

ANALISIS GAYABERAT MIKRO SELANG WAKTU DALAM MENGIDENTIFIKASI ZONA PENGURANGAN FLUIDA DI LAPANGAN PANAS BUMI ULUBELU, PROVINSI LAMPUNG

Hendrian Pratama

Jurusan Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

JL. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Jati Agung, Kab. Lampung Selatan, Lampung 35365

Email: hendrianpratama864@gmail.com

Abstrak

Metode gayaberat saat ini banyak digunakan untuk tujuan pemantauan pada daerah panas bumi, ladang minyak dan gas, maupun hidrologi. Demikian halnya pada lapangan panas bumi Ulubelu, ekstraksi fluida (uap panas) yang terus-menerus dari reservoir panas bumi menyebabkan terjadinya pengurangan massa. Dikarenakan hal tersebut, maka proses uji produksi pada lapangan panas bumi perlu dipantau untuk mengetahui perubahan massa pada reservoir tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data anomali gayaberat mikro selang waktu tahun 2010 - 2011 pada lapangan panas bumi Ulubelu, Lampung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi perubahan massa bawah permukaan akibat uji produksi selama proses eksplorasi yang dilakukan pada lapangan Ulubelu, Lampung. Penelitian ini dimulai, dengan menganalisis pemisahan anomali gayaberat mikro selang waktu dengan metode *moving average*, dilanjutkan dengan pemodelan inversi 3D untuk menginterpretasi perubahan massa yang terjadi pada reservoir.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa, daerah yang memiliki anomali gayaberat mikro yang negatif merupakan respon dari adanya pengurangan massa didalam reservoir yang dikarenakan kegiatan uji produksi. Berdasarkan pemodelan inversi 3D, perubahan massa pada reservoir panas bumi berada disekitar *top* reservoir yaitu pada kedalaman ± 500 meter.

Kata kunci : panas bumi, gayaberat mikro selang waktu, moving average, ulubelu

PENDAHULUAN

Pada saat ini metode gayaberat banyak digunakan untuk tujuan pemantauan pada daerah panas bumi, ladang minyak dan gas, maupun hidrologi. Demikian halnya pada lapangan panas bumi Ulubelu, ekstraksi fluida (uap panas) yang terus-menerus dari reservoir panas bumi menyebabkan terjadinya pengurangan massa. Dikarenakan hal tersebut, maka proses uji produksi pada lapangan panas bumi perlu dipantau untuk mengetahui perubahan massa pada reservoir tersebut.

Dampak hasil dari ekstraksi fluida yang terus-menerus menghasilkan perubahan nilai gayaberat yang sangat kecil sehingga diperlukan metode gayaberat berskala mikro untuk pemantauannya. Salah satu pengembangan dari metode gayaberat adalah 4D *microgravity method* (metode gayaberat mikro selang waktu), dengan dimensi keempatnya adalah waktu. Dalam gayaberat mikro selang waktu, anomali yang terjadi merupakan *anomali time-lapse* yang dihasilkan oleh perubahan nilai gayaberat dari harga gayaberat suatu pengamatan pada interval waktu tertentu, sehingga anomali pada gayaberat mikro selang waktu dihasilkan paling sedikit dari dua kali akuisisi data (Kadir,2003).

Pengembangan eksploitasi dapat menyebabkan perubahan terhadap lingkungan salah satunya yaitu terjadi perubahan sistem keseimbangan massa fluida pada saat produksi maupun pada setelah reinjeksi. Oleh karena itu metode gayaberat mikro selang waktu merupakan metode yang tepat untuk melakukan pemantauan perubahan rapat massa reservoir.

