

**LAPORAN TAHUNAN  
PENELITIAN KOMPETENSI (HIKOM)**

**Nomor: 035/LIT-DIKTI/2014**



**PENGOLAHAN DAN PEMANFAATAN LUMPUR SIDOARJO  
SEBAGAI MATERIAL PENGIKAT UNTUK PEMBUATAN BATA  
RINGAN RAMAH LINGKUNGAN**

**Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun**

**Ketua Peneliti:**

**Prof. Dr. Ir. Djwantoro Hardjito, M.Eng (NIDN: 0810126001)**

**Peneliti Anggota:**

**Antoni, ST, M.Eng, Ph.D (NIDN: 0721067601)**

**Ir. Handoko Sugiharto, MT (NIDN: 0729015801)**

**UNIVERSITAS KRISTEN PETRA  
SURABAYA  
Oktober 2014**

Dibiayai KOPERTIS wilayah VII Jawa Timur sesuai DIPA Kopertis No.  
023.04.2.415015/2014 tanggal 5 Desember 2013

### HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengolahan dan Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo sebagai  
Material Pengikat untuk Pembuatan Bata Ringan Ramah  
Lingkungan ó Tahun ke I  
Kode>Nama Rumpun Ilmu : 421/Teknik Sipil  
Ketua Peneliti  
a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Djwantoro Hardjito, M.Eng.  
d. NIDN : 0810126001  
e. Jabatan Fungsional : Profesor  
g. Program Studi : Teknik Sipil  
j. Nomor HP : 087852740880  
k. Alamat Surel : djwantoro.h@petra.ac.id

Anggota Peneliti (ke 1)  
Nama Lengkap : Antoni, ST, M.Eng., Ph.D  
NIDN : 0721067601  
Perguruan Tinggi : Universitas Kristen Petra Surabaya

Anggota Peneliti (ke 2)  
Nama Lengkap : Ir. Handoko Sugiharto, MT  
NIDN : 0729015801  
Perguruan Tinggi : Universitas Kristen Petra Surabaya

Mahasiswa yang terlibat  
Mahasiswa 1 : Teguh Hermawan Widodo (NRP: 01513005)  
Mahasiswa 2 : Lucky Chandra (NRP: 01513003)  
Mahasiswa 3 : David Wiyono (NRP: 01513007)  
Mahasiswa 4 : Aleksander Jodjana (NRP: 21410076)  
Mahasiswa 5 : Alvin Cahyadi Djoewardi (NRP: 21410079)  
Mahasiswa 6 : Diar Januar (NRP: 21411069)  
Mahasiswa 7 : Raven Andrean S (NRP: 21411063)

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya tahun berjalan : Rp. 110.000.000,-  
Biaya keseluruhan : Rp. 270.000.000,-

Mengetahui  
Kepala LPPM

Surabaya, 30 Oktober 2014  
Ketua Peneliti,

Dr. Juliana Anggono, ST, M.Sc.  
NIDN. 0718056801

Prof. Dr. Ir. Djwantoro Hardjito, M.Eng.  
NIDN. 0810126001



## RINGKASAN

Lumpur Sidoarjo yang menyembur sejak 29 Mei 2006 dan menutupi lahan produktif lebih dari 700 Ha telah menjadi beban bagi pemerintah daerah, pemerintah pusat serta penduduk sekitarnya, karena hingga saat ini belum ada tanda-tanda berakhirnya semburan lumpur tersebut. Penelitian terdahulu sudah berhasil mengidentifikasi potensi besar yang dimiliki oleh lumpur Sidoarjo sebagai material pengikat, setelah melalui proses pengolahan berupa kalsinasi dan penggilingan. Sebagai material posolan, penelitian terdahulu sudah menyingkapkan potensi lumpur Sidoarjo sebagai material pengikat pengganti semen hingga 60%. Sebagai bahan dasar geopolimer, lumpur Sidoarjo dapat digunakan untuk menghasilkan mortar dengan kuat tekan tidak kurang dari 40 MPa.

