



Ide dasar penyusunan buku ini adalah bagaimana membuat pembaca bisa melakukan pembuatan Fondasi pracetak dengan teknik sederhana dan bisa dilakukan secara mandiri. Buku ini juga dibuat sebagai salah satu perwujudan output Hibah Ristek Dikti Tahun Anggaran 1/2016 Skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Universitas Narotama yang membahas tentang perancangan dan analisis fondasi beton pracetak.

Pada kesempatan yang baik ini tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor dan Pimpinan LPPM Universitas Narotama, Politeknik Negeri Malang atas kerjasama penggunaan laboratorium Teknik Sipil untuk tes fondasi khususnya rekan kami Dr. Nawir Rasidi ST, MT. yang membantu pelaksanaan selama uji fondasi di laboratorium. Tak lupa untuk mahasiswa teknik sipil yang berperan serta dalam pembuatan fondasi precast dari awal desain sampai pembuatan di laboratorium khususnya Sistu, Irvan dan Raditya.

Tim Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya Fondasi Precast beserta bagian pembuatannya dan sekaligus mohon koreksi membangun demi kesempurnaan buku ini di kemudian hari.



**Narotama University Press**  
Jl. Arief Rahman Hakim No. 51 Surabaya 60117  
Telp. (031) 5946404, 5959578 Fax. (031) 5931213  
e-mail: narotamapress@narotama.ac.id

PANDUAN FONDASI FORECASTING



9 78 6026 031488

**KOESPIADI, dkk**

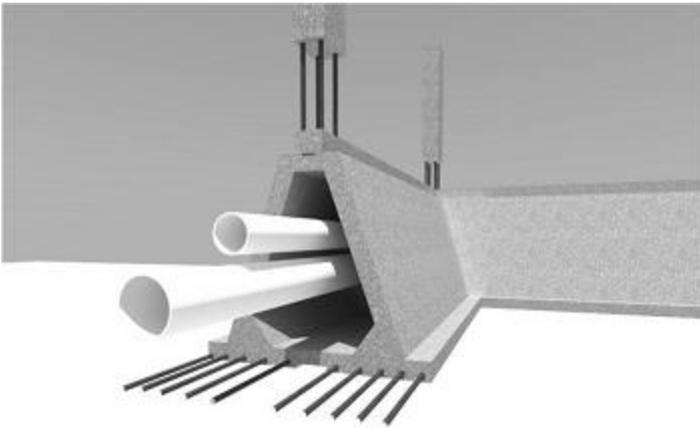


# **PANDUAN PRAKTIS** Pembuatan **FONDASI PRECAST**

Memandu pembaca bisa melakukan pembuatan  
Fondasi pracetak dengan teknik sederhana dan  
bisa dilakukan secara mandiri.

KOESPIADI, dkk

PANDUAN PRAKTIS PEMBUATAN  
**FONDASI PRECAST**



Diterbitkan oleh

**Narotama University Press**



**NAROTAMA University Press**

Pondasi Precast/disusun oleh Koespiadi, dkk  
... [et al.]; editor, Seger S.S

**Copyright © 2016** oleh Koespiadi, dkk

***Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang***

© All Rights Reserved

Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya  
dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari Penerbit

© **Cetakan Pertama: November 2016**

Penyusun : Koespiadi  
Fredy Kurniawan  
Gede Arimbawa  
Sri Wiwoho Mudjanarko  
Nawir Rasidi

Editor : Seger S.S  
Layout/Setting : Gatut Purwantoro  
Design Cover : Gatut Purwantoro

ISBN : **978-602-60314-8-8**

© **HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG**

Diterbitkan oleh **Narotama University Press**  
Jl. Arief Rachman Hakim No.51 Surabaya 60117  
Telp: 031-5946404, 5995578 Fax: 031-5931213  
Website: [www.narotama.ac.id](http://www.narotama.ac.id)  
Email: [narotamapress@narotama.ac.id](mailto:narotamapress@narotama.ac.id)

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamualaikum, Wr, Wb*

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbil'alamin sebagai ucapan Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Nikmat-Nya, sehingga buku Panduan Pembuatan *Fondasi Precast* dapat diselesaikan.

Ide dasar penyusunan buku ini adalah bagaimana membuat pembaca bisa melakukan pembuatan Fondasi pracetak dengan teknik sederhana dan bisa dilakukan secara mandiri.

Buku ini juga dibuat sebagai salah satu perwujudan *output* Hibah Ristek Dikti Tahun Anggaran I 2016 Skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Universitas Narotama yang membahas tentang perancangan dan analisis fondasi beton pracetak.

Pada kesempatan yang baik ini tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor dan Pimpinan LPPM Universitas Narotama, Politeknik Negeri Malang atas kerjasama penggunaan laboratorium Teknik Sipil untuk tes fondasi khususnya rekan kami Dr. Nawir Rasidi ST., MT, yang membantu pelaksanaan selama uji fondasi di

laboratorium. Tak lupa untuk mahasiswa teknik sipil yang berperan serta dalam pembuatan fondasi *precast* dari awal desain sampai pembuatan di laboratorium khususnya Sistu, Irvan dan Raditya.

Tim Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya Fondasi *Precast* beserta bagian pembuatannya dan sekaligus mohon koreksi mem-bangun demi kesempurnaan buku ini di kemudian hari.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Surabaya, Nopember 2016

Tim Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>Bab 1</b> Pendahuluan .....	1
<b>Bab 2</b> Jenis Fondasi .....	5
<b>Bab 3</b> Desain Model Fondasi.....	17
<b>Bab 4</b> Peralatan yang digunakan .....	23
<b>Bab 5</b> Bekisting Fondasi .....	27
<b>Bab 6</b> Mix Desain Beton .....	31
<b>Bab 7</b> Uji Tekan .....	43
<b>Bab 8</b> Paper Publikasi .....	57
Semnas ATPW .....	57
Seminter UIN .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Box Culvert .....	4
Gambar 2.1 Fondasi Batu Kali .....	6
Gambar 2.2 Fondasi Plat Beton .....	7
Gambar 2.3 Fondasi Bored Pile .....	10
Gambar 2.4 Fondasi Sosial .....	11
Gambar 2.5 Fondasi Tiang Pancang .....	13
Gambar 3.1 Protipe Fondasi Kertas .....	17
Gambar 3.2 Isometri Prototype Fondasi .....	19
Gambar 3.3 Prototype Fondasi I .....	19
Gambar 3.4 Prototype Fondasi II .....	20
Gambar 3.5 Prototype Fondasi III .....	20
Gambar 5.1 Desain Cetakan Bekisting .....	27
Gambar 5.2 Cetakan Bekisting & Wire Mesh I .....	28
Gambar 5.3 Cetakan Bekisting & Wire Mesh II .....	29
Gambar 5.4 Cetakan Bekisting Dari Plat Besi .....	30
Gambar 6.1 Komposisi Campuran Beton .....	35
Gambar 6.2 Percobaan Pengukuran Nilai Slump Beton .....	39
Gambar 6.3 Pencampuran Material Beton .....	42
Gambar 6.4 Pemasangan/Perojokan Beton .....	42
Gambar 7.1 Persiapan Uji Tekan I .....	50
Gambar 7.2 Persiapan Uji Tekan II .....	51
Gambar 7.3 Persiapan Uji Tekan III .....	51

Gambar 7.4 Persiapan Uji Tekan IV .....	52
Gambar 7.5 Persiapan Uji Tekan V .....	53
Gambar 7.6 Persiapan Uji Tekan VI .....	53
Gambar 7.7 Persiapan Uji Tekan VII .....	54
Gambar 7.8 Pencatatan Dial Pressure Pump Uji Tekan .....	54
Gambar 7.9 Tim Laborat .....	55
Gambar 7.10 Ketakan Fondasi Sisi Dinding Bagian Bawah ..	56
Gambar 7.11 Keretakan Fondasi Bagian Dalam Dasar .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Peralatan Keselamatan Kerja .....	23
Tabel 4.2 Peralatan Kerja .....	24
Tabel 4.3 Bahan Pembuatan <i>Precast</i> .....	25
Tabel 6.1 Harga slump .....	39
Tabel 6.2 Berat Volume Beton Segar (ASTM C 138-77) .....	41
Tabel 7.1 Hasil Pengujian Fondasi .....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pembangunan konstruksi bangunan rumah yang berkembang saat ini di Indonesia senantiasa mengikuti perkembangan bagian konstruksi bangunan yang ada di pasaran. Ada beberapa ragam bagian konstruksi rumah yang ada hingga dapat terwujudnya suatu bangunan rumah. Salah satu bagian konstruksi bangunan rumah adalah fondasi. Fondasi merupakan bagian penting dari konstruksi bangunan.

