

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 421 / Teknik Sipil

USULAN
PENELITIAN PRODUK TERAPAN



**PEMODELAN PELAT PONDASI DENGAN
PERKUATAN PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF**

Tim Pengusul :

Ir. Anita Widianti, MT
Willis Diana, ST., MT
Edi Hartono, ST., MT

NIDN : 0020076502
NIDN : 0522087401
NIDN : 0507077301

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
Juni 2016

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PRODUK TERAPAN

Judul Penelitian : Pemodelan Pelat Pondasi dengan Perkuatan pada Tanah Lempung Ekspansif
Kode>Nama Rumpun Ilmu : 421/Teknik Sipil
Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : ANITA WIDIANTI
b. NIDN : 0020076502
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Teknik Sipil
e. Nomor HP/Surel : 08156893762/
Anggota Peneliti (1)
a. Nama Lengkap : WILIS DIANA S.T., M.T.
b. NIDN : 0522087401
c. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Anggota Peneliti (2)
a. Nama Lengkap : EDI HARTONO S.T., M.T.
b. NIDN : 0507077301
c. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Lama Penelitian Keseluruhan : 2 tahun
Usulan Penelitian Tahun ke- : 1
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 133,650,000.00
Biaya Penelitian
- diusulkan ke DRPM : Rp 72,125,000.00
- dana internal PT : Rp 0.00
- dana institusi lain : Rp 0.00 /in kind tufiskan: 0

D.I. YOGYAKARTA, 07-06-2016

Ketua Peneliti

(ANITA WIDIANTI)
NIP/NIK 19600720 199403 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

(Jazal Ikhsan, ST.,MT.,PhD)
NIP/NIK.19720524199804123037

Menyetujui,
Kepala LP3M

(H. Hafid Hafid, MA., PhD)
NIP/NIK.19750912200004133033

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Pemodelan Pelat Pondasi dengan Perkuatan pada Tanah Lempung Ekspansif

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	ANITA WIDIANTI	Ketua Pengusul	-Geoteknik	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	10.00
2	WILIS DIANA S.T., M.T.	Anggota Pengusul	-Teknik Sipil (Geoteknik)	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	8.00
3	EDI HARTONO S.T., M.T.	Anggota Pengusul	-Teknik Sipil (Geoteknik)	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	8.00

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian):
Pondasi pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Perkuatan Tiang dan Balok.
4. Masa Pelaksanaan
Mulai tahun: 2017
Berakhir tahun: 2018
5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang
- Tahun ke-1: Rp72,125,000
- Tahun ke-2: Rp61,525,000
6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan)
Penelitian dilakukan di laboratorium.
7. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontribusinya)
0
8. Temuan yang ditargetkan (produk atau masukan untuk kebijakan)
Rekayasa Pondasi yang terletak pada tanah ekspansif untuk mereduksi pengangkatan pondasi yang disebabkan oleh pengembangan tanah ekspansif, yang dapat menyebabkan kerusakan struktur atas.
9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang mendukung pengembangan iptek)
menghasilkan metode dan desain perkuatan pondasi dengan menggunakan tiang dan memperkaku dengan grid-balok, untuk mereduksi dan mencegah pengangkatan pondasi akibat mengembangnya tanah ekspansif.
10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama terbitan berkala ilmiah internasional bereputasi, nasional terakreditasi, atau nasional tidak terakreditasi dan tahun rencana publikasi)
The Electronic Journal of Geotechnical Engineering (EJGE) - http://www.ejge.com/Index_ejge.htm terindeks scopus.
11. Rencana luaran HKI, buku, purwarupa atau luaran lainnya yang ditargetkan, tahun rencana perolehan atau penyelesaiannya

- Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional, tahun ke-1 Target: accepted/published
- Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional, tahun ke-2 Target: accepted/published
- Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Terakreditasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Terakreditasi, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-1 Target: sudah dilaksanakan
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-2 Target: sudah dilaksanakan
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Visiting Lecturer Internasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Visiting Lecturer Internasional, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Paten, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Paten, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Paten Sederhana, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Paten Sederhana, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Hak Cipta, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Hak Cipta, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Merk Dagang, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Merk Dagang, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Rahasia Dagang, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Rahasia Dagang, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Desain Produk Industri, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Desain Produk Industri, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Indikasi Geografis, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Indikasi Geografis, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Varietas Tanaman, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Varietas Tanaman, tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Topografi Sirkuit , tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Topografi Sirkuit , tahun ke-2 Target: belum/tidak ada
- Teknologi Tepat Guna, tahun ke-1 Target: penerapan
- Teknologi Tepat Guna, tahun ke-2 Target: penerapan
- Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial, tahun ke-1 Target: produk
- Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial, tahun ke-2 Target: produk
- Buku Ajar (ISBN), tahun ke-1 Target: draft
- Buku Ajar (ISBN), tahun ke-2 Target: draft
- Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT), tahun ke-1 Target: Skala 2
- Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT), tahun ke-2 Target: Skala 2