METODE

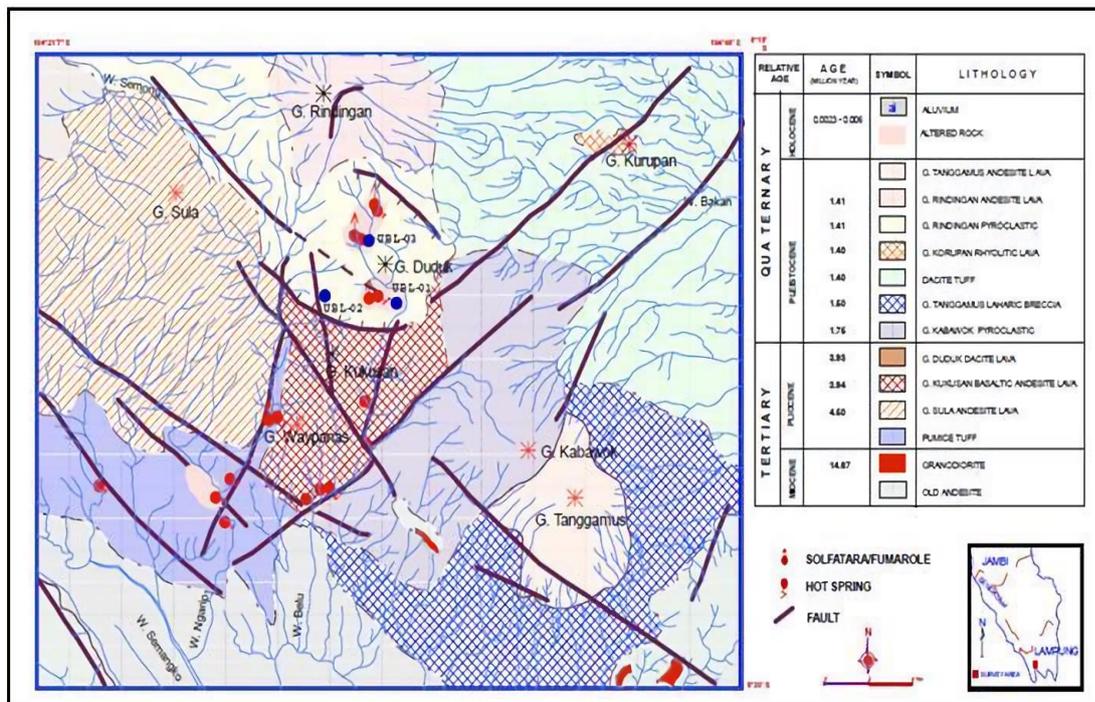
Lokasi dan Geologi Daerah Penelitian

Daerah panas bumi Ulubelu berlokasi di Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung, Indonesia, adapun letaknya secara geografis terletak pada koordinat $104^{\circ} 33' 4''$ BT dan $5^{\circ} 18' 48''$ LS dan terletak pada topografi sekitar 500-1000 m di atas permukaan laut. Prospek panas bumi Ulubelu terletak sekitar 80 km sebelah barat Kota Tanjung Karang.



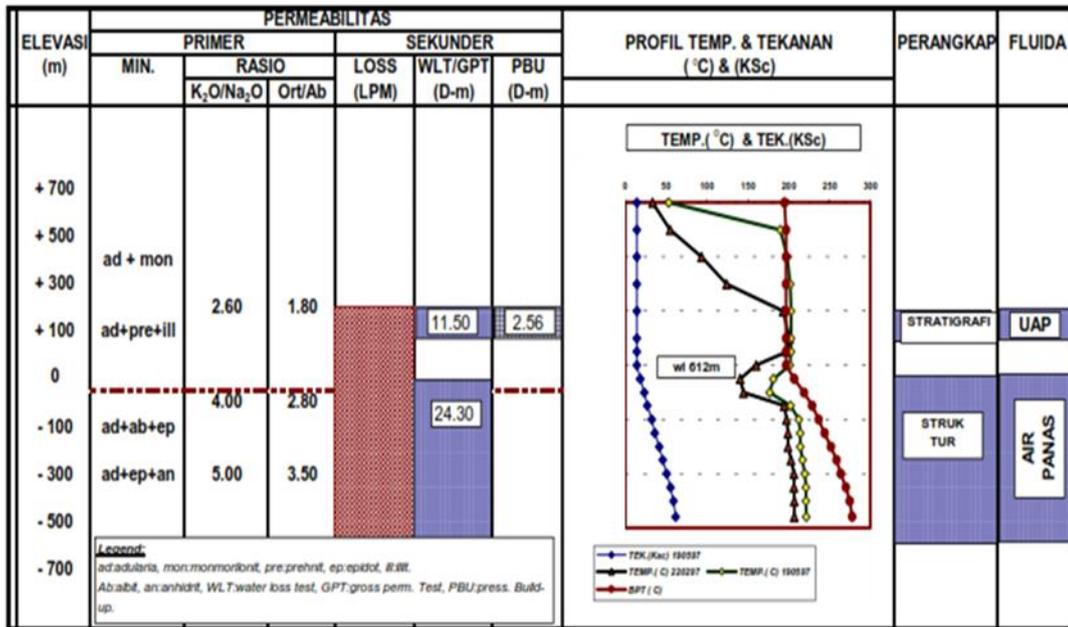
Gambar 1. Peta Lokasi Lapangan Panas-bumi Ulubelu (Dhanie M.Y, 2015)

