



## Metode Reverse Circulation Drilling Pada “Approach Bridge” Jembatan Suramadu

Juse Roejanto<sup>1</sup>, Herol<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa  
Jl. Inspeksi Kalimantan Tegal Danas, arah Delta Mas, Cikarang Pusat, Kab. Bekasi 17530, Indonesia

Koresponden\*, Email: [juse.roejanto@pelitabangsa.ac.id](mailto:juse.roejanto@pelitabangsa.ac.id)

---

### Abstract

*The selection of the appropriate drilling method is crucial, especially for offshore projects (conducted on rivers or seas), which generally involve deep drilling lengths and large diameters. One drilling method, aside from the commonly used “Kelly bar system” for land drilling, is the circulation system. For the “Approach Bridge” and “Main Bridge” sections of the Suramadu Bridge, the drilling method employed was the “Circulation” method. The focus of this discussion is on the “Approach Bridge” section, as the drilling depth reaches around 80-90 meters, and the soil conditions are quite varied according to available data. However, in general, clay shale layers were found, a type of soil highly sensitive to disturbances during the drilling process and to weather effects. Therefore, during the drilling process, a slurry stabilizer is required to prevent the collapse of the bore pile walls. The slurry stabilizer used involves mud and bentonite. After the bore pile construction is completed, the piles will be tested to determine their bearing capacity. The bore pile tests are conducted using the Osterberg Cell method, and a Sonic Logging test is also carried out to assess the integrity of the bore piles.*

---

### Info Artikel

Diterima: 24 April 2024

Direvisi: 08 Mei 2024

Dipublikasikan: 14 Juni 2024

Keywords: *Drilling Method, Circulation, Slurry Stabilizer, Bridge*

---

### Abstrak

Pemilihan metode pengeboran yang tepat merupakan hal yang sangat penting terutama pada proyek proyek offshore (dikerjakan diatas sungai ataupun laut) yang umumnya mempunyai panjang bor yang dalam serta diameter yang besar. Salah satu metode pengeboran yang ada selain menggunakan “Kelly bar system” yang biasa digunakan pada pengeboran di darat, ada juga pengeboran dengan menggunakan metode sistim “sirkulasi”. Pada bagian “Approach Bridge” dan “Main Bridge” Jembatan Suramadu, pengeboran yang dipakai menggunakan metode “Sirkulasi”. Pembahasan pada tulisan ini di khususkan pada bagian “Approach Bridge” dikarenakan panjang bor yang dalam sekitar 80-90 meter serta dari data tanah yang ada kondisi lapisan tanah cukup bervariasi namun secara umum ditemukan lapisan tanah clay shale, dimana jenis tanah ini sangat sensitive terhadap gangguan pada proses pengeboran serta pengaruh cuaca, maka pada saat proses pengeboran memerlukan slurry stabilizer untuk mencegah kelongsoran dari dinding tiang bor. Slurry stabilizer yang dipakai adalah menggunakan mud dan bentonite. Setelah pembuatan tiang bor selesai maka tiang bor tersebut akan di uji untuk mengetahui daya dukung tiang, pengujian tiang tiang bor dilakukan

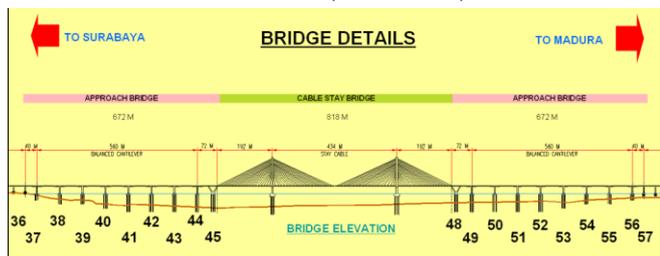
Kata kunci: Metode Pengeboran, Sirkulasi, Slurry Stabilizer, Jembatan

---

dengan menggunakan metode Osterberg- Cell. Juga dilaksanakan **Sonic Logging test** untuk mengetahui integritas tiang bor tersebut.