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Identitas dan Uraian Umum	ii
Daftar Isi	iv
Ringkasan	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan Khusus	3
1.4. Urgensi Penelitian	3
1.5. Inovasi	4
1.6. Luaran Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tanah Ekspansif dan Mekanisme Pengembangan	6
2.2. Pondasi pada Tanah Ekspansif	7
2.3. Pelat pada Tanah Ekspansif	9
2.4. Pelat dengan Perkuatan Tiang pada Tanah Ekspansif	10
2.5. Studi Pendahuluan dan Hasil yang Sudah Dicapai	11
2.6. Roadmap Penelitian	12
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Bahan	15
3.2. Alat	16
3.3. Prosedur Penelitian	16
3.4. Luaran Tahunan	17
3.5. Bagan Alir Penelitian (<i>fishbone diagram</i>)	17
BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	
4.1. Anggaran Biaya	19
4.2. Jadwal Penelitian	19
DAFTAR PUSTAKA	
Lampiran 1. Justifikasi anggaran penelitian	A
Lampiran 2. Ketersediaan sarana dan prasarana penelitian	D
Lampiran 3. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas	E
Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul	G
Lampiran 5. Surat Pernyataan ketua pengusul	R

RINGKASAN

Pondasi yang berada pada tanah ekspansif akan mengalami deformasi akibat perubahan volume yang terjadi pada tanah yang disebabkan perubahan kadar air pada musim kemarau dan musim hujan. Selain deformasi yang berupa pengangkatan atau penurunan, perubahan kadar air juga menyebabkan berubahnya kekuatan tanah. Saat kadar air tanah meningkat, volume tanah bertambah, kekuatan tanah menurun, dan bila kadar air berkurang, tanah akan menyusut dan menjadi keras, timbul retakan-retakan pada tanah. Apabila selama perubahan volume (pengembangan) tanah dasar tertahan oleh struktur (pondasi), maka akan timbul tekanan pengembangan pada dasar pondasi. Gerakan siklik pengembangan akan menyebabkan pondasi berdeformasi (terangkat) dan penyusutan tanah akan menyebabkan pondasi mengalami penurunan, dan akibat ketidakhomogenan tanah dapat terbentuk rongga-rongga antara tanah dan dasar pondasi, akibatnya dukungan tanah berkurang. Beban luar, berat sendiri dan berkurangnya dukungan tanah dasar, menimbulkan tegangan yang berlebih pada struktur pondasi, maupun struktur di atasnya, akibatnya struktur pondasi menjadi patah, dinding retak-retak, lantai terangkat, dan atau pecah. Untuk itu perlu rekayasa tanah dasar ekspansif, dan atau rekayasa pondasinya. Rekayasa pada tanah ekspansif tidak efektif, apabila ketebalan lapisan ekspansif cukup dalam, sehingga perlu rekayasa pada struktur pondasinya. Rekayasa yang dapat dilakukan adalah berupa menambahkan struktur perkuatan yang berfungsi sebagai angker yang mencegah terangkatnya pondasi, perkuatan vertikal ini dapat berupa tiang-tiang. Metode rekayasa pondasi lainnya adalah dengan memperkaku pelat pondasi dengan menggunakan grid-grid balok, sehingga pondasi tahan terhadap beda pergerakan tanah, tidak mengalami kegagalan berupa retak atau patah.

Pemodelan skala kecil dilakukan di laboratorium. Tanah ekspansif dimasukan kedalam kotak pengujian berukuran 1,2 m x 1,2 m x 1 m dengan ketebalan lapis tanah ekspansif 0,5m. Model pelat pondasi diletakan di atasnya dengan variasi pelat tanpa perkuatan, dengan perkuatan variasi panjang, diameter, spasi antar tiang. Pengembangan tanah dasar dipicu dengan cara merendam (mengenangi) tanah dasar, pengukuran pengembangan tanah dan deformasi pelat dilakukan setiap hari, sampai perubahan deformasinya tidak signifikan. Pembebanan pada model pelat juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengembangan tanah dan pengaruh perkuatan terhadap kapasitas dukung pondasi,. Penelitian tahun ke-2 dilakukan dengan rekayasa pondasi dengan cara memperkaku pelat dengan menggunakan grid-grid balok. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh perilaku perkuatan pelat pondasi dengan menggunakan tiang dan balok, dimensi perkuatan (tiang dan balok) yang paling efektif, dan rekomendasi perkiraan pengembangan tanah yang mungkin terjadi dengan menggunakan rumus-rumus empiris sederhana sebagai dasar untuk perancangan.