Keadaan geomorfologi pada daerah penelitian Kecamatan Ulubelu didominasi oleh dua proses Utama yang terdiri dari proses pelapukan batuan dan proses pengaruh struktur-struktur geologi berupa patahan. Ada beberapa variasi manifestasi termal yang nampak pada permukaan di lapangan panas bumi Ulubelu yakni terdiri dari fumarol, mata air panas, telaga dan air panas. Fumarol muncul di lokasi yang lebih atas yaitu di bagian tengah area. Fumarol ini muncul di antara desa Muara dua, Pagar alam dan gunung Duduk. Mata air panas alkali klorid hadir di tempat yang lebih rendah, yaitu dibagian selatan. Semua ini tersebar di sekitar aliran sungai Ulubelu dan menyebar ke arah barat daya bagian selatan Gunung Kukusan. Telaga Ulubelu terletak di bagian tengah lokasi prospek panasbumi pada ketinggian 700 - 900 m dan berada di antara Gunung Duduk dan Gunung Rindingan. Geologi daerah Ulubelu dipengaruhi oleh sistem Sesar Sumatera berarah barat laut - tenggara (Sarkowi, 2013).



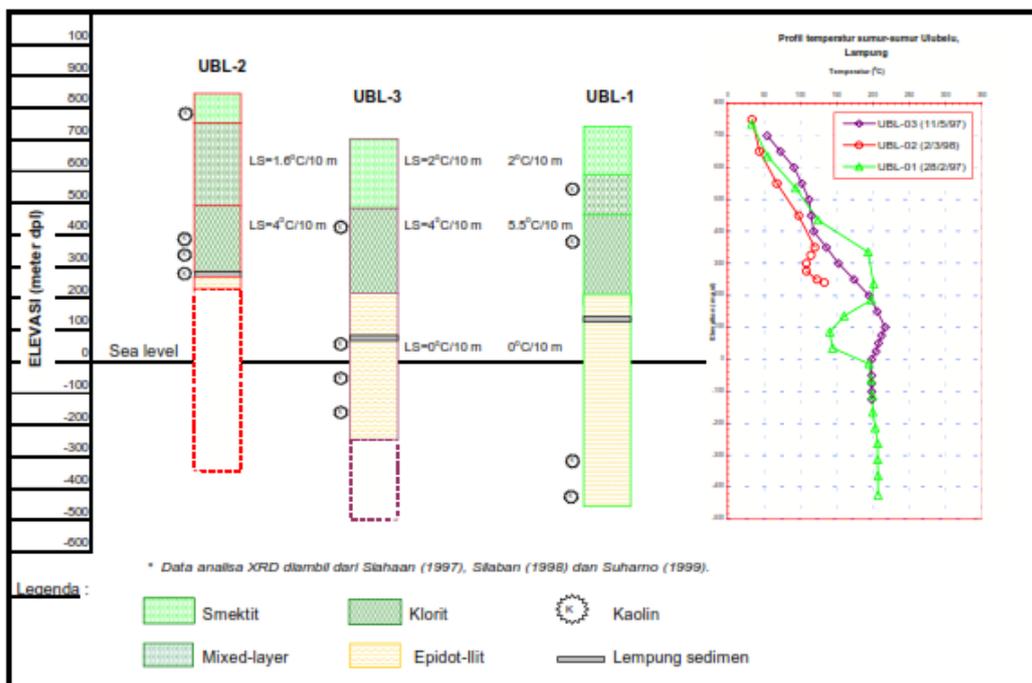
Gambar 2. Peta geologi daerah prospek panasbumi Ulubelu(M. Masdjuk, 1990)

Reservoir Ulubelu dikontrol oleh kontak formasi dan struktur geologi. Untuk struktur geologi yang membatasi sistem panas bumi Ulubelu yaitu pada batas barat dan timur dibatasi oleh sesar normal, kedua sesar tersebut yaitu dibagian barat dibatasi oleh sesar Muaradua-Datarajan sedangkan dibagian timur dibatasi oleh sesar Talangmarsum. Untuk batas utara sistem panas bumi Ulubelu dibatasi oleh Gunung Rindingan, sedangkan dibagian selatan dibatasi oleh sesar geser dimana pergerakan pada komponen horisontal (sinistral) dan vertikal (normal), pada bagian selatan dibatasi oleh sesar Gunung Tiga. Terdeteksi ada beberapa sesar



