

REKAYASA

LAPORAN AKHIR PENELITIAN HIBAH BERSAING



**ANALISIS PONDASI DI TANAH LUNAK TAMBAK DENGAN
MENGUNAKAN PONTON BERMATERIAL BAMBU**

**KETUA PENELITIAN :
RIFQI B ARIEF, ST, MT**

Dibiayai Oleh Dirjen Dikti Sesuai Dengan Surat Perjanjian
Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor : 070/SP2H/PT/DP2M/IV/2009

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
Nopember 2009

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN HIBAH BERSAING**

1. Judul Penelitian : Analisis Pondasi Di Tanah Lunak Tambak Dengan Menggunakan Ponton Bermaterial Bambu
2. Ketua Penelitian
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Rifqi Brilyant Arief, ST, MT
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Pangkat/Golongan/NIK : Asisten Ahli/IIIA/2102000032
 - d. Bidang Keahlian : Rekayasa Geoteknik
 - e. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
 - f. Perguruan Tinggi : Universitas Islam Sultan Agung

3. Tim Peneliti

Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/ Jurusan	Perguruan Tinggi
1. Rifqi B Arief, ST,MT.	Rekayasa Geoteknik	Teknik/Teknik Sipil	UNISSULA
2. Ir. H. Chukama Rivai, MS	Teknik Sumber Daya Air	Teknik/Teknik Sipil	UNISSULA

4. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian
- Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan : 2 (dua) tahun
- Biaya Yang disetujui tahun 2009 : Rp. 45.000.000,-



Ir. H. Kartono Wibowo, MM
NIP. 210291015

Semarang, 20 November 2009
Ketua Peneliti

Rifqi Brilyant Arief, ST, MT
NIP. 2102000032



Dr. H. Djauhari, SH, M.Hum
NIP. 19520201 198503 1 002

DAFTAR ISI

Daftar Isi		i
Abstract		ii
Bab I	Pendahuluan	1
	I.1 Latar Belakang	1
	I.2 Tujuan Khusus	2
	I.3 Pentingnya Rencana Penelitian ini	3
Bab II	Tinjauan Pustaka	6
	II.1 Pondasi di Tanah Lunak	6
	II.2 Penurunan Konsolidasi Primer	12
Bab III	Metodologi Penelitian	13
	III.1 Metode Penelitian	13
	III.2 Instrumen Penelitian	13
	III.3 Variabel Penelitian	14
	III.4 Pengumpulan Data	14
	III.5 Lokasi Penelitian	14
	III.6 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	15
	III.7 Roadmap Penelitian	17
Bab IV	IV.1. Rekapitulasi Rencana anggaran penelitian Tahun I	19
	IV.2. Rekapitulasi Rencana anggaran penelitian Tahun II	19
Daftar Pustaka		20
Lampiran I	Justifikasi Anggaran Tahun Pertama	21
	I.1. Honorarium	21
	I.2. Bahan Habis	21
	I.3. Biaya Lain-Lain	22
Lampiran II	Justifikasi Anggaran Tahun Kedua	23
	II.1. Honorarium	23
	II.2. Bahan Habis	23
	II.3. Biaya Lain-Lain	24
Lampiran III	Dukungan Terhadap Pelaksanaan Penelitian	25
Lampiran IV	Sarana dan Prasarana	25
Lampiran V	Jadwal Pelaksanaan Penelitian Tahun Pertama Dan Kedua	26
Curiculum Vitae		27

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk menemukan pondasi baru yang cocok untuk tanah lunak di lokasi tambak atau rawa. Pondasi tersebut harus berdaya dukung cukup besar, menimbulkan penurunan yang kecil dengan menggunakan material bambu yang murah dan mudah didapatkan di pasaran. Pondasi yang akan ditemukan haruslah bisa dikerjakan oleh tenaga-tenaga tukang biasa dan tidak perlu menggunakan peralatan canggih seperti alat berat, sehingga bisa dimanfaatkan oleh masyarakat berekonomi lemah yang umumnya menghuni kawasan tambak atau rawa tersebut.

Penelitian ini bertujuan khusus untuk menemukan kombinasi yang tepat antara air dan tanah yang dimobilisasi kekuatannya oleh pondasi, karena selama ini kekuatan yang dimobilisasi oleh pondasi hanya menggunakan salah satu apakah air (pondasi ponton) atau tanah (pondasi dangkal konvensional) saja. Pemakaian ponton selama ini selalu terbatas pada bahan dasar (drum) yang digunakan, sehingga daya dukungnya terbatas. Sedangkan pondasi konvensional untuk mencapai elevasi yang diinginkan, tanah asli harus diurug terlebih dahulu yang akan menimbulkan penurunan yang sangat besar.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengujian skala penuh 1:1 dan dilakukan uji fisik untuk mengetahui daya dukung, kombinasi yang tepat untuk mendapatkan distribusi daya dukung antara tanah dan air. Penelitian berlokasi di tanah lempung lunak yang masih berupa tambak belakang kampus Unissula Semarang.