Hal ini disebabkan karena fondasi memikul beban seluruh bangunan untuk bisa disebarkan ke tanah secara merata. Fondasi yang kurang baik secara struktur akan mengurangi kekuatan bangunan yang ada dibawahnya.

Fondasi yang digunakan pada sebagian masyarakat di Indonesia masih berupa fondasi yang tersusun dari batu kali dengan perekat mortar semen dan ada beberapa masyarakat yang sudah menggunakan fondasi beton khususnya pracetak.

Pemasangan fondasi batu kali sangat mudah dan material yang digunakan masih cukup tersedia beberapa lokasi di Indonesia. Fondasi batu kali tidak perlu dilakukan penggalian tanah terlalu dalam dikarenakan penggunaannya masih terbatas bangunan sederhana dan bukan bangunan bertingkat banyak.

Tenaga trampil yang mengerjakan cukup tersedia dan tidak terlalu membutuhkan keahlian khusus. Sedangkan fondasi beton pracetak tidak banyak digunakan disebabkan salah satu alasannya terlalu mahal dan membutuhkan tenaga terampil.

## **Permasalahan**

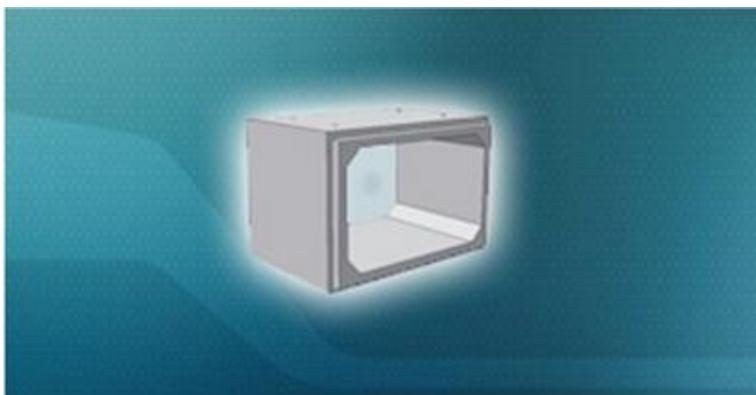
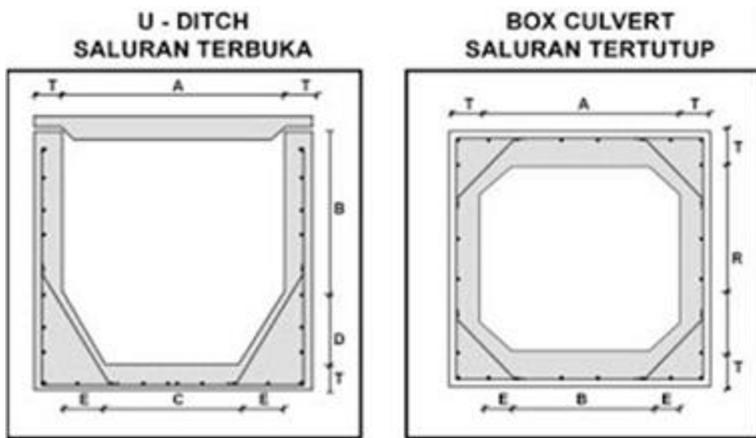
Permasalahan dilakukan pembuatan fondasi pracetak ini adalah:

1. Antisipasi kelangkaan tenaga kerja
2. Antisipasi kebutuhan/kesulitan penggunaan batu kali dalam jumlah besar

3. Transportasi cukup mudah
4. Praktis
5. Dapat dikerjakan di dalam pabrikasi
6. Pelaksanaan mudah
7. Dapat dikerjakan dalam skala besar
8. Dapat diaplikasi pada daerah yang miskin SDM maupun material
9. Mudah dilakukan pengembangan menyesuaikan kebutuhan.
10. Dan lain sebagainya.

Pembuatan fondasi pracetak ini terinspirasi dari pembuatan dan pemakaian konstruksi saluran air yang terbuat dari beton (box culvert) dimana pemakaian box culvert sudah sangat umum digunakan didalam mengatasi saluran air dan kuat.

Box Culvert adalah beton bertulang pracetak berbentuk segi empat yang memiliki spigot dan socket. Kegunaan spigot dan socket adalah untuk mencegah masuknya air tanah dan tetap menyatu pada saat terjadi pergeseran tanah. Box culvert umumnya digunakan untuk saluran Drainase dan untuk ukuran yang lebih besar dipergunakan sebagai terowongan jalan ataupun jembatan.



**Gambar 1.1** Box Culvert

Sumber <http://www.mandiri-beton.com/2013/02/box-culvert.html>

## BAB II

# JENIS FONDASI

Berdasarkan elevasi galian kedalaman Fondasi maka dibedakan menjadi Fondasi dangkal (*shallow foundation*) dan Fondasi dalam (*deep foundation*) (Das, 1998).

### 1. Fondasi Dangkal

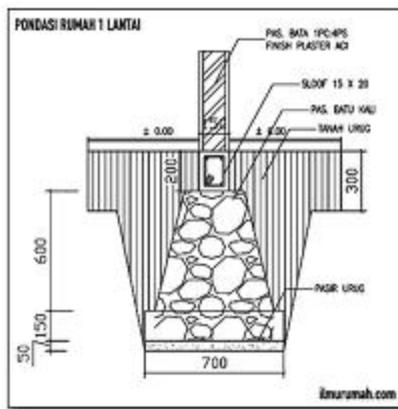
Fondasi jenis ini biasanya dilaksanakan pada tanah dengan kedalaman tanah tidak lebih dari 3 meter atau sepertiga dari lebar alas Fondasi.

Dengan kata lain, Fondasi ini diterapkan pada tanah yang keras atau stabil yang mendukung struktur bangunan yang tidak terlalu berat dan tinggi, dengan kedalaman tanah keras kurang dari 3 meter.

Fondasi dangkal tidak disarankan untuk dilaksanakan pada jenis tanah yang kurang stabil atau memiliki kepadatan

tanah yang buruk, seperti tanah bekas rawa/gambut. Bila kondisi memaksa untuk dilaksanakan pada tanah yang kurang stabil, harus diadakan perbaikan tanah terlebih dahulu, dengan sistem memakai cerucup/tiang pancang yang ditanam dibawah pondasi.

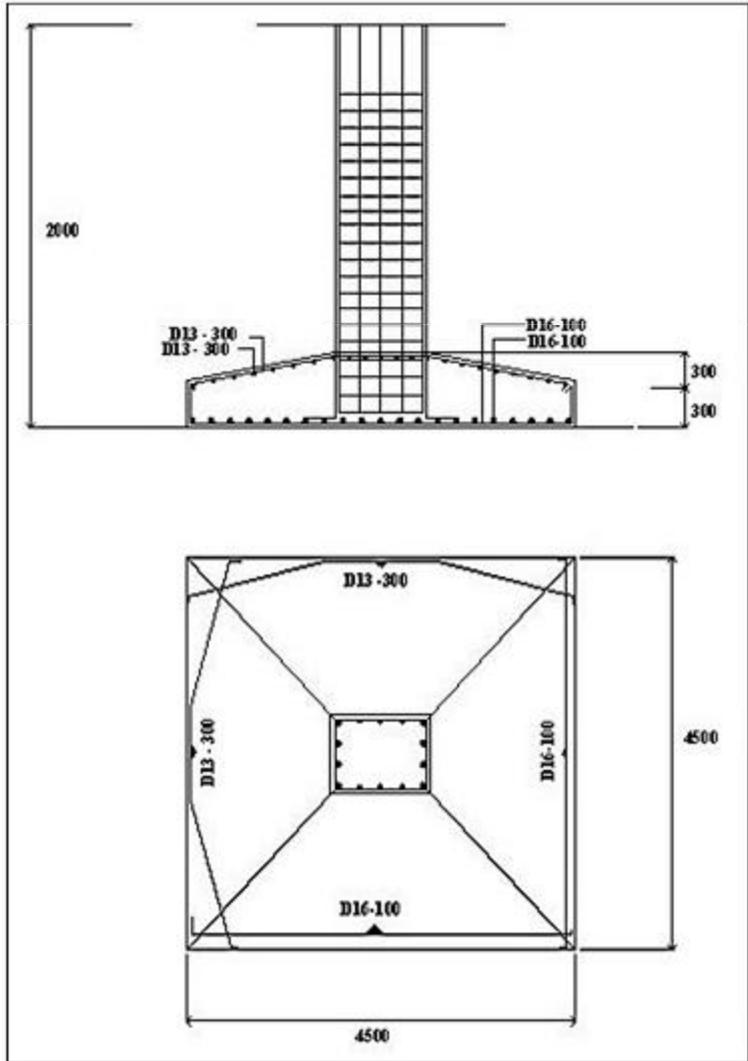
Metode perbaikan tanah yang lain misalnya menggunakan material membran geotextile yang beragam macam dan fungsinya sehingga dapat mengurangi kelemahan jenis tanah yang kurang stabil.



