

537-88  
APL  
2

9



**LAPORAN PENELITIAN  
HIBAH PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI  
(HIBAH PEKERTI)**

**Aplikasi Metode Mikrogravity 4D dan Leveling Untuk  
Pemantauan Intrusi Air Laut dan Amblesan Tanah  
Daerah Semarang Bawah Jawa Tengah**

**TAHUN ANGGARAN 2004**

**Ketua Peneliti:**

**Drs. M. Irham Nurwidyanto, MT.**

---

**Penelitian ini dibiayai oleh Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi  
(P4T), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan  
Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Kerjasama  
Antar Perguruan Tinggi Nomor: 064/P4T/DPPM/HPTP,PHP/III/2004  
Tanggal 1 Maret 2004**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG  
OKTOBER, 2004**

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

A. Judul Penelitian : Aplikasi Metode Microgravity 4D dan Leveling untuk Pemantauan Intrusi Air Laut dan Amblesan Tanah Daerah Semarang Bawah Jawa Tengah

B. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. M. Irham Nurwidyanto, M.T
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. Pangkat /Golongan / NIP : Lektor / III c / 131 993 337
- d. Bidang Keahlian : Geofisika
- e. Fakultas / Jurusan : MIPA / Fisika
- f. Perguruan Tinggi : Diponegoro Semarang

C. Tim Peneliti Pengusul (TPP)

Nama	Bidang Keahlian	Fakultas / Jurusan	Perguruan Tinggi
1. Drs. M. Irham N., MT	Geofisika	MIPA Fisika	UNDIP
2. Drs. Tony Yulianto, MT	Geofisika	MIPA Fisika	UNDIP
3. Ir. Muhrozi, MS	Geoteknik	Teknik Sipil	UNDIP

D. Tim Peneliti Mitra (TPM)

Nama	Bidang Keahlian	Fakultas / Jurusan	Perguruan Tinggi
1. Dr. Wawan Gunawan AK.	Geofisika Gravity	IKTM	ITB
2. Muh. Sarkowi, MSi.	Geofisika Gravity	IKTM	ITB


E. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian

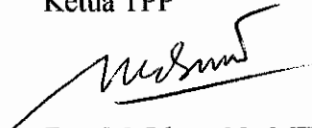
- Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan : 2 Tahun
- Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 67.000.000,-
- Biaya yang disetujui tahun II : Rp. 65.000.000,-

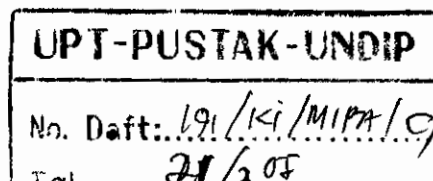
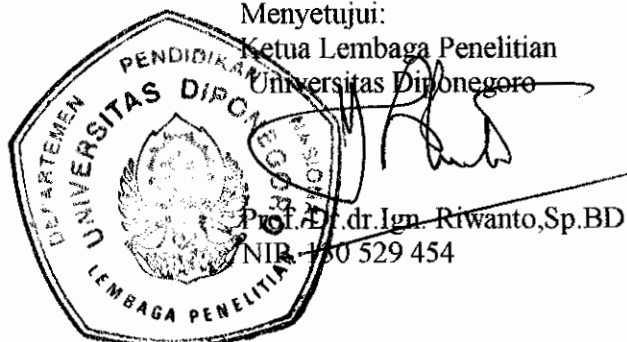
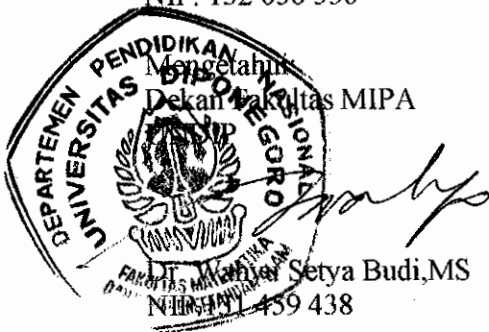
Semarang, 10 Oktober 2004

Ketua TPM,

Ketua TPP

  
Dr. Wawan Gunawan AK.  
NIP. 132 056 550

  
Drs. M. Irham N., MT  
NIP. 131 875 451



## RINGKASAN HASIL PENELITIAN

### APLIKASI METODE MIKROGRAVITY 4D UNTUK PEMANTAUAN INTRUSI AIR LAUT DAN AMBLESAN TANAH DI SEMARANG BAWAH JAWA TENGAH

OLEH : M. Irham N., (\*), Tony Yulianto, (\*), Muhrozi, (\*\*)