Kata kunci : tanah lunak, pondasi, ponton.

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penggunaan lahan di daerah rawa, tambak dan bekas sawah untuk didirikan bangunan semakin tidak bisa dihindari. Yang banyak dijumpai selama ini, sebelum didirikan bangunan, daerah tersebut diurug terlebih dahulu untuk peninggian permukaan. Pengurugan tersebut membutuhkan material tanah urugan yang banyak. Berdasarkan penelitian-penelitian yang ada, pengurugan dan pendirian bangunan di atasnya menimbulkan penurunan yang besar karena tanah aslinya merupakan lempung lunak dan menimbulkan masalah daya dukung baik ketika memakai pondasi dangkal maupun pondasi dalam. Penurunan yang terjadi bisa tidak seragam, akibatnya bangunan banyak yang mengalami kerusakan seperti retak-retak. Di daerah yang elevasinya rendah seperti pantura Jawa, penurunan elevasi tanah menimbulkan genangan karena elevasi tanahnya turun melebihi elevasi muka air. Pengurugan selama ini banyak dilakukan karena dianggap sebagai solusi yang murah dan cepat dibanding dengan peninggian elevasi secara struktural. Padahal jika menggunakan material yang murah dan strukturnya tepat, biaya dan waktu yang dibutuhkan akan sedikit.

Sedangkan untuk daerah berair yang genangan atau alirannya tidak boleh diurug, biasanya memakai ponton seperti pada jembatan ponton. Dalam hal ini daya dukungnya berasal dari gaya angkat dari air. Jembatan-jembatan ponton sederhana yang biasanya dibuat adalah dengan menggunakan drum. Gaya angkat yang dihasilkan hanya sebesar berat dari air yang dipindahkan dari volume drum yang terendam. Untuk kestabilan, pemasangan drum biasanya rebah. Hal ini mengakibatkan jumlah drum yang terpasang di bawah dek jembatan hanya sedikit sehingga gaya angkatnya terbatas. Bentuk drum yang silinder semakin mempersulit perangkaiannya untuk ditempatkan di luar bagian bawah dek jembatan. Keterbatasan tersebut mengakibatkan jembatan ponton dengan drum berkapasitas sedikit.

Untuk itu perlu dicari solusi bagaimana mendapat struktur pondasi yang sekaligus bisa meninggikan elevasi, berdaya dukung besar, dan tidak merusak lingkungan. Pondasi yang ditemukan harus murah, mudah dirangkai dan menggunakan bahan-bahan yang banyak di pasaran.

I.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan khusus menemukan pondasi ponton bermaterial bambu untuk daerah berair dengan memanfaatkan gaya angkat air dan daya dukung tanah dasarnya. Selama ini ponton hanya digunakan dalam bentuk jembatan, dan dengan menggunakan material-material rakitan seperti drum. Kalau menggunakan bahan dasar khusus seperti beton atau baja, pemakaian ponton bisa lebih mahal dari struktur biasa. Untuk itu dicoba pemanfaatan ponton dengan berbahan dasar bambu untuk berperan sebagai pondasi sekaligus untuk peninggian elevasi dari muka air. Berat sendiri bambu yang lebih ringan dari air akan menjadikan selalu terapung dan mudah bergoyang sehingga kurang stabil. Untuk itu dalam memobilisasi daya dukung perlu dikombinasikan dengan tanah di bawahnya.

Tujuan penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Mencari kombinasi gaya yang tepat untuk dimobilisasi oleh pondasi sehingga dicapai perpaduan yang paling stabil antara gaya apung oleh air dan daya dukung oleh tanah yang dikerjakan di tahun pertama.
2. Mencari konstruksi pondasi ponton bambu yang efisien sehingga didapatkan jumlah bahan dan pembuatan yang paling efisien tetapi kuat dalam menahan gaya-gaya yang bekerja yang dikerjakan di tahun ke dua.

Untuk mencapai tujuan tersebut, maka penelitian tahun pertama difokuskan mencari kombinasi gaya yang tepat untuk dimobilisasi oleh pondasi sehingga dicapai perpaduan yang paling stabil antara gaya apung oleh air dan daya dukung oleh tanah. Penelitian pada tahun pertama akan melakukan pemodelan pondasi secara penuh dan dilakukan uji fisik untuk mengetahui daya dukung, kombinasi yang tepat untuk mendapatkan distribusi daya dukung antara tanah dan air. Dari hasil ini akan didapatkan pondasi yang kokoh, stabil semua arah gaya, berdaya dukung besar, menimbulkan penurunan yang relatif tidak ada.