### 1. Pendahuluan

Jembatan Suramadu adalah jembatan terpanjang di Indonesia yang melintasi selat Madura menghubungkan antara pulau Jawa (Surabaya) dengan pulau Madura (Bangkalan). Dengan lebar 30 m’ dan panjang total jembatan 5438 m’ terdiri dari tiga bagian : Jalan Layang / Cause Way, 36 bentang panjang 1458 m’(sisi Surabaya),45 bentang panjang 1818 m’ (sisi Madura), Jembatan Penghubung /Approach Bridge, panjang 672 m’ untuk masing masing sisi, Jembatan Utama /Main Bridge ada tiga bagian, 2 bentang samping masing sisi panjang 192 m’ dan bentang utama panjang 434 m’. Pada bagian jembatan penghubung / Approach Bridge dikerjakan oleh Consortium of Indonesia Contractor (CIC) yang terdiri dari gabungan PT.Adhi Karya, PT.Hutama Karya, PT. Waskita Karya dan PT. Wijaya Karya. Detil Approach Bridge dari pier no.37 s/d 45 dan no.48 s/d no.56 (Gambar 1.)



**Gambar 1. Penomoran pada Pier Pier Approach Bridge**

Tahap pertama, pelaksanaan pengeboran pada jembatan penghubung/Approach Bridge maupun pada jembatan utama/Main Bridge adalah pemancangan *permanent steel casing* panjang L: 30 m’ dan L:35 m’ dengan menggunakan barge pancang. (Gambar 2.)



Tahap kedua adalah pembuatan temporary platform untuk berdirinya unit *Reverse Circulation Drilling (RCD)*, *excavator*, *service crane*, serta *tools & accessories* pendukung.(Gambar 3.)



**Gambar 3. Temporary Platform**

Tahap ketiga adalah mobilisasi peralatan RCD, *service crane*, *excavator* dan lainnya dari pelabuhan terdekat yaitu dari pelabuhan di Gresik menuju platform yang sudah selesai. (Gambar 4).



**Gambar 4. Peralatan pengeboran sudah siap kerja di platform**

Setelah semua unit bor RCD dan peralatan pendukung lainnya sudah siap kerja di atas platform maka persiapan slurry plant di platform harus juga dipersiapkan sesuai dengan spesifikasi yang ada (Gambar 5.). Fabrikasi keranjang besi disiapkan diatas *barge/ponton service* (Gambar 6.)



**Gambar 5. Slurry bentonite untuk stabilizer dinding tiang bor**



**Gambar 6. Fabrikasi keranjang besi pada service barge**  
Setelah semuanya siap maka pengeboran dengan RCD bisa dimulai (Gambar7)



**Gambar 7. Unit RCD mulai pengeboran**

Supply beton *ready mix* dengan slump 18+/- 2cm di *supply* dari *concrete barge* yang mendekati ke platform pengeboran setelah proses pengeboran, instalasi keranjang besi serta pemasangan pipa tremie selesai.

## 2. Metode

*Reverse Circulation Drilling* (RCD) adalah salah satu metode pengeboran yang ada selain metode “*Kelly bar*” dan metode “*washboring*”. Metode RCD ini banyak dipakai pada proyek proyek tambang, proyek *offshore* (diatas laut atau sungai yang dalam) dan proyek lain yang mempunyai panjang pengeboran yang dalam serta diameter yang besar. RCD ini dapat dibagi lagi menjadi 2 jenis yaitu sistim “*Suction*” dan sistim “*airlift*” (Gambar 8)



**Gambar 8. RCD Sistim Suction & Sistim airlift**

Secara garis besar Pelaksanaan pekerjaan bored pile pada “*Approach Bridge*” dengan menggunakan RCD system “*Suction*” adalah sebagai berikut :

- Pemancangan permanen *steel casing* dengan panjang  $L=30$  m’ dengan diameter pipa baja 2250 mm dan 1850 mm dengan tebal minimum 20 mm.
- Setelah permanen casing dipancang dengan jumlah 18 piles/pier dan 35 piles /pier maka dibuat temporary platform dari plat plat baja.
- Unit RCD, *service crane*, *excavator*, dan *tool accessories* pendukung lainnya di mobilisasi dari yard di Gresik menuju *Platform* pengeboran.
- Setelah RCD unit siap pada posisi pengeboran dan slurry stabilizer untuk menahan kelongsoran dinding tiang bor tersedia maka pengeboran dapat dimulai dengan memasang *drilling rod* per section yang pada bagian bawah dilengkapi dengan auger yang sudah disesuaikan dengan kondisi tanah yang ada.
- Drilling rod* ini akan disambung terus per section dan diputar dengan pompa yang mempunyai kapasitas yang besar sampai dengan kedalaman yang direncanakan dan lumpur bekas pengeboran di *suction* melalui lobang pada *drilling rod* dan akan ditampung dulu pada *container* sirkulasi lalu di tempatkan pada disposal ponton yang akan dibuang sejauh 5 km dari lokasi. Pengeboran harus mengikuti persyaratan yaitu 20 mm per panjang bor yang diluar casing dan dalam segala arah tidak boleh melebihi 5% dari diameter yang ditentukan.
- Setelah mencapai kedalaman pengeboran yang direncanakan maka akan diadakan proses cleaning supaya dasar lobang bor tersebut relative bersih dari endapan lumpur. Dan kemudian diadakan pengecekan kedalaman bor (Gambar 9)
- Keranjang besi yang sudah ada di ponton *service* akan mendekati ke *platform* yang nantinya keranjang besi tersebut akan di masukan kedalam lobang bor yang sudah siap. Penyambungan besi ini dilakukan dengan menggunakan mekanikal coupler. (Gambar 10)

