

**Nama Rumpun Ilmu : Teknik Sipil**

**USULAN  
PENELITIAN UNGGULAN PRODI**



**STABILISASI *SILTSTONE* MENGGUNAKAN SEMEN  
DALAM TINJAUAN DURABILITAS**

Tahun ke-1 dari rencana 2 tahun

**TIM PENGUSUL**

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Dr. Willis Diana, ST., MT</b>                       | 19740822 200004 123 046 |
| <b>Edi Hartono, ST., MT.</b>                           | 19730707 199904 123 041 |
| <b>Prof. Agus Setyo Muntohar, ST., M.Sc Eng., Ph.D</b> | 19750814 199904 123 040 |

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**Desember 2018**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENELITIAN UNGGULAN PRODI**

**Judul Penelitian** : Stabilisasi *Siltstone* Menggunakan Semen dalam Tinjauan Durabilitas.

**Nama Rumpun Ilmu** : Teknik Sipil

**Ketua Peneliti:**

a. Nama Lengkap : Dr. Willis Diana, ST., MT.  
b. NIDN/NIK : 0522087401/19740822200004123046  
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Nomor HP : 081392395338  
f. Alamat surel (e-mail) : willis.diana@umy.ac.id

**Anggota Peneliti (1)**

a. Nama Lengkap : Edi Hartono, ST., MT  
b. NIDN /NIK : 0507077301/ 19730707199904123041  
c. Jabatan Fungsional : Lektor  
d. Program Studi : Teknik Sipil

**Biaya Penelitian** :

- diusulkan ke UMY : Rp. 70.000.000,00  
- dana internal Prodi : Rp. ....  
- dana institusi lain : Rp. ....  
- *inkind* sebutkan .....

Mengetahui,  
Kaprosdi

Yogyakarta, 8 Desember 2018

Ketua Peneliti,



Dr. Willis Diana, ST., MT.  
NIK 19740822200004123046



Prof. Agus Setyo Muntohar, ST., M.Sc. Eng., Ph.D.  
NIK 19750814 199904 123 040



Mengetahui,  
Wadek bidang Akademik Fakultas Teknik

Nursetiawan, ST., MT., Ph.D.  
NIK 19710412201504123075

## URAIAN UMUM

### JUDUL PENELITIAN

Stabilisasi Siltstone Menggunakan Semen Dalam Tinjauan Durabilitas

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Tahun Usulan                | 2018                       |
| Tahun Pelaksanaan           | 2019-2020                  |
| Durasi Kegiatan             | 2 Tahun                    |
| Usulan Tahun ke-            | Ke-1                       |
| Rumpun Ilmu/Sub Rumpun Ilmu | Teknik Sipil               |
| Jumlah Tim                  | 3 (Tiga)                   |
| Usulan dana                 | Rp. 70.000.000,-           |
| Luaran Wajib                | Jurnal Internasional       |
| Luaran Tambahan             | Proseding Seminar Nasional |

## DAFTAR ISI

|  |    |
|--|----|
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | 2  |
| URAIAN UMUM.....   | 3  |
| DAFTAR ISI.....  | 4  |
| RINGKASAN.....   | 5  |
| A. LATAR BELAKANG.....   | 6  |
| B. TINJAUAN PUSTAKA.....   | 9  |
| C. METODE PENELITIAN.....  | 18 |
| D. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN.....                                  | 21 |
| LAMPIRAN   |    |
| Lampiran 1. Justifikasi anggaran penelitian.....                     | 25 |
| Lampiran 2. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas..... | 28 |
| Lampiran 3. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul.....              | 30 |
| Jenis Luaran Penelitian.....   | 42 |