Kata kunci : tanah ekspansif, perkuatan pelat dengan tiang, grid balok, pengembangan tanah.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume jika terjadi perubahan kadar air. Jika kadar air bertambah, tanah akan mengembang (*swell*), jika kadar air berkurang tanah akan menyusut (*shrinkage*). Pondasi yang berada di atas tanah lempung ekspansif akan mengalami deformasi karena mengembang atau menyusutnya tanah. Perubahan volume terjadi baik arah vertikal (*heave*) maupun horisontal. *Heave* yang berlebihan dan beda *heave* (*differential heave*) akan menyebabkan kerusakan yang serius dan mempengaruhi aspek keselamatan dan keamanan struktur di atasnya. *Differential heave* dapat terjadi di bagian tepi dan tengah pondasi karena ketidakhomogenan tanah, dan beda perubahan kadar air pada keduanya. Pada tanah ekspansif tidak hanya *heave* yang harus dipertimbangan, tekanan pengembangan yang besar juga dapat menimbulkan permasalahan pada struktur di atasnya, terutama struktur pondasi yang mendukung beban yang ringan, dan beban mati yang ada pada struktur tidak cukup untuk melawan tekanan pengembangan tanah. Peningkatan kadar air tanah terutama terjadi pada musim hujan (atau kebocoran pada pipa saluran drainasi), disamping menimbulkan pengembangan tanah, juga menyebabkan penurunan kekuatan tanahnya (*soil softening*). Pada saat kadar air tanah berkurang (karena penguapan) pada musim kemarau, tanah akan menyusut, sehingga dapat terbentuk rongga-rongga antara struktur pondasi dengan tanah pendukung di bawahnya, hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya dukungan tanah, ditambah akibat beban yang bekerja, dapat menyebabkan struktur pondasi menjadi patah. Disamping itu, dalam perancangan pondasi di atas tanah ekspansif juga harus memprediksi kemungkinan *heave* yang akan terjadi dan pergerakan struktur pondasi selama umur rencana struktur.

Di DI Yogyakarta, tanah ekspansif dapat di temui di Wates, yaitu jalan Yogyakarta-Wates, dan di Kasihan Bantul. Bangunan rumah tinggal yang dibangun di daerah Kasihan terlihat mengalami pengangkatan pada pondasi, dan retak-retak pada dinding. Beberapa Metode untuk mitigasi/mengurangi resiko

DAFTAR PUSTAKA

- Aljorany, A. N., & Noori, F. S. (2013). Effect of Swelling Soil on Load Carrying Capacity of Single Pile. *Journal of Engineering*, 896-905.
- Chen, F. H. (1975). *Foundations On Expansive Soils* (First ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
- Day, R. W. (1994). Performance Of Slab-On-Grade- Foundations On Expansive Soil. *Journal Performance Construction Facility ASCE*, 129-138.
- Diana, W. (2013). Kuat Tarik Belah Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Limbah Karbit Abu sekam Padi. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*. Solo: Universitas Sebelas Maret.
- Diana, W. (2012). Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 6*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Diana, W., Hardiyatmo, H. C., & Suhendro, B. (2015). Experimental Study on Expansive Soil: The Effect of Pile installation on Slab Heave. *10 th International Conference on Science and Technology*. Bali.
- Diana, W., Hardiyatmo, H. C., & Suhendro, B. (2015). Small-scale Experimental Investigation on The Behavior of Nailed Slab System in Expansive Soil. *International Conference on Science and Technology*. Yogyakarta: AIP Conference Publication (belum terbit)
- Diana, W., Hardiyatmo, H. C., & Suhendro, B. (2015). Uji Model Sistem Pelat Terpaku (nailed slab System) pada tanah dasar Ekspansif. *Seminar Nasional HATTI*. Jakarta: Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). Method To Analyze The Deflection of The Nailed Slab System. *International Journal of Civil & Enviromental Engineering IJCEE-IJENS*, 22-28.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Tanah Ekspansif*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Houston, S. L., Dye, H. B., Zapata, C. E., Walsh, K. D., & Houston, W. N. (2011). Study of Expansive Soilsand Residential Foundations on Expansive Soils in Arizona. *Journal of Performance of Construction Facilities*, 31-41.
- Kropp, A. (2011). Survey of Residential Foundation DCesign Practice on Expansive Soils in The CSan Fransisco Bay Area. *Journal of Performance Construction Facility ASCE*, 25(1), 24-30.
- Li, X., Wang, M., & Liang, Y. (2011). Study on Treatment Theory and Technique for Expansive Soil Geological Disaster . *International Conference on Remote Sensing, Enviroment, and Transportation*, (pp. 802-806). Nanjing.
- Likos, W. J. (2004). Measurement of Cristalline Swelling in Expansive Clay. *Geotechnical Testing Journal*, 540-546.

