data yang ada kaitannya dengan sistem *interlocking* pada pondasi tapak. Data-data ini dapat digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini.

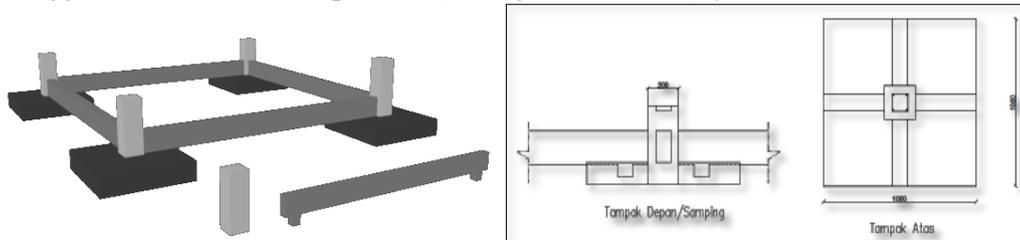
##### **4.3 Pencetusan Ide**

Langkah berikutnya adalah peneliti merencanakan sistem-sistem *interlocking* yang memungkinkan. Sistem-sistem yang direncanakan harus sesuai dengan peraturan-peraturan terkait. Dalam penelitian ini

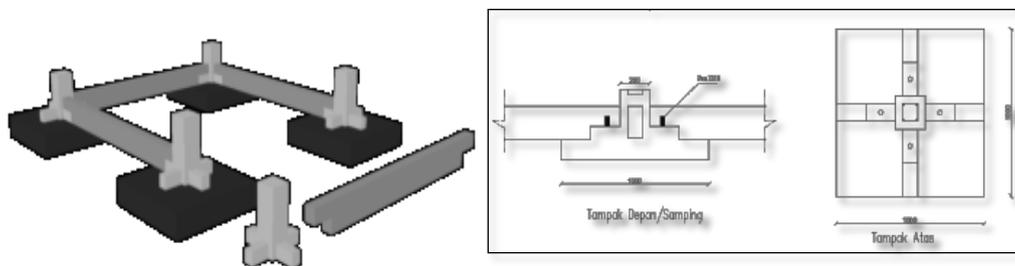
didapatkan ada 4 ide tentang sistem *interlocking* yang memungkinkan. Peneliti membagi menjadi sistem *interlocking* 1,2,3 dan 4.

### 3.4 Pemilihan Sistem *Interlocking* Terbaik

Dari keempat sistem di atas peneliti memilih sistem 3 dan 4 yang akan diteliti secara mendalam dengan membuat sampel masing-masing sistem *interlocking*. Seperti pada **Gambar 4.2** di bawah sistem ketiga menggunakan coakan beton pada *sloof* sebagai *interlocking*nya.



**Gambar 2** Sistem *Interlocking* Tipe 3

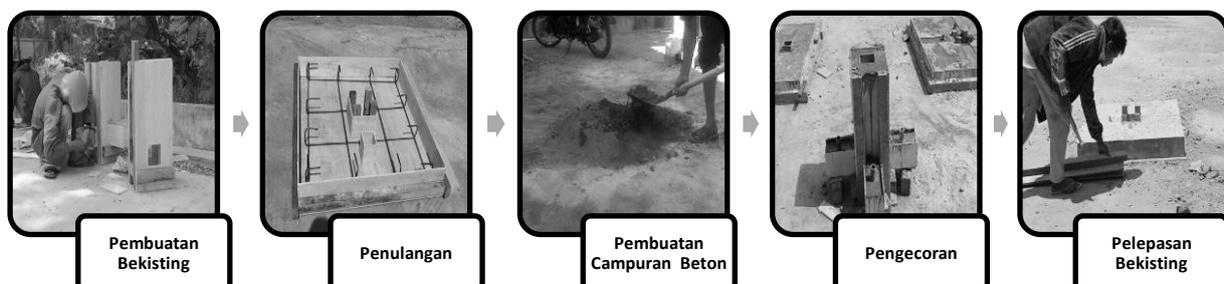


**Gambar 3** Sistem *Interlocking* Tipe 4

Sistem keempat seperti pada **Gambar 3** mengandalkan pen dari tulangan atau baja sebagai *interlocking*nya. Untuk efektifitas biaya, maka peneliti akan merencanakan pengujian kedua sistem tersebut dalam satu rangkaian. Setelah memilih sistem *interlocking* yang memungkinkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung dan mendesain sistem *interlocking* tersebut sesuai dengan ketentuan Departemen Pekerjaan Umum (SNI 03-1726- 2002).