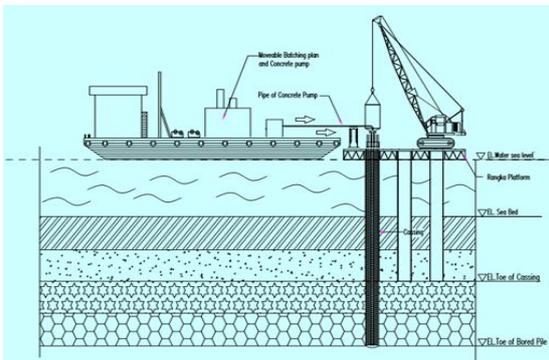


Gambar.9 Pengukuran Kedalaman Pengeboran



Gambar 10. Sambungan besi dengan mekanikal coupler

- h. Setelah keranjang besi selesai dipasang maka pipa tremie untuk pengecoran di pasang per section sampai dengan kedalaman pengeboran. Ponton *service* yang memuat beton ready mix mutu K-300 mendekat ke platform pengeboran lalu pengecoran dapat segera dilakukan dengan menggunakan pipa tremie dan bucket cor serta *concrete pump* menggunakan service crane yang sudah disiapkan diatas platform pengeboran. (Gambar 11).



Gambar 11. Supply beton dari barge service menggunakan service crane & bucket

Proses pengecoran ini menjadi bagian yang paling penting untuk mendapatkan mutu tiang bor yang sesuai dengan persyaratan. Pada setiap proses pengecoran pipa tremie harus dipotong namun pipa tersebut harus tetap masuk didalam beton, agar terhindar dari adanya necking dan mud trap pada tiang tersebut.

- i. Setelah proses pengecoran selesai maka semua pipa tremie dicabut dan pekerjaan tiang bor tersebut selesai.
- j. Unit bor RCD Dapat segera pindah ke titik bored pile yang lain untuk mulai pengeboran selanjutnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Lingkup Pekerjaan

- 1) Mobilisasi & demobilisasi peralatan
- 2) Pengeboran: Dia.180-94 m' = 288 piles, Dia.220-86 m' = 70 piles. (Tabel 1.)
- 3) Instalasi keranjang besi kedalam lobang bor
- 4) Pengecoran dengan menggunakan pipa tremie dan bucket cor serta *concrete pump*
- 5) Test piles 4 piles (*used piles*) dengan sistim Osterberg Cell (by CIC)
- 6) Integrity test dengan Sonnic Logging test (by CIC).(Gambar 12)

No	Pilar	Diameter tiang (m)	Panjang tiang (m)	Mutu Beton	Jumlah Tiang Pondasi	Integrity test
1	37	1.8	61	K-300	18	Sonic
2	38	1.8	71	K-300	18	Sonic
3	39	1.8	69	K-300	18	Sonic
4	40	1.8	80	K-300	18	Sonic
5	41	1.8	89	K-300	18	Sonic
6	42	1.8	93	K-300	18	Sonic
7	43	1.8	86	K-300	18	Sonic
8	44	1.8	90	K-300	18	Sonic
9	45	2.2	80	K-300	35	Sonic
10	48	2.2	86	K-300	35	Sonic
11	49	1.8	86	K-300	18	Sonic
12	50	1.8	84	K-300	18	Sonic
13	51	1.8	94	K-300	18	Sonic
14	52	1.8	92	K-300	18	Sonic
15	53	1.8	83	K-300	18	Sonic
16	54	1.8	77	K-300	18	Sonic
17	55	1.8	77	K-300	18	Sonic
18	56	1.8	73	K-300	18	Sonic