I.3. Pentingnya Rencana Penelitian ini

Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, penggunaan lahan untuk rumah bangunan dan prasarana kota disekitar wilayah genangan seperti tambak, sawah, dan rawa semakin sukar untuk dihindari. Pada kota Semarang, di bagian utara yang merupakan daerah genangan terdapat jalan lingkar utara, perkantoran pemerintah maupun swasta, perumahan baru, perumahan lama dan bangunan pembangkit listrik (Dinas Tata Kota Semarang, 2000). Padahal di daerah tersebut kurang menguntungkan untuk bisa didirikan bangunan karena kawasan Semarang Utara terletak diatas lapisan alluvial (Geologi Tata Lingkungan Bandung, 1996). Tebal lapisan sekitar 25 meter yang didominasi lempung laut yang lunak (*soft marine clay*). Permasalahan utama pada lapisan ini adalah stabilitas tanah, penurunan tanah yang besar, dan rendahnya daya dukung lateral. Dengan formasi geologis diatas, wilayah Semarang Utara merupakan bagian kota yang bisa mengalami penurunan tanah (*land subsidence*).

Dari berbagai penelitian penurunan tanah di wilayah Semarang Utara, percepatan penurunan tanah dikawasan ini adalah akibat :

1. Penambahan beban permukaan akibat tanah timbunan dan beban bangunan,
2. Penurunan muka air tanah akibat pemompaan.

Laju penurunan akibat timbunan tanah untuk daerah Semarang Utara adalah 1.4 sampai 7.23 cm per tahun (Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung, 1996). Sedangkan penurunan tanah akibat dua sebab di atas pada akhir tahun 2013 diperkirakan terjadi sebesar 153 cm (Marsudi, 2000), 0,13 sampai 0,81 cm/bulan (Muhrozi, 1996), 4 cm/tahun (Soedarsono, 1997), dan 0,7 sampai 1,4 cm/tahun (JICA, 1997). Sedangkan Notosiswoyo menyajikan perhitungan pada Tabel III.1. Dalam tabel tersebut terlihat bahwa semakin bergeser ke arah pantai maka penurunan yang disebabkan oleh penambahan beban permukaan akibat tanah timbunan dan beban bangunan lebih dominan. Penelitian yang dilakukan oleh Marsudi pada tahun 2000 juga menunjukkan hasil yang sama. Pemerintah sudah berusaha untuk menanggulangi masalah ini dengan mengeluarkan peraturan-peraturan yang membatasi pemompaan air, tetapi hal itu tidak bisa menanggulangi penurunan permukaan akibat penambahan tanah timbunan dan beban bangunan. Bahkan penimbunan semakin banyak karena di Semarang Utara terdapat jalan

lingkar utara, jalan utama pantura dan pelabuhan, sehingga pelaku bisnis tetap memilih di sana untuk membangun bangunan perkantoran, perumahan, maupun gudang.

Tabel I.1 Perhitungan Amblesan Tanah Model 1-Dimensi di Daerah Semarang Tahun 1984-2003 (Notosiswoyo et. al., 2001)

Lokasi	at. 84 (cm)	t.u. 84 (cm)	total 84 (cm)	at. 93 (cm)	t.u. 93 (cm)	total 93 (cm)	at. 96 (cm)	t.u. 96 (cm)	total 96 (cm)	at. 2003 (cm)	t.u. 2003 (cm)
Tanah Mas	2,3	1,9	4,2	27,0	29,1	56,1	41,6	45,7	87,3	54,0	52,7
Simpang Lima	1,4	1,2	2,6	13,0	12,7	25,7	16,5	15,3	31,8	22,5	20,5
PRPP	1,8	1,6	3,4	22,8	21,9	44,7	38,6	30,4	69,0	52,1	48,1
Tawang	1,9	1,5	3,4	26,2	23,5	49,7	36,5	34,1	70,6	43,4	46,0
Pengapon	2,2	1,9	4,1	24,0	18,7	42,7	35,2	27,3	62,5	41,0	46,0
Pelabuhan	2,5	2,6	5,1	34,3	41,9	76,2	45,4	54,1	99,5	57,0	72,1
Genuk	1,7	1,6	3,3	15,2	15,0	30,2	29,6	26,9	56,5	42,4	42,7
Tambaklorog	2,6	2,7	5,3	37,6	54,8	92,4	48,5	65,3	113,8	65,4	78,7
Bulu	1,2	1,0	2,2	7,5	8,2	15,7	11,8	11,1	22,9	16,5	15,8
Indraprasta	1,9	1,8	3,7	16,2	14,0	30,2	30,4	26,0	56,4	43,5	39,4
Jl. Pemuda	1,4	1,2	2,6	9,4	13,6	23,0	18,8	17,3	36,1	29,6	24,5
Krobokan	1,3	1,1	2,4	7,2	6,3	13,5	9,4	13,7	23,1	19,5	20,5
Kampung Peres	1,8	1,7	3,5	23,4	15,7	39,1	33,1	19,6	52,7	41,0	45,0
Marina	2,1	2,2	4,3	30,5	41,4	71,9	37,4	48,3	85,7	56,4	68,2
P3B Pelayaran	1,6	1,2	3,8	19,3	6,2	25,5	25,6	15,1	40,7	40,2	26,0
STM Perkapalan	1,5	1,5	3,0	19,7	17,5	37,2	28,4	25,5	53,9	41,6	45,7

