

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN FUNDAMENTAL
(Tahun kedua)



**STUDI EKSPERIMENTAL DAN NUMERIK PENGARUH
LAHAR DINGIN TERHADAP POROSITY DAN *RIVER BED*
VARIATION**

Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D
Edi Hartono, ST., MT

Peneliti :

NIDN. 0524057201
NIDN.0507077301

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
JUNI 2015

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN FUNDAMENTAL**

1. Judul : STUDI EKPERIMENTAL DAN NUMERIK PENGARUH LAHAR DINGIN TERHADAP POROSITY DAN RIVER BED VARIATION
2. Ketua Peneliti
- 2.1 Data Pribadi
- a. Nama Lengkap : Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D
 - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
 - c. NIP/Golongan : 0524057201/IIIC
 - d. Srata/Jab. Fungsional : Lektor Kepala
 - e. Jabatan Struktural : Ketua Pusat Studi Lingkungan dan Bencana (PSLB)
 - f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
 - g. Bidang Ilmu : Rekayasa
 - h. Alamat Kantor : Jl. Lingkar Selatan Taman Tirto Bantul, Yogyakarta
 - i. Telepon/Faks/E-mail : 274-384656/387646/jazaul.ikhsan@umy.ac.id
 - j. Alamat Rumah : Kanggolan RT 07 RW 06, Pleret, Bantul
 - k. Telepon/Faks/E-mail : 274-4415170
- 2.2 Mata Kuliah Yang Diampu dan Jumlah sks
- a. Mata Kuliah I : Dasar Pemrograman Komputer 2 sks
 - b. Mata Kuliah II : Mekanika Fluida 2 sks
 - c. Mata Kuliah III : Hidraulika 2 sks
 - d. Mata Kuliah IV : Rekayasa Irigasi 2 sks
- 2.3 Penelitian Terakhir
- a. Judul Penelitian I : Perubahan morfologi sungai pasca letusan Merapi 2010
 - b. Judul Penelitian II : Studi ekperimental dan numerik model infiltrasi untuk stabilitas lereng
 - c. Judul Penelitian III : Study on effect of sediment supply conditions on porosity and grain size changes of river bed
 - d. Judul Penelitian IV : Study on integrated sediment management in an active volcanic basin
3. Lokasi Penelitian : Yogyakarta
4. Jangka Waktu Penelitian : 2 tahun
5. Pembiayaan :
- Biaya tahun 2 Rp. 59.000.000



Jazaul Ikhsan, Ph.D
Dekan Fakultas Teknik UMY

Jazaul Ikhsan, Ph.D
NIP/NIK. 19720524199804123037



Menyetujui,
Ketua LP3M UMY

Hilman Latief
NIP/NIK. 113033

Yogyakarta, 30 Juni 2014
Ketua Peneliti,

Jazaul Ikhsan, Ph.D
NIP/NIK.19720524199804123037

I. IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Study Eksperimental dan Numerik Pengaruh Banjir Lahar Terhadap Porosity dan *River Bed Variation*

2. Ketua Peneliti

- a. Nama lengkap : Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D
b. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
c. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
d. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
e. Alamat Surat : Jl. Lingkar Selatan Taman Tirto, Kasihan, Bantul. D.I. Yogyakarta
f. Telepon/Faksimili : 0274-387656/387646
g. E-mail : jazaul.ikhsan@umy.ac.id

3. Tim Peneliti

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Instansi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	Edi Hartono, ST., MT	Geoteknik	UMY	5

4. Objek Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada kajian lapangan dan numeric pengaruh lahar dingin pasca erupsi Merapi pada tahun 2010 terhadap porositas sedimen permukaan dasar sungai dan perubahan elevasi dasar sungai.

5. Masa Pelaksanaan

- Mulai : 2015
- Berakhir : 2015

6. Biaya

- Tahun II : Rp.59.000

7. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di anak sungai Kali Progo dan Kali Opak yang berhulu di kawasan Merapi, dan simulasi dilakukan di Laboratorium Komputer, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

8. Temuan yang ditargetkan

Hasil penelitian yang diharapkan adalah sebuah model numeric/matematik yang telah diverifikasi dengan data lapangan sehingga dapat digunakan untuk memprediksi dampak

banjir lahar dingin terhadap perubahan grain size material dasar sungai, porositas dan elevasi dasar sungai.

9. Jurnal Ilmiah Sasaran

Beberapa alternatif jurnal yang menjadi sasaran publikasi hasil penelitian adalah :

- Jurnal Internasional : International Journal of Erosion Control Engineering atau yang lain.
- Jurnal Nasional Terakreditasi : Jurnal Dimensi Teknik Sipil/Jurnal Dinamika Teknik Sipil atau yang lain.

Kemajuan sampai saat ini, untuk publikasi yang direncanakan adalah sudah dikirimkan naskah publikasi ke Seminar Nasional Teknologi Terapan FGDT PTM 6 di Makassar tanggal 29-1 Agustus 2015, satu naskah publikasi di Semina Nasional Konteks 9 di Universitas Hasanudin, Makassar dan satu extended abstract dikirimkan ke Seminar Internasional “Sustain” di Bali.

10. Instansi Lain yang Terlibat

---Tidak ada ---

11. Keterangan lain yang dianggap perlu: ---

Penelitian ini melibatkan mahasiswa S1 untuk Tugas Akhir di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Untuk penelitian pada tahun pertama menyertakan 2 mahasiswa. Target mahasiswa S1 pada tahun kedua adalah 4 orang, dengan rincian 2 mahasiswa untuk penelitian di lapangan dan 2 mahasiswa untuk pemodelan numerik. Sampai saat ini (30 Juni 2015), 3 mahasiswa sudah menyelesaikan tugas akhir, 1 mahasiswa menunggu untuk sidang pendadaran.

12. Kontribusi mendasar pada bidang Ilmu.

Penelitian ini dapat memberikan penjelasan perilaku suplai sedimen yang dibawa banjir lahar terhadap porositas sedimen dasar sungai dan variasi elevasi permukaan dasar sungai. Persamaan empirik yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya porositas yang akan mempengaruhi jumlah angkutan sedimen di suatu lokasi.

ABSTRAK PENELITIAN

(MAKSIMUM 400 KATA)

Letak geografis menyebabkan Indonesia banyak memiliki daerah vulkanik dan intensitas hujan yang tinggi, sehingga banjir lahar sering terjadi di sebagian besar wilayah Indonesia. Erupsi Gunung Merapi tahun 2010 adalah letusan terbesar jika dibandingkan dengan erupsi Gunung Merapi sebelumnya dan menghasilkan sedimen dalam jumlah yang besar. Material vulkanik tersebut menyebar dan mengalir dengan melalui aliran sungai yang berhulu di Gunung Merapi sebagai banjir lahar, antara lain Sungai Pabelan, Sungai Putih dan Sungai Krasak pada DAS Progo dan Sungai Code, Sungai Opak dan Sungai Gendol pada DAS Opak. Banjir lahar telah menyebabkan perubahan morfologi anak-anak Sungai Progo dan Opak secara vertikal maupun horizontal. Di samping itu, banjir lahar juga telah menyebabkan perubahan kualitas sedimen permukaan dasar sungai. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian pengaruh banjir lahar terhadap kualitas permukaan dasar sungai dan variasi perubahan elevasi permukaan dasar sungai (*river bed variation*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari perilaku pengaruh suplai sedimen terhadap porositas sedimen dasar sungai dan elevasi permukaan dasar sungai. Hasil penelitian yang diharapkan adalah model persamaan porositas dengan tipe grain size sedimen dasar sungai, model persamaan angkutan sedimen yang mempertimbangkan porositas, dan model persamaan perhitungan elevasi dasar sungai yang mendasarkan pada angkutan sedimen yang mempertimbangkan porositas. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai data masukan dalam menentukan evaluasi pengolahan sedimen yang sudah ada sebagai dasar kebijakan pengembangan wilayah/tempat tersebut di masa yang akan datang. Hal ini perlu diperhatikan karena DAS Sungai Progo dan DAS Sungai Opak merupakan daerah yang berpotensi dalam pengembangan daerah, khususnya di Yogyakarta. Pada tahun pertama dilakukan uji laboratorium pengaruh suplai sedimen dari hulu terhadap perubahan grain size dan porositas sedimen dasar sungai. Di samping itu, pada tahun pertama juga dilakukan pemodelan numerik dengan dimensi dan kondisi sama seperti uji laboratorium. Pada tahun kedua dilakukan pengujian lapangan terhadap grain size dan porositas sediment dasar sungai, termasuk grain size sedimen dari banjir lahar. Berdasarkan data lapangan, selanjutnya dilakukan simulasi numerik untuk memperkirakan pengaruh banjir lahar terhadap porositas sediment dan perubahan elevasi dasar sungai. Hasil yang diperoleh dari uji laboratorium ini digunakan sebagai verifikasi terhadap hasil numerik. Hasil penelitian direncanakan akan di publikasikan di International Journal of Erosion Control Engineering atau yang lain, dan Jurnal terakreditasi Dimensi Teknik Sipil/Jurnal Dinamika Teknik Sipil atau jurnal ISSN yang lain.

Sebagai langkah awal publikasi pada tahun kedua ini, sebuah naskah seminar telah dikirimkan ke SemNas Konteks 9 di Universitas Hasanudin dan satu naskah juga sudah dikirimkan ke SemNas Teknologi Terapan, FGDT 6 di Universitas Muhammadiyah Makasar dan satu abstrak dikirm ke Seminar Internasional “SUSTAIN” yang akan diselenggarakan di Bali. Pada tahun kedua ini dilakukan survei ke lapangan, yaitu dipilih Sungai Progo dan Sungai. Di samping itu, pada tahun kedua juga akan dilakukan pemodelan numerik dengan dimensi dan kondisi sama seperti hasil dari survey lapangan.

II. MASALAH PENELITIAN

Aliran sungai berasal dari daerah gunung api biasanya membawa material *vulkanik* dan kadang-kadang dapat terendap di sembarang tempat sepanjang alur sungai tergantung kecepatan aliran dan kemiringan sungai yang curam (Soewarno,1991). Pasca erupsi 2010, hampir semua sungai yang berhulu di Gunung Merapi menyimpan endapan lahar dingin yang sangat banyak. Jumlah material vulkanik yang telah dimuntahkan Gunung Merapi sejak erupsi pada Oktober hingga 5 November 2010 diperkirakan telah mencapai sekitar 150 juta m³. Pada musim hujan, material vulkanik tererosi dan mengalir melalui aliran sungai sebagai lahar dingin yang mempunyai daya rusak yang sangat besar sehingga mengakibatkan kerusakan serta kerugian yang cukup besar baik moril berupa nyawa manusia, maupun materi berupa infrastruktur, seperti bangunan pengendali sedimen (sabo dam), lahan pertanian, perumahan, hewan ternak dan lain-lain. Sungai-sungai yang memiliki endapan lahar yang sewaktu-waktu bisa menimbulkan banjir lahar dingin yaitu: Sungai Putih, Sungai Pabelan, Krasak Sungai Lamat, Sungai Senowo, Sungai Trising, Sungai Apu pada DAS Progo dan Sungai Gendol, Sungai Kuning, Sungai Boyong dan Sungai Opak pada DAS Opak.

Hingga saat ini material vulkanik yang hanyut terbawa banjir lahar dingin mencapai hampir 50 juta m³ (2012), sisanya 100 juta m³ menjadi ancaman setiap musim penghujan. Diperkirakan jumlah material vulkanik yang terbawa banjir lahar dingin melalui sungai-sungai yang bermuara di Sungai Progo pada banjir lahar dingin yang lalu mencapai 30,8 juta m³, dengan rincian Sungai Pabelan 20,8 juta m³, Sungai Putih 8,2 juta m³ dan Sungai Krasak 10,8 juta m³. Permasalahan serupa juga dijumpai pada anak-anak sungai yang bermuara di Sungai Opak. Endapan hasil erupsi Gunung Merapi 2010 yang terbawa banjir lahar akan merubah kondisi morfologi dan porositas sedimen pada dasar sungai, serta kapasitas angkutan sedimen dalam kondisi normal yang terangkut setelah banjir lahar dingin. Perubahan yang terjadi akan membawa konsekuensi terhadap kinerja infrastruktur sungai yang ada, seperti bangunan intake irigasi, jembatan dan talud. Di samping itu, dampak banjir lahar dingin, juga akan mempengaruhi terhadap kondisi lingkungan sungai. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian dan analisis untuk mengetahui perilaku dampak banjir lahar dingin terhadap porositas dan perubahan elevasi dasar sungai untuk pengelolaan sedimen di daerah vulkanik Merapi, antara lain:

- a. Bagaimana perilaku suplai sedimen yang disebabkan banjir lahar terhadap perubahan grain size dan porositas sediment dasar sungai,
- b. Bagaimana hubungan antara grain size sediment dan porositas sedimen,

- c. Bagaimana hubungan perubahan porositas sedimen terhadap kapasitas angkutan sediment dan perubahan elevasi dasar sungai.

III. KAJIAN PUSTAKA YANG SUDAH DILAKSANAKAN

A. Lahar Dingin (*Debris Flow*)

Para peneliti berbeda-beda dalam mendefinisikan *debris flow*. Nomitsu dan Seno (1959), Tani (1968) dan Murano (1968), mendefinisikan debris flow sebagai gerakan campuran sedimen dan air karena pengaruh gravitasi, dimana volume sedimen lebih besar dari volume air (Takahashi, 2009). Kaki (1954) mendefinisikan debris flow sebagai pergerakan campuran sedimen dan air, dimana komposisi masing-masing bagian antara 30% - 70%. Yano dan Daido (1968) memberikan pendapat bahwa debris flow adalah aliran lumpur.

B. Porositas Sedimen

Sedimen mempunyai peranan yang penting dalam DAS sebuah sungai, terutama untuk habitat berbagai spesies hewan air. Parameter utama sedimen yang berperan dalam ekosistem air adalah porositas (Mancini et.al., 2008). Porositas tergantung dari distribusi ukuran butir material dasar dan tingkat pematatannya (Sulaiman, 2008). Tingkat pematatan dianggap secara empiris dan porositas diasumsikan menjadi fungsi dari parameter karakteristik distribusi ukuran butir. Porositas dapat dihitung setelah grafik distribusi ukuran butir diperoleh, dan ditentukan jenis material dominannya. Hal ini penting agar dapat menentukan jenis distribusi ukuran butirnya. Untuk menghitung porositas dari material dasar sungai dapat ditentukan dari beberapa langkah berikut (Ikhsan, 2010):

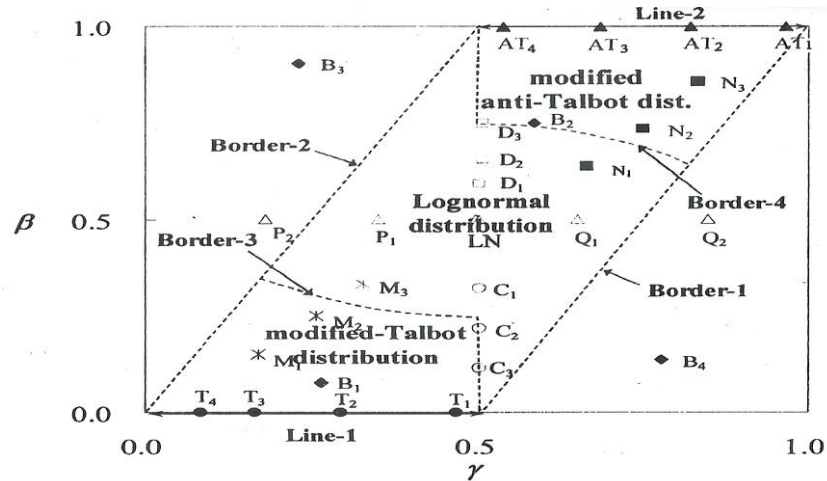
- a. Pengujian saringan sampel material dasar sungai untuk mendapatkan distribusi ukuran butir.
- b. Tipe distribusi ukuran butiran ditentukan berdasarkan nilai parameter γ dan β (*gamma* dan *beta*).