Gambar 2.1 Fondasi Batu Kali

Sumber <http://www.bangunrumah.com/Fondasi-rumah-1-lantai>

Biasanya pemakaian membran geotextile digunakan pada pembangunan jalan raya, bangunan *basement* dan bangunan yang terletak di daerah yang Struktur tanahnya kurang stabil.



**Gambar 2.2** Fondasi Plat Beton

*Sumber <http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html>*

## **2. Fondasi Dalam**

Fondasi dalam adalah fondasi yang didirikan permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar fondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Fondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3m di bawah elevasi permukaan tanah.

Fondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk fondasi tiang pancang, dinding pancang dan caissons atau fondasi kompensasi. Fondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari.

### **a. Fondasi Dalam Bored Pile**

Fondasi Bored Pile adalah bentuk fondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Fondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat khusus.

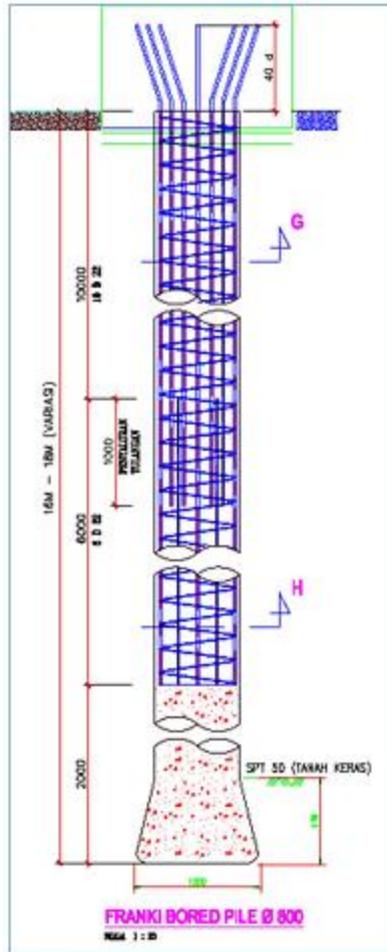
Setelah mencapai kedalaman yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi Fondasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang sudah di bor tersebut.

Pekerjaan Fondasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kesing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kesing tersebut dikeluarkan kembali.

Sistem kerja Fondasi ini hampir sama dengan Fondasi Pile (Tiang Pancang), yaitu meneruskan beban struktur bangunan diatas ke tanah dasar dibawahnya sampai kedalaman tanah yang dianggap kuat (memiliki daya dukung yang cukup). Untuk itu diperlukan kegiatan sondir sebelumnya, agar daya dukung tanah dibawah dapat diketahui pada kedalaman berapa meter yang dianggap memadai untuk mendukung konstruksi diatas yang akan dipikul nantinya.

Jenis Fondasi ini cocok digunakan untuk lokasi pekerjaan yang disekitarnya rapat dengan bangunan orang lain, karena proses pembuatan Fondasi ini tidak menimbulkan efek getar yang besar, seperti pembuatan

Fondasi Pile (Tiang Pancang) yang pemasangannya dilakukan dengan cara pukulan memakai beban/hammer.

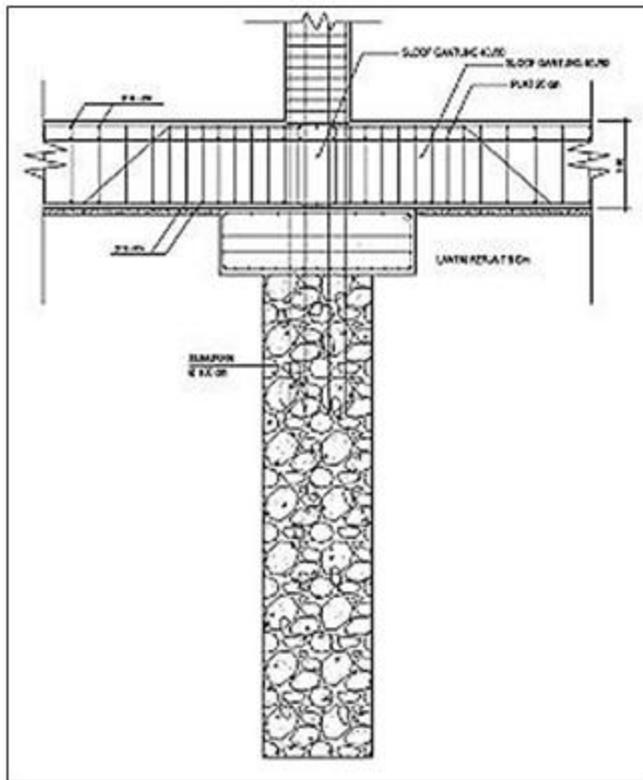


**Gambar 2.3** Fondasi Bored Pile

Sumber <http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html>

## b. Fondasi Dalam Sumuran

Fondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara Fondasi dangkal dan Fondasi tiang. Fondasi sumuran sangat tepat digunakan pada tanah kurang baik dan lapisan tanah kerasnya berada pada kedalaman lebih dari 3m.



**Gambar 2.4** Fondasi Sosial

Sumber <http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html>

Diameter sumuran biasanya antara 0.80-1.00m dan ada kemungkinan dalam satu bangunan diameternya berbeda-beda, ini dikarenakan masing-masing kolom berbeda bebannya.

Disebut Fondasi Sumuran, karena dalam pengerjaannya membuat lubang-lubang berbentuk sumur. Lobang ini digali hingga mencapai tanah keras atau stabil. Sumur-sumur ini diberi buis beton dengan ketebalan kurang lebih 10cm dengan pembedaan.

Dasar dari sumur dicor dengan ketebalan 40cm sampai 1,00m, di atas coran tersebut disusun batu kali sampai dibawah 1,00m buis beton teratas. Ruang kosong paling atas dicor kembali dan diberi angker besi, yang gunanya untuk mengikat plat beton di atasnya.

Plat beton ini mirip dengan Fondasi plat setempat, yang fungsinya untuk mengikat antar kolom yang disatukan oleh *sloof* beton.

### c. **Fondasi Tiang Pancang**

Penggunaan Fondasi tiang pancang sebagai Fondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang

bekerja padanya atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman lebih dari 8 meter.

Fungsi dan kegunaan dari fondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.



**Gambar 2.5** Fondasi Tiang Pancang

*Sumber <https://mulyadibjlpile.wordpress.com/tiang-pancang-di-kalimantan-timur/#jp-carousel-36>*

### **Tiang Pancang umumnya digunakan untuk:**

- Mengangkat beban-beban konstruksi diatas tanah kedalam atau melalui sebuah stratum/lapisan tanah. Didalam hal ini beban vertikal dan beban lateral bolch jadi terlibat.
- Menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah dibawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling.
- Memampatkan endapan-endapan tak berkohesi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
- Mengontrol lendutan/penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
- Membuat tanah dibawah Fondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut.
- Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan atau pir, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.

- Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melalui air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagian dan yang terpengaruh oleh baik beban vertikal (dan tekuk) maupun beban lateral.