- Lucian, C. (2006). *Geotechnical Aspect of Buildings on Expansive Soil in Kibaha Tanzania: Preliminary Study*. Sweden: Royal Institute of Technology.
- Mohamedzein, Y. E. (2006). Finite Element Analysis of Piers in Expansive Soils. In A. A. Al-Rawas, & M. F. Goosen, *Expansive Soils Recent Advances in Characterization and Treatment* (pp. 231-243). London: Taylor & Francis Group.
- Muntohar, A. S. (2006). The Swelling of Expansive Subgrade at Wates-Purworejo Roadway sta8+12. *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, 106-110.
- Muntohar, A. S. (2014). Improvement of Expansive Subgrade Using Column Technique of Carbide Lime and Rice Husk Ash Mixture. *South East Asia Conference on Soft Soils Engineering and Ground Improvement* , (pp. 14-1 - 14-5). Bandung.
- Muntohar, A. S. (2016). A Numerical Method of The Flexible pavement Supported by SSC on Expansive Soils . *Applied Mechanics and Materials*, 62-69.
- Nelson, J. D., Chao, K. C., Overton, D. D., & Nelson, E. J. (2015). *Foundation Engineering For Expansive Soil*. New Jersey: John Wiley & Son.
- Nelson, J. D., Chao, K.C., Overton, D. D., & Dunham-Friel, J. (2011). Evaluation of Level of Risk For Structural Movement Using Expansion Potential. *Geo-Frontiers ASCE*, 2404-2413.
- Nelson, J., & Miller, D. (1992). *Expansive Soils Problems and Practice in Foundation and Pavement Engineering*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Nusier, O. K., & Alawaneh, A. S. (2004). Micropile Technique to Control Upward Movement of Lightweight Structure Over Expansive Soil. *Geotechnical and Geological Engineering*, 22, 89-104.
- Poulos, H. G., & Davis, E. H. (1980). *Pile Foundation Analysis And Design*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Puri, A. (2015). *Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Pada Tanah Dasar Lempung Lunak (soft Clay)*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Reed, R. F., & Kelley, M. (2000). Impact Of Climatic Variation On Design Parameters For Slab On Ground Foundations In Expansive Soils. *Advance in Unsaturated Geotechnics*, 435-455.
- Sharma, R. S., & Phanikumar, B. R. (2005). Laboratory Study of Heave Behavior of Expansive Clay Reinforced with Geopiles. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 131, 512-520.
- Sorochan. (1991). *Constructio of Buildings on Expansive Soils*. Brookfield: A.A. Balkema Publishers.
- Widianti, A. (2009). Peningkatan Nilai CBR Laboratorium Rendaman Tanah dengan Campuran Kapur Abu sekam Padi dan Serat Karung Plastik. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 21-27.

- Widianti, A., Hartono, E., & Muntohar, A. S. (2009a). Kuat Tekan dan KUat Tarik Tanah dengan Campuran Kapur-Abu Sekam Padi-Serat Kaurung Plastik. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KonTeks) 3*. Jakarta: Universitas Pelita Harapan.
- Widianti, A., Hartono, E., & Muntohar, A. S. (2009b). Studi Model Embankment Tanah Lempung dengan Stabilisasi Kapur-Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik yang di Campur Dalam Berbagai Konfigurasi. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 3*. Jakarta: Universitas Pelita Harapan.
- Xiao, H. B., Zhang, C. S., Wang, Y. H., & Fan, Z. H. (2011). Pile-Soil Interaction in Expansive Soil Foundation: Analitical Solution and Numerical Simulation. *International Journal Of Geomechanic ASCE*, 159-166.