Dimana dapat nilai parameter γ dan β ditentukan dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{\log d_{\max} - \log d_{50}}{\log d_{\max} - \log d_{\min}} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\log d_{\max} - \log d_{\text{peak}}}{\log d_{\max} - \log d_{\min}} \quad (2)$$

- c. Setelah nilai γ dan β diketahui maka tipe distribusi ukuran butir dapat ditentukan berdasarkan dengan diagram yang diajukan oleh Sulaiman (2008).



Gambar 1 Diagram hubungan antara β dan γ dengan indikasi tipe distribusi M Talbot, lognormal, dan M anti Talbot (Sulaiman, 2008).

- d. Setelah diketahui tipe distribusi butiran maka porositas dapat dihitung dengan persamaan:

1. Distribusi Log normal

$$\sigma_L^2 = \sum_j^N (\ln(d_j) - \ln(d))^2 P_{sj} \quad (3)$$

Setelah σ_L (*Tau L*) diketahui maka porositas dapat dihitung dengan persamaan:

$$\lambda = 0,1561 \text{ jika } 1,5 < \sigma \quad (4)$$

$$\lambda = (0,0465\sigma) + 0,2258 \text{ jika } 1,25 < \sigma < 1,5 \quad (5)$$

$$\lambda = (-0,414\sigma) + 0,3445 \text{ jika } 1 < \sigma < 1,25 \quad (6)$$

$$\lambda = (-0,1058\sigma) + 0,3088 \text{ jika } 0,75 < \sigma < 1,0 \quad (7)$$

$$\lambda = (-0,1871\sigma) + 0,3698 \text{ jika } 0,5 < \sigma < 0,75 \quad (8)$$

Keterangan:

- σ_L = standar deviasi.
 d = diameter butir.
 j = kelas ukuran butir.
 P_{sj} = proporsi kelas dari kelas j .
 λ = porositas.

Tipe distribusi ukuran butir log normal adalah yang sering terjadi pada kondisi sungai yang masih alamiah. Dan material dasar sungai umumnya berimbang dari ukuran kasar hingga ukuran halus.

2. Distribusi Talbot

$$n_T(x\%) = \frac{\ln(f(d_{x\%}))}{\ln\left(\frac{\log d_{x\%} - \log d_{\min}}{\log d_{\max} - \log d_{\min}}\right)} \quad (9)$$

$$n_T = \frac{n_T(16\%) + n_T(25\%) + (50\%) + n_T(75\%) + n_T(85\%)}{5} \quad (10)$$

$$100 < d_{\max}/d_{\min} = \lambda = 0,0125n_T + 0,3 \quad (11)$$

$$100 \leq d_{\max}/d_{\min} = \lambda = 0,0125n_T + 0,3 \quad (12)$$

$$d_{\max}/d_{\min} \geq 1000 = \lambda = 0,0125 n_T + 0,15 \quad (13)$$

Keterangan:

$f(d_{x\%})$ = persen kumulatif butiran halus.

n_T = angka Talbot.

Tipe distribusi M Talbot sering terjadi dimana material dasar sungai umumnya didominasi oleh material halus.

C. Angkutan Sedimen dan River bed Variation Model

Angkutan sedimen atau *transport sediment* merupakan suatu peristiwa terangkutnya material oleh aliran sungai. Sungai-sungai membawa sedimen dalam setiap alirannya. Bentuk, ukuran dan beratnya partikel material tersebut akan menentukan jumlah besaran angkutan sedimen. Terdapat banyak rumus-rumus untuk menghitung besarnya angkutan sedime (Kironoto, 1997).

River bed variation model adalah metode simulasi numerik untuk perubahan dasar sungai. Para peneliti telah banyak mengembangkan metode ini, tetapi belum ada yang mempertimbangkan perubahan porosity. Kajian selama ini menganggap bahwa nilai porositas selalu konstan (Sulaiman, 2008). Rumus dasar dalam river bed variation model adalah (Ikhsan, 2011):

(a) Persamaan kontinuitas air

$$\frac{\partial Bh}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (14)$$

Keterangan:

B = lebar sungai, h = kedalaman air, Q = debit, t = waktu dan x = jarak.

(b) Persamaan energi untuk air

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{2} g B h^2 + \frac{Q^2}{B h} \right) = g B h (i_b - i_f) \quad (15)$$

Keterangan:

g = percepatan gravitasi, i_b = kemiringan dasar dan i_f = kemiringan energi. Kemiringan energy dapat dihitung dengan rumus:

$$i_f = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}} \quad (16)$$

dengan n = koefisien Manning, v = rata-rata kecepatan air, dan R = jari-jari hidraulik.

(c) Persamaan kontinuitas sedimen

Dengan menggunakan persamaan kontinuitas sedimen (persamaan 17), perubahan dasar sungai dapat dihitung.

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{z_0}^{z_b} \{1 - \lambda(t, x, z)\} dz + \frac{1}{B} \frac{\partial Q_s}{\partial x} = 0 \quad (17)$$

Dengan λ = porositas sedimen, z_b = elevasi dasar, z_0 = elevasi referensi, z = koordinat vertikal, dan Q_s = angkutan sedimen.

(d) Persamaan kontinuitas setiap persamaan

Persamaan kontinuitas setiap fraksi sedimen ditulis sebagai berikut:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{z_0}^{z_b} \{1 - \lambda(t, x, z)\} p_j(t, x, z) dz + \frac{1}{B} \frac{\partial Q_{sj}}{\partial x} = 0 \quad (18)$$

Dengan j = banyaknya fraksi sedimen, p_j = rasio campuran setiap fraksi sedimen, dan Q_{sj} = angkutan sedimen setiap fraksi.

(e) Porositas dan distribusi sedimen

Di bed-porosity variation model, porositas di asumsikan sebagai fungsi dari karakteristik grain size.

$$\lambda = f_n(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots) \quad (19)$$

Dengan $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots =$ parameter karakteristik setiap grain size.

D. Roadmap Penelitian

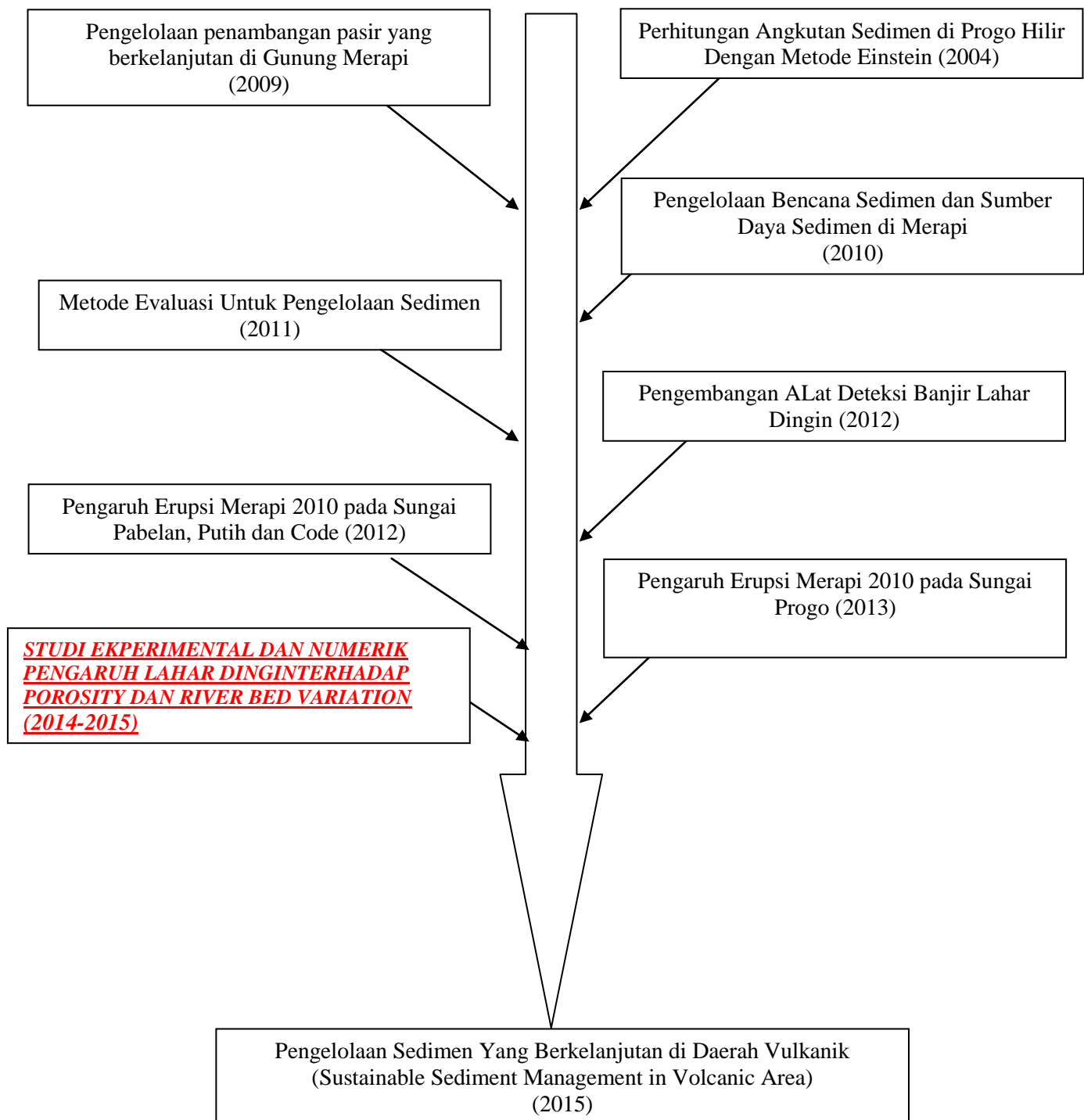
Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian utama tentang *Sustainable Sediment Management* (Pengelolaan sedimen yang berkelanjutan), dan untuk lokasi penelitian ini mengambil kasus di daerah vulkanik. Secara umum, penelitian utama ini bertujuan mengelola sedimen dengan mempertimbangkan faktor ekonomi sosial, lingkungan dan keamanan. Sehingga, dampak negatif sedimen dari hasil produksi gunung berapi bisa diantisipasi, dan di sisi lain sumber daya sedimen tersebut bisa dimanfaatkan untuk kepentingan ekonomi dan sosial, tanpa mengabaikan aspek lingkungan. Roadmap penelitian tentang pengelolaan sedimen yang berkelanjutan dan beberapa penelitian yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 2

IV. DESAIN DAN METODE PENELITIAN

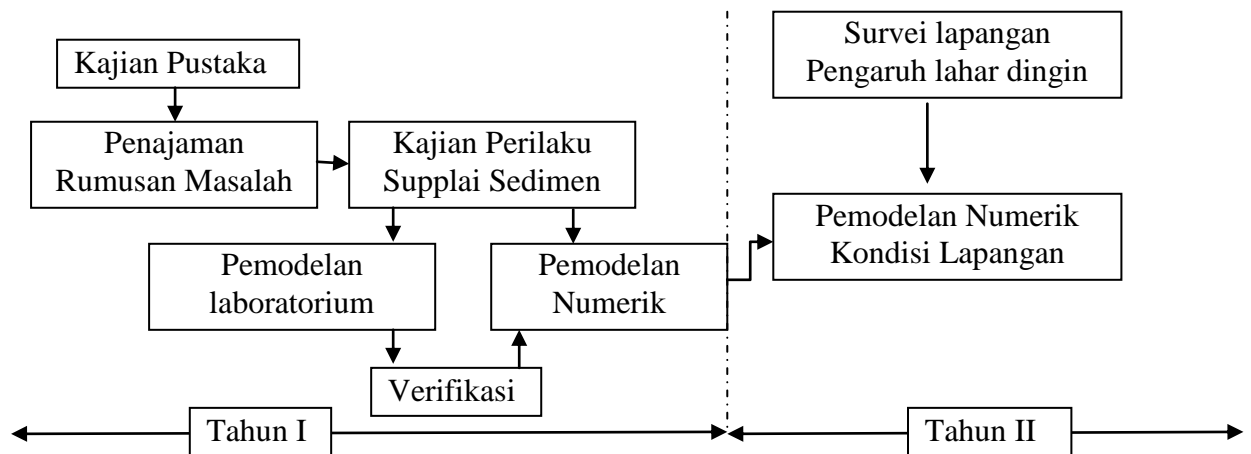
Penelitian dilakukan di Laboratorium Komputasi dan Laboratorium Mekanika Fluida dan Hidraulika, di lingkungan Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu penelitian dirancang selama dua tahun dengan urutan langkah-langkah seperti ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 3. Secara rinci tahapan penelitian diuraikan sebagai berikut ini.

1. Tahun Pertama:

Pada tahun pertama uji laboratorium terhadap perubahan grain size dan porositas akibat suplai sedimen dari hulu. Pengujian dilakukan dalam beberapa variasi kasus grain size dan suplai sedimen. Dalam tahun ini juga dilakukan pengujian berbagai macam tipe grain size dan nilai porositasnya, sehingga diperoleh hubungan antara tipe grain size dan porositas. Hasil pengujian ini digunakan untuk memverifikasi simulasi numerik dengan *river bed-porosity variation model* yang telah dikembangkan oleh Sulaiman (2008).



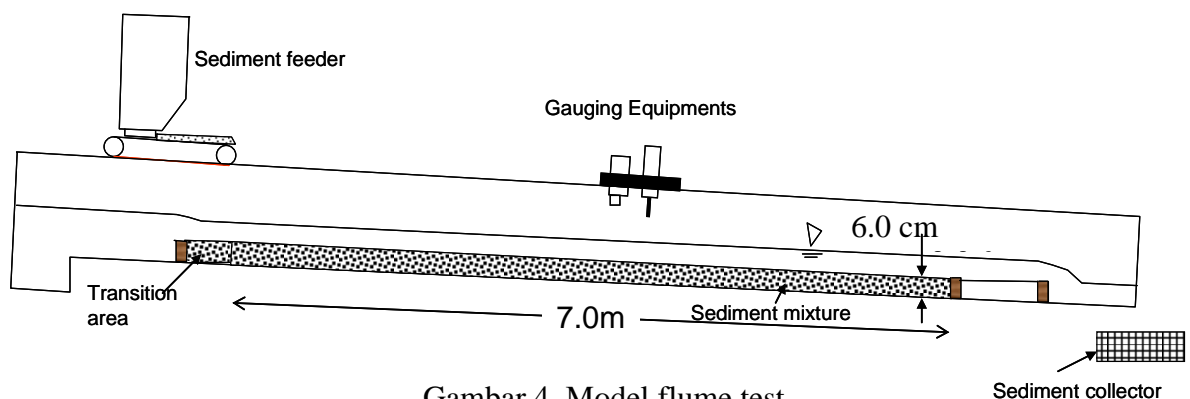
Gambar 2. Roadmap Penelitian



Gambar 3. Rancangan Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan dalam penelitian tahun pertama adalah satu set alat eksperimen flume test, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Alat ini berupa model saluran dengan panjang minimal 7 m dan lebar minimal 0,2 m dan dilengkapi dengan *sediment feeder* (suplai sedimen) pada bagian hulunya. Pada dasar saluran diberi sedimen dengan tipe grain size sesuai dengan design yaitu log normal, Talbot dan anti Talbot. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik, yaitu hulu, tengah dan hilir. Sampel yang diambil, kemudian dilakukan uji ayakan/grain size. Flume test ini juga akan dilengkapi dengan alat pengukur elevasi dasar saluran. Untuk melakukan simulasi numerik cukup menggunakan seperangkat komputer.