### 4.5 Pembuatan Sampel *Interlocking*

Desain, gambar, perhitungan dan lokasi pembuatan sampel sudah siap maka langkah selanjutnya adalah membuat sampel *Interlocking* yang terdiri dari 4 buah sampel pondasi tapak, 4 buah sampel pedestal, dan 4 buah sampel *sloof*. Langkah-langkah pembuatan sampel ini (**Gambar 4**) sesuai dengan Petunjuk teknis tata cara pengerjaan beton di lapangan (Pt T-05-2000-C).



**Gambar 4** Proses Pembuatan Sampel *Interlocking*

#### 4.6 Pemasangan Sistem *Interlocking*

Setelah semua sampel penelitian ( *sloof*, Pedestal, dan Plat pondasi ) mengeras dan mencapai umur beton minimal 7 hari, maka langkah berikutnya adalah memasang sistem *interlocking* sesuai desain yang sudah direncanakan. Pemasangan sistem *interlocking* ini seperti pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan yang baik pada proyek yang sebenarnya.



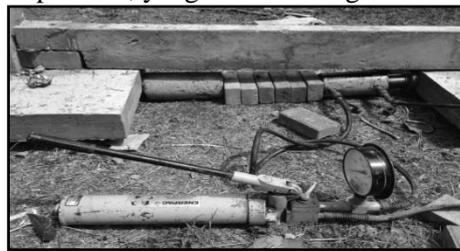
**Gambar 5. Pemasangan *Interlocking* Sistem 3**



**Gambar 6. Pemasangan Sistem *Interlocking* Sistem 4**

#### 4.7 Pengujian Beban Arah Aksial

Untuk mengetahui apakah sistem *interlocking* telah memenuhi syarat peraturan gempa Indonesia, maka sampel sistem *interlocking* diuji terhadap beban horisontal. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *jack* yang dirangkai sedemikian rupa seperti pada **Gambar 7** dibawah. Alat *jack* diletakkan diantara kedua plat pondasi, yang dibantu dengan silinder beton dan paving.



**Gambar 7. Rangkaian Pengujian Sampel**

Berikut langkah-langkah pengujian sampel *interlocking* tersebut:

- Alat *jack* disiapkan, kedua kabel disambungkan pada alat pompanya.
- Beton silinder dan paving disiapkan dan diletakkan diantara kedua plat pondasi.
- Alat *jack* kemudian diletakkan diantara paving dan plat beton.
- Setelah semua sudah siap, alat *jack* kemudian dipompa perlahan-lahan sampai salah satu atau kedua sambungan sistem *interlocking*nya retak, pecah, atau rusak.
- Pada tahapan terakhir tegangan yang terjadi dicatat dengan melihat angka yang ditunjukkan pada dial.

#### 4.8 Diskusi Hasil dan Analisis

##### 4.8.1 Berat Masing-Masing Komponen

Dalam pelaksanaan konstruksi beton *precast*, salah satu hal yang sangat penting untuk dianalisa adalah berat masing-masing komponen (Elliot, K.S, 1995). Dengan mengetahui berat setiap

komponen maka kita bisa menentukan jumlah pekerja yang akan digunakan pada konstruksi tersebut. Demikian pula pada penelitian ini peneliti juga menganalisa tentang berat setiap komponen. Komponen tersebut yaitu Plat pondasi, *Sloof*, dan Pedestal (Hardiyatmo, H.C, 2002). Berikut perhitungan berat masing-masing komponen.

Berat setiap komponen:

- a. Plat pondasi  
 $= ((1 \times 1 \times 0.12) - (0.2 \times 0.2 \times 0.12)) \times 2400 = 276.48 \text{ Kg}$
- b. Pedestal
  - Sistem ketiga  
 $= 0.2 \times 0.2 \times 0.47 \times 2400 = 45.12 \text{ Kg}$
  - Sistem keempat  
 $= (0.2 \times 0.2 \times 0.47 + 0.1 \times 0.1 \times 0.2 \times 4) \times 2400 = 64.32 \text{ Kg}$
- c. *Sloof*  
 $= (0.1 \times 0.1 \times 1.8 + 0.1 \times 0.1 \times 1.4) \times 2400 = 76.8 \text{ Kg}$

#### 4.8.2 Waktu Pengerjaan dan Pelaksanaan

Hal lain yang juga penting dalam pelaksanaan sebuah konstruksi beton *precast* adalah durasi pengerjaan setiap komponen maupun lamanya pelaksanaan konstruksinya. Karena ini menyangkut produktivitas pekerja dan pelaksanaannya. Dengan mengetahui lama waktu yang diperlukan untuk pengerjaan dan pelaksanaan, maka jumlah hari kerja untuk pelaksanaan suatu proyek dapat diprediksi dengan baik. Pengetahuan ini juga dapat membantu untuk persiapan tender suatu proyek tertentu. Selain menganalisa durasi pengerjaan sampel *interlocking* peneliti juga membandingkan durasi pemasangan kedua sistem *interlocking* yang sudah direncanakan. Perbandingan ini dimaksudkan untuk menganalisa sistem *interlocking* mana yang paling efektif untuk variabel durasi pelaksanaan.