Di daerah Semarang bawah dijumpai fenomena gejala alam yang berupa intrusi air laut dan amblesan tanah yang cukup signifikan. Dari hasil penelitian terdahulu menurut **Muhrozi** (1996) mendapatkan laju amblesan 1-5 cm/tahun, menurut Marsudi (2000) amblesan daerah semarang mencapai 30 cm – 100 cm selama periode 1983 –1996 dengan laju 5 – 10 cm/tahun, sedangkan hasil penelitian terakhir dari tim Universitas Negeri Semarang mendapatkan hasil laju amblesan 5 – 45 cm/tahun.(kompas 3 April 2001). Intrusi air laut pada air tanah dangkal diperkirakan telah mencapai daerah Bulu, Pangggung, Purwosari, Kauman, Sekayon (**Irham, dkk.** 1999).

Adanya amblesan tanah menyebabkan jarak ke pusat bumi semakin kecil sehingga akan menambah nilai gravitasi bumi. Instrusi air laut akan menyebabkan densitas di bawah permukaan bertambah yang akan menambah gaya gravitasi bumi. Dengan demikian adanya amblesan tanah dan intrusi air laut dapat dideteksi dengan metode microgravity 4D, Adanya amblesan tanah dan intrusi air laut pada air tanah akan memberikan anomaly microgravity 4D senilai positif.

Penelitian ini bertujuan memperkirakan batas-batas intrusi air laut dari hasil pengukuran konduktivitas listrik air sumur penduduk (sumur gali) yang dikorelasikan dengan data anomaly microgravity 4D. Penelitian ini juga bertujuan menentukan tempat-tempat (daerah) yang mempunyai laju amblesan yang cukup besar dengan metode leveling yang dikorelasikan dengan metode mikro gravity.

Penelitian dilakukan dengan metode gravity, leveling dan sampling intrusi air laut. Pengukuran gravity dilakukan dengan memasang beberapa stasiun tetap (titik pengamatan atau pengukuran) yang mewakili area penelitian yang tersebar merata. Masing-masing stasiun tetap tersebut diukur nilai gayaberat, ketinggian, dan posisinya. Pada penelitian ini berhasil diukur data mikrogravity tiga kali yaitu pada bulan Juni 2003 sebanyak 42 titik, Desember 2003 sebanyak 40 titik dan pada bulan

Juni 2004 sebanyak 41 titik. Pengambilan data posisi menggunakan GPS tipe geodetik dengan menggunakan metode differensial, untuk pengukuran ketinggian menggunakan altimeter digital dengan ketelitian 1 m sedangkan untuk pengambilan data gayabarat menggunakan gravimeter Lacoste&Romberg tipe G1158. Pengukuran leveling pada periode yang hampir bersamaan dengan pengukuran mikrogravity menggunakan *WaterPass*. Pengukuran leveling ini dibagi menjadi 2 (dua) loop yang melingkupi titik titik pengamatan gravity diperoleh 45 titik pengukuran pada bulan Juli 2003, pada bulan Pebruari 2004 sebanyak 55 titik sedangkan pada bulan agustus 2004 sebanyak 55 titik. Pengukuran kualitas air tanah (intrusi) dilakukan pada air tanah dangkal yakni pada 100 sumur penduduk (sumur gali) yang tersebar di daerah Semarang bawah diukur nilai konduktivitas airnya.

Dari data-data tersebut kemudian dibuat peta kontur nilai gravitasi relatif terhadap base, peta kontur mikrogravity 4D, peta profil laju amblesan tanah rata-rata tiap bulan per mm dan peta sebaran intrusi air laut yang dinyatakan dengan peta iso konduktivitas.

Dari peta-peta yang diperoleh dapat diinterpretasikan secara kualitatif tempat-tempat yang terjadi intrusi dan terjadi amblesan. Adapun adanya amblesan tanah dan intrusi air laut ditandai dengan kenaikan harga gravitasi, yang ditunjukkan dengan anomali mikrogravity bernilai positif.

Adanya intrusi air laut ditunjukkan nilai konduktivitas air yang tinggi (mudah menghantarkan arus listrik), menurut Sihwanto (2000) adanya intrusi air laut pada air tanah ditandai dengan nilai konduktivitas listriknya lebih besar 1500 mikro simen.