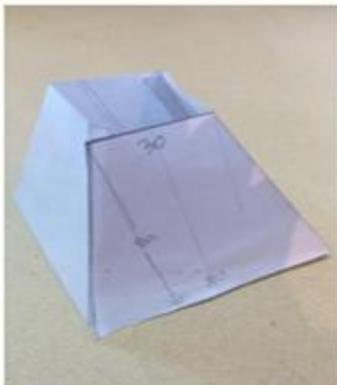


# BAB III

## DESAIN

### MODEL FONDASI

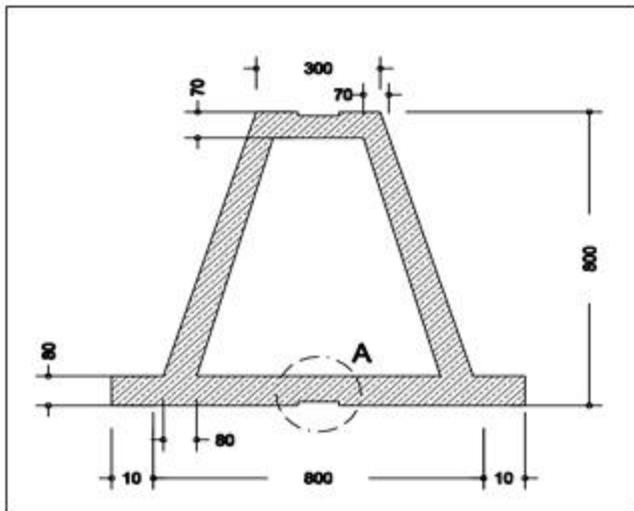
Dalam pembuatan fondasi *precast* ini diawali dengan pembuatan model desain fondasi secara manual dengan menggunakan bahan kertas karton dengan ukuran menyesuaikan ukuran saat dilakukan pelaksanaan pengecoran seperti terlihat pada Gambar 3.1 di bawah ini :

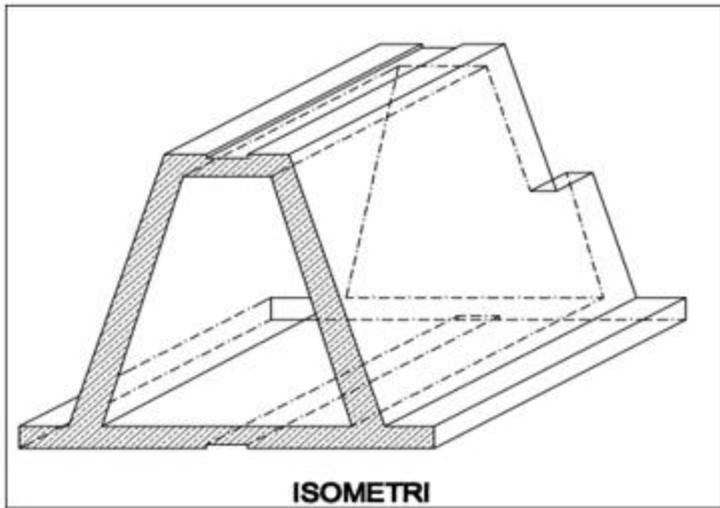




**Gambar 3.1** Protipe Fondasi Kertas

Dalam pembuat desain fondasi ini diawali dengan konsep desain yang dilakukan dengan cara menggambar terlebih dahulu dengan bantuan software gambar Autocad dan menghasilkan gambar isometri desain prototype fondasi pracetak seperti dibawah ini :



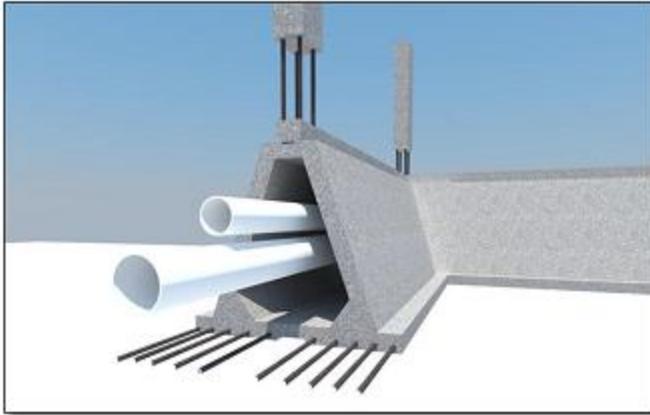


**Gambar 3.2** Isometri Prototype Fondasi

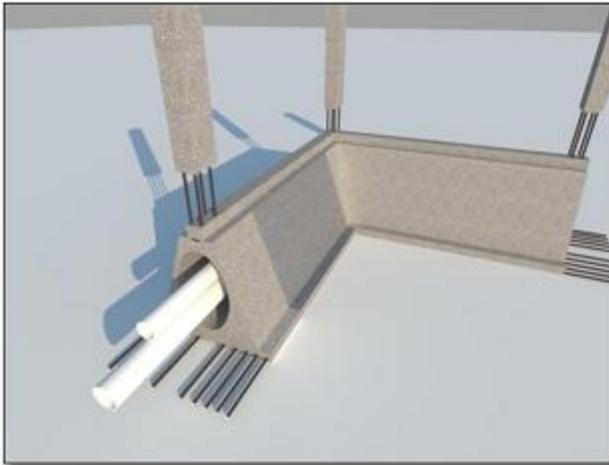
Selain itu untuk membuat gambar tampak terlihat seperti aslinya juga dilakukan penggambaran dalam format 3D (tiga dimensi) seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.3** Prototype Fondasi 1



**Gambar 3.4** Prototype Fondasi 2



**Gambar 3.5** Prototype Fondasi 3

Pada Gambar 3.2, 3.3, 3.4 di atas telah disiapkan 3 *prototype* fondasi pracetak dengan model yang berbeda.

*Prototype 1* terlihat lobang fondasi bagian sisi dalam bawah tampak terlihat tidak ada perkuatan, *prototype 2* pada bagian sisi dalam sudah ada perkuatan dan *prototype 3* bagian lobang berupa bulatan lonjong.

Pembuatan lubang ini akan memperingan fondasi tanpa mengurangi kekuatan sekaligus dapat digunakan sebagai sarana utilitas yang lain seperti pipa pemakaian air bersih maupun pembuangan air kotor.



## BAB IV

# PERALATAN YANG DIGUNAKAN

Dalam pembuatan fondasi *precast* ini membutuhkan peralatan sebagai berikut:

### a. Peralatan Keselamatan Kerja

**Tabel 4.1** Peralatan Keselamatan Kerja

No	Gambar	Nama	Fungsi
1		Helmet Safety	Melindungi kepala dari benda-benda keras
2		Sarung Tangan	Melindungi tangan dari lecet dan sebagainya

3		Kacama Safety	Berguna sebagai pelindung mata saat sedang bekerja. Alat ini melindungi mata dari partikel-partikel kecil, debu, radiasi, atau sinar yang menyilaukan
---	---	---------------	---

b. Peralatan Kerja

**Tabel 4.2** Peralatan Kerja

No	Gambar	Nama	Fungsi
1.		Cangkul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggali tanah</li> <li>• Memindahkan tanah</li> <li>• Mengaduk adukan semen</li> </ul>
2.		Meteran	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk pengukuran</li> </ul>
3.		Gergaji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memotong kayu</li> </ul>
4.		Palu / Martil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat patok</li> <li>• Pemukul</li> </ul>

5.		Sekop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memindahkan tanah atau pasir</li> </ul>
6.		Roskam Besi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penghalus tembok, cor, dan semen</li> </ul>
7.		Gerobak Sorong	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengangkut bahan atau material pekerjaan</li> <li>• Mengangkut limbah konstruksi atau sampah</li> </ul>
8.		Mesin Molen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengaduk Bahan Grouing</li> </ul>
9.		Vibrator (perojok)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meratakan adukan</li> </ul>

c. Bahan pembuatan precast

Tabel 4.3 Bahan pembuatan precast

No	Gambar	Nama	Fungsi
1.		Kayu Multipleks 12mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk cetakan</li> </ul>

2.		Besi Wire Mesh ukuran M6	• Pembersian Pondasi
----	---	-----------------------------	----------------------

## BAB V

# BEKISTING FONDASI



**Gambar 5.1** Desain Cetakan Bekisting

Pembuatan bekisting fondasi precast ini menggunakan material tripleks dengan ketebalan 12 mm dengan dimensi

ketinggian 80cm, lebar atas 25cm dan lebar bawah 80cm seperti terlihat pada Gambar 5.1.

Penggunaan material tripleks digunakan selama aplikasi di laboratorium Polinema Malang dengan alasan lebih cepat dan murah sehingga bisa dilakukan percobaan pembuatan fondasi *precast*.