## RINGKASAN

Dalam kelompok litologi batuan sedimen, *siltstone* termasuk ke dalam *mudrock*. *Mudrock* terbentuk oleh sebagian besar partikel lempung (*clay*) dan lanau (*silt*). Meski *siltstone* mempunyai kandungan butiran halus lempung paling kecil dibandingkan dengan *mudrock* lainnya, namun demikian sifat mudah lapuk batuan ini menimbulkan permasalahan bagi konstruksi yang ada di atasnya. Durabilitas *siltstone* yang tinggi dalam kondisi keras dapat dengan segera menurun secara signifikan bila mengalami pelapukan. *Siltstone* dapat mengalami penurunan durabilitas dan kuat geser ketika berada dalam kondisi terekspos (langsung kontak (terhubung) dengan udara bebas dan air). *Slaking* adalah salah satu proses yang menyebabkan pelapukan, material akan hancur oleh karena kontak dengan udara dan air atau mengalami pembasahan dan pengeringan. Durabilitas merupakan faktor dominan yang menentukan kestabilan pada *siltstone* maupun *mudrock* pada umumnya. Konstruksi yang berada di atasnya banyak mengalami masalah seperti kegagalan pondasi gedung, kelongsoran lereng, turunnya lapisan fondasi jalan dan lain-lain. Usaha perbaikan diperlukan untuk meningkatkan durabilitas sehingga dapat meningkatkan kestabilan dan memperpanjang umur konstruksi. Stabilisasi semen mempunyai kelebihan yaitu ikatan partikel yang lebih kuat dan daya tahan yang lebih baik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh stabilisasi semen pada *siltstone* terhadap indek tanah, absorpsi, gradasi dan durabilitasnya. Pengujian durabilitas dilakukan dengan 2 metode yaitu dinamis dan statis. Pengujian durabilitas dinamis menggunakan metode *slake durability test* sesuai standar ASTM D4644-04 dan pengujian statis menggunakan metode *slake index test*. Penelitian pada tahun pertama terdiri dari penelitian untuk mengetahui pengaruh stabilisasi semen terhadap indek tanah dan pengujian durabilitas dinamis. Penelitian tahun kedua difokuskan untuk mengetahui pengaruh stabilisasi terhadap absorpsi, gradasi butiran dan durabilitas statis. Stabilisasi dilakukan dengan mencampur tanah semen dengan persentase sebesar 2, 5,7 dan 10% terhadap berat kering tanah. Air yang ditambahkan dalam campuran sebesar nilai OMC dari pemadatan Proctor tanah asli. Pengujian durabilitas dilakukan terhadap sampel silinder yang dipadatkan setelah dilakukan pemeraman selama 7 hari. Luaran tahun pertama penelitian ini direncanakan berupa artikel ilmiah berupa proseding seminar atau konferensi tingkat nasional. Luaran tahun kedua direncanakan berupa artikel ilmiah dalam jurnal internasional bereputasi.

Kata kunci : *siltstone*, *durabilitas*, *slake durability test* dan *slake index test*

## A. LATAR BELAKANG

Kelompok litologi batuan yang mencakup batu lempung (*claystone*), batu lanau (*siltstone*), batu lumpur (*mudstone*) dan serpih (*shale*) juga dikenal sebagai mudrocks adalah batuan sedimen banyak ditemui di seluruh dunia (Nahazanan et al., 2013). *Mudrock* adalah batuan sedimen yang tersusun oleh partikel lempung dan lanau. *Mudrock* cenderung melemah dan melunak saat berhubungan dengan air dan telah menimbulkan banyak masalah stabilitas dan penurunan (Sharma et al., 2012) dan mudah mengalami pelapukan jika mengalami proses pembasahan dan pengeringan yang berulang bahkan hanya dalam satu siklus saja (Sharma et al., 2013). *Siltstone* termasuk mudrock yang mempunyai kandungan butiran halus lempung paling kecil dibandingkan dengan mudrock lainnya, namun demikian sifat mudah lapuknya batuan ini menimbulkan permasalahan bagi konstruksi yang ada di atasnya.