Penelitian ini direncanakan selama dua tahun untuk menghasilkan bata beton ringan ramah lingkungan dengan material perekat berasal dari lumpur Sidoarjo. Tahun pertama penelitian difokuskan untuk memantapkan proses pengolahan yang dilakukan dengan menggunakan prototipe alat penggilingan dan alat pembakaran (kalsinasi) yang didesain dan dipabrikasi sendiri dengan bantuan pihak ketiga. Efektifitas pengolahan diuji dengan serangkaian karakterisasi material, dan penggunaannya sebagai material pengikat dalam pembuatan mortar. Untuk memperbaiki beberapa sifat material, kombinasi pemakaian lumpur Sidoarjo dengan *fly ash* juga dilakukan.

Pada tahun kedua, penelitian diarahkan pada manufaktur prototipe bata beton dengan berat jenis ringan yang ramah lingkungan. Tahap penelitian akan diakhiri dengan evaluasi dimensi bata beton ringan yang dihasilkan terhadap terhadap teknik pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding.

Penelitian yang dilaksanakan di tahun 2014 ini telah menghasilkan 3 (tiga) buah artikel yang telah dipublikasikan di jurnal ilmiah bereputasi internasional (terindex SCOPUS), serta 3 (tiga) buah undangan untuk menjadi pembicara kunci (*keynote speaker*), bagi peneliti utama, dalam konperensi bertaraf internasional yang dilangsungkan di Kuala Lumpur, Denpasar dan Manado.

## PRAKATA

Kami sangat berterimakasih untuk hibah penelitian dari DP2M Dikti yang kami terima sejak tahun 2012, yaitu dalam bentuk Hibah Penelitian Unggulan (AUPT) pada tahun 2012 dan 2013; dan dilanjutkan dengan Hibah Penelitian Kompetensi (HIKOM) untuk tahun 2014 dan 2015 ini. Dalam rangkaian penelitian selama tiga tahun terakhir ini, kami memusatkan perhatian pada pemanfaatan dan pengolahan lumpur Sidoarjo sebagai material konstruksi.

Lumpur Sidoarjo yang menyembur sejak 29 Mei 2006 dan menutupi lahan produktif lebih dari 700 Ha telah menjadi beban bagi pemerintah daerah, pemerintah pusat serta terutama bagi penduduk sekitarnya. Hingga saat ini, setelah lebih dari delapan tahun, semburan lumpur tersebut terus terjadi, walaupun volumenya sudah sangat berkurang dibanding pada masa puncaknya.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan. Penelitian tahap sebelumnya telah menghasilkan beberapa hasil yang sangat positif, di antaranya setelah melalui proses pengolahan berupa pembakaran dan penggilingan, material lumpur Sidoarjo (LUSI) terbukti menjadi material yang reaktif, baik sebagai material posolan maupun sebagai material dasar untuk pembuatan mortar geopolimer. Sebagai bahan dasar material posolan, lumpur Sidoarjo dapat digunakan untuk membuat mortar/beton dengan kadar penggunaan lumpur Sidoarjo yang tinggi, lebih dari 50% dari total jumlah material pengikat (*cementitious material*). Sebagai bahan dasar geopolimer, lumpur Sidoarjo telah dapat dimanfaatkan untuk membuat pasta/mortar maupun beton geopolimer dengan karakteristik yang baik.

Pada tahap-tahap penelitian terdahulu, proses pembakaran dilakukan dengan menitipkan lumpur Sidoarjo pada pabrik genteng yang ada di sekitar Surabaya. Hal ini tidak kondusif, karena tidak dimungkinkan untuk mengendalikan suhu, durasi serta teknik pembakarannya. Demikian pula dengan penghalusan ukuran butiran, lebih banyak dilakukan secara manual. Saat ini, prototipe alat pembakar (*furnace*), serta prototipe mesin giling untuk menghaluskan ukuran butiran lumpur Sidoarjo sudah berhasil dibuat.

Pada tahap penelitian HIKOM tahun pertama ini, fokus penelitian diarahkan pada upaya untuk memahami karakteristik lumpur Sidoarjo ini lebih lanjut, terutama untuk memahami perilaku mortar dalam keadaan segar (*rheology*). Salah satu variable penting yang diamati adalah kehalusan butiran. Metoda karakterisasi yang dilakukan terhadap material Lumpur Sidoarjo adalah *X-ray Fluorescence* (XRF) dan *Particle Size Analysis* (PSA). Penggabungan lumpur Sidoarjo sebagai bahan dasar geopolimer dan material posolan dengan abu terbang (*fly ash*) juga dijadikan salah satu fokus penelitian. Optimasi komposisi campuran menjadi salah satu yang diselidiki.