**Gambar 5.2** Cetakan Bekisting & Wire Mesh I

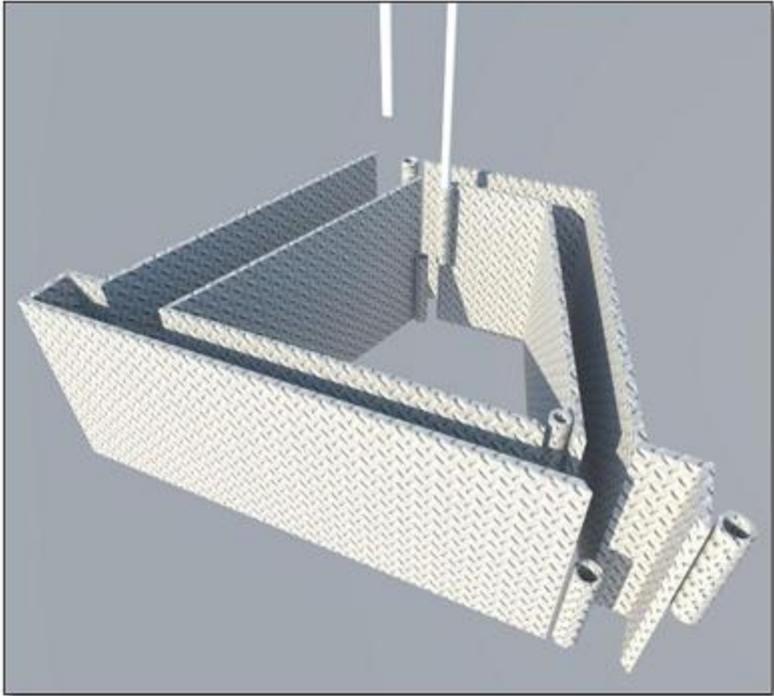
Setelah pekerjaan bekisting siap dan sudah jadi, disiapkan juga perakitan pembesian dimana material besi yang digunakan bertipe *wiremesh* ukuran M6. Penggunaan material *wiremesh* ini memungkinkan lebih cepat perakitannya karena perakitan sudah dilakukan di pabrikasi seperti terlihat Gambar 5.2.



**Gambar 5.3** Cetakan Bekisting & Wire Mesh II

Di sisi lain telah disiapkan desain bekisting yang terbuat dari besi plat dengan harapan penggunaan desain plat besi akan dimungkinkan pemakaian uji coba fondasi precast secara berulang-ulang sehingga akan menekan harga pembuatan fondasi precast.

Cetakan yang terbuat dari plat besi bisa dibuka tutup dengan cara diberi koneksi sambungan engsel sehingga beton precast yang sudah jadi dapat dilepas dari cetakan dengan kondisi bagus dan bekisting dapat digunakan kembali seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 5.4** Cetakan Bekisting Dari Plat Besi

# BAB VI

## TEORI DAN PEMBUATAN BETON

### A KOMPOSISI BETON

#### Beton

Beton terbuat dari agregat/kerikil, semen, dan air yang dicapau menjadi satu kesatuan membentuk mortar beton. Agregat/kerikil dari *coarse aggregate* yang berupa kerikil dengan butiran >5 mm dan pasir halus (*fine Sand*)

#### 1. Agregat/Kerikil

##### Agregat/kerikil Halus

Agregat kerikil halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang

dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini yang dihasilkan oleh alat pemecah batu berukuran 0,075-5 mm dan meliputi pasir kasar (coarse sand) dan pasir halus

### **Agregat kasar**

Agregat kasar bias juga disebut kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diroleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya berukuran antara 5-40 mm

## **2. Semen Portland (*Portland Cement*)**

Bahan pengikat hidrolisis yang paling utama adalah semen Portland, disebut pengikat hidrolisis karena semen Portland akan mengikat (silat adesi dan kohesi) apabila diberi air dan kemudian terjadi reaksi kimia (proses hidrasi) yang bermula dari pasta semen yang plastis menjadi kaku dan keras.

Semen *Portland* hidrolisis dihasilkan dengan cara mengcliling halus klingker (mineral pembentuk semen), terutama dari silikat-silikat

kalsium yang bersifat hidrolisis dan gips sebagai bahan pembantu.

Sesuai dengan tujuannya, semen Portland, terbagi dalam 5 jenis yaitu :

Tipe I, yaitu untuk konstruksi secara umum.

Tipe II, yaitu untuk konstruksi secara umum terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

Tipe III, yaitu untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi

Tipe IV, yaitu konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Tipe V, yaitu untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

### 3. Air

Air yang digunakan air yang dapat diminum. Jumlah air yang dipergunakan sebagai bahan pereaksi dalam campuran beton dan perawatannya harus bebas dari minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik, bahan-bahan yang dapat merusak beton dan zat-zat reaktif lainnya (pH 6,8–7).

Dalam hal ini sebaiknya dipakai untuk membuat adonan/cetakan harus tepat dengan perbandingan berat atau isi sesuai dengan yang telah direncanakan.

## **B. Pelaksanaan Campuran Beton**

Pembuatan campuran beton (ASTM C 192-90a)

### **1. Tujuan**

Membuat campuran beton berdasarkan analisa agregat/kerikil dan semen dari percobaan terdahulu.

### **2. Peralatan**

Adapun peralatan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan campuran beton ini ialah sebagai berikut :

1. Timbangan 100 kg.
2. Takaran air.
3. Ember.
4. Cetok.
5. Mollen.

### 3. Bahan

Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan campuran beton ini, sebagai berikut :

1. Semen Portland type I ( S550 ).
2. Pasir.
3. Batu pecah.
4. Air.
5. Bak tempat adonan basah.



**Gambar 6.1** Komposisi campuran Beton

### 4. Prosedur Pelaksanaan

1. Siapkan semua bahan yang dibutuhkan sesuai dengan hasil perbandingan campuran beton dalam keadaan asli.

2. Mollen diisi air secukupnya ( sekedar membasahi molen tersebut ).
3. Masukkan batu pecah dan  $\frac{3}{4}$  bagian dari air, setelah semua batu pecah terbasahi dengan rata lalu masukkan semen disusul pasir.
4. Masukkan air sisanya tadi dan aduk sampai rata ( mollen diputar ).
5. Setelah campuran beton homogen ( 5 menit ) campuran tersebut dapat dikeluarkan dari molen dan ditempatkan di bak.

## 5. Pencampuran Beton

Kebutuhan bahan untuk pembuatan 30 benda uji:

1. Untuk benda uji ukuran  $\emptyset 10 - 20$

$$15 \times \emptyset 10 - 20$$

$$V1 - 15 \times 0,25 \times 3,14 \times (10 \times 10) \times 20$$

$$= 23550 \text{ cm}^3$$

2. Untuk benda uji ukuran  $\emptyset 15 - 30$

$$15 \times \emptyset 15 - 30$$

$$V2 - 15 \times 0,25 \times 3,14 \times (15 \times 15) \times 30$$

$$= 79481 \text{ cm}^3$$

Jadi, volume total :

$$\begin{aligned}\sum V &= V_1 + V_2 \\ &= 2355 \quad 7948 - 10303 \text{ cm}^3 - 0,103\text{m}^3\end{aligned}$$

Volume yang dibutuhkan ditambah dengan 1,7% dari volume total

$$\begin{aligned}V' &= \Delta V + \sum V \\ &= 1,7\% + 0,103 \\ &= 0,120 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Berat bahan yang dibutuhkan:

- a. Semen  $= 0,120 \times 365 = 43,80 \text{ kg}$
- b. Pasir  $= 0,120 \times 686,84 = 82,42 \text{ kg}$
- c. Batu pecah  $= 0,120 \times 1158,03 = 138,96 \text{ kg}$
- d. Air  $= 0,120 \times 215,13 = 25,82 \text{ kg}$

Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan ditimbang berdasarkan komposisi diatas, segera masukkan ke dalam molen. Langkah – langkah bahan yang dimasukkan molen :

1. Batu pecah  $\frac{3}{4}$  bagian air.
2. Semen + Pasir.
3. Sisa air.

## C. Slump Test ( ASTM C 143-78 )

### 1. Tujuan

Untuk mengukur *workability* (kemampuan dikerjakan) dari campuran beton.

## 2. Peralatan

- Tabung kerucut besi (tabung Abraham).
- Alat perojok diameter 16 mm dan panjang 60 cm.
- Mistar.
- Plat baja.

## 3. Bahan

Beton segar.