**Tabel 1. Durasi Pemasangan**

| No | sistem <i>interlocking</i> | Durasi |
|----|----------------------------|--------|
| 1  | Tipe ketiga                | 12"    |
| 2  | Tipe keempat               | 16"    |

Dari **Tabel 1** dapat kita lihat bahwa sistem *interlocking* ketiga yang menggunakan coakan plat pondasi sebagai sistem *interlocking*nya lebih cepat proses pemasangannya. Hal ini dikarenakan bentuk pedestalnya yang sederhana sehingga memudahkan dalam pemasangan. Sedangkan sistem keempat bentuk pedestalnya lebih modif dengan coakan di keempat sisinya, sehingga cukup menyulitkan saat pemasangannya. Faktor lain yaitu pedestal sistem keempat lebih berat dibandingkan dengan sistem ketiga dan sistem keempat menggunakan pen sebagai sistem *interlocking*nya yang membutuhkan waktu untuk mencocokkan lubang penny.

#### 4.8.3 Penggunaan Tenaga Kerja

Dalam penelitian ini, peneliti juga menganalisa jumlah pekerja yang diperlukan dalam pelaksanaan maupun dalam mobilisasi sampel *interlocking*nya. Untuk pembuatan sampel, dibutuhkan 4 pekerja yaitu 3 tukang batu dan 1 tukang kayu. Kemudian untuk mobilisasi sampel *interlocking*nya, pedestal dan *sloof* dibutuhkan masing-masing 2 pekerja, sedangkan untuk plat pondasinya dibutuhkan 4 pekerja.

#### 4.8.4 Kemampuan Sistem Menahan Beban Horisontal

Hasil pengujian tegangan horisontal terhadap sampel *interlocking*, dengan menekan sampel arah horisontal sampai ada bagian beton atau sambungan yang retak atau rusak. Dial yang dipakai menggunakan kalibrasi ton dengan kapasitas mencapai 300 ton.

Pada **Tabel 2** dibawah dapat kita lihat bahwa tipe *interlocking* sistem ketiga mampu menahan beban horisontal sebesar 720 Kg, sedangkan tipe *interlocking* sistem keempat hanya mampu menahan beban

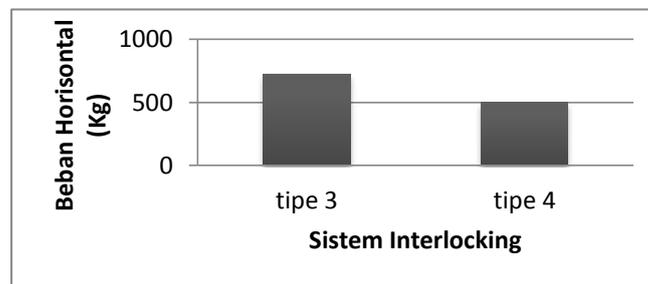
horizontal sebesar 500 Kg. Kedua tipe *interlocking* telah mampu menahan beban lebih besar dari beban rencana yang hanya sebesar 300 Kg. Jadi secara struktural kedua sistem intelocking yang diteliti telah memenuhi syarat.

**Tabel 2. Perbandingan Tegangan Horisontal**

| No | Tipe <i>interlocking</i> | Kekuatan maksimal |
|----|--------------------------|-------------------|
| 1  | sistem ketiga            | 720 Kg            |
| 2  | sistem keempat           | 500 Kg            |

Untuk lebih jelasnya peneliti juga menyajikan dalam **Grafik 1** tentang perbandingan kemampuan kedua tipe menahan beban horisotal.