Gambar 4. Model flume test

2. Tahun Kedua:

Pada tahun kedua dilakukan pengujian di lapangan, yang meliputi data grain size, porositas lapangan, angkutan sedimen yang terjadi dan dimensi saluran. Hasil uji di lapangan ini akan digunakan untuk data simulasi river bed-porosity model, sehingga diharapkan akan diperoleh suatu korelasi yang lebih riil antara grain size, porositas dan suplai sedimen.

Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan dalam penelitian tahun kedua adalah GPS, alat ukur, alat pengambil sediment dasar, alat ukur kecepatan aliran dan alat ukur angkutan sediment. Untuk melakukan simulasi numerik cukup menggunakan seperangkat komputer.

V. LUARAN PENELITIAN

Pada akhir penelitian ini, luaran penelitian ini adalah suatu model persamaan empiric untuk memperkirakan porositas sedimen dengan tipe grain size dan model numerik untuk memperkirakan perubahan dasar sungai yang mempertimbangkan nilai porositas. Luaran penelitian tersebut akan dipublikasikan pada jurnal dan seminar nasional/international.

VI. KEMAJUAN PENELITIAN

A. Survei Lapangan

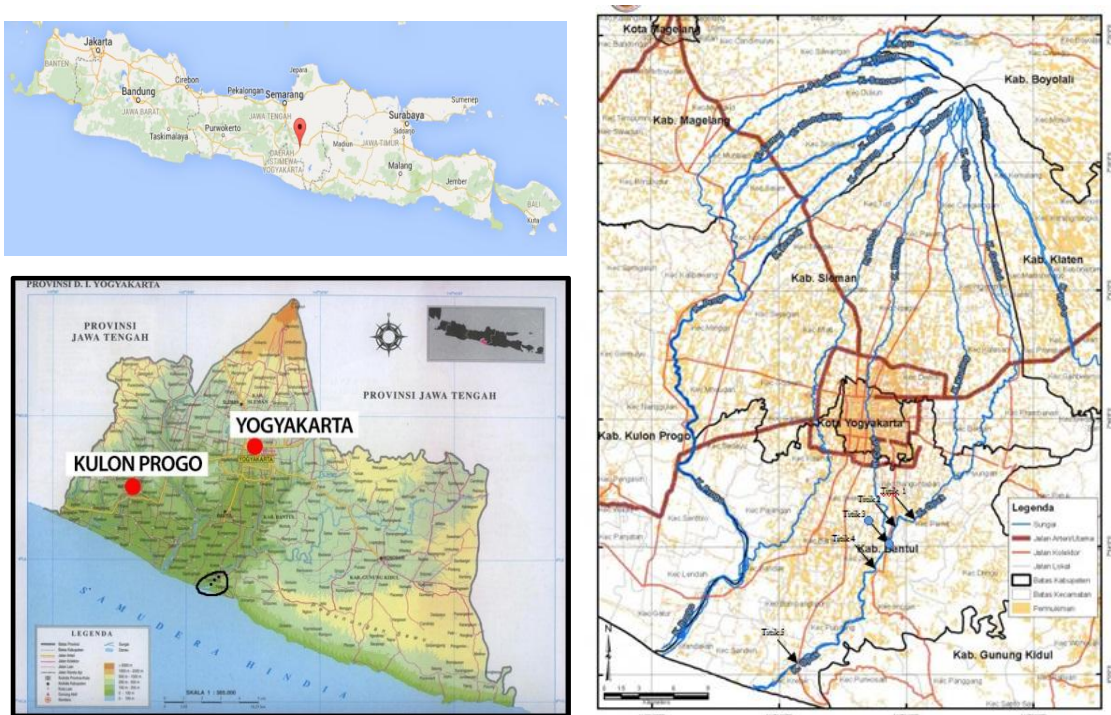
Survei lapangan dimaksudkan untuk mencari data profil melintang, slope dan sampel sedimen dasar sungai dan kecepatan aliran sungai. Pengambilan data lapangan dilakukan di dua sungai, yaitu Sungai Progo dan Sungai Opak. Lokasi pada Sungai Progo di tahun kedua ini dimulai dari Jembatan Kebon Agung I ke arah hilir (Samudera Indonesia), dan diambil sebanyak 5 lokasi/titik. Hal ini dilakukan untuk melengkapi data yang sudah diperoleh pada survey lapangan di tahun pertama. Lokasi di Sungai Opak diambil 5 titik juga, dan dimulai dari Jembatan Segoroyoso ke arah hilir. Data yang diambil adalah data geometri melintang sungai, data slope memanjang sungai, data hidraulika dan data material dasar sungai untuk setiap titik/lokasi.

1. Sungai Opak/Kali Opak

Lokasi survey di Sungai Opak dilakukan di 5 lokasi, yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi survey lapangan di Sungai Opak.

No	Lokasi	Elevasi	koordinat
1.	Sungai Opak di JembatanJlSegoroyoso	+65 m	S 07°52'610"
			E 110°24'507"
2.	Sungai Opak di JembatanSindet	+50 m	S 07° 53' 653"
			E 110°23'222"
3.	Sungai Opak di JembatanJlImogiriTimur	+48 m	S 07° 54' 210"
			E 110° 23' 33"
4	Sungai Opak di JembatanJlMandingImogiri	+44 m	S 07° 54' 630"
			E 110° 22' 31"
5	Sungai Opak di JembatanJlParangtritis	+26 m	S 07° 59' 469"
			E 110° 18' 828"



Gambar 5. Lokasi titik survey di Kali Opak/Sungai Opak

a. Titik 1, Jembatan di Jl.Segoroyoso, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul



Gambar 6. Photo situasi Sungai Opak, Jembatan di Jl.Segoroyoso



Gambar 7. Lokasi Titik 1 Sungai Opak, Jembatan Jl.Segoroyoso

b. Titik 2, Jembatan Sindet, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul



Gambar 8. Photo Situasi Sungai Opak di Jembatan Sindet



Gambar 9. Lokasi Titik 2 Sungai Opak di Jembatan Sindet

c. Titik 3, Jembatan di Jl Imogiri Timur, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul



Gambar 10. Photo situasi Sungai Opak di Jl. Imogiri Timur



Gambar 11. Lokasi Titik 3 Sungai Opak Jl. Imogiri Timur

d. Titik4, Jembatan di Jl. Bakulan Imogiri, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul



Gambar 12. Photo situasi SungaiOpak, di Jl.Bakulan Imogiri



Gambar 13. Lokasi Titik 4 Sungai Sungai Opak Jl.Bakulan Imogiri

e. Titik 5, Jembatan di Jl. Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul



Gambar 14. Photo situasi Sungai Opak di Jembatan Jl.Parangtritis



Gambar 15. Lokasi Titik 5 Sungai Opak Jembatan di Jl.Parangtritis

Pengambilan data dilakukan dengan cara pengambilan langsung (primer) yaitu dari pengambilan data langsung di lapangan dan dari hasil laboratorium. Pengambilan data dilakukan langsung ke lokasi Sungai Opak persegmen, data – data yang didapat yaitu pengukuran tampang melintang Sungai Opak berupa lebar saluran sungai, lebar banjir, lebar aliran, lebar banjir, lebar bantaran kanan, lebar bantaran kiri, kedalaman aliran, kecepatan aliran, sedimen dasar sungai, elevasi sungai. Data yang diamati adalah sebagai berikut:.

- 1) Tampang melintang berupa lebar aliran, lebar saluran, lebar bantaran, lebar banjir, Tinggi tebing, kedalaman air.
- 2) Kecepatan aliran.
- 3) Pengambilan sampel sedimen untuk uji analisis ukuran butiran (*graindsize*) di laboratorium.

1.1 Hidrometri

Perhitungan ini akan menjelaskan langkah-langkah perhitungan hidrometri Sungai Opak. Contoh perhitungan diambil dari data pada titik 1 Jembatan Segoroyoso.

a. Kecepatan aliran

Pengukuran hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan aliran (v), debit aliran (Q) dan angkutan sedimen. Data pengukuran di lapangan Sungai Opak ditampilkan dalam Tabel 2:

Tabel 2. Hasil pengukuran di lapangan di titik 1 Jembatan jl.Segoroyoso

Aliran	
$L=$ jarak (m)	$t=$ waktu (d)
20	27,08
20	29,40
20	25,30

Kecepatan Aliran, $V = \frac{L}{T}$Persamaan 3.1

dengan:

V = kecepatan aliran (m/detik)

L = jarak (m)

T = waktu (detik)

Contoh perhitungan kecepatan aliran pada Sungai Progo :

$$\text{Aliran} = \left(\frac{20}{27,08} + \frac{20}{29,40} + \frac{20}{25,30} \right)$$

$$V_{\text{permukaan}} = 0,736 \text{ m/detik}$$

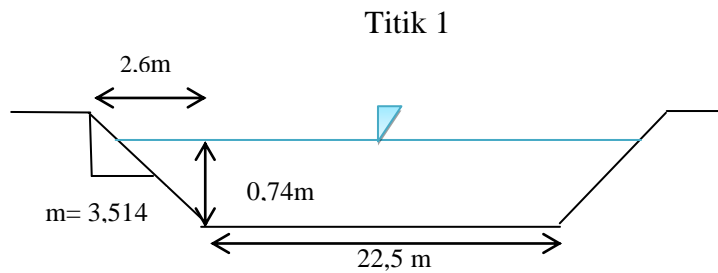
Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan faktor koreksi C untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil dari rata-rata dari nilai 0,85-0,95.

$$V_{\text{rata rata Aliran}} = 0,736 \cdot 0,90$$

$$= 0,663 \text{ m/detik}$$

b. Luas penampang basah aliran sungai

Dari pengukuran di lapangan pada titik di Sungai Opak diperoleh data sebagai berikut: kedalaman aliran = 0,74m, Lebar dasar saluran=22,5m, dan kemiringan tebing (vertikal : horizontal) aliran 1 adalah 3,514.



Gambar 16 Sketsa Penampang melintang Sungai Opak titik 1

Contoh perhitungan luas penampang aliran segmen Sungai Opak:

$$\begin{aligned}
 \text{Aliran 1: } A &= h (b + (m \times h)) \\
 &= 0,74 (22,5 + ((0,74/2,6) \times 0,74)) \\
 &= 18,57m^2
 \end{aligned}$$

c. Debit

$$Q = A \times V \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.2}$$

dengan:

Q = debit aliran ($m^3/detik$)

A = luas penampang aliran (m^2)

V = kecepatan aliran ($m/detik$)

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Aliran 1} &= A.V \\
 &= 18,57 \times 0,663 \\
 &= 12,311m^3/detik
 \end{aligned}$$

1.2. Porositas

Hasil analisis perhitungan untuk nilai porositas pada titik 1, titik 2, titik 3, titik 4 dan titik 5 dapat dilihat pada table-tabel di bawah ini. Contoh perhitungan porositas material dasar sungai di titik 1, Jembatan jl.Segoroyoso.

a. Pengujian gradasi ps_j (proporsi kelas j)

$$\begin{aligned}
 P_{sj} \text{ (proporsi) kelas 1} &= \frac{\% \text{komulatif}}{100} \\
 &= \frac{0,6}{100} \\
 &= 0,006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter butiran kelas 1} &= \sqrt{(dd_1 \times dd_2)} \\
 &= \sqrt{(0,000075 \times 0,00015)} \\
 &= 0,000106m
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Proporsi diameter butiran pada Titik 1 Jembatan jl.Segoroyoso

1	2	3	4	5	6	7	8
$d(1)$	0,000106	0,00600	0,6	$dd(1)$	0,000075	0,60	0.075
$d(2)$	0,000212	0,03500	3,50000	$dd(2)$	0,000150	4,10	0.15
$d(3)$	0,000424	0,06300	6,30000	$dd(3)$	0,000300	10,40	0.177
$d(4)$	0,000841	0,15300	15,30000	$dd(4)$	0,000600	25,70	0.3
$d(5)$	0,001669	0,27400	27,40000	$dd(5)$	0,001180	53,10	0.425
$d(6)$	0,003348	0,21900	21,90000	$dd(6)$	0,002360	75,00	0.6
$d(7)$	0,006718	0,21800	21,80000	$dd(7)$	0,004750	96,80	1.18
$d(8)$	0,015534	0,02800	2,80000	$dd(8)$	0,009500	99,60	2.35

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

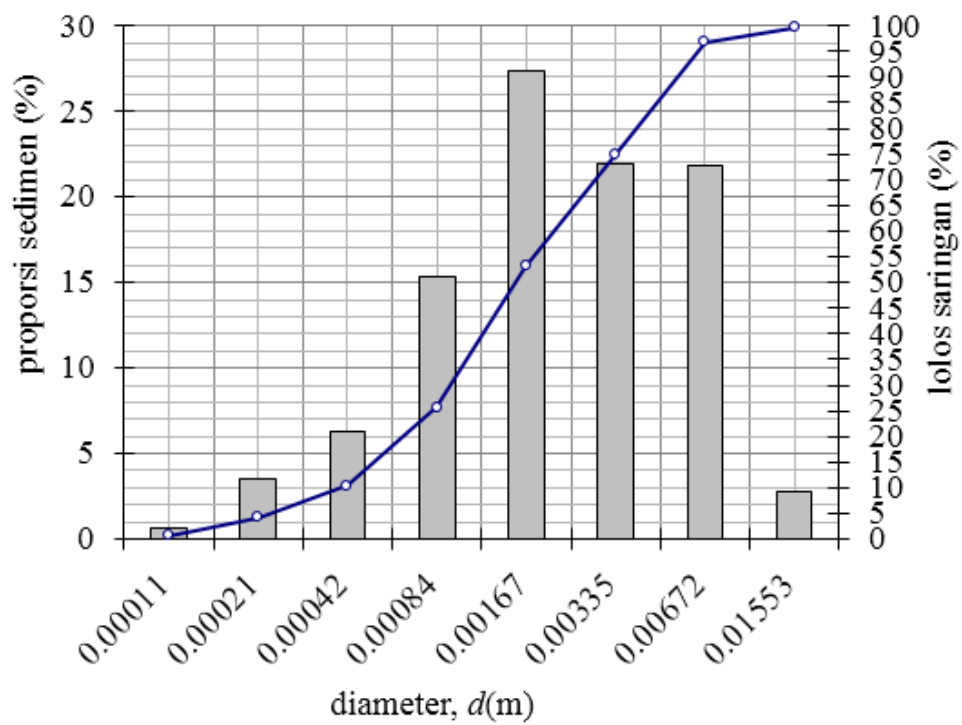
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