Pelapukan batuan dapat disebabkan oleh 2 hal yaitu slaking dan degradasi. *Slaking* adalah proses runtuhnya material yang ditandai dengan pecahnya butiran karena pembasahan dan pengeringan yang berulang-ulang. Degradasi adalah proses berkurangnya ukuran butiran karena pembebanan. *Siltstone* dapat dalam kondisi yang keras saat tertimbun secara alami, namun bila telah terekspos maka kondisi yang terbuka memungkinkan terjadinya pelapukan. Durabilitas *siltstone* yang tinggi dalam kondisi keras dapat dengan segera menurun signifikan bila mengalami pelapukan. Durabilitas adalah faktor yang sangat penting pada batuan lunak untuk lereng dan timbunan. Berbeda dengan tanah seperti lempung yang lebih dominan dipengaruhi oleh konsistensinya, durabilitas lebih dominan mempengaruhi kestabilan pada mudrock maupun batuan lunak lainnya. Karena hal tersebut, pengujian utama pada *mudrock* biasanya adalah uji durabilitas, dan pengujian tambahan berupa uji untuk mengetahui korelasinya terhadap kekuatan (*strength*). Durabilitas didefinisikan sebagai kemampuan material menjaga stabilitas dan integritas dalam jangka waktu yang panjang akibat pengaruh dari pelapukan (Chand and Subbarao, 2007).

Usaha perbaikan diperlukan untuk meningkatkan kestabilan sehingga dapat meningkatkan durabilitas dan memperpanjang umur konstruksi. Upaya perbaikan secara mekanis seperti pemadatan terhadap *siltstone* maupun *mudrock* pada umumnya yang telah mengalami pelapukan kurang efektif dilakukan. Dari banyak literatur diketahui bahwa upaya perbaikan secara kimiawi dengan mencampurkan bahan tambah tertentu

## DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, I.M., Kamaruddin, S.A., Nazir, R., Irsyam, M., and Himawan, A., 2015, Shear Strength Degradation of Semarang Bawen Clay Shale Due To Weathering Process, *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, Vol. 77 (11), 109–118
- ASTM International. 2004, Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Other Similar Weak Rocks, ASTM D4644, West Conshohocken, PA
- Berisavljevic, Z. 2017, Weathering Characteristics of Heterogeneous Permian-Age Siltstone and Mudstone Sediments from Serbia, *Procedia Engineering*, Vol. 191, pp. 1152 – 1160
- Bryson, L. S., Gomes-Gutierrez, I. C., Hopkins, T. C. 2012, Development of a new durability index for compacted shale, *Engineering Geology*, 139-140, pp.66-75
- Cano, M., Thomas, R., Riquelme, A. 2017, Relationship between Monitored Natural Slaking Behaviour, Field Degradation Behaviour and Slake Durability Test of Marly Flysch Rocks: Preliminary Results, *Procedia Engineering*, Vol.191, pp.609- 617
- Celestine, T. A. and Ngon, E. F. 2016, Geotechnical Properties and Slaking Characteristics of Shales in the Calabar Flank, Southeastern Nigeria, *Journal of Earth Science and Geotechnical Engineering*, Vol.6, pp.123-133
- Chand, S. K and Subbarao, C., 2007. Strength and Slake Durability of Lime Stabilized Pond Ash, *Journal of Material in Civil Engineering*, ASCE, Volume 19(7), pp. 601-608
- Djelloul, R., Mrabent, S. A. B., Hachichi, A., Fleureau, J. 2017, Effect of Cement on the Drying–Wetting Paths and on Some Engineering Properties of a Compacted Natural Clay from Oran, Algeria, *Geotechnical and Geological Engineering*
- Erguler, Z.A., Shakoor, A., 2009, Quantification of Fragment Size Distribution of Clay-Bearing Rocks after Slake Durability Testing, *Environmental & Engineering Geoscience*, Vol. XV, No2, May 2009, pp.81-89
- Ghautam, T.P. and Shakor, A. 2016, Comparing The Slaking of Clay-Bearing Rocks Under Laboratory Conditions to Slaking Under Natural Climate Conditions, *Rock Mechanics Rocks Engineering*, Vol. 49, pp. 19-31.
- Heidari, M., Rafiei, B., Mohebbi, Y., Kaveh, M. T. 2015, Assessing the Behavior of Clay-Bearing Rocks Using Static and Dynamic Slaking Indices, *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol.33, pp.1017-1030
- Heidari, M., Rafiei, B., Mohebi, Y., Rastegarian, V. 2016, Prediction of Long-term Slake Durability of Clay-bearing Rocks, *JGeope*, Vol.6, pp.35-43
- Lee, J. and Yoon, H. 2017, Characterization of Rock Weathering Using Elastic Waves: A Laboratory-scale Experimental Study, *Journal of Applied Geophysics*, Vol.140, pp.24-33
- Moradian, Z.A., Ghazvinian, A.H., Ahmadi, M., Behnia, M. 2010. Predicting slake durability index of soft sandstone using indirect tests, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, Volume 47, pp.666–671
- Moradzadeh, M., Cheshomi, A., Ghafoori, M., TrighAzali, S. 2016. Cement-Stabilization of Sabkha Soils from Al-Auzayba, Sultanate of Oman, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, Volume 86, pp.42–47