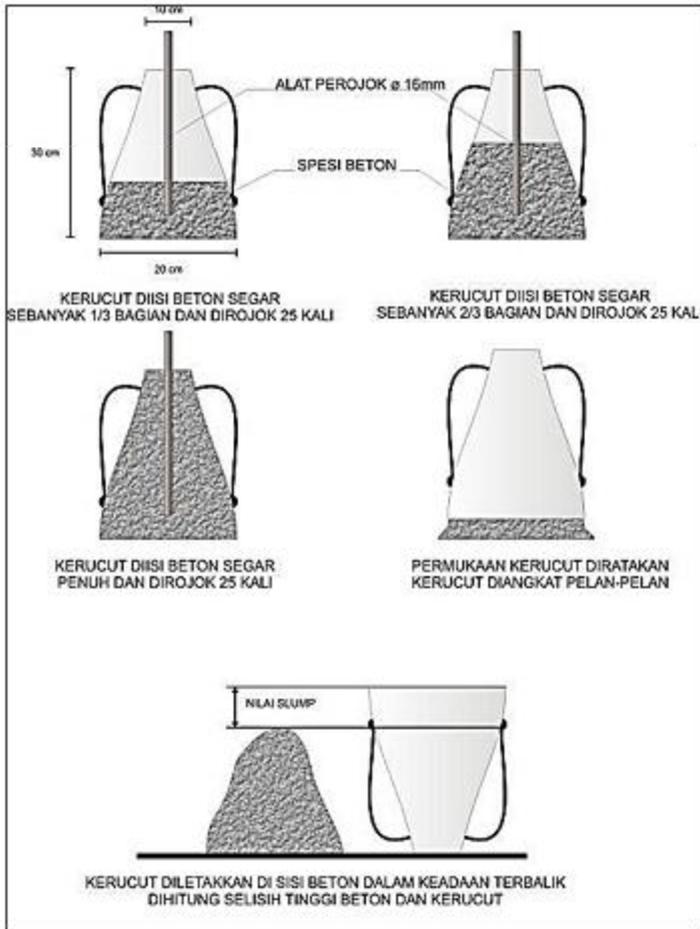
## 4. Prosedur Pelaksanaan

- a. Kerucut **dibasahi** bagian **dalamnya**, **disiapkan diatas** plat baja.
- b. Beton **dimasukkan dalam** kerucut secara bertahap, 1/3 bagian I,II, dan III dirojok masing – masing 25 kali.
- c. **Setelah** penuh beton **diratakan permukaannya**.
- d. Kerucut kita angkat **pelan-pelan** secara vertikal **tanpa gaya horizontal dan torsi**, biarkan selama 30 detik.
- e. Kerucut kita **letakkan** di sisi beton dalam keadaan **terbalik**, dan dengan **menggunakan** mistar ukur selisih tinggi beton dan kerucut, dimana nilai tersebut merupakan harga slump.

## Data hasil percobaan

Percobaan nomor	1	2
Harga slump (mm)	70	75

Harga slump rata-rata =  $(70 + 75)/2 = 72,5$  mm



**Gambar 6.2** Percobaan Pengukuran Nilai Slump Beton

## **C. BERAT VOLUME BETON SEGAR (ASTM C 138-78)**

### **1. Tujuan**

Untuk mengetahui berat volume beton segar.

### **2. PERALATAN**

1. Takaran dengan volume 10 liter.
2. Alat perojok.
3. Cctok mason.
4. Timbangan 100 kg.

### **3. Bahan**

Bahan yang digunakan ialah beton segar.

### **4. Prosedur Pelaksanaan**

- a) Timbang takaran kosong.
- b) setelah campuran beton benar-benar homogen, ambil sebagian dan masukkan ke dalam takaran.
- c) Takaran diisi semen 1/3 bagian dan dirojok 25 kali, demikian hingga penuh tiap 1/3 bagian dirojok 25 kali.
- d) Ratakan permukaan takaran.
- e) Timbang beratnya.

## Data Hasil Percobaan

Tabel 6.2 Berat volume beton segar (ASTM C 138-77)

Percobaan Nomor	1
Berat silinder (w1) (gr)	680
Berat beton+silinder (w2) (gr)	3080
Volume silinder (V) (lt)	10
<b>Berat volume = (w2-w1)/V (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,40</b>

*Kesimpulan* : berat volume beton segar ialah sebesar - 2,40 gr/cm<sup>3</sup>

Pada gambar 18 terlihat dilakukan pencampuran beton dan adonan dilakukan menggunakan mesin molen agar campuran merata sekaligus dihasilkan campuran beton yang merata.

Setelah dirasa cukup pencampuran beton, adonan yang sudah merata tersebut dipindahkan dan dimasukkan ke cetakan/bekisting fondasi pracetak (gambar 19).

Selama didalam penuangan campuran beton ini secara bertahap dilakukan perojokan menggunakan mesin vibrator/ besi rojok ke dalam adonan beton dalam cetakan agar diperoleh hasil beton yang monolit merata.

Beton yang dihasilkan dari hasil vibrator ini akan menghasilkan fondasi pracetak yang baik.



**Gambar 6.3** Pencampuran Material Beton



**Gambar 6.4** Pemadatan/ Perojokan Beton

# BAB VII

## **ANALISIS DAN UJI TEKAN**

### **7.1. Tes Kekuatan Tekan Hancur ( ASTM C 832-75)**

#### **A. Tujuan**

Untuk mengetahui kekuatan tekan hancur beton terhadap pembebanan.

#### **B. Peralatan**

- Timbangan, Pemanas/kompor listrik + media untuk memanaskan belerang.
- Cetakan untuk capping benda uji.
- Mesin Test Hidrolis ( Torsee Universal Testing Machine ).
- Tokyo testing Machine MFG CO.,LTD.  
Type: RAT-200

CAP : 200 TF

MFG no : 20380

Date : May, 1981

### **C. Bahan**

- Belerang.
- Oli.
- Beton uji berbentuk silinder diameter 15 cm. Tinggi 30 cm sebanyak 15 buah dan silinder diameter 10 cm tinggi 20 cm.

### **D. Prosedur Pelaksanaan**

Tes kekuatan tekan hancur dilaksanakan saat benda uji berumur 3,7,14,21 dan 28 hari. Sebelum dites diukur dimensinya (tinggi dan diameter) terlebih dahulu dan ditimbang beratnya. Siapkan cetakan untuk capping benda uji kemudian diolesi dengan oli agar belerang tidak menempel pada alat perata tersebut.

Tuang belerang cair ke cetakan untuk capping benda uji, setelah itu benda uji beton diletakkan dalam cetakan tersebut dan tekan lalu tunggu sampai kira-kira belerang telah mengeras dan melekat

dengan beton kemudian angkat. Permukaan yang ditemplei belerang adalah permukaan beton yang kasar.

Lalu lakukan pengtesan benda uji pada alat tekan Mesin Tes Hidrolis, dengan permukaan yang rata sebagai bidang yang akan dibebani. Gerakkan tuas berwarna merah keatas dan tekan tombol penggerak ke posisi on. Matikan tombol penggerak pada saat beton pecah (jarum sudah tidak bergerak lagi). Untuk mengambil kembali benda uji, gerakkan tuas ke bawah sehingga benda uji terlepas dari jepitan.

Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dihitung luas permukaan lingkarannya.

$$\begin{aligned} & \text{Sehingga luas permukaan yang dibebani ialah} \\ & - \frac{1}{4} (3,14 * 15 \text{cm} * 15 \text{cm}) \\ & = 176,625 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Sedangkan untuk silinder dengan diameter 10} \\ & \text{cm luas permukaan yang dibebani ialah} \\ & - \frac{1}{4} (3,14 * 10 * 10) \\ & - 78,540 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Rumus :  $\sigma_b' = P/A$ ,

dimana

$\sigma_b'$  : Kuat tekan hancur spesimen individu

P : Beban

A : Luas penampang yang dibebani

## E. PERHITUNGAN

Rata-rata benda uji umur 3 hari

$$f'_{cr} = \frac{17.92+19.53+20.97+16.974+15.73+19.60}{6} =$$

18.45 MPa

Rata-rata benda uji umur 7 hari

$$f'_{cr} = \frac{28.51 + 29.84 + 25.18 + 22.97 + 28.21 + 28.96}{6}$$
$$= 27.28 \text{ MPa}$$

Rata-rata benda uji umur 14 hari

$$f'_{cr} = \frac{33.84 + 29.62 + 29.62 + 25.71 + 31.95 + 26.71}{6}$$
$$= 29.58 \text{ MPa}$$