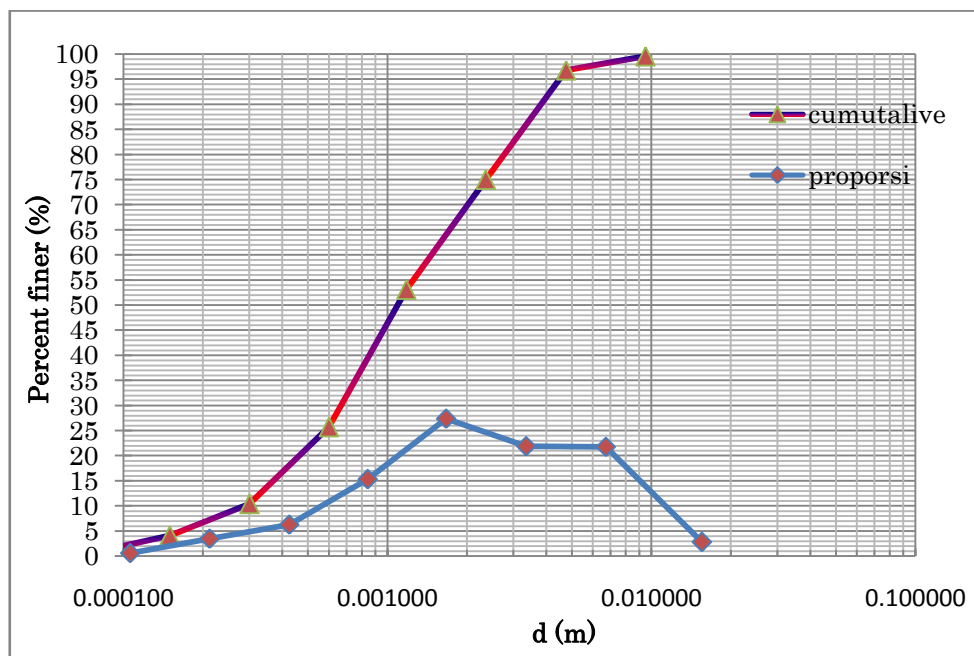
Proportion fs (%) = kolom 4

j -th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar 17. Grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada titik 1 Jembatan jl.Segoroyoso



Gambar 18. Grafik distribusi komulatif dan proporsi ukuran butiran.

- b. Tipe distribusi ukuran butiran ditentukan berdasarkan nilai parameter γ dan β (*gamma* dan *betta*)

$$\gamma = \frac{\log d_{max} - \log d_{50}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.9}$$

$$\beta = \frac{\log d_{max} - \log d_{peak}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.10}$$

dengan :

γ =(gama) parameter untuk menentukan jenis/tipe distribusi ukuran butir.

β =(betta) parameter untuk menentukan jenis/tipe distribusi ukuran butir.

d_{max} =diameter maksimal.

d_{min} = diameter minimal.

d_{50} =diameter tengah.

d_{peak} = diameter puncak.

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{\log d_{max} - \log d_{50}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \\ &= \frac{\log 0,0095 - \log 0,001114}{\log 0,0095 - \log 0,000075} \\ &= 0,4426 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{\log d_{max} - \log d_{peak}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \\ &= \frac{\log 0,0095 - \log 0,001669}{\log 0,0095 - \log 0,000075} \\ &= 0,3592 \end{aligned}$$

Dari nilai parameter γ dan β (*gamma* dan *betta*) dan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 maka kemudian dapat diketahui jenis distribusi ukuran butiran berdasarkan diagram hubungan antar γ dan β dengan indikasi tipe distribusi M Talbot, log normal, anti Talbot. Dari diagram tersebut diketahui bahwa jenis distribusi ukuran butirnya adalah Log

normal. Tipe distribusi ukuran butir Log Normal, adalah yang sering terjadi jika material dasar sungai didominasi butiran seragam berupa material kasar dan material halus.

- c. Diameter median (d_{mean}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} d_{mean} &= (d_j \times p_{sj}) \\ &= (0,00011 \times 0,0060) \\ &= 0,000001 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama kemudian dihitung diameter median (d_{mean}) seluruh fraksi kemudian dijumlahkan seluruhnya.

$$\begin{aligned} d_{mean \text{ total}} &= (\Sigma d_{mean}) \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

- d. Menghitung \ln (diameter fraksi 1)

$$\begin{aligned} \ln(d_j) &= \ln(0,00011) \\ &= -9,1514 \end{aligned}$$

- e. Menghitung \ln (diameter median)

$$\begin{aligned} \ln(d) &= \ln(0,0033) \\ &= -5,72806 \end{aligned}$$

- f. Standar deviasi (σ_L)

$$\begin{aligned} \sigma_L d_j &= (\ln(d_j) - \ln(d))^2 p_{sj} \\ &= ((-9,1514) - (-5,72806))^2 \cdot 0,006 \\ &= 0,0703 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, dihitung standar deviasi diameter seluruh fraksi, Setelah nilai standar deviasi diameter seluruh fraksi diketahui, Selanjutnya nilai standar deviasi dijumlahkan. Hasil perhitungan Standar deviasi pada titik 1 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 11.

- g. Setelah itu mencari nilai d_{50}/d_g dengan menentukan batas atas (*upper boundary*) dan batas bawah (*under boundary*) dari komulatif distribusi ukuran butiran.

Batas atas = 53,1, diameter = 0,00118

Batas bawah = 25,7, diameter = 0,0006

$$d_{50} = d_{\text{bawah}} + \left(\frac{50 - b_{\text{bawah}}}{b_{\text{atas}} - b_{\text{bawah}}} \right) \cdot (d_{\text{atas}} - d_{\text{bawah}})$$

$$= 0,0006 + \left(\frac{50 - 25,7}{53,1 - 25,7} \right) \cdot (0,000118 - 0,0006)$$

$$= 0,001114 \text{ m}$$

h. Nilai $d_{\text{puncak}}/d_{\text{peak}}$ diambil dari proporsi terbanyak pada distribusi ukuran butiran.

$$d_{\text{puncak}}/d_{\text{peak}} = 0,001669$$

i. Hasil total standar deviasi ($\sigma_L d_j$) seluruh fraksi adalah 1,0853, Maka untuk mencari hasil akhir porositas menggunakan ketentuan:

$$\gamma = (-0,141\sigma) + (0,3445 \text{ jika } 1 < \sigma < 1,25)$$

$$\gamma = ((-0,141) \times 1,0853) + 0,3445$$

$$\gamma = 0,191$$

Maka nilai porositas pada sungai Progo di titik 1 Jembatan Segoroyoso adalah 0,191 (19,1%). Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Standar Deviasi pada Titik 1 Jembatan jl. Segoroyoso

no	$d_j \times p_{sj} (d \text{ mean})$	d	d_j	p_{sj}	d_{mean}	$\ln(d_j)$	$\ln(d)$	$\frac{((\ln(d_j) - (\ln(d))^2) \times p_{sj})}{\sigma}$
1	0.000001	d1	0.00011	0.0060	0.0033	-9.1514	-5.72806	0.0703
2	0.000007	d2	0.00021	0.0350	0.0033	-8.4583	-5.72806	0.2609
3	0.000027	d3	0.00042	0.0630	0.0033	-7.7652	-5.72806	0.2614
4	0.000129	d4	0.00084	0.1530	0.0033	-7.0804	-5.72806	0.2798
5	0.000457	d5	0.00167	0.2740	0.0033	-6.3957	-5.72806	0.1221
6	0.000733	d6	0.00335	0.2190	0.0033	-5.6994	-5.72806	0.0002
7	0.001464	d7	0.00672	0.2180	0.0033	-5.0030	-5.72806	0.1146
8	0.000435	d8	0.01553	0.0280	0.0033	-4.1647	-5.72806	0.0684
Jumlah	0.0084		0.02885	1		-3.54557	sigma	1.0853

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

Tabel 5. Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 1 Jembatan jl.Segoroyoso

d maksimal	0,009500	
d minimal	0,000075	
Batas bawah	25,70000	
batas atas	53,10000	
d 50/dg	0,001114	
d puncak/ <i>d peak</i>	0,001669	
Gama	0,4426	log normal
Beta	0,3592	
sigma	1,08526	
porositas	0,191	

Tabel 6. Hasil Perhitungan Proporsi diameter pada Titik 2 Jembatan Sindet

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0,000106	0.06300	6.30000	dd(1)	0.000075	6.30	0.075
d(2)	0,000212	0.07900	7.90000	dd(2)	0.000150	14.20	0.150
d(3)	0,000424	0.11050	11.05000	dd(3)	0.000300	25.25	0.300
d(4)	0,000841	0.15050	15.05000	dd(4)	0.000600	40.30	0.600
d(5)	0,001669	0.25650	25.65000	dd(5)	0.001180	65.95	1.180
d(6)	0,003348	0.17150	17.15000	dd(6)	0.002360	83.10	2.360
d(7)	0,006718	0.11650	11.65000	dd(7)	0.004750	94.75	4.750
d(8)	0,015534	0.03400	3.40000	dd(8)	0.009500	98.15	9.500

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

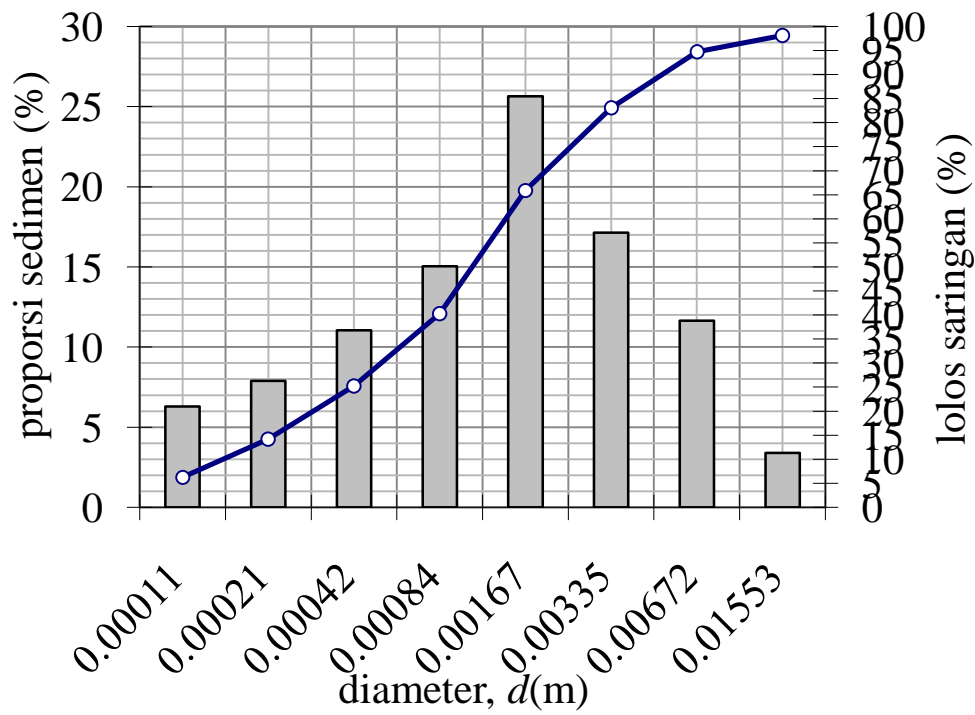
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

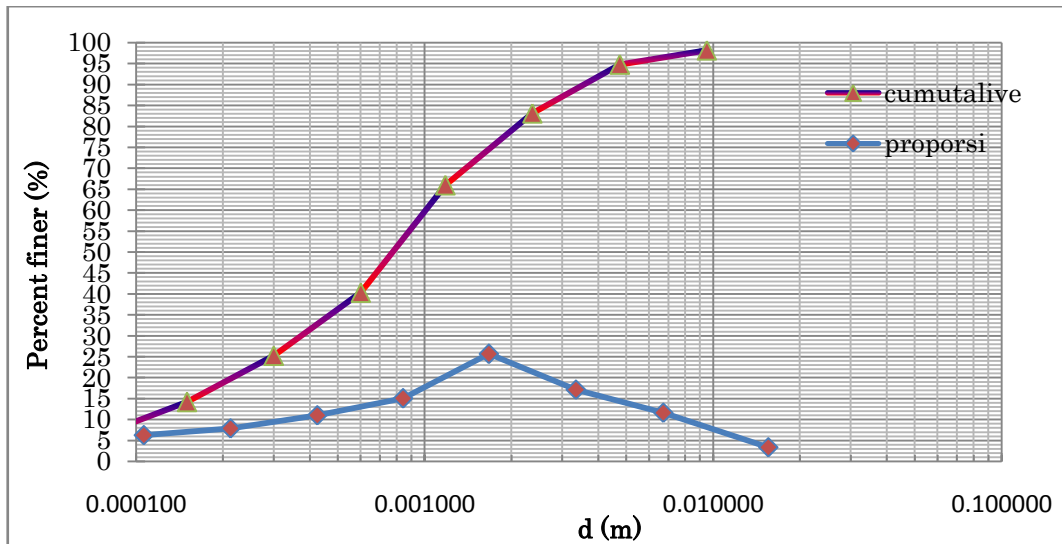
Proportion fs (%) = kolom 4

j-th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%)= kolom 7



Gambar grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada Titik 2Jembatan Sindet



Gambar Grafik distribusi komulatif dan proporsi ukuran butiran pada Titik 2. Jembatan Sindet

Tabel Hasil Perhitungan Standar Deviasi Pada Titik 2 Jembatan Sindet

no	$d_j \times ps_j$ (d mean)	d	d_j	ps_j	dmean	$\ln(d_j)$	$\ln(d)$	$\frac{((\ln(d_j) - \ln(d))^2) \times ps_j}{}$
1	0.000007	d2	0.00011	0.0630	0.0025	-9.1514	-5.9875	0.6307
2	0.000017	d3	0.00021	0.0790	0.0025	-8.4583	-5.9875	0.4823
3	0.000047	d4	0.00042	0.1105	0.0025	-7.7652	-5.9875	0.3492
4	0.000127	d5	0.00084	0.1505	0.0025	-7.0804	-5.9875	0.1798
5	0.000428	d6	0.00167	0.2565	0.0025	-6.3957	-5.9875	0.0427
6	0.000574	d7	0.00335	0.1715	0.0025	-5.6994	-5.9875	0.0142
7	0.000783	d8	0.00672	0.1165	0.0025	-5.0030	-5.9875	0.1129
8	0.000528	d9	0.01553	0.0340	0.0025	-4.1647	-5.9875	0.1130
Jumlah	0.0025		0.02885	0.9815		-3.5456	sigma	1.3874

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

Tabel 5.7. Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 2 Jembatan Sindet

d maksimal	0,009500	
d minimal	0,000075	
Batas bawah	40,30000	
batas atas	65,95000	
d 50/dg	0,000819	
d puncak/d peak	0,001669	
Gama	0,5061	log normal
Beta	0,5061	
sigma	1,38735	
porositas	0,290	