Adanya amblesan tanah yang telah diukur oleh peneliti-peneliti terdahulu telah terkompilasi seperti pada gambar ?. Amblesan tinggi ditunjukkan oleh warna merah yang terkonsentrasi didaerah sekitar utara Tugu Muda, Stasiun Poncol, Kantor Dinas Pajak. Berdasarkan analisa data mikrogravity4D (Gambar 5.), tempat-tempat yang terjadi amblesan cukup signifikan ditunjukkan dengan warna merah yakni di daerah Stasiun Poncol, kantor dinas Pajak, stasiun Tawang, Tanah Mas dan Pantai Marina. Jadi dengan metode mikrogravity 4D dapat ditemukan daerah yang mempunyai amblesan yang cukup signifikan dan belum terdeteksi oleh hasil peneliti terdahulu yakni disekitar Tanah Mas dan Pantai Marina.

Agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dan dapat memperkirakan intrusi air laut dan amblesan tanah diwaktu yang akan datang perlu diteliti ulang secara periodik

setiap tahun, sehingga dapat diestimasi kondisi amblesan dan intrusi air laut dalam kurun waktu 5 tahun, 10 tahun atau 20 tahun yang akan datang.

(\*) Staf Pengajar Geofisika Jurusan Fisika FMIPA Undip

(\*\*) Staf Pengajar Geoteknik Jurusan Teknik Sipil FT Undip

Penelitian ini dibiayai oleh Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi (P4T), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi Nomor: 064/P4T/DPPM/HPTP,PHP/III/2004 Tanggal 1 Maret 2004

## **SUMMARY**

### **The Application of Microgravity 4D And Leveling Method For Monitoring Intrusion And Land Subsidence In Semarang Down Town Area Central Of Java**

In Semarang down town area, there are two natural phenomenon which in the form sea water intrusion and land subsidence significantly. From the result of former research according to Muhrozi (1996) can be detected rate of land subsidence between 1 – 5 cm per year. According to Marsudi (2000) the deep of land subsidence reached 30 – 100 cm in until 1983 until 1996 period, with 5 – 10 cm per year. The new result of the last research from Universitas Negeri Semarang team found the rate of land subsidence was 5.5 – 45 cm/year (Kompas, April 3, 2001). Sea water intrusion on shallow groundwater predicted was reach Bulu, Panggung, Purwosari, Kauman, and Sekayon area (Irham etc, 1999).

Land Subsidence and water intrusion on the shallow ground water which result to positive value anomaly microgravity 4D.

The goal of this research is to determine of sea water intrusion boundary from the measurement of conductivity of shallow ground water, in line with micro gravity data. Beside of that is to determine of high subsidence area with leveling method in line with microgravity data.

The research are conducted with microgravity method , leveling, and sampling sea water intrusion. The gravity are measured in 42 fix located that separated in research area. Each location are measured gravity, elevation, and coordinate every six monthly. To measured coordinate and elevation are used by GPS geodetic type by differential method.

To obtain microgravity we used La-coste Romberg Gravimeter G 1158 type. The elevation are measured by leveling method with water pass which result of two loop with 45 location of measurement. The sea water intrusion are measured by electric conductivity in 100 shallow ground water.

From the data then made a map of relative microgravity, contour of 4D microgravity, estimation of land subsidence and sea water intrusions. Interpretation qualitatively obtain from the map. There are intrusion and subsidence. As for land subsidence and sea water intrusion are marked with increasing gravitation value. This is indicated by positive anomaly 4D microgravity.

The sea water intrusion to shallow ground water indicated by electrical conductivity have value 1500 in micro siemens. Landof subsidence had been

measured by former researches as shown by figure 5.13. The deepest land subsidence is indicated by red color, which concentrated area of round North of Tugu Muda, Poncol Station, dinas Pajak, Tanah Mas and Marina Beach.

In order to getting accurately result and to predicted sea water intrusion and land of subsidence in future in range of time 5 years, 10 years or 20 years here with require to be conducted more then than twice.

(\*) Education staff of geophysics Majors Physics of FMIPA Undip

(\*\*) Education staff of geoteknik Majors Civil EGINEERING of FT Undip

This research is financed by: Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi (P4T), Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Kerja Sama Antar Perguruan Tinggi Nomor : Nomor:064/P4T/DPPM/HPTP,PHP/III/2004Tanggal 1 Maret 2004.