- Nahazanan, H., Afshin, S. C., Yusoff, A.Z.M., Huat, B.K, 2013, Effect of inundation on shear strength characteristics of mudstone backfill, *Engineering Geology.*, **158**, 48-56
- Neuendorf, K.K.E., Mehl Jr., J.P., and Jackson, J.A., 2011, *Glossary of Geology*, Fifth Edition, American Geosciences Institute
- Qi, J., Sui, W., Liu, Y., Zhang, D. 2015, Slaking Process and Mechanisms Under Static Wetting and Drying Cycles Slaking Tests in a Red Strata Mudstone, *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol.33, pp.959-972
- Sadisun I. A., Bandonno H., Shimada, M., Ichinose, and Matsui K. 2010. Physical Disintegration Characterization of Mudrocks Subjected to Slaking Exposure and Immersion Tests. *Jurnal Geologi Indonesia*. 5 (4). Desember 2010: 219-225.
- Sariosseiri, F. Muhunthan, B, 2009, Effect of cement treatment on geotechnical properties of some Washington State soils, Elsevier, *Engineering Geology*, Vol. 104, 119–125
- Sharma, K., Kiyota, T., Kyokawa, H., 2012, Influence of cyclic wetting and drying on stress and deformation characteristics of crushed mudstones in direct shear test, 5th Taiwan-Japan Joint Workshop on Geotechnical Hazards from Large Earthquakes and Heavy Rainfalls, 12-15, November, 2012, Tainan, Taiwan
- Sharma, K., Kiyota, T., Kyokawa, H., 2013, Effect of Slaking on The Engineering Behaviour of The Crushed Mudstone, *Bulletin of ERS*, No. 46
- Wardani, S.P.R., dan Muntohar, A.S. 2018, *Perbaikan Tanah*, Yogyakarta, Lembaga Pengembangan, Penelitian, Publikasi dan Masyarakat UMY, Yogyakarta
- Wilson, M.J., and Wilson, L., 2014, Clay mineralogy and shale instability: an alternative conceptual analysis, *GeoScienceWorld, Clay Minerals*, (2014) 49, 127–145
- Yu, H., Zhang, X., Liu, H., Huang, Z., Shi, G. 2017, Stress Relaxation Behavior of Silty Mudstone Considering The Effect of Confining Pressure, *Environmental Earth Science*, Vol.75
- Zhou, Z., Cai, X., Chen, L., Cao, W., Zhao, Y., Xiong, C. 2017, Influence of Cyclic Wetting and Drying on Physical and Dynamic Compressive Properties of Sandstone, *Engineering Geology*, Vol.220, p.1-1



**LAMPIRAN****Lampiran 1. Justifikasi anggaran penelitian**

| <b>1. Honorarium</b> |                |                    |        |                      |            |
|----------------------|----------------|--------------------|--------|----------------------|------------|
| Honor                | Honor/Jam (Rp) | Waktu (jam/minggu) | Minggu | Honor per Tahun (Rp) |            |
|                      |                |                    |        | Tahun ke-1           | Tahun ke-2 |
| Ketua Pelaksana      | 17500          | 10                 | 30     | 2625000              | 2625000    |
| Anggota 1            | 15000          | 8                  | 24     | 1440000              | 1440000    |
| pengolah data        | 15000          | 8                  | 24     | 1440000              | 1440000    |
| petugas laboratorium | 12500          | 8                  | 30     | 1500000              | 1500000    |
| petugas laboratorium | 12500          | 8                  | 30     | 1500000              | 1500000    |
|                      |                |                    |        | 8505000              | 8505000    |