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

Tabel Hasil Perhitungan Proporsi diameter pada Titik 3 Jembatan jl.Imogiri Timur

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0.000106	0.02250	2.25000	dd(1)	0.000075	2.25	0.075
d(2)	0.000212	0.02050	2.05000	dd(2)	0.000150	4.30	0.150
d(3)	0.000424	0.04000	4.00000	dd(3)	0.000300	8.30	0.300
d(4)	0.000841	0.06400	6.40000	dd(4)	0.000600	14.70	0.600
d(5)	0.001669	0.13700	13.70000	dd(5)	0.001180	28.40	1.180
d(6)	0.003348	0.32450	32.45000	dd(6)	0.002360	60.85	2.360
d(7)	0.006718	0.36700	36.70000	dd(7)	0.004750	97.55	4.750
d(8)	0.015534	0.01750	1.75000	dd(8)	0.009500	99.30	9.500

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

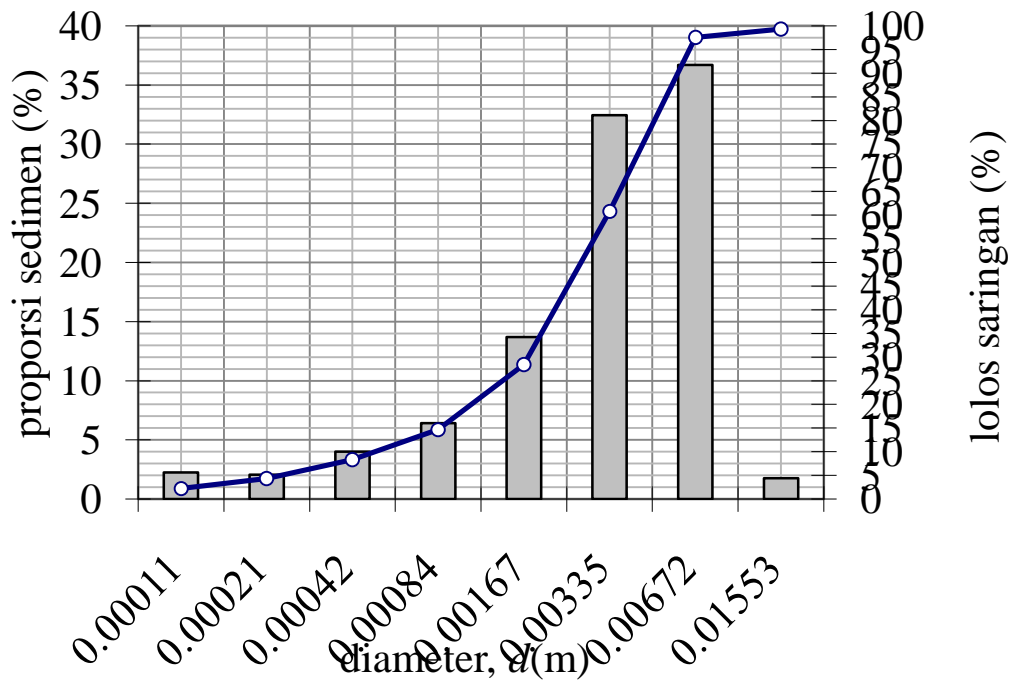
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

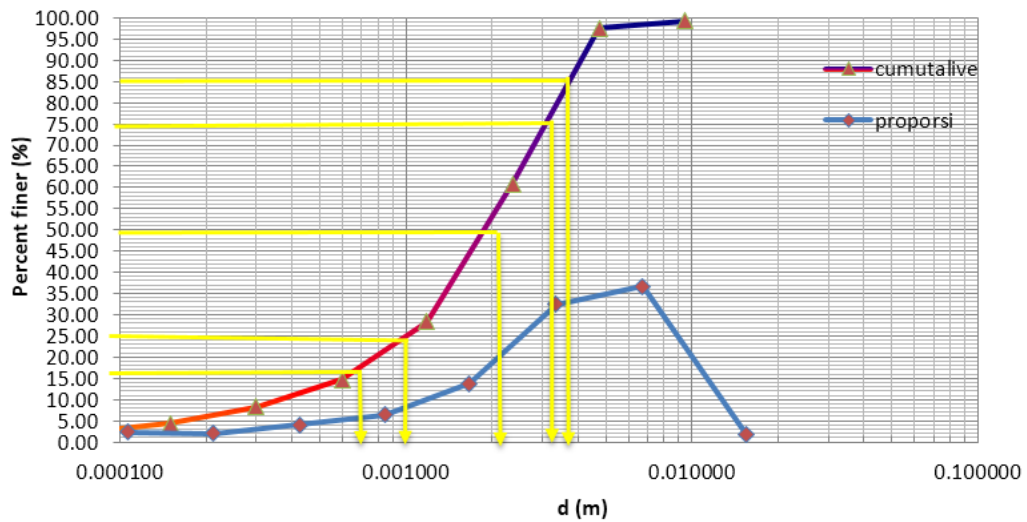
Proportion fs (%) = kolom 4

j-th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada Titik 3 Jembatan jl.Imogiri Timur



Grafik distribusi komulatif dan proporsi ukuran butiran pada Titik 3 Jembatan jl.Imogiri Timur

Tabel Hasil Perhitungan Standar Deviasi pada Titik 3 Jembatan jl.Imogiri Timur

<i>no</i>	<i>dj x psj (d mean)</i>	<i>d</i>	<i>dj</i>	<i>psj</i>	<i>dmean</i>	<i>ln(dj)</i>	<i>ln(d)</i>	$\frac{((\ln(dj) - \ln(d))^2) \times psj}{}$
1	0.000002	<i>d2</i>	0.00011	0.0225	0.0041	-9.1514	-5.4895219	0.3017
2	0.000004	<i>d3</i>	0.00021	0.0205	0.0041	-8.4583	-5.4895219	0.1807
3	0.000017	<i>d4</i>	0.00042	0.0400	0.0041	-7.7652	-5.4895219	0.2071
4	0.000054	<i>d5</i>	0.00084	0.0640	0.0041	-7.0804	-5.4895219	0.1620
5	0.000229	<i>d6</i>	0.00167	0.1370	0.0041	-6.3957	-5.4895219	0.1125
6	0.001086	<i>d7</i>	0.00335	0.3245	0.0041	-5.6994	-5.4895219	0.0143
7	0.002465	<i>d8</i>	0.00672	0.3670	0.0041	-5.0030	-5.4895219	0.0869
8	0.000272	<i>d9</i>	0.01553	0.0175	0.0041	-4.1647	-5.4895219	0.0307
Jumlah	0.0041		0.02885	0.993		-3.545571	<i>sigma</i>	1.0468

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

Tabel Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 3 Jembatan jl.Imogiri Timur

d maksimal	0,009500	
d minimal	0,000075	
Batas bawah	28,40000	
batas atas	60,85000	
d 50/dg	0,001965	
d puncak/d peak	0,006718	
Gama	0,4679	M Talbot
Beta	0,0716	
sigma	1,04684	
porositas	0,29731	

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

Tabel. Hasil Perhitungan Proporsi diameter pada Titik 4 Jembatan jl.BakulanImogiri

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0.000106	0.05800	5.80000	dd(1)	0.000075	5.80	0.075
d(2)	0.000212	0.05300	5.30000	dd(2)	0.000150	11.10	0.150
d(3)	0.000424	0.13050	13.05000	dd(3)	0.000300	24.15	0.300
d(4)	0.000841	0.09150	9.15000	dd(4)	0.000600	33.30	0.600
d(5)	0.001669	0.12450	12.45000	dd(5)	0.001180	45.75	1.180
d(6)	0.003348	0.09100	9.10000	dd(6)	0.002360	54.85	2.360
d(7)	0.006718	0.37050	37.05000	dd(7)	0.004750	91.90	4.750
d(8)	0.015534	0.06850	6.85000	dd(8)	0.009500	98.75	9.500

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

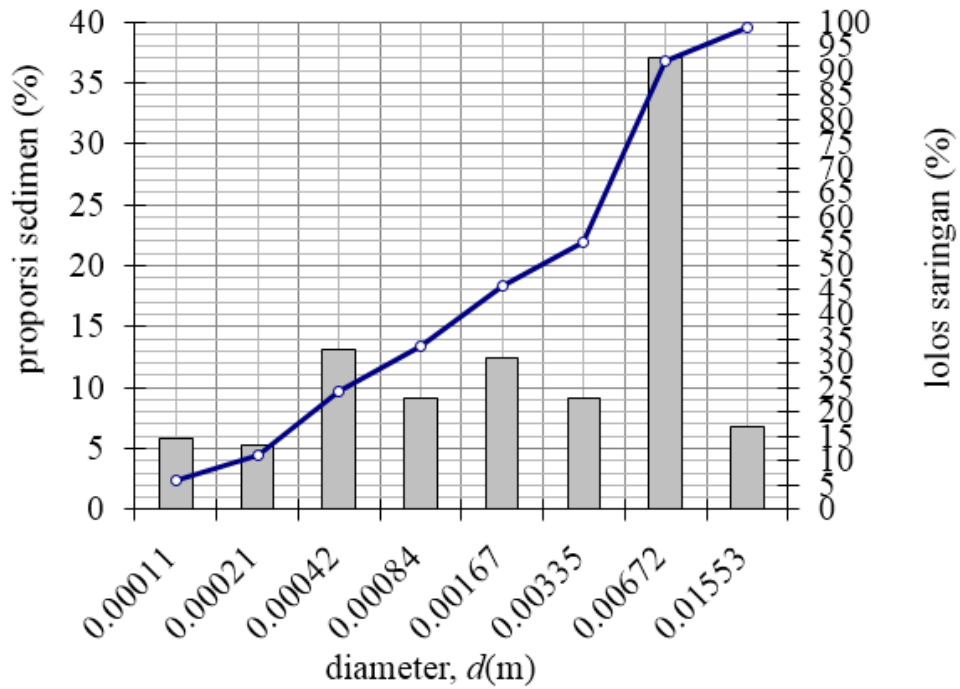
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

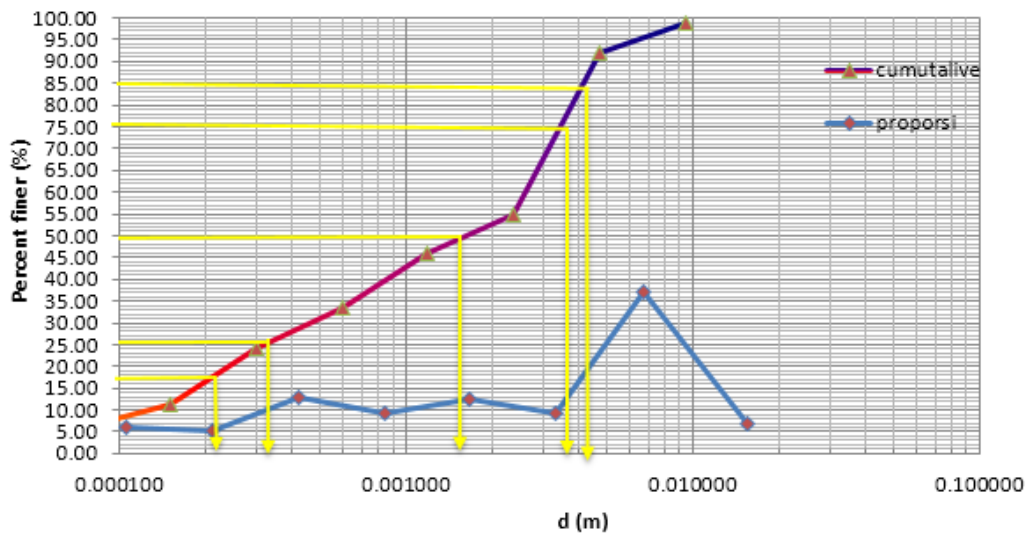
Proportion fs (%) = kolom 4

j-th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada Titik 4 Jembatan jl. Bakulan Imogiri



Grafik distribusi komulatif dan proporsi ukuran butiran pada Titik 4 Jembatan jl. Bakulan Imogiri

Tabel Hasil Perhitungan Standar Deviasi pada Titik 4 Jembatan jl.Bakulan Imogiri

<i>no</i>	<i>dj x psj (d mean)</i>	<i>d</i>	<i>dj</i>	<i>psj</i>	<i>dmean</i>	<i>ln(dj)</i>	<i>ln(d)</i>	$\frac{((\ln(dj) - \ln(d))^2) \times psj}{\sigma}$
1	0.000006	<i>d1</i>	0.00011	0.0580	0.0042	-9.1514	-5.4691	0.7865
2	0.000011	<i>d2</i>	0.00021	0.0530	0.0042	-8.4583	-5.4691	0.4736
3	0.000055	<i>d3</i>	0.00042	0.1305	0.0042	-7.7652	-5.4691	0.6880
4	0.000077	<i>d4</i>	0.00084	0.0915	0.0042	-7.0804	-5.4691	0.2376
5	0.000208	<i>d5</i>	0.00167	0.1245	0.0042	-6.3957	-5.4691	0.1069
6	0.000305	<i>d6</i>	0.00335	0.0910	0.0042	-5.6994	-5.4691	0.0048
7	0.002489	<i>d7</i>	0.00672	0.3705	0.0042	-5.0030	-5.4691	0.0805
8	0.001064	<i>d8</i>	0.01553	0.0685	0.0042	-4.1647	-5.4691	0.1165
Jumlah	0.0042		0.02885	0.9875		-3.5456	<i>sigma</i>	1.5793

Tabel Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 4 Jembatan jl.Bakulan Imogiri

d maksimal	0,009500	
d minimal	0,000075	
Batas bawah	45,75000	
batas atas	54,85000	
d 50/dg	0,001731	
d puncak/ <i>d peak</i>	0,006718	
Gama	0,4935	M Talbot
Beta	0,0716	
sigma	1,57935	
porositas	0,29746	

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

Tabel Hasil Perhitungan diameter Porositas pada Titik 5 Jembatan jl.Parangtritis

1	2	3	4	5	6	7	8
d(1)	0.000106	0.15650	15.65000	dd(1)	0.000075	15.65	0.075
d(2)	0.000212	0.05800	5.80000	dd(2)	0.000150	21.45	0.150
d(3)	0.000424	0.09650	9.65000	dd(3)	0.000300	31.10	0.300
d(4)	0.000841	0.12450	12.45000	dd(4)	0.000600	43.55	0.600
d(5)	0.001669	0.14150	14.15000	dd(5)	0.001180	57.70	1.180
d(6)	0.003348	0.09750	9.75000	dd(6)	0.002360	67.45	2.360
d(7)	0.006718	0.23800	23.80000	dd(7)	0.004750	91.25	4.750
d(8)	0.015534	0.06600	6.60000	dd(8)	0.009500	97.85	9.500

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

dengan:

Diameter saringan = kolom 1,5 dan 8

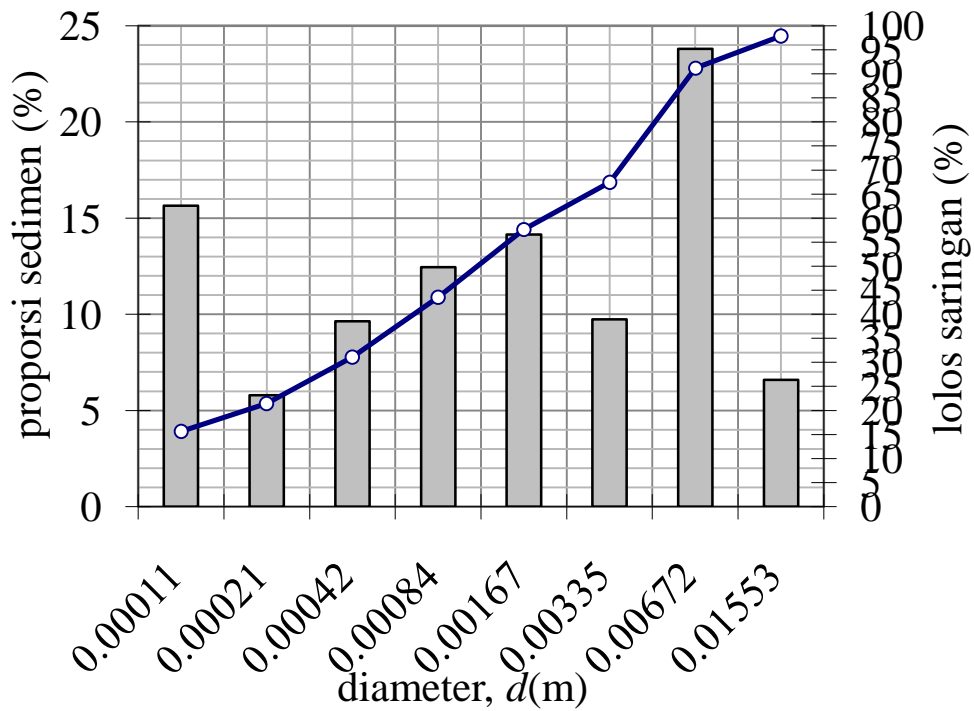
Representative gradasi = kolom 2

Proportion fs = kolom 3

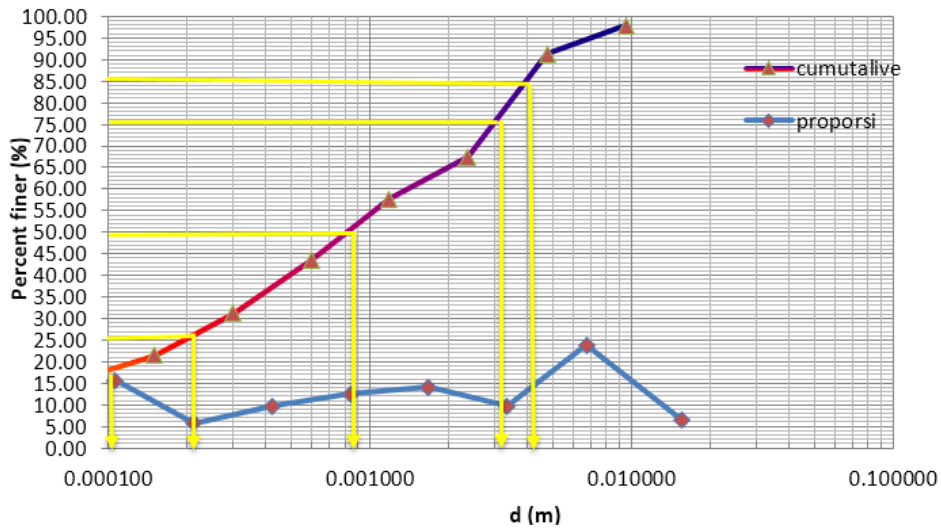
Proportion fs (%) = kolom 4

j-th grain size = kolom 6

komulatif distribusi ukuran butiran (%) = kolom 7



Gambar grafik distribusi ukuran butiran dan kolom proporsi persentase sedimen pada Titik 5 Jembatan jl. Parangtritis



Grafik distribusi komulatif dan proporsi ukuran butiran pada Titik 5 Jembatan jl.Parangtritis

Tabel. Hasil Perhitungan Standar Deviasi pada Titik 5 Jembatan jl.Parangtritis

<i>no</i>	<i>dj x psj (d mean)</i>	<i>d</i>	<i>dj</i>	<i>psj</i>	<i>dmean</i>	<i>ln(dj)</i>	<i>ln(d)</i>	$\frac{((\ln(dj) - \ln(d))^2) \times psj}{}$
1	0.000017	<i>d1</i>	0.00011	0.1565	0.0034	-9.1514	-5.6955	1.8692
2	0.000012	<i>d2</i>	0.00021	0.0580	0.0034	-8.4583	-5.6955	0.4427
3	0.000041	<i>d3</i>	0.00042	0.0965	0.0034	-7.7652	-5.6955	0.4134
4	0.000105	<i>d4</i>	0.00084	0.1245	0.0034	-7.0804	-5.6955	0.2388
5	0.000236	<i>d5</i>	0.00167	0.1415	0.0034	-6.3957	-5.6955	0.0694
6	0.000326	<i>d6</i>	0.00335	0.0975	0.0034	-5.6994	-5.6955	0.0000
7	0.001599	<i>d7</i>	0.00672	0.2380	0.0034	-5.0030	-5.6955	0.1141
8	0.001025	<i>d8</i>	0.01553	0.0660	0.0034	-4.1647	-5.6955	0.1546
Jumlah	0.0034		0.02885	0.9785		-3.5456	<i>sigma</i>	1.8172

Tabel Hasil Perhitungan Porositas pada Titik 5 Jembatan jl.Parangtritis

d maksimal	0,009500	
d minimal	0,000075	
Batas bawah	43,55000	
batas atas	57,70000	
d 50/dg	0,000864	
d puncak/ <i>d peak</i>	0,006718	
Gama	0,4951	M
Beta	0,0716	Talbot
sigma	1,81721	
porositas	0,29774	

Sumber: Hasil Analisis Penelitian (2015)

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Ikhsan, J., 2010, Study on Sediment Management in Volcanic Area by Considering Disasters Mitigation and Resources Management, Proceeding International Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and the Countermeasures, Yogyakarta, INDONESIA
- Ikhsan, J., 2011, Study On Effect of Sediment Supply Conditions On Porosity and Grain Size Changes of River Bed, Konteks 5, Universitas Sumatera Utara, 14 Oktober
- Mancini, L., Rosemann, S., Puccinelli, C., Ciadamidaro, S., Marcheggiani, S., and Aulicino, F.A., 2008, Microbiological Indicators and Sediment Management, Ann Inst Super Sanita, Vol 44, No. 3, 2008, pp. 268-272
- Kaki, T., 1954, The experimental research for mud-flow, Japanese Journal of Scour and Erosion Control Engineering, pp. 1-6
- Kironoto, B. A., 1997, Hidraulika Transpor Sedimen
- Murano, Y., 1968, Sabo Engineering, Asakura Shoten
- Nomitsu, R., dan Seno, K., 1959, New Potamology, Chijin Shokan, Tokyo
- Soewarno, 1991, Pengukuran Dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)
- Sulaiman, M., 2008, Study on porosity of sediment mixtures and a Bed-porosity Variation model, Thesis presented to Kyoto University
- Takahashi, T., 2009, A Review of Japanese Debris Flow Research, International Journal of Erosion and Control Engineering, Vol. 2, No. 1, pp. 1-13
- Tani, I., 1968, On Debris Flow, Water Science, 60, pp. 106-126
- Yano, K., dan Daido, A., 1965, Fundamental Study on Mud Flow, Bulletin, DPRI, 14, pp. 69-83

VIII. LAMPIRAN

Biodata Pengusul: Ketua Peneliti dan Anggota Peneliti

Biodata Ketua Peneliti

A. IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap (dengan gelar)	: Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D
Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
NIP/NIK/NIDN	: 123 037/0524057201
Tempat dan Tanggal Lahir	: Bantul/24Mei 1972
Alamat Rumah	: Kanggotan RT 7, RW 06, Pleret, Bantul, Yk 55791
Nomor Telepon/Fax	: (0274) 4415170
Nomor HP	: 08164227363
Alamat Kantor	: Kampus Terpadu UMY, Jl. Lingkar Selatan, Taman Tirta, Kasihan, Bantul, DIY
Nomor Telepon/Fax	: 0274-387656/387646
Alamat e-mail	: jzl_ikhsan@yahoo.co.id
Lulusan yg telah dihasilkan	: S1= 40 orang ; S2= - orang; S3= - orang
Mata Kuliah yg diampu	: Rekayasa Irigasi Mekanika Fluida dan Hidraulika Pemrograman Komputer

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Program:	S1	S2	S3
Nama PT	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada	Kyoto University, Japan
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Hidraulika	Sediment Management
Tahun Masuk	1992	1999	2007
Tahun Lulus	1997	2003	2010
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Tinjauan Teknik Nesting Untuk Perbaikan Model Numerik Aliran Pada Tangki Pengendap Silinder	Pengembangan Model Numerik Persamaan Navier Stokes dan Sebaran Udara Dengan Finite Elemen 3 Dimensi	Study On Integrated Sediment Management in An Active Volcanic Area
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Adam Pamudji Rahardjo, M.Sc., Ph.D	Ir. Adam Pamudji Rahardjo, M.Sc., Ph.D Ir. Djoko Luknanto, M.Sc., Ph.D	Prof. Dr. Eng Masaharu Fujita Assoc. Prof. Dr. Eng. Hiroshi Takebayashi

C. PENGALAMAN PENELITIAN

Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
		Sumber	Jumlah(Juta Rp)
2012/3	Perubahan morfologi sungai pasca letusan Merapi 2010	Mandiri	5
2012	Rancang Bangun Geophone Sebagai Deteksi Banjir Lahar	LP3M UMY	5
2011-12	Studi Ekperimental dan Numerik Model Infiltrasi Untuk Stabilitas Lereng (Anggota)	Penelitian Fundamental	80
2007	Model Numerik Aliran Terbuka Dengan Metode Elemen Hingga 3 Dimensi	Penelitian Dosen Muda	8

2006	Pengembangan Model Numerik Aliran Dengan Metode Elemen Hingga	Penelitian Kopertis	2
2006	Diskretisasi Persamaan Navier-Stokes Dengan Elemen Hingga 3 Dimensi	LP3M	3
2005	Model Angkutan Limbah Cair dengan Metode Element Hingga	Dosen Muda	8
2005	Studi Simulasi Model 2 D dan 3 D Gelombang Rayleigh Dalam Analisis SASW Untuk Evaluasi Nilai Struktural Infrastruktur	LP3M	12
2004	Kajian Alat Ukur Debit Air Irigasi Otomatis	LP3M	3
2002	Pengembangan Model Kinematika Gelembung Udara dan Perpindahan Oksigen untuk Pedoman Perancangan dan Operasi Kolam Aerasi dengan Lumpur Aktif (Anggota)	RUT	50
1999	Model Numerik Aliran Air Tanah Pada Akuifer Terkekang	Kopertis V	1

D. PUBLIKASI ILMIAH

1. 2012, A New Approach for Effect Evaluation of Sediment Management, International Journal of Engineering and Applied Science, Vol. 6, 2012, pp. 313-318
2. 2012, Pengaruh Lahar Dingin Pasca Erupsi Merapi 2010 Terhadap Kondisi Fisik Sungai Progo Bagian Tengah, Proceeding of National Seminar -2nd BMPTTSSI-KoNTekS 6, Nopember, 2012
3. 2012, Developing Numerical Model of Debris Flow 2D as A Tool in Early Warning System, Proceeding of the 3rd International Workshop on Multi Sediment Disaster
4. 2011, A New Approach for Effect Evaluation of Sediment Management, 3rd CUTSE International Conference, 8-9th November 2011, Miri, Sarawak, Malaysia
5. 2011, Study On Effect Of Sediment Supply Conditions On Porosity And Grain Size Changes Of River Bed, Seminar Nasional 1 BMPTTSSI-Konteks 5, Medan 14 Oktober 2011
6. 2011, Metode evaluasi dampak pengelolaan sedimen di daerah vulkanik, Seminar Mitigasi Bencana Alam dan Ulang Tahun ke 10 Program Pendidikan Bencana di MTPBA-FTUGM, Yogyakarta, 13 September 2011
7. 2011, Pengelolaan Potensi dan Bahaya Sedimen Hasil Letusan 2010, Simposium Gunung Merapi”Kajian Perilaku, Dampak, dan Mitigasi Bencana Akibat Erupsi Merapi 2010”, Yogyakarta, Indonesia, 21 Pebruari 2011, ISBN 97-602-98759-0-4
8. 2010, Study On Sediment Resources Management Combined With Sabo Works In Mount Merapi, Indonesia, Sustain 2010, Kyoto, Japan, December 11-12, 2010.
9. 2010, Sediment Disaster and Resource Management in the Mount Merapi Area, Indonesia, International Journal of Erosion Control Engineering
10. 2010, Study on Sediment Management in Volcanic Area by Considering Disasters Mitigation and Resources Management, Proc. Int. Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and the Countermeasures, Yogyakarta, Indonesia, March 8-9, 2010, ISBN 978-602-95687-1-4
11. 2009, Concept On Sustainable Sand Mining Management in Merapi Area, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.53, 2009, February, ISSN 1880-8751

12. 2008, A Study On Sustainable Sediment Management in Merapi Volcanic Area, Proc. Fourth International Conference on Scour and Erosion (ICSE-4), Tokyo, Japan, 2008, ISBN 978-4-88644-815-6
13. 2007, Analisis Angkutan Sedimen Dasar Dengan Pendekatan Semi-Teorik, Prosiding Seminar Nas. TSDA 2007, Bandung, Indonesia, 31 Juli 2007, ISBN 978-979-98539-5-0
14. 2006, Studi Pengaruh Groin Terhadap Keamanan Tebing dan Pola Arus Aliran Sungai (Studi Kasus di Talang Duku, Jambi), Konferensi Nasional Peran Teknik Sipil dalam Pemberdayaan DAS yang berkelanjutan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Pebruari 2006
15. 2006, Studi Pengaruh Keberadaan Kota Terhadap Kualitas Air Sungai dengan Menggunakan Indeks Kualitas Air (Studi Kasus Sungai di Yogyakarta), Prosiding Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2006, Bandung 23-24 Juni 2006
16. 2006, Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal, Semesta Teknika, Vol 9, No. 2, Nopember 2006, ISSN 1411-061x
17. 2005, Aplikasi Surface Modelling System Untuk Memprediksi Pengaruh Bangunan Air Terhadap Perilaku Aliran sungai (Studi Kasus Pada Model Pilar Jembatan), Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) Nasional XXII, Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia, September 2005
18. 2004, Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Tipe Persegi Panjang dan Ellips Terhadap Potensi Gerusan Lokal, Jurnal Wahana Teknik, Vol 6 No. 3, Desember 2004
19. 2003, Model Elemen Hingga Untuk Studi Pengembangan Pelabuhan Marunda, Prosiding Seminar Metode Elemen Hingga 2003, ITB, Vol. 15/2003, ISSN 0853-711.
20. 2003, Model Elemen Hingga Untuk Studi Hidrodinamika Air Panas dan Sedimen Suspensi Dalam Evaluasi Pengembangan SWI Kaltim 4", Prosiding Seminar Metode Elemen Hingga 2003, ITB, Vol. 15/2003, ISSN 0853-711.
21. 2003, Studi Kinematika Aliran Pada Kolam Aerasi Dengan Model Elemen Hingga", Prosiding Seminar Metode Elemen Hingga 2003, ITB, Vol. 15/2003, ISSN 0853-711
22. 2003, Analisa Perilaku DAS Pada Hidrogaf Debit Akibat Pengaruh Durasi dan Daerah Luasan Hujan Dengan Menggunakan Model Fisik, Jurnal Semesta Teknika, Vol 6 No 2, Nop. 2003, ISSN 1411-061X.
23. 2003, Tinjauan Aspek Sosial Budaya Pada Sistem Irigasi Tradisional Subak, Jurnal Semesta Teknika, Vol 6 No 1, Mei 2003, ISSN 1411-061X
24. 2002, Penyusunan Model Elemen 3D Untuk Interaksi Persamaan Sebaran Gelembung Udara dan Persamaan Navier-Stokes, Prosiding Seminar Metode Elemen Hingga 2002, ITB, Vol. 14/2002, ISSN 0853-7119
25. 2002, Analisis Penggunaan Batu Barit Dengan Bahan Tambah Sikament NN untuk Bahan Susun Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Radiasi Neutron, Jurnal Semesta Teknika, Vol 5 No 1, Mei 2002, ISSN 1411-061X.
26. 2001, Kajian Kuat Desak Beton Dengan Menggunakan Trass Alam Sebagai Substitusi Semen (Cement Replacement), Jurnal Semesta Teknika, Vol 4 No 1, Mei 2001, ISSN 1411-061X
27. 1999, Tinjauan Teknik Nesting Untuk Perbaikan Model Numerik Aliran Ideal Dalam Tangki Pengendap Silinder (Makalah Seminar Regional Teknik Sipil dan Arsitektur Kopertis Wil.V).
28. 1998, Penggunaan Interpolasi Kuadratik Pada Model Numerik Aliran Ideal (Prosiding Seminar Regional Kopertis Wil.V)