Penulisan Laporan Tahunan ini dilampiri dengan kompilasi dari 3 (tiga) buah artikel ilmiah hasil penelitian yang dipublikasikan dalam sebuah jurnal internasional terindex SCOPUS (dua artikel) serta 1 jurnal internasional (satu artikel) (lihat Lampiran 1 s.d. 3). Di samping itu, peneliti utama juga menjadi pembicara kunci (*keynote speaker*) dalam sebuah pertemuan ilmiah internasional di Kuala Lumpur, Denpasar (Lampiran 4 dan 5), dan diundang untuk menjadi pembicara kunci pada sebuah konperensi internasional lainnya di Manado (Lampiran 6).

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	2
RINGKASAN.....	4
PRAKATA .....	5
DAFTAR ISI .....	6
I. Pendahuluan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. Latar belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Tujuan khusus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Urgensi (keutamaan) penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Luaran yang telah dihasilkan dan kontribusi terhadap pengetahuan..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>not defined.</b>	
II. Potensi dari Lumpur Sidoarjo Sebagai Material Konstruksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. Sifat Material Lumpur Sidoarjo .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Pembakaran Lumpur Sidoarjo.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Penggilingan Lumpur Sidoarjo .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. Lumpur Sidoarjo Sebagai Material Posolan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5. Lumpur Sidoarjo Sebagai Material Dasar Geopolimer	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III. Pengaruh Ukuran Butiran Lumpur Sidoarjo terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1. Material dan Metoda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.1. Material .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.2. Penggilingan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.3. Komposisi Campuran Dan Pengujian Mortar Geopolimer...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>not defined.</b>	
3.2. Pengaruh Ukuran Butiran dan Molaritas Larutan NaOH Terhadap Keleccakan dan Kuat Tekan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3. Ketahanan di Lingkungan Sulfat, Penetrasi Ion Klorida dan Susut...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>not defined.</b>	
3.4. Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV. Reologi dan Waktu Pengikatan Awal High Volume Sidoarjo Mud Mortar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1. Pendahuluan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Material dan Metoda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3. Karakter Lumpur Sidoarjo dan <i>Fly Ash</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4. Pengaruh Kadar Posolan Terhadap Keleccakan Mortar Segar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>not defined.</b>	

4.5. Pengaruh Kadar Posolan dan Kehalusan Lumpur Sidoarjo terhadap Waktu Pengikatan Awal dan Akhir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6. Pengaruh Kadar Posolan, Jenis dan Kehalusan Terhadap Kuat Tekan Mortar ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7. Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V. Mortar Geopolimer Mutu Tinggi Berbahan Dasar Kombinasi Lumpur Sidoarjo dan Fly Ash .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1. Pendahuluan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2. Rancangan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3. Hasil dan Analisa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1. Pengaruh Molaritas NaOH dan Perbandingan Larutan NaOH dengan Larutan Sodium Silikat pada Karakteristik Pasta Geopolimer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.2. Pengaruh Perbandingan Larutan dengan Pasta dalam Pembuatan Mortar Geopolimer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.3. Pengaruh Perbandingan Massa Lumpur Sidoarjo dan <i>Fly ash</i> dalam Pembuatan Mortar Geopolimer.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4. Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI. Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 1: Artikel Ilmiah yang telah dipublikasikan (1)..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 2: Artikel Ilmiah yang telah dipublikasikan (2)..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 3: Artikel Ilmiah yang telah dipublikasikan (3)..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 4: Sertifikat dan Foto sebagai <i>Keynote Speaker</i> MIGS2014 (Kuala Lumpur) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 5: Sertifikat dan Foto sebagai <i>Keynote Speaker</i> dalam ICESTI2014, Denpasar, Bali .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 6: Undangan sebagai <i>Keynote Speaker</i> EFCECM 2014 (Manado) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>