**Grafik 1. Perbandingan Kemampuan Menahan Beban Horisontal**



Peneliti menganalisa bahwa sistem ketiga lebih kuat karena luas penampangnya lebih besar dibandingkan sistem keempat yang sudah dilubangi untuk pen. Sesuai dengan prinsip tegangan dimana tegangan berbanding lurus dengan luas penampang, jadi semakin besar luas penampangnya maka tegangan yang dapat dipikul akan semakin besar.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian maupun pengamatan yang dilakukan baik dari studi literatur dan analisis data, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan sampel pondasi dengan cara manual yang mendapatkan mutu K – 150 sudah dapat mendapat beban satu kolom seberat 3 Ton.
2. Sistem *interlocking* tipe 3 dan tipe 4 yang diteliti telah memenuhi persyaratan struktural yaitu mampu menahan beban vertikal sebesar 1-3 ton dan beban horisontal sebesar 500 Kg
3. Dari segi waktu dan durasi pelaksanaan, sistem *interlocking* tipe 3 yang menggunakan coakan beton sebagai *interlocking*nya, lebih baik dibandingkan dengan tipe 4 yang menggunakan pen sebagai *interlocking*nya (**Tabel 1**).
4. Dari segi kemampuan menahan beban horisontal, sistem *interlocking* tipe ketiga yang menggunakan coakan beton sebagai *interlocking*nya lebih baik dibandingkan dengan tipe keempat yang menggunakan pen sebagai *interlocking*nya (**Tabel 2**).

### 5.2 Saran

1. Selalu ada celah untuk mengembangkan teknologi material konstruksi bangunan yang mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Para pelaku konstruksi maupun pelaku pendidikan yang berhubungan dengan dunia konstruksi dapat mulai mengenal, mempelajari, dan melakukan inovasi – inovasi baru untuk lebih memajukan perkembangan teknologi material konstruksi bangunan saat ini.

2. Sistem *interlocking* ini akan sangat efektif apabila menggunakan beton ringan (Yogie-civil.blogspot.com, 2010). Seperti yang kita ketahui bahwa berat jenis dari beton ringan jauh lebih kecil dibandingkan dengan beton biasa. Berat jenisnya yang hanya 1800 kg/m<sup>3</sup> membuat setiap komponen ( pedestal, *sloof*, dan plat pondasi ) akan sangat mudah dalam mobilisasinya. Demikian pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam mobilisasinya. Seperti pada **Tabel 3** dapat kita lihat bahwa selisih berat dengan menggunakan beton biasa dan beton ringan cukup besar yaitu sebesar 25%.

**Tabel 3. Perbandingan Berat dengan Beton Ringan dan Beton Biasa**

| No | Komponen            | Berat            |                   | Selisih berat (Kg) |
|----|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|
|    |                     | Beton biasa (Kg) | Beton ringan (Kg) |                    |
| 1  | Sloof               | 76.8             | 57.6              | 19.2               |
| 2  | Pedestal sistem ke3 | 45.12            | 33.84             | 11.28              |
| 3  | Pedestal sistem ke4 | 64.32            | 48.24             | 16.08              |
| 4  | Plat pondasi        | 276.48           | 207.36            | 69.12              |

3. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya juga menganalisa tentang mobilisasi sampelnya. Untuk memudahkan dalam mengangkat sampel *interlocking*nya, peneliti menyarankan untuk membuat pegangan pada setiap komponen. Pegangan ini bisa terbuat dari tulangan yang dicor bersama beton, kemudian dimunculkan sedikit keluar. Prinsipnya seperti pada tiang pancang yang digunakan untuk mengangkat tiangnya.
4. Pondasi ini hanya untuk beban kolom maksimum 3 Ton dan beban horizontal 500 kg, dengan daya dukung tanah 3 ton/m<sup>2</sup>

## 6. DAFTAR REFERENSI

- “Beton ringan (*autoclaved aerated concrete/aac*)”. 27 juli 2010  
 <<http://yogie-civil.blogspot.com/2010/07/beton-ringan-autoclaved-aerated.html>>
- Bowles, J.E, (1997). “*Analisis dan Desain Pondasi*”, Ed-4, Cet.-3, Jil.-I. Pantur Silaban (Pent.).Erlangga
- Ciarlini, L. (1952). *Patent No. 2,618,146*. Rome , Italy.
- Danny Wuisan dan Christian Raharjo. 2012.*Sambungan pada Pedestal Pondasi, Kolom, dan Sloof Beton Bertulang untuk Rumah Sederhana Satu Lantai*. Surabaya.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-1726- 2002), Yayasan LPMB, Bandung.
- Elliot, K.S, 1995, *Multy-Storey Precast Concrete Frame Structures*, Blackwell Gedung (SNI 03-2847-2002) dilengkapi penjelasan [s-2002], ITS press, Surabaya
- Hardiyatmo, H.C, 2002, *Teknik Pondasi 1*, Beta Offset, Yogyakarta
- Martin, L.D dan Korkosz, W.J, 1982.*Connections for Precast Prestressed Concrete Buildings*. PCI. Washington, D.C