D. PERTEMUAN ILMIAH

1. 2013, pembicara,

2. 2012, pembicara, The 3rd International Workshop on Multi Sediment Disaster, Kyoto, Japan
3. 2012, pembicara, National Seminar -2nd BMPTTSSI-KoNTekS 6, Nopember, 2012
4. 2011, pembicara, Seminar Mitigasi Bencana Alam dan Ulang Tahun ke 10 Program Pendidikan Bencana di MTPBA-FTUGM, Yogyakarta, 13 September 2011
5. 2011, pembicara, Simposium Gunung Merapi”Kajian Perilaku, Dampak, dan Mitigasi Bencana Akibat Erupsi Merapi 2010”, Yogyakarta, Indonesia, 21 Pebruari 2011
6. 2010, as a panelist, Annual meeting of Japan Society of Erosion Control Engineering, Nagano, Japan, May 26-27th, 2010.
7. 2010, as an oral presenter, Int. Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and the Countermeasures, Yogyakarta, Indonesia, March 8-9th,2010
8. 2010, as a poster presenter, Disaster Prevention Research Institute Annual Meeting, Kyoto University, Kyoto, Japan, Feb 23-24th, 2010
9. 2009, as a participant, the nineteenth IHP Training Course, Kyoto, Japan, November 29- December 12th, 2009.
10. 2009, as a poster presenter, Asia-Pacific Symposium on New Technologies for Prediction and Mitigation of Sediment Disasters, Tokyo, Japan, Nov 18-19th, 2009
11. 2009, as an oral presenter, Annual meeting of Japan Society of Erosion Control Engineering, Hiroshima, Japan, May 27-28th, 2009.
12. 2009, as an oral presenter, Annual meeting of Japan Society of Civil Engineering, Hydraulic Division, Tokyo, Japan, March 4-6th, 2009.
13. 2009, as a poster presenter, Disaster Prevention Research Institute Annual Meeting, Kyoto University, Kyoto, Japan, Feb 24-25th, 2009
14. 2008, as an oral presenter, Fourth International Conference on Scour and Erosion, Chuo University, Tokyo, Japan, November 5-7th, 2008
15. 2008, as poster presenter, Annual meeting of Japan Society of Erosion Control Engineering, Hokkaido, Japan, May 14-15, 2008
16. 2008, as a participant, Annual meeting of Japan Society of Civil Engineering, Hydraulic Division, Hiroshima, Japan, March 5-7th, 2008.
17. 2008, as a participant, Disaster Prevention Research Institute Annual Meeting, Kyoto University, Kyoto, Japan, Feb 28-29th, 2008
18. 2007, as an oral presenter, National Seminar of Water Resources Engineering, Bandung, Indonesia, July 31st, 2007
19. 2006, pemakalah, Konferensi Nasional: Peran Teknik Sipil Dalam Pemberdayaan DAS, Teknik Sipil-UNS
20. 2006, peserta, SemNas: Sinergi Pengelolaan Terpadu DAS, UAJY-HATHI

Yogyakarta, 20 April2013
Pengusul,

(Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph. D)

Biodata Anggota Peneliti 1

Nama lengkap dan gelar
Edi Hartono, ST, MT

Tempat/tanggal lahir
Magelang, 07 Juli 1973

Pendidikan :

Universitas/Institusi dan Lokasi	Gelar	Tahun Selesai	Bidang Studi
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	M.T	September 2003	Geo-Teknik
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	S. T	Mei 1997	Teknik Sipil

Pengalaman penelitian dan pengalaman profesional

Institusi	Jabatan	Periode Kerja
A. Penelitian :		
1.Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Dana : LP3 UMY	Anggota Peneliti ‘Karakteristik Sifat Tanah Mengembang Sekitar Kolom Kapur (Lime-coulumn)’	2003/2004
2.Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Dana : Hibah Bersaing	Anggota Peneliti “Uji Model Penurunan Embankment di Laboratorium”	2007/2008
B. Profesional :		
1.Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Koordinator Laboratorium Teknik Sipil	2008-2012
2. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Koordinator Laboratorium Teknik Sipil	2004-2008
3.Universitas Gadjah Mada Yogyakarta	Asisten Dosen (Tidak Tetap)	1993-1995
4.Lembaga Konsultasi dan Pelayanan Teknis UMY	Tim Perencana Fondasi RSUD Muhammadiyah Yogyakarta II	2005
5.Lembaga Konsultasi dan Pelayanan Teknis UMY	Tim Perencana Fondasi Gedung Kuliah dan Laboratorium Eksakta UMY	2003,2004
6.Lembaga Konsultasi dan Pelayanan Teknis UMY	Tim Penyelidikan Tanah Pembangunan Gedung Kuliah Eksakta UMY	2003
7.Lembaga Konsultasi dan Pelayanan Teknis UMY	Tim Penyelidikan Tanah Pembangunan Masjid Kampus UMY	2003
8.PT.Jaya Konstruksi MP Jakarta	Site Engineer	1997-1998

Daftar publikasi :

- Widianti,A; Hartono,E; Muntohar,AS 2009, ”Studi Model Embankment tanah lempung dengan stabilisasi kapur-abu sekam padi dan serat karung plastic yang dicampur dalam berbagai konfigurasi”, Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 3, 6-7 Mei 2009
- Muntohar,AS; Widianti,A; Diana,W; Hartono,E, ”Aplikasi Teknik Kolom Semen (Cement Colomn) pada tanah berpasir, Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi II, 17-18 Nov 2008

- Widianti,A; Hartono,E; Muntohar,AS 2008, "Uji Triaksial Unconsolidated Undrained pada campuran tanah lanau-kapur-abu sekam padi dan serat karung plastic", *Jurnal Semesta Teknika* Vol 11 No.2 November 2008
- Widianti,A; Hartono,E; Muntohar,AS 2008, "studi Model Embankment Tanah dengan Campuran Kapur-Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik", *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, Vol 8 No2 Juli 2008
- Widianti,A; Hartono,E; Muntohar,AS 2007, "Kekuatan Geser Campuran Tanah-Kapur-Abu Sekam Padi dengan inklusi kadar serat karung plastic yang bervariasi", *Jurnal Semesta Teknika*, Vol.10 No.1 Mei 2007
- Hartono,E, 2005, "Perilaku Fondasi Tiang dengan pelat fleksibel diatas tanah pasir", *Jurnal Semesta Teknika*, Vol.5 November 2005.
- Hartono,E, 2003, "Aplikasi Ferrosemen sebagai selimut beton bertulang", *Jurnal Semesta Teknika*.
Vol. 2 Juni 2003

Yogyakarta, April 2013

Edi Hartono, ST, MT

Biodata Anggota Peneliti2

A. IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap (dengan gelar)	: Dr.Eng. Agus Setyo Muntohar, S.T. M.Eng.Sc.
Jabatan Fungsional	: Lektor
NIP/NIK/No. identitas lainnya	: 123 040/0514087501
Tempat dan Tanggal Lahir	: Purworejo, 14 Agustus 1975
Alamat Rumah	: Taman Sedayu Blok I No. 1C RT. 44, Bantul Yogyakarta
Nomor Telepon/Fax	: 0274-3154678
Nomor HP	: 081392705064
Alamat Kantor	: Kampus Terpadu UMY, Jl. Lingkar Selatan, Taman Tirto, Kasih, Bantul. Yogyakarta
Nomor Telepon/Fax	: 0274-387656/387646
Alamat e-mail	: muntohar@umy.ac.id
Lulusan yg telah dihasilkan	: S1= 50 orang ; S2= 1 orang; S3= orang;
Mata Kuliah yg diampu	: 1. Pengantar Geologi dan Mekanika Tanah 2. Mekanika Tanah 3. Analisis Struktur I 4.Mekanika Bahan 5.Topik Khusus

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Program:	S1	S2	S3
Nama PT	Universitas Gadjah Mada	University of Malaya	NationalTaiwanUniversity of Science and Technology
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Geotechnical Engineering	Geotechnical Engineering
Tahun Masuk	1993	2001	2005
Tahun Lulus	1998	2003	2008
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Aplikasi Teknologi Geosintetik Untuk Perkuatan Perkerasan Kaku	Engineering Properties of Rice Husk Ash Enhanced Lime-Stabilised Expansive Soil	An Integrated Infiltration and Slope Stability Model for Predicting Rainfall Induced Landslides Along a Mountain Road in Taiwan
Nama Pembimbing/ Promotor	Prof. Dr. Ir. Kabul Basah Suryolelono, Dip.H.E., DEA.	Prof. Ir. Dr. Roslan Hashim	Prof. Dr. Hung-Jiun, Liao Assoc. Prof. Dr. Jian-Ye, Ching

C. PENGALAMAN PENELITIAN

Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
		Sumber	Jumlah(Juta Rp)
2012	Campuran limbah karbit-Abu Sekam Padi- Serat Plastik Untuk Perkuatan Struktur Timbunan Jalan Raya	Hibah bersaing	50
2012	Perilaku Mekanika Tanah Yang Diperkuat Dengan Serat dan Stabilisasi Bahan Semen (Cemented Materials)	Penelitian Fundamental	50
2011- 12	Studi Ekperimental dan Numerik Model Infiltrasi Untuk Stabilitas Lereng	Penelitian Fundamental	80

2011	A Numerical Study of Ground Improvement Technique Using Group of Soil-Column on Peat	Curtin University Research Fund	50
2010	Mikrozonasi Potensi Likuifaksi dan Penurunan Tanah Pasca Gempabumi	LP3M UMY	10
2009	Teknik Mitigasi Likuifaksi dengan Teknik Kolom-Kapur	LP3M UMY	12,5
Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
		Sumber	Jumlah(Juta Rp)
2008	Development of Infiltration and Slope Stability Model for Predicting Shallow Landslide	Ministry of Transportation and Communication, Taiwan	240
2005	Kuat Dukung Tanah Lempung Dengan Campuran LRHA dan Serat Karung Plastik	Penelitian Dosen Muda Ditjen Dikti	9,5
2004	Karakteristik Sifat Tanah Mengembang Sekitar Kolom Kapur (Lime-column)	Penelitian Dosen Muda Ditjen Dikti	6
2002-2004	Development of Ground Improvement Techniques on Soft Soil	IRPA RM#5 Ministry of Science, Technology, and Innovation Malaysia	420
2002-2003	Swelling Characteristics and Soil Improvement of Expansive Clay with Lime-Rice Husk Ash	Vot-F, University of Malaya	56
2001	Perkuatan Tanah dengan Serat Sampah Karung Plastik	LP3M UMY	2,5
2000	Perilaku Mekanis Tanah dengan Stabilisasi Kapur dan Abu Sekam Padi	LP3M UMY	1,0

D. PUBLIKASI ILMIAH

JURNAL:

- 1 Muntohar, A.S., Widiarti, A., Hartono, E., Willis, D., 2012, Engineering Properties of a Waste Plastic Fibers Reinforced and Lime-Rice Husk Ash Stabilized Silty Soil, *Journal of Materials in Civil Engineering ASCE* (Accepted for publication-SCI Journal)
- 2 Muntohar, A.S., Diana, W., Rahmawati, A., 2012, Properties of the blended-rice husk ash paste, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol 6(12), Accepted for publication
- 3 Muntohar, A.S., 2012, Model Studies on The Settlement of Reinforced Embankment With Geotextiles and Plastic-Sack Wastes Over Soft Soils, *Dinamika Teknik Sipil*, Vol 12 No 2, 101-107
- 4 Muntohar, A.S., 2011, Effect of specimen sizes on the tensile strength behavior of the plastic waste fibers reinforced soil – lime – rice husk ash mixtures, *Civil Engineering Dimension* (accepted for publication)
- 5 Muntohar, A.S., 2011, Engineering Characteristics of Compressed-Stabilized Earth, *Construction and Building Materials*, Vol. 25 (11), 4215-4220
- 6 Muntohar, A.S., 2010, Mechanical Behavior of The Bentonite Mixed-Kaolin And Sand, *Civil Engineering Journal*, Vol. 1 (2), 112-128
- 7 Muntohar, A.S., and Liao, H.J., 2010, Rainfall infiltration – infinite slope model for landslides triggered by rainstorm, *Natural Hazards*, Vol. 54 Issue. 3, 967-984.
- 8 Muntohar, A.S., 2010, Model Studies on the Settlement Of Reinforced-Embankment With Geotextiles And Plastic-Sack Wastes Over Soft Soils, *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*,
- 9 Muntohar, A.S., 2010, Laboratory Model Studies on Geotextile-Reinforced Embankment Over Soft-Clayey Soils, *Jurnal Rekayasa Sipil*
- 10 Muntohar, A.S., 2010, Discussion on "Behavior of Expansive Clay of Ngawi Region (East Java) Under Water Content Variation". *Civil Engineering Dimension*, Vol. 12, No. 1, March 2010, 63-64
- 11 Muntohar, A.S., 2009, Influence of Plastic Waste Fibers on the Strength of Lime-Rice Husk Ash Stabilized Clay Soil, *Civil Engineering Dimension*, Vol. 10 No. 1, pp: 132-40
- 12 Muntohar, A.S., and Liao, H.J., 2009, Analysis of rainfall induced infinite slope failure during