## PRAKATA

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, penulis telah dapat menyelesaikan penelitian Hibah Pekerti dengan judul “ Aplikasi Metode Mikrogravity 4D dan Leveling Untuk Pemantauan Intrusi Air Laut dan Amblesan Tanah Daerah Semarang Bawah Jawa Tengah “

Penelitian ini dilakukan bersama-sama dengan bimbingan host partner Lab Eksplorasi Sumber Daya Alam (ESDA) Teknik Geofisika FIKTM ITB. Penulis menyadari sepenuhnya atas terselenggaranya dan keberhasilan penelitian ini berkat dukungan semua pihak baik di Institusi asal dan Institusi host. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang, Bapak Prof. Ir. Eko Budiharjo, M.Sc.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro Semarang., Prof. DR.dr. Ign. Riwanto, Sp.BD.
3. Ketua Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung.
4. Dekan Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang.
5. Bapak Dr. Wawan Gunawan A.K dan Bapak Muh. Sarkowi, SSi, MSi sebagai Pembimbing Penelitian.
6. Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNDIP Semarang.
7. Ketua Jurusan Teknik Geofisika FIKTM ITB
8. Dan semua pihak yang tak bisa disebut satu persatu

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini belum sempurna dari harapan, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan.

Semarang, 10 Oktober 2004

Peneliti



## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

Gambar 3.1. Perubahan gravity yang teramati terhadap perubahan muka air tanah .....	10
Gambar 3.2 . Pembacaan gravity terhadap data curah hujan .....	10
Gambar 3.3. Hubungan Anomali Mikrogravity 4D terhadap Kedalaman Amblesan .....	10
Gambar 3.4. Hubungan Antara Anomali Mikrogravity terhadap Penurunan Muka Air Tanah .....	11
Gambar 4.1. Peta Lokasi Daerah Penelitian .....	12
Gambar 5.1. Peta Kontur Mikrogravity Relatif September 2002 .....	20
Gambar 5.2. Peta Kontur Mikrogravity Relatif Juni 2003.....	20
Gambar 5.3. Peta Kontur Mikrogravity Relatif Desember 2003.....	21
Gambar 5.4. Peta Kontur Mikrogravity Relatif Juni 2004.....	21
Gambar 5.5. Peta Kontur Mikrogravity 4D Periode September 2002- Juni 2003.....	22
Gambar 5.6. Peta Kontur Mikrogravity 4D Periode Juni 2003- Desember 2003.....	22
Gambar 5.7. Peta Kontur Mikrogravity 4D Periode Desember 2003- Juni 2004.....	23
Gambar 5.8. Peta Kontur Mikrogravity 4D Periode Juni 2003- Juni 2004.....	23
Gambar 5.9. Profil Penurunan Muka Tanah Periode Juli 2003 – Pebruari 2004 .....	24
Gambar 5.10. Profil Penurunan Muka Tanah Periode Pebruari 2004 – Agustus 2004 ..	24
Gambar 5.11. Profil Penurunan Muka Tanah Periode Juli 2003 – Agustus 2004 .....	25
Gambar 5.12. Profil amblesan Rata-rata Periode Juli 2003– pebruari 2004 .....	25
Gambar 5.13. Peta Iso Konduktivitas Air Sumur Daerah Semarang Bulan Juni 2003....	16
Gambar 5.14 Peta Amblesan Daerah Semarang (Kompilasi Data) .....	26
Gambar 5.15. Pengambilan Profile Lintasan.....	26
Gambar 5.16. Respon Anomali Mikrogravity 4D Periode Juni 2003 – September 2002 Lintasan BT .....	27
Gambar 5.17. Respon Anomali Mikrogravity 4D Periode Juni 2003 – September 2002 Lintasan AB .....	27
Gambar 5.18. Respon Anomali Mikrogravity 4D Periode Juni 2003 – September 2002 Lintasan EF .....	28

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.3. Hasil Pengukuran microgravity relative Daerah Semarang Bawah .....	29
Tabel 5.2 Hasil Pengukuran Tinggi Muka Tanah .....	31
Tabel 5.3. Pengukuran Konduktivitas Air Sumur Penduduk .....	33

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN.....	iii
SUMARY .....	vi
PRAKATA .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR ISI .....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN KE I .....	3
III. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
IV. METODE PENELITIAN .....	12
V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....	35
VII. RENCANA PENELITIAN TAHAP SELANJUTNYA .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38

## BAB I PENDAHULUAN

Metode mikrogravity 4D merupakan pengembangan dari metode gravitasi dalam geofisika eksplorasi dengan dimensi keempatnya adalah waktu. Prinsip dari metode ini adalah pengukuran gravitasi secara berulang baik harian, mingguan, bulanan maupun tahunan dengan menggunakan gravitometer yang teliti dalam orde microGal. Pada penelitian ini metode mikrogravity 4D diaplikasikan untuk memantau adanya amblesan permukaan tanah dan penurunan muka air tanah di daerah Semarang Jawa Tengah.