Gambar 4. Log parameter dan potensi reservoir panas bumi Ulubelu, Lampung. (Kamah, 2001)

jika ditinjau berdasarkan dengan temperatur pengukuran dari setiap sumur, maka terlihat pola yang cukup jelas bahwa zona smektit, MLC dan klorit menunjukkan harga yang landai, hal ini memberi arti bahwa mineral-mineral tersebut merupakan bagian caprock dari sistem panas bumi Ulubelu. Sedangkan untuk illit memiliki harga yang lebih tinggi sehingga memberi arti bahwa zona illit berkaitan dengan zona reservoir yang bersifat *permeabel* dimana fluida mengalir kedalam *reservoir*.



Gambar 5. Zona alterasi sumur-sumur panas bumi Ulubelu dan hubungannya dengan temperatur bawah permukaan (Silaban, 2001)

Metode Penelitian

Anomali Gayaberat Mikro Selang Waktu

Anomali gayaberat mikro selang waktu merupakan perubahan antara nilai suatu pengamatan pada interval waktu tertentu, sehingga anomali pada gayaberat mikro selang waktu dapat dihasilkan paling sedikit dari dua kali akuisisi data. Perubahan nilai gayaberat yang terjadi pada tiap periode pengukuran dapat disebabkan oleh dua macam, yaitu : perubahan densitas dibawah permukaan dan perubahan ketinggian titik amat. Jika diasumsikan tidak adanya perubahan ketinggian titik amat maka perubahan gayaberat hanya disebabkan oleh adanya perubahan densitas di bawah permukaan, adapun persamaannya sebagai berikut:

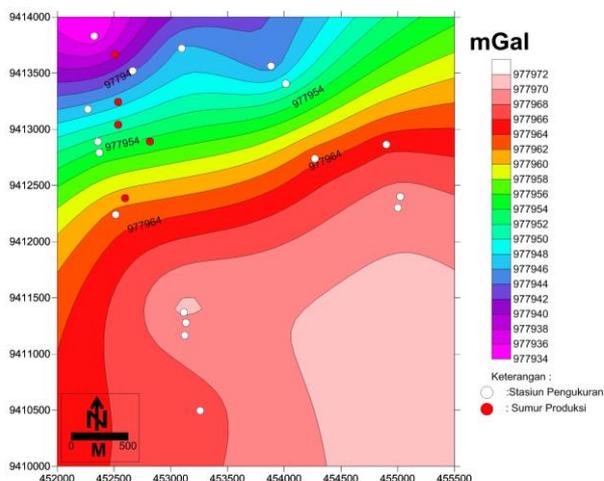
$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = \bar{g}(x, y, z, t_1) - \bar{g}(x, y, z, t_0) \quad (1)$$

Dari persamaan diatas menunjukkan bahwa anomali positif menunjukkan adanya peningkatan densitas (penambahan fluida) di bawah permukaan, sedangkan anomali negatif menunjukkan adanya pengurangan densitas (pengurangan *fluida*) dibawah permukaan.

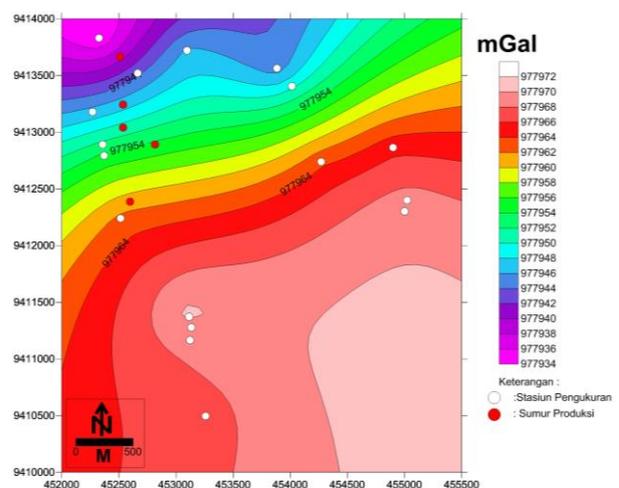
HASIL DAN PEMBAHASAAN

a. Gaya observasi

Gayaberat observasi menunjukkan nilai gayaberat pada periode tertentu, nilai gayaberat observasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : posisi dan ketinggian titik amat, struktur dan densitas dibawah permukaan. Pada umumnya nilai gayaberat berbanding terbalik dengan topografi, daerah rendah akan mempunyai nilai gayaberat observasi lebih tinggi dan sebaliknya.