- typhoon using a hydrological – geotechnical model. *Environmental Geology*, Vol. 56 No.1, 1145-1159
- 13 Muntohar, A.S., and Hashim, R., 2008, Effect of sand fraction on the behaviour of sand-bentonite mixtures, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol.1 No.1, 53-60
- 14 Widiyanti, A., Hartono, E., and Muntohar, A.S., 2008, Studi Model Embankment Tanah dengan Campuran Kapur - Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik (Model studies of embankment improved with rice husk ash – lime – and plastic fiber mixtures), *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, Vol. 8 No. 2, 118-126
- 15 Muhammad, A., and Muntohar, A.S., 2007, Uses of lime – rice husk ash and plastic fibers as mixtures-material in high-plasticity clayey subgrade: A preliminary study, *Jurnal Semesta Teknik*, Vol. 10 No. 2, November 2007, 111-125
- 16 Widiyanti, A., Hartono, E., and Muntohar, A.S., 2007, Kekuatan geser campuran tanah – kapur –abu sekam padi dengan inklusi kadar serat karung plastik yang bervariasi, *Jurnal Semesta Teknik* Vol. 10 No. 1, May 2007, pp. 1-13
- 17 Muntohar, A.S., 2006, The swelling of expansive subgrade at Wates-Purworejo roadway, Sta.8+12, *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 8 No. 2, pp: 106-110
- 18 Muntohar, A.S., 2006, Mekanisme keruntuhan lereng tegak dan teknik perkuatannya dengan geotekstil (Failure Mechanism of Mechanically Stabilized Earth), *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 6 No.2, Desember 2006, pp. 51-66
- 19 Basha, E.A., Hashim, R., Mahmud H.B., and Muntohar, A.S., 2005, Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement, *Construction and Building Materials*, Volume 19 (6), July 2005, 448-453
- 20 Muntohar, A.S., and Hashim, R., 2005, Determination of plastic limit using cone penetrometer: Reappraisal, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 11 No. 3, 92-98
- 21 Muntohar, A.S., and Hashim, R., 2005, A new formula for rate of swelling of expansive clay soils, *Jurnal Semesta Teknik*, Volume 9, No. 2, November 2005, pp. 111-125
- 22 Muntohar, A.S., 2005, Geotechnical properties of rice husk ash enhanced lime-stabilized expansive clay, *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil*, Volume 13, No. 3, 1-11
- 23 Muntohar, A.S., 2005, The influence of molding water content and lime content on the strength of stabilized soil with lime and rice husk ash, *Civil Engineering Dimension*, Vol. 7 No. 1, 1-6
- 24 Muntohar, A.S., 2004, Penurunan konsolidasi embankment di atas tanah lempung lunak (The Consolidation-settlement of embankment constructed on soft clay soils), *Jurnal Semesta Teknik*, Vol. 7 No. 2, November 2004, pp. 111-125
- 25 Basha, E.A., Hashim, R., and Muntohar, A.S., 2004, Stabilization of clay and residual soils using cement - rice husk ash mixtures, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 5 No.1, pp. 51-66
- 26 Basha, E.A., Hashim, R., and Muntohar, A.S., 2003, Effect of the cement - rice husk ash on the plasticity and compaction of soil, *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Vol. 8, 2003 — Bundle A. [<http://www.ejge.com>]
- 27 Muntohar, A.S., 2003, Swelling and compressibility characteristics of the soil – bentonite mixtures, *Civil Engineering Dimension*, Vol. 5 No. 2, pp. 93-98
- 28 Muntohar, A.S., 2003, A Simple predictive model for swelling potential of expansive clay soils, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 9, No. 2 pp. 263-275
- 29 Muntohar, A.S., 2002, Utilization of uncontrolled burnt rice husk ash in soil improvement, *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 4 No. 2, pp. 100-105
- 30 Muntohar, A.S., 2002, Swelling potential of improved expansive soil with lime and RHA, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 3 No. 2, June 2002, pp. 53-64
- 31 Muntohar, A.S., 2002, Geotechnical hazards in ground and groundwater contamination, *Jurnal Semesta Teknik*, Vol. 1 No. 6, pp. 1-7.
- 32 Muntohar, A.S., and Abidin, Z., 2001, A comparative study of different additive on the index properties of expansive soils, *Jurnal Semesta Teknik*, Vol. 4 No. 2 November 2001 pp. 59-67
- 33 Muntohar, A.S, and Hantoro, G., 2000, Influence of lime and rice husk ash on the engineering properties of clayey subgrade, *Electronic Journal of Geotechnical Engineering (EJGE)*, Vol. 5 - 2000, Oklahoma State University (www.ejge.com)
- 34 Muntohar, A.S., 2000, Evaluation of the usage of plastic sack rubbish as fabric in expansive embankment stabilization, *Jurnal Semesta Teknik*, Vol. 3 No. 2, November 2000, pp. 85-95.
- 35 Muntohar, A.S., 2000, Utilization of lime for subgrade improvement, *Jurnal Semesta Teknik*, Vol.

- 3 No. 1, March 2000, pp. 1-7
- 36 Muntohar, A.S., 1999, Geogrid untuk perkuatan perkerasan kaku (Uses of geogrid for reinforcement of rigid pavement), *Jurnal Semesta Teknik*, Vol. 1 No. 2, November 1999, pp. 1-10
- 37 Muntohar, A.S., 1999, Abu sekam padi untuk stabilisasi tanah lempung (Stabilization of clay soil with rice husk ash), *Jurnal Wahana Teknik*, Vol. 1, No. 2, Agustus 1999, pp. 1-10.

SEMINAR/KONFERENSI

- 38 Muntohar, A.S., Ikhsan, J., and Liao, H.J., 2011, Influence of rainfall patterns during typhoon on shallow landslides, 2nd International Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and the Countermeasures, 25-27th October 2011, Tainan, Taiwan
- 39 Muntohar, A.S., Rahman, M.E., Hashim, R. and Islam, M.S., 2011, Finite Element Analysis of Ground Improvement Technique Using Group of Soil-Column on Peat, 3rd CUTSE International Conference, 8-9th November 2011, Miri, Sarawak, Malaysia
- 40 Wardani, S.P.R., and Muntohar, A.S., 2011, Laboratory Model Test On Of Improved Soil Using Lime-Column, 3rd International Conference on Geotechnical Engineering for Disaster Mitigation and Rehabilitation and 5th International Conference on Geotechnical and Highway Engineering, 18-20 May 2011, Semarang, Indonesia, pp. 271-275
- 41 Muntohar, A.S., 2011, Shear Strength Characteristics of The Waste Fibers Reinforced Lime-Rice Husk Ash Stabilized Clay, 3rd International Conference on Geotechnical Engineering for Disaster Mitigation and Rehabilitation and 5th International Conference on Geotechnical and Highway Engineering, 18-20 May 2011, Semarang, Indonesia, pp. 344-348
- 42 Muntohar, A.S., 2011, Karakteristik Kuat Geser Tanah Pasir dengan Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi, Pertemuan Ilmiah Tahunan HATTI ke-14, 9-10 Februari 2011, Yogyakarta, pp. 413-417
- 43 Muntohar, A.S., Andre, Y., Mayuna, H.R., Wahyuni, R.D., 2010, Karakteristik Kuat Tekan Campuran Tanah Lempung, Limbah Karbit, dan Abu Sekam Padi Untuk Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan, 1st Annual Seminar on Innovation Built Environment (IBE), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 24 December 2010
- 44 Muntohar, A.S., 2010, Estimating Ground Settlement Post-Liquefaction Using CPT, The 1st International Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE), Yogyakarta, Indonesia, May 17-28th 2010
- 45 Muntohar, A.S., 2010, Application of Probabilistic Analysis for Prediction for Initiation of Landslide, 1st International Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and the Countermeasures, 8-9th March 2010, Yogyakarta, Indonesia.
- 46 Wardani, S.P.R., and Muntohar, A.S., Learning from Recent Geotechnical Disaster in Indonesia. Invited Paper The 17th SEAG Conference, 10-13 May 2010, Taipei, Taiwan
- 47 Muntohar, A.S., and Wardani, S.P.R., Liquefaction Potential Post-Earthquake in Yogyakarta. The 17th SEAG Conference, 10-13 May 2010, Taipei, Taiwan
- 48 Muntohar, A.S., 2009, Evaluation of Peak Ground Acceleration Using CPT Data for Liquefaction Potential, 4th Annual International Workshop & Expo on Sumatra Tsunami Disaster & Recovery 2009, 23-25 November 2009, Banda Aceh, Indonesia, pp. 91-94.
- 49 Muntohar, A.S., and Suryolelono, K.B., 2009, Reliability of the Method for Determination of Coefficient of Consolidation (cv), Pertemuan Ilmiah Tahunan HATTI ke-13, 5-6 November 2009, Denpasar, Bali, pp. 70-75
- 50 Muntohar, A.S., and Liao, H.J., 2009, Lateral movement of the tie-back wall in alluvial soil, The 6th International Conference Numerical Analysis in Engineering, 15-16 May 2009, Lombok Island, Indonesia,
- 51 Muntohar, A.S., Muhammad, A., Dinor, S., and Damanhuri, 2009, Potensi likuifaksi tanah berpasir di sekitar kolom-kapur (Liquefaction potential of improved sand with lime-column). Konferensi Nasional Teknik Sipil 3 (KoNTekS 3), 6 – 7 May 2009, Universitas Pelita Harapan, Jakarta
- 52 Widiyanti, A., Hartono, E., dan Muntohar, A.S., 2009, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Tanah dengan Campuran Kapur-Abu Sekam Padi-Serat Karung Plastik, Konferensi Nasional Teknik Sipil 3 (KoNTekS 3), 6 – 7 May 2009 Universitas Pelita Harapan, Jakarta
- 53 Widiyanti, A., Hartono, E., dan Muntohar, A.S., 2009, Studi Model Embankment Tanah Lempung

- dengan Stabilisasi Kapur-Abu Sekam padi dan Serat Karung Plastik yang Dicampur dalam Berbagai Konfigurasi, Konferensi Nasional Teknik Sipil 3 (KoNTekS 3), 6 – 7 May 2009, Universitas Pelita Harapan Jakarta
- 54 Muntohar, A.S., Widiarti, A., Oktoviar, E., Hartono, E., and Diana, W., 2008, Aplikasi teknik kolom semen (cement-column) pada tanah berpasir. Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II (SATEK2), 17-18 November 2008, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- 55 Muntohar, A.S., Muhammad, A., Damanhuri, and Dinor, S., 2008, Karakteristik kekuatan tanah berpasir di sekitar kolom-kapur (lime-column). Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II (SATEK2), 17-18 November 2008, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- 56 Muntohar, A.S., and Hashim, R., 2008, Durability of the stabilized clay with lime and rice husk ash for roadway subgrade, Proceeding Konferensi Nasional Teknik Sipil 2 (KoNTekS 2), 6 – 7 June 2008, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- 57 Muntohar, A.S., 2008, Karakteristik kuat tarik tanah dengan stabilisasi kapur-abu sekam padi dan serat karung plastic, Konferensi Nasional Teknik Sipil 2 (KoNTekS 2), 6 – 7 Juni 2008, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- 58 Muntohar, A.S., and Liao, H.J., 2007, A prediction method for typhoon induced landslides along Alishan mountain road in Taiwan. 4th International Conference on Disaster Prevention and Rehabilitation, 10-11 September 2007, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
- 59 Muntohar, A.S., and Liao, H.J., 2006, Strength distribution of the soil surrounding lime-column, 4th International Conference on Soft Soil Engineering, 2-6 October 2006, Canada, pp. 315-319
- 60 Muntohar, A.S., 2004, Uses of RHA to enhanced lime-stabilised clay soil, International Conference of Geotechnical Engineering, 2-6 October 2004, University of Sharjah, United Arab Emirate
- 61 Basha, E.A., Hashim, R., Mahmud, H., and Muntohar, A.S., 2004, Engineering properties of rice husk ash enhanced cement modified residual soil, The 2nd International Conference on Concrete Engineering and Technology (CONCET2004), 19 - 21 April 2004, Langkawi, Malaysia
- 62 Muntohar, A.S., 2003, Inclusion of random rubbish-fiber as temporary embankment reinforcement, The 6th National Conference on Road Engineering, 6-8 October 2003, Jakarta, Indonesia
- 63 Muntohar, A.S., 2003, Lime-column in expansive soil: a study on the compressive strength, The International Conference on Civil Engineering (ICCE), 1-3 October 2003, Brawijaya University, Malang, Indonesia
- 64 Basha, E.A., Hashim, R., Mahmud, H., and Muntohar, A.S., 2003, Use of rice husk ash and cement to improve the geotechnical properties of residual soil, The International Conference on Civil Engineering (ICCE), 1-3 October 2003, Brawijaya University, Malang, Indonesia
- 65 Muntohar, A.S., & Hashim, R., 2003, Swelling behaviour of engineered clay soil, The 2nd International Conference on Advances in Soft Soil Engineering and Technology (ASSET2), 2 – 4 July 2003, Putra Jaya, Malaysia.
- 66 Muntohar, A.S., 2003, Engineering behaviour of rice husk ash blended soil and its potential as road base construction, 21st ARRB Transport Research and 11th REAAA Conference, 18 – 23 May 2003, Cairns, Australia. Proceedings - Conference of the Australian Road Research Board Volume 21, 2003, PP. 1295-1301
- 67 Muntohar, A.S., 2002, Improvement of the Bearing of Soil By Using Lime – Rice Husk Ash, The 2nd International Conference on Geotechnical and Geo environmental Engineering in Arid Lands (GEO2002), 6-9 October 2002, Riyadh, Saudi Arabia, pp. 225-229.
- 68 Muntohar, A.S., and Hashim, R., 2002, A study of expansive clay treated with LRHA, 2nd World Engineering Congress (WEC2002), 22-25 July 2002, Sarawak, Malaysia
- 69 Muntohar, A.S., Hashim, R., 2002, Silica waste utilization in ground improvement: A study of expansive soil treated with LRHA, The 4th International Conference on Environmental Geotechnics (4ICEG), 11-15 August 2002, Rio de Janeiro, Brazil
- 70 Muntohar, A.S., 2001, Swelling characteristics of expansive clay stabilized with LRHA, Seminar Nasional Bidang Keteknikan (National Seminar on Engineering Science), 22 February 2001, Muhammadiyah University of Yogyakarta, Indonesia
- 71 Muntohar, A.S., and Hantoro, G., 2000, Influence of blended lime and rice husk ash on the engineering properties of clayey sub-grade, The 6th National Conference on Road Engineering , 2 – 3 October 2000, Jakarta, Indonesia
- 72 NASKAH PRESENTASI/PAPER
Muntohar, A.S., 2009, Proposal Ambang Hujan untuk Peringatan Dini Tanah Longsor (A Proposal

of Rainfall Threshold for Landslide Early Warning System), Seminar/Workshop Research Application on Disaster and Humanitarian, Institute Research for Community Development (IRCD), University Club Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 19 December 2009

BUKU

- 73 | Rice Husk Ash – Stabilised Expansive Soils, Lambert Academic Publishing, Germany, 2011
- 74 | Tanah Longsor: Analisis, Prediksi, Mitigasi, LP3M UMY, 2010
- 75 | Mekanika Tanah, LP3M UMY, 2009
- 76 | Swelling Characteristics and Soil Improvement of Expansive Clay with LRHA, Research Report, University of Malaya, 2003
- 77 | Jembatan, Beta Offset, 2000 (Penulis kedua)

NASKAH DALAM BUKU

- 78 | Chapter 3 - Prediction and classification of expansive clay soils, in Expansive Soils Recent Advances in Characterization and Treatment, Amer Ali Al-Rawas and Mattheus F. A. Goosen (Editors), 2006
- 79 | Chapter 11 - Swelling rate of expansive clay soils, in Expansive Soils Recent Advances in Characterization and Treatment, Amer Ali Al-Rawas and Mattheus F. A. Goosen (Editors), 2006
- 80 | Chapter 30 - Swelling characteristics and improvement of expansive soil with rice husk ash, in Expansive Soils Recent Advances in Characterization and Treatment, Amer Ali Al-Rawas and Mattheus F. A. Goosen (Editors), 20

Yogyakarta, 26 April 2013
Pengusul,



(Dr.Eng. Agus Setyo Muntohar, M.Eng.Sc.)