Penimbunan tanah mengakibatkan penurunan permukaan tanah semakin besar sementara kenaikan muka air laut akibat pemanasan global sebesar 0,3 sampai 1,0 cm per satu abad (IPCC, 1990). Sehingga wilayah Semarang Utara merupakan bagian Kota yang rawan banjir (lokal, kiriman dan air pasang). Dampak lain yang tidak kalah penting dalam pengurangan di tanah lunak adalah menimbulkan kelongsoran pada saat pengambilan material tanah urug. Tanah urug biasanya diambil dari perbukitan. Perbukitan dikepras secara vertikal sehingga menerjalkan kemiringan yang akan menyebabkan kelongsoran.

Penambahan beban permukaan akibat tanah timbunan dan beban bangunan, dan penurunan muka air tanah akibat pemompaan sebetulnya merupakan penambahan tegangan efektif. Penambahan tegangan efektif akan mengakibatkan penurunan konsolidasi. Penurunan ini sangat besar karena terjadi di tanah lempung lunak.

Supaya tidak terjadi penurunan, maka pengaruh penambahan tegangan efektif di tiap kedalaman tanah haruslah kecil. Selama ini untuk bangunan besar dan berat pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang pancang. Tetapi pemakaian pondasi ini sangat mahal karena harus memancang tiang sangat dalam untuk memobilisasi daya dukung tanah yang diinginkan. Penurunan permukaan tanahnya juga tidak bisa dihindari karena untuk bagian timbunan (halaman dan jalan) akan mengalami penurunan yang besar (LAPI ITB, 2006).

Beberapa usaha menanggulangi masalah ini telah dilakukan para peneliti terdahulu seperti dengan ditemukannya pondasi cakar ayam (Soedijatmo, 1982), pondasi konstruksi sarang laba-laba (Ryantori & Sucipto, 1976) dan Cerucuk Matras Beton JHS (Ir. JH. Simanjuntak, 1997). Pemakaian konstruksi ini telah berhasil menanggulangi masalah daya dukung, tetapi belum berhasil menanggulangi masalah penurunan permukaan yang cukup besar.

Pondasi ponton bambu bisa dipakai sebagai alternatif untuk mengatasi masalah daya dukung dan penurunan. Pentingnya menggunakan pondasi ponton bambu :

1. Lokasi Semarang Utara pada umumnya merupakan lempung lunak dengan muka air tinggi, sehingga genangan airnya bisa dimanfaatkan untuk memobilisasi gaya apung.
2. Dengan pemakaian pondasi ponton yang strukturnya tinggi, tidak diperlukan lagi penimbunan tanah urug untuk mencapai elevasi yang diinginkan, sehingga daerah genangan masih tetap ada dan tidak merusak lingkungan.
3. Gaya yang melawan beban bangunan sebagian besar adalah gaya apung air, sehingga hampir tidak menambah tegangan efektif. Dengan tidak bertambahnya tegangan efektif maka tanah dasarnya tidak akan mengalami penurunan.
4. Ketinggian bangunan terhadap permukaan air bisa ditentukan dengan mengatur banyaknya air yang masuk dalam rongga ponton.
5. Material bambu yang digunakan kalau diperlakukan dan dirangkai dengan cara yang tepat akan menjadi struktur dengan kekuatan yang cukup besar. Keuntungan lain material ini adalah mudah didapatkan dan harganya murah.