Rata-rata benda uji umur 21 hari

$$f'_{cr} = \frac{31.51 + 31.07 + 35.28 + 29.96 + 31.70 + 30.95}{6}$$
$$= 31.74 \text{ Mpa}$$

Rata-rata benda uji umur 28 hari

$$f'_{cr} = \frac{38.83 + 35.84 + 33.06 + 28.71 + 30.45 + 26.21}{6}$$

$$= 32.18 \text{ MPa}$$

**Faktor korelasi umur (fku):**

$$\text{Umur 3-28 hari } fku \text{ 3 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 3 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{18.451}{32.183} = 0.57$$

$$\text{Umur 7-28 hari } fku \text{ 7 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 7 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{27.278}{32.183} = 0.85$$

$$\text{Umur 14-28 hari } fku \text{ 14 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 14 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{29.576}{32.183} = 0.92$$

$$\text{Umur 21-28 hari } fku \text{ 21 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 21 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{31.744}{32.183} = 0.99$$

$$\text{Umur 28 hari } fku \text{ 28 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 28 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{32.183}{32.183} = 1$$

## Hasil Pengujian Fondasi di Laboratorium

Tabel 7.1 Hasil Pengujian Fondasi

No	Benda Uji	Berat (kg)	Kekuatan Maks (kg)	Landutan Vertikal (mm)		
				TR – 1	TR – 2	Rata-rata
1	M 1 – A	253	27.514	2.97	3.45	3.21
2	M 1 – B	236	28.557	3.03	4.99	4.01
3	M 2 – A	239	26.682	2.83	3.40	3.40
Rata-rata		242,3	27.582			3.44

## 7.2. Beban vertikal yang diterima pondasi

Setelah melihat analisa dan hasil perhitungan diatas serta hasil uji tanah maka, dapat kita keluarkan beberapa besaran antara lain ;

Gaya vertikal yang bekerja pada fondasi = 1624,82 kg/m

Momen maks yang terjadi (M gempa + angin) = 2004,14kgm

Momen maks yang terjadi ( M gempa ) = 1313,35 kgm

$q_a$  = jumlah hambatan lekat = 19,8 kg/cm<sup>2</sup>

$q_{all}$  = kapasitas daya dukung ijin = 0,384 kg/cm<sup>2</sup>

Dari hasil pengujian fondasi yang dilakukan, beban merata (maksimum) yang dapat diterima oleh fondasi adalah sebagai berikut ;

M 1 - A = 27.514 kg

M 1 - B = 28.557 kg

M 2 - A = 26.682 kg

Dari pengujian tersebut didapat hasil rata-rata sebesar = 27.582 kg. Jika kita perhatikan kekuatan maksimum antara M 1 dan M 2 hasilnya sedikit berbeda, hal ini dimungkinkan karena perbedaan jenis penulangan.

Bila kita tinjau grafik yang diberikan oleh strain gauge SG - 1 dan SG — 2 pada benda uji M 1 — A, maka beban maksimum yang besarnya 27.514 kg, ternyata besi telah

melampaui batas leleh. Dari grafik tersebut kita dapat mengambil angka sebelum tulangan mengalami batas leleh. Angka yang didapat adalah sekitar 19.000 - 20.000 kg. Kita ambil angka yang lebih kecil yakni 19.000 kg sebagai dasar perhitungan.

Karena tulangan yang kita gunakan sama maka untuk benda uji M 2 - A, beban sebelum mencapai batas leleh  $\frac{263682}{27.514} \times 19.000 = 18425$  kg. Angka tersebut menunjukkan bahwa regangan yang terjadi pada tulangan berkisar antara 20 - 60 mikron, dengan lendutan arah vertikal rata-rata 2 mm.

Hal ini menunjukkan bahwa regangan yang terjadi pada tulangan belum mencapai maksimum. Regangan maksimum yang terjadi pada tulangan adalah sebesar 1.350 mikron. Perbedaan angka yang ditunjukkan antara 60 dan 1.350 mikron ini, membuktikan bahwa plat beton fondasi yang sebagian lebih tipis kalah (hancur) lebih dulu, sebagai mana diperlihatkan oleh gambar pola retakan.

Selanjutnya kita pergunakan benda uji M 2 - A sebagai bahan bahasan, yang mempunyai kekuatan sebesar 18.425 kg. Dalam hal ini sebelum tulangan melampaui batas leleh. Faktor keamanan kita ambil angka 3. Maka fondasi dengan tipe tulangan

M 2 – A akan mampu menerima beban vertikal merata sebesar  $\frac{18.425}{3} = 6.141$  kg, atau bila dibulatkan – 6.150 kg.

Padahal beban vertikal pada rumah sederhana yang harus diterima oleh fondasi besarnya adalah 1.625 kg, atau momen maksimum yang terjadi sebesar 2004 kgm.

Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan benda uji fondasi pracetak lobang memiliki kekuatan yang berlebih sebesar 3 x lipat, dalam penggunaan sebagai fondasi rumah sederhana. Dengan anggapan bahwa rumah tersebut berdinding bata pasangan ½ bata dan penutup atap genteng.

Pada gambar dibawah ini terlihat persiapan uji fondasi precast dimana fondasi diletakkan pada bangunan uji tekan milik laboratorium Polinema Malang.



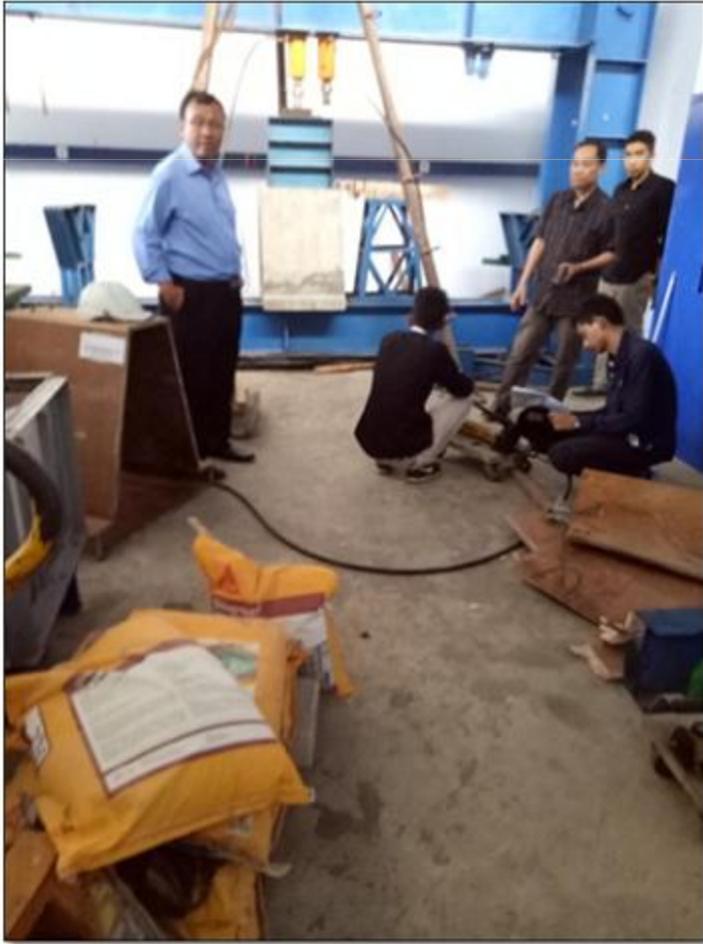
Gambar 7.1 Peletakan Fondasi Uji Tekan



**Gambar 7.2** Peletakan Dial Lentur



**Gambar 7.3** Persiapan Uji Tekan



**Gambar 7.4** Persiapan alat *Pressure*

Pada Gambar 7.5 posisi fondasi sudah diletakkan persis di tumpuan tekan hidrolis , dipasang alat ukur lendut (Gambar 7.6) dan siap dilakukan uji tekan maupun lendut.



**Gambar 7.5** Presisi Alat Uji Tekan



**Gambar 7.6** Persiapan Alat Lentur

Persiapan uji fondasi ini melibatkan sebagian mahasiswa teknik sipil Universitas Narotama sekaligus sebagai pembelajaran selama di laboratorium seperti terlihat pada Gambar 7.7.