Di daerah Semarang bawah ada gejala alam yang berupa intrusi air laut dan amblesan tanah yang cukup signifikan. Dari hasil penelitian terdahulu menurut **Muhrozi** (1996) mendapatkan laju amblesan 1-5 cm/tahun, menurut Marsudi (2000) amblesan daerah Semarang mencapai 30 cm – 100 cm selama periode 1983 –1996 dengan laju 5 – 10 cm/tahun, sedangkan hasil penelitian terakhir dari tim Universitas Negeri Semarang mendapatkan hasil laju amblesan 5 – 45 cm/tahun. (Kompas 3 April 2001). Intrusi air laut pada air tanah dangkal diperkirakan telah mencapai daerah Bulu, Panggung, Purwosari, Kauman, Sekayon (**Irham, dkk.** 1999).

Adanya proses amblesan tanah di daerah Semarang mengakibatkan tingginya genangan air seperti di : Stasiun kereta api Tawang, Terminal Bis Turboyo, daerah Pelabuhan dan daerah pemukiman. Bahkan pada saat sekarang ini permasalahan genangan air ini sudah mencapai daerah Pasar Johar Semarang. Efek lain dari adanya amblesan dan genangan air ini adalah rusaknya jalan, bangunan dan menurunnya kualitas kesehatan lingkungan.

Penelitian dilakukan dengan memasang beberapa stasiun tetap (titik pengamatan atau pengukuran) yang mewakili area penelitian. Masing-masing stasiun tetap tersebut diamati nilai gayaberat, ketinggian, posisi, kurang lebih tiap 6 bulan sekali. Pengambilan data posisi dan ketinggian menggunakan GPS tipe geodetik dengan menggunakan metode differential, sedangkan untuk pengambilan data gayaberat menggunakan gravitometer Lacoste&Romberg tipe G.1158 yang dilengkapi dengan Alyod sistem dan Gravimeter Lacoste&Romberg tipe G.1118 yang dilengkapi dengan feedback factor untuk koreksi tidal (pasang surut). Berdasarkan data-data tersebut kemudian amblesan tanah, peta perubahan mikrogravity, gradient vertikal dan gradient horizontal mikrogravity akibat amblesan tanah dan perubahan muka air tanah

dapat diturunkan. Amblesan tanah sebesar 1 cm akan menyebabkan perubahan gravitasi sebesar 3 microGal dan penurunan muka air tanah 1 meter dengan porositas 10% akan menyebabkan perubahan gravitasi 4 microGal. Perubahan gravitasi ini akan mudah diamati dengan gravity Lacoste & Romberg tipe G.1158 yang mempunyai ketelitian 5 microGal.

Pengolahan data mikrogravity dilakukan sampai diperoleh peta anomali mikrogravity 4D. Koreksi yang dilakukan pada data mikrogravity adalah koreksi pasang surut dan koreksi apungan (drift), dimana koreksi pasang surut diukur secara langsung menggunakan gravitometer Lacoste & Romberg tipe G.1118 yang dilengkapi feedback faktor dengan ketelitian 10 microGal. Pengolahan data lanjut dilakukan terhadap peta anomali mikrogravity 4D hingga dapat diperkirakan area yang mengalami intrusi maupun amblesan tanah.

Hasil akhir penelitian ini dapat memperkirakan laju amblesan tanah. Sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan amblesan tanah untuk jangka waktu lima, sepuluh, limabelas atau duapuluh tahun kedepan. Hal ini merupakan informasi penting yang dibutuhkan daerah dalam merancang pengembangan kota. Misalnya dalam merancang bangunan agar umur bangunan sesuai rancangan dibutuhkan informasi amblesan tanah. Disamping itu dapat juga ditentukan penyebab amblesan tanah apakah disebabkan oleh pengambilan air tanah, atau karena adanya beban bangunan di atasnya atau oleh sebab yang lain, setelmen misalnya.