Rekayasa yang perlu dilakukan adalah bagaimana memobilisasi gaya apung dengan membuat rongga yang cukup dan konstruksi ponton yang ada harus kuat untuk menerima beban dari atas. Hasil dari penelitian ini akan bermanfaat karena di Indonesia banyak sekali daerah genangan baik yang tanah dasarnya lempung lunak maupun gambut. Bangunan akan tetap dapat didirikan di lingkungan genangan tanpa merubah kondisi aslinya.

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian di tahun pertama ini adalah pembuatan model pondasi sampai pengujiannya dengan skala 1:1 di lapangan, kemudian analisis dari hasil pengujian tersebut.

I.5. Hasil Yang Ditargetkan

Hasil yang diharapkan dari pengujian di tahun pertama adalah mengetahui berhasil atau tidaknya model pondasi yang dirancang, dan mengetahui keunggulan-keunggulan model pondasi yang dirancang dibandingkan dengan model pondasi lainnya.

I.6. Sistematika Laporan

Laporan ini terdiri dari 5 bab yang terdiri dari :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, pentingnya rencana penelitian ini, ruang lingkup penelitian, hasil yang ditargetkan dan sistematika laporan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori pondasi, baik teori pondasi dangkal maupun pondasi dalam, dan beberapa alternatif pemakaian pondasi atau metode dalam mendirikan bangunan di tanah lunak dan bekas rawa. Disamping teori pondasi juga disajikan teori tentang penurunan konsolidasi yang sering terjadi di tanah lunak tambak. Penelitian-penelitian terdahulu tentang penurunan dan pemakaian beberapa model pondasi di tanah lunak juga disajikan di tinjauan pustaka ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi metode untuk melaksanakan penelitian ini mencakup instrumen penelitian, variabel penelitian, pengumpulan data yang dilakukan, lokasi penelitian, tahapan-tahapan dalam melaksanakan penelitian, dan roadmap penelitian.

BAB IV : PELAKSANAAN PENELITIAN DAN ANALISIS

Berisi tentang uraian pelaksanaan penelitian di laboratorium dan lapangan kemudian melakukan analisis dari hasil penelitian tersebut.

BAB V : KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi kesimpulan dari penelitian ini rekomendasi.

DAFTAR PUSTAKA

- **Bina Marga, 2006**, *Penerapan Diversifikasi Bahan Dan Teknologi Dalam Pembinaan Jalan*, Jakarta
- **LPPM ITB, 1990**, *Utilization of Bamboo Raft And Cluster Pile at Pantai Mutiara Jakarta*, Jakarta
- **LAPI ITB, 1995**, *Utilization of Bamboo Raft at Tambak Lorok Semarang*, Semarang
- **PAU UGM, 1995**, *Petunjuk Praktikum Mekanika Fluida & Hidrolika*, Semarang
- **PT Hutama Karya, CMNP, LPPM ITB, 2005**, *Hasil Pengujian Skala Penuh : Timbunan Badan Jalan Di Atas Tanah Lunak Dengan Perkuatan Cerucuk Matras Bambu*, Surabaya.
- **Pusat Penelitian Antar Universitas ITB, 2000**, *Bamboo Raft - Cerucuk Boezem Morokrempangan - Surabaya*, Surabaya
- **Ing. B.H.P.A.M. The, Dutch Ministry of Public Works (RWS-DWW), Ir. R. Tauuffic, Ir. D. Moeljani, D. Suhaimi, Indonesian Institute of Road Engineering (IRE), Dr. Shouman, Ir. E. Teunissen, Witteveen en Bos Ir. J. Deutekom, Grontmij, 2002**, *Trial Embankment Berengbengkel – Pulang Pisau Km. 35, Palang Pisau*.
- **Ir. J.H. Simanjuntak, 1997**, *Cerucuk Matras Tiang Beton Pt Jhs Piling System, Sumbangan Teknologi Yang Cukup Menjanjikan*, Jakarta
- **Ir. J.H. Simanjuntak, 1997**, *Ulasan Tentang Pondasi Cakar Ayam*, Jakarta
- **Monita Olivia, Gunawan Wibisono, 2002**, *Analisis Penurunan Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Kasongan*, Jurusan Teknik Sipil, FT, Universitas Riau
- **Needham, Joseph, 1986**, *Physics and Physical Technolog, Part 3, Civil Engineering and Nautics*. Taipei: Caves Books, Ltd.
- **Subianto Tjandrawibawa, Harry Patmadjaja, 2002**, *Pemodelan Pondasi Dangkal Dengan Menggunakan Tiga Lapis Geotekstil Di Atas Tanah Liat Lunak*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- **Wikipedia, 2008**, *Pontoon bridge*, www.wikipedia.org