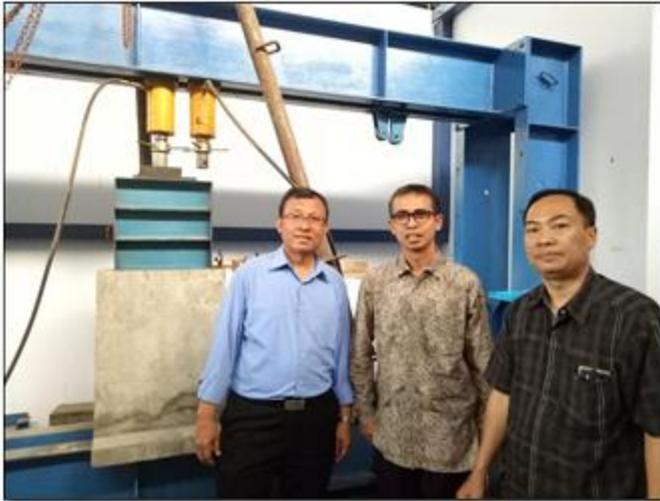


**Gambar 7.7** Pelibatan Mahasiswa



**Gambar 7.8** Pencatatan Dial Pressure Pump Uji Tekan

Pada Gambar 7.8 terlihat pencatatan pengukuran uji tekan menggunakan hand pressure pump ex linerpac. Di dalam penelitian ini melibatkan tim laboratorium Polinema Malang sehingga hasil uji coba tes tekan ini bisa dilakukan saling kontrol dan dihasilkan uji coba yang lebih baik.



**Gambar 7.9** Tim Laborat

Dari hasil coba uji tekan ini diperoleh hasil yang cukup baik dimana fondasi dapat digunakan dalam arti mampu menerima beban pikul sehingga dapat dipakai sebagai alternatif fondasi batu kali yang selama ini digunakan masyarakat di dalam pembangunan rumah.

Keretakan yang terjadi sesuai dari prediksi dimana terjadi pada sisi bawah dinding (Gambar 7.10) dan pada bagian sisi dalam lobang bagian bawah (Gambar 7.11)



**Gambar 7.10** Kercetakan Fondasi Sisi Dinding Bagian Bawah



**Gambar 7.11** Kercetakan Fondasi Bagian Dalam Dasar

# BAB VIII

## **PUBLIKASI**

### **1. Abstrak Semnas ATPW ITS,**

#### **Alternatif Model Pondasi Masa Kini Dan Ramah Lingkungan**

Koespiadi

Fredy Kurniwan

Gede Arimbawa

Sri Wiwoho Mudjanarko\*

Nawir Rasidi\*

Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Narotama Surabaya

Email: [Koespiadi@hotmail.com](mailto:Koespiadi@hotmail.com),

## Abstrak

Pembangunan perumahan yang menggunakan metoda konstruksi pondasi masa kini dan ramah lingkungan selama ini belum banyak digunakan. Permasalahan inilah yang kami lakukan dalam penelitian ini. Model Pondasi yang dibuat adalah pondasi dangkal dan dapat diproduksi diluar lokasi proyek secara fabrikasi/*Precast* berbahan beton dengan bentuk berupa pondasi yang penampakan dimensinya masa kini dimana selama ini yang kita ketahui pondasi yang berisi penuh sehingga membutuhkan volume pemakaian batu kali yang besar, tidak ekonomis sekaligus tidak ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain model pondasi masa kini yang terbaik mampu terhadap gaya tekan dan gaya horisontal, kajian kondisi model sambungan antar pondasi-pertemuan pondasi dan kondisi pertemuan pondasi-bagian kolom. Pencrapan model ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih terhadap kemajuan pembuatan pondasi yang ramah lingkungan tanpa mengurangi kekuatan yang dibutuhkan.

*Kata kunci : Alternatif model, pondasi dangkal, masa kini, ramah lingkungan*

**2. Abstrak Seminter UIN Malang, 31 Agustus 2016**

**PRECAST FOUNDATION  
FOR ECO-FRIENDLY SOLUTION**

Koespiadi<sup>1</sup>, Fredy Kurniawan<sup>2</sup>, Gede Arimbawa<sup>3</sup>, Sri  
Wiwoho Mudjanarko<sup>4\*</sup> and Nawir Rasidi<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Department Civil Engineering, Narotama University,  
Surabaya, 60117, Indonesia

<sup>3</sup> Department Economic Management, Narotama  
University, Surabaya, 60117, Indonesia

<sup>4\*</sup> Department Civil Engineering, Narotama University,  
Surabaya, 60117, Indonesia

<sup>5</sup> Department Civil Engineering, Polinema, Malang,  
65141, Indonesia

***Abstract***

*Mortgage building by enhancing latest building foundation method which environmental friendly is not implemented by most of developers. The issue mentioned above will be elaborated further in this study. Building foundation which afore said above is superficial foundation*

*which can be produced outside project area by enhancing fabrication/precast system. This system adopts a new gate way in making concrete by minimizing the use of river stone. It is known that the volume and composition of a building foundation is dominated by huge river stone. High volume and composition of river stone in making building foundation is not economic coupled with non-eco-friendly.*

*Aim of the present study is to design a new model of building foundation which is not only economic but also eco-friendly. Moreover, the present thesis tries to design latest model of building foundation which able to handle style process in order to replace the old fashion of building. Furthermore, the latest model is designed to have maximum capacity in handling pressure and horizontal force.*

*The latest design is focused on connection of each foundation, its convocation coupled with condition of each connector in each column. The implementation of model that is elaborated in the present study hopefully able to provide a new gate way in making economic and eco-friendly building foundation without decreasing the quality that is needed.*

*Keywords: Precast, Foundation, Eco-friendly*

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku :

- Anonym, 1983, American Concrete Institute, Committee 318, Building Code Requirements for Reinforced Concrete, America.
- Anonym, 1983, American Concrete Institute, Committee 318, Comentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete, America.
- Anonym, 1989, Pedoman Beton 1989, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Jakarta
- Anonym, 1991, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anoraga, B. T. T., Mudjanarko, S. W., & Kurniawan, F. (2015). Desain Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan Menggunakan Pervious Concrete Untuk Jalan Setapak Dan Area Parkir. In *Prosiding Seminar Nasional Forum In Research, Science, And Technology (FIRST) 2015*. Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Ferguson, P. M., (terjemahan: B. Susanto dan K. Setianto), 1986, **Dasar-dasar Beton Bertulang**, Edisi 4, Erlangga, Jakarta.
- Kurniawan, H. F. **Perbandingan Waktu Dan Biaya Yang Dibutuhkan Pada Satuan Pekerjaan Rumah Instan Dan Rumah Konvensional.**
- Kushartomo, W. (2016). **Sifat mekanik beton geopolimer berbahan dasar abu terbang**. Karya Ilmiah Dosen Teknik Sipil, (4), 333-338.
- Kusuma, G., Vis, W.C., 1993. **Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang**, Seri 1, Erlangga, Jakarta.
- Kusuma, G., Vis, W.C., 1993, **Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang**, Seri 4, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G., (terjemahan: Bambang Suryoatmono), 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, Edisi 1, Hresco, Bandung.
- Park, R., Paulay, T., 1974, **Reinforced Concrete Structure**, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Pradana, S. A., Bagio, T. H., & Koespiadi, K. (2016). **Kuat Tekan Beton Yang Optimum Dengan Penambahan Bio Enzim**. Narotama Jurnal Teknik Sipil, 1(2).

Teknik fondasi 2 / Hary Christady Hardiyatmo, Hardiyatno,  
Hary Christady; Yogyakarta : Beta Offset, 2006  
Wang, C.K., Salmon, C.G., (terjemahan: Binsar Hariandja),  
1986, Desain Beton Bertulang, Jilid 1 & 2, Edisi 4,  
Pirlangga, Jakarta.

**Situs Internet :**

*[http:// digilib.unila.ac.id/532012/BAB%20II.pdf](http://digilib.unila.ac.id/532012/BAB%20II.pdf)*

*[http:// kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html](http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html)*

*[http:// manggengblog.blogspot.co.id/2013/04/bahan-praktikum-beton\\_8361.html](http://manggengblog.blogspot.co.id/2013/04/bahan-praktikum-beton_8361.html)*

*[http:// www.bangurumah.com/Fondasi-rumah-1-lantai](http://www.bangurumah.com/Fondasi-rumah-1-lantai)*

*[http:// www.mandiri-beton.com/2013/02/box-culvert.html](http://www.mandiri-beton.com/2013/02/box-culvert.html)*

*[https:// mulyadibjlpile.wordpress.com/tiang-pancang-di-kalimantan-timur/#jp-carousel-36](https://mulyadibjlpile.wordpress.com/tiang-pancang-di-kalimantan-timur/#jp-carousel-36)*