Gambar 12. Hasil Sonnic Logging Test

### B. Analisis Produksi & Schedule

Pada saat proses estimasi awal produksi satu tiang bor untuk kedalaman 86 m' adalah :

Setting peralatan : 2 jam, Pengeboran termasuk proses cleaning : 15 jam, instalasi keranjang besi : 6 jam, proses pengecoran termasuk instalasi tremie pipe : 10 jam, jadi estimasi awal untuk 1 tiang bor adalah : 33 jam. Jadi dengan total titik 358 piles, maka total waktu pelaksanaan adalah 11814 jam berarti 493 hari atau 16,4 bulan.

Dalam pelaksanaan terdapat berbagai penyesuaian penyesuaian seperti di dalam proses pengeboran modifikasi auger yang disesuaikan kembali menyesuaikan kondisi tanah actual untuk tiap tiap pier, manajemen deliveri material material terutama untuk keranjang besi serta material material beton ready mix yang semuanya itu harus menggunakan ponton/ barge service dan mendekati ke platform pengeboran, tentunya harus dilihat kondisi ombak dan angin yang ada. Pekerjaan penunjang lainnya seperti penyediaan tug boat yang cukup untuk transportasi pekerja dan tool accessories juga merupakan pendukung yang sangat penting.

### C. Peralatan yang Dipakai

- 1) RCD unit type S-500, Cap.150HP
- 2) Service Crane Cap.50-70 T
- 3) Excavator
- 4) Generator 150-200 Kva
- 5) Slurry plant (Tanki, Mixer,pump, container slurry, container air)
- 6) Tool & accessories (Auger, Tremie Pipe, Hose, bucket cor dll)

RCD unit yang dipakai adalah type S-500 yang terdiri dari : Main body, Leader (Gambar 13) Rotary Table, Heavy duty Drilling rod (Gambar 14), Main Pump (Gambar 15), Type Auger (Gambar16)



Gambar 13. Main Body & Leader



Gambar 14. Rotary Table & Heavy Duty Drilling Rod



Gambar 15. Main Big Pump cap 150 HP



Gambar 16. Type Auger RCD

### 4. Kesimpulan

Pemilihan metode pengeboran khususnya untuk proyek *offshore* (yang dikerjakan diatas laut atau sungai) yang memiliki diameter *bored pile*

besar serta panjang pengeboran yang dalam dengan menggunakan metode pengeboran sirkulasi adalah pemilihan yang tepat dan sesuai. Penggunaan metode pengeboran dengan sistem “*Reverse Circulation Drilling*” ini sangat cocok dikarenakan pada proses pengeboran, tanah didalam lobang bor lebih sedikit terganggu dikarenakan drilling rod dipasang menerus kebawah per section sampai dengan kedalaman rencana sehingga faktor kelongsoran sepanjang lobang bor akan lebih kecil.

Pada proyek pengeboran fondasi di *offshore* manajemen transportasi, logistik dan pengetahuan cuaca (besarnya kecepatan angin dan gelombang laut) menjadi hal yang sangat penting dalam proses pengiriman material material (besi dan beton) serta material pendukung lainnya, angkutan pekerja yang semuanya diangkut dari dermaga terdekat menuju platform pengeboran. Hal hal ini sangat mempengaruhi produktivitas dari pengeboran dan total waktu pelaksanaan secara keseluruhan.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Data dan foto foto pribadi & pelaksanaan PT. Acset Indonusa
- [2] Masyur Irsham, Andhika Sahadewa, Atyanto Boesono, Soebagy, Pengaruh Strength Reduction Tanah Clay-shale Akibat Pelaksanaan Pemboran Terhadap Nilai Daya Dukun
- [3] Chomaedi, Dosen Teknik Sipil FTSP-ITS, Pelaksanaan Pondasi Bored Pile Dia. 240 cm Main Bridge Jembatan Suramadu.
- [4] Sentosa Limanto, Analisis Produktivitas pemancangan steel casing pada bored pile Jembatan Suramadu Bentang Main Bridge, Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur&Sipil) Universitas Gunadarma Depok,20-21 Oktober 2009, Vol.3 Oktober 2009, ISSN:1858-2559.
- [5] Pondasi Tiang di Jembatan Suramadu Berdasarkan Analisis Hasil Test OC, Jurnal Teknik Sipil Vol.14 No.2 Mei 2007