| <b>2. Pembelian bahan habis pakai</b> |  |           |        |                   |                                |            |
|---------------------------------------|--|-----------|--------|-------------------|--------------------------------|------------|
| Material                              | Justifikasi Pembelian                  | Kuantitas | Satuan | Harga Satuan (Rp) | Harga Peralatan Penunjang (Rp) |            |
|                                       |  |           |        |                   | Tahun ke-1                     | Tahun ke-2 |
| Alat Tulis                            | olah data, pelaporan                   | 4         | set    | 100000            | 200000                         | 200000     |
| Kertas HVS                            | pembuatan laporan                      | 4         | rim    | 40000             | 80000                          | 80000      |
| fotocopy                              | pembuatan laporan                      | 500       | lembar | 250               | 62500                          | 62500      |
| Jilid                                 | pembuatan laporan                      | 4         |        | 10000             | 20000                          | 20000      |
| tanah siltstone                       | bahan pengujian                        | 4         | rit    | 1000000           | 2000000                        | 2000000    |
| Palet Penjemuran                      | pengeringan benda uji                  | 21        | bh     | 250000            | 5250000                        | 0          |
| bak rendaman                          | pembasahan benda uji                   | 1         | bh     | 500000            | 500000                         | 0          |
| nampan&cawan                          | alas penjemuran                        | 60        |        | 7500              | 450000                         | 0          |
| Modifikasi alat slake index           | uji durabilitas                        | 1         | set    | 4600000           | 0                              | 4600000    |
| air destilasi                         | uji Slake                              | 6         | galon  | 110000            | 330000                         | 330000     |
| journal international                 | publikasi journal 2 kali dalam 2 tahun | 2         |        | 5000000           | 5000000                        | 5000000    |
| tinta printer, CD                     | pelaporan                              | 2         |        | 400000            | 400000                         | 400000     |
| Subtotal (Rp)                         |  |           |        |                   | 14292500                       | 12692500   |

### 3. Perjalanan

| Material               | Justifikasi  | Kuantitas | Harga Satuan (Rp) | Biaya per Tahun (Rp) |            |
|------------------------|--|-----------|-------------------|----------------------|------------|
|                        |  |           |                   | Tahun ke-1           | Tahun ke-2 |
| pengambilan sampel     | mengambil sampel jogja-semarang disturb dg truk  | 4         | 850000            | 3400000              | 0          |
| Perijinan ambil sampel | ke pengelola tol & pihak lapangan  | 8         | 500000            | 2000000              | 2000000    |
| Akomodasi seminar      | Perjalanan untuk seminar nasional (2 kali seminar nasional untuk @2 orang ketua dan anggota tim) | 4         | 2000000           | 4000000              | 9000000    |
| Subtotal (Rp)          |  |           |                   | 9400000              | 11000000   |

### 4. Lain-lain

| Material   | Justifikasi Sewa   | Kuantitas | Harga Satuan (Rp) | Biaya per Tahun (Rp) |            |
|--|--|-----------|-------------------|----------------------|------------|
|  |  |           |                   | Tahun ke-1           | Tahun ke-2 |
| <i>Proofread</i> paper                           | <i>Proofread</i> paper untuk jurnal internasional dan seminar                          | 2         | 1000000           | 1000000              | 1000000    |
| sewa peralatan lapangan                          | sewa peralatan sampling lapangan   | 4         | 500000            | 1000000              | 1000000    |
| sewa peralatan laboratorium                      | sewa peralatan laboratorium selama 6 bulan (4 bulan tahun ke-1 dan 4 bulan tahun ke-2) | 8         | 200000            | 800000               | 800000     |
| SUB TOTAL (Rp)                                   |  |           |                   | 2800000              | 2800000    |
| TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SETIAP TAHUN (Rp) |  |           |                   | 34997500             | 34997500   |