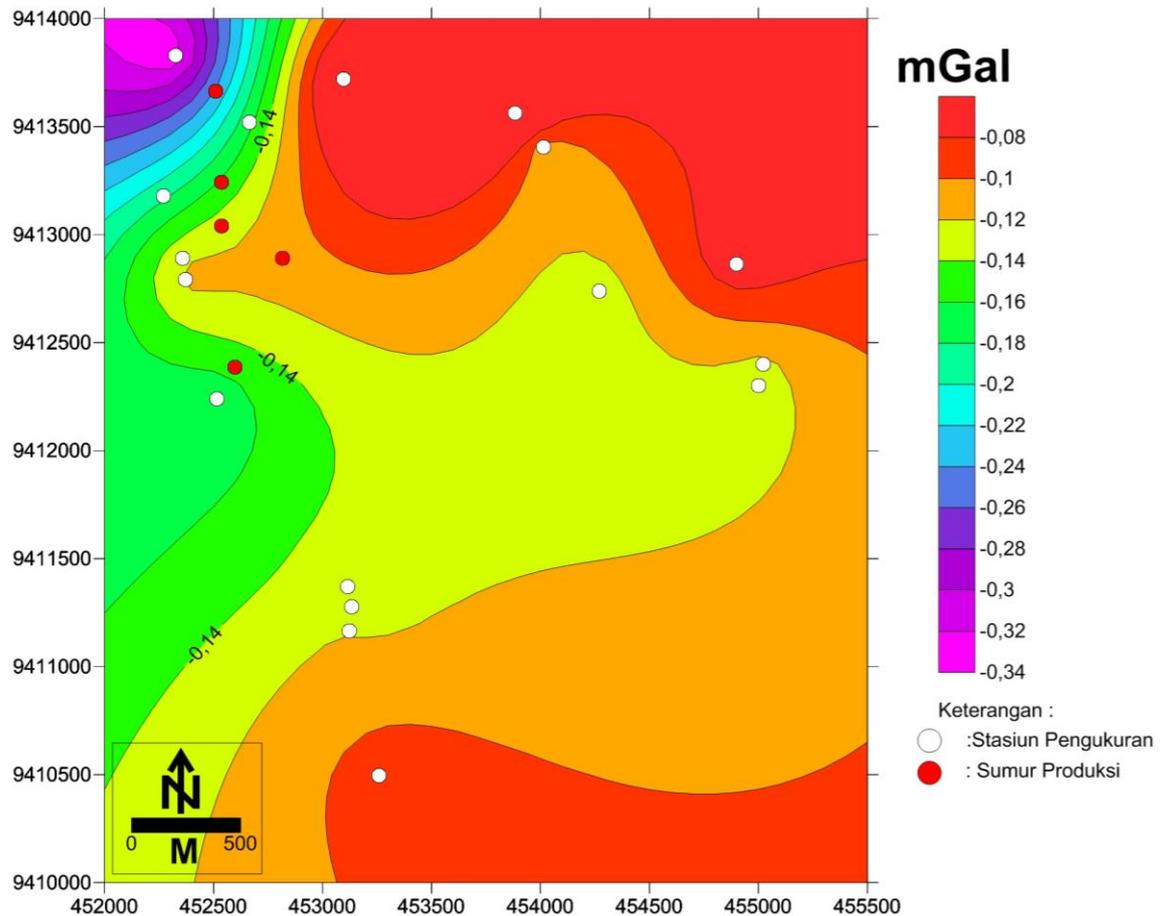
Gambar 6. Peta gayaberat observasi Januari 2010



Gambar 7. Peta gayaberat observasi Januari 2011

b. Anomali Gayaberat Mikro Selang waktu

Anomali gayaberat mikro selang waktu pada penelitian ini merupakan selisih antara nilai gayaberat observasi pada periode 2010 – 2011, yang ditunjukkan pada **Gambar 8**. Anomali negatif mengindikasikan adanya pengurangan massa (fluida) sedangkan anomali positif menunjukkan adanya penambahan massa (fluida) pada daerah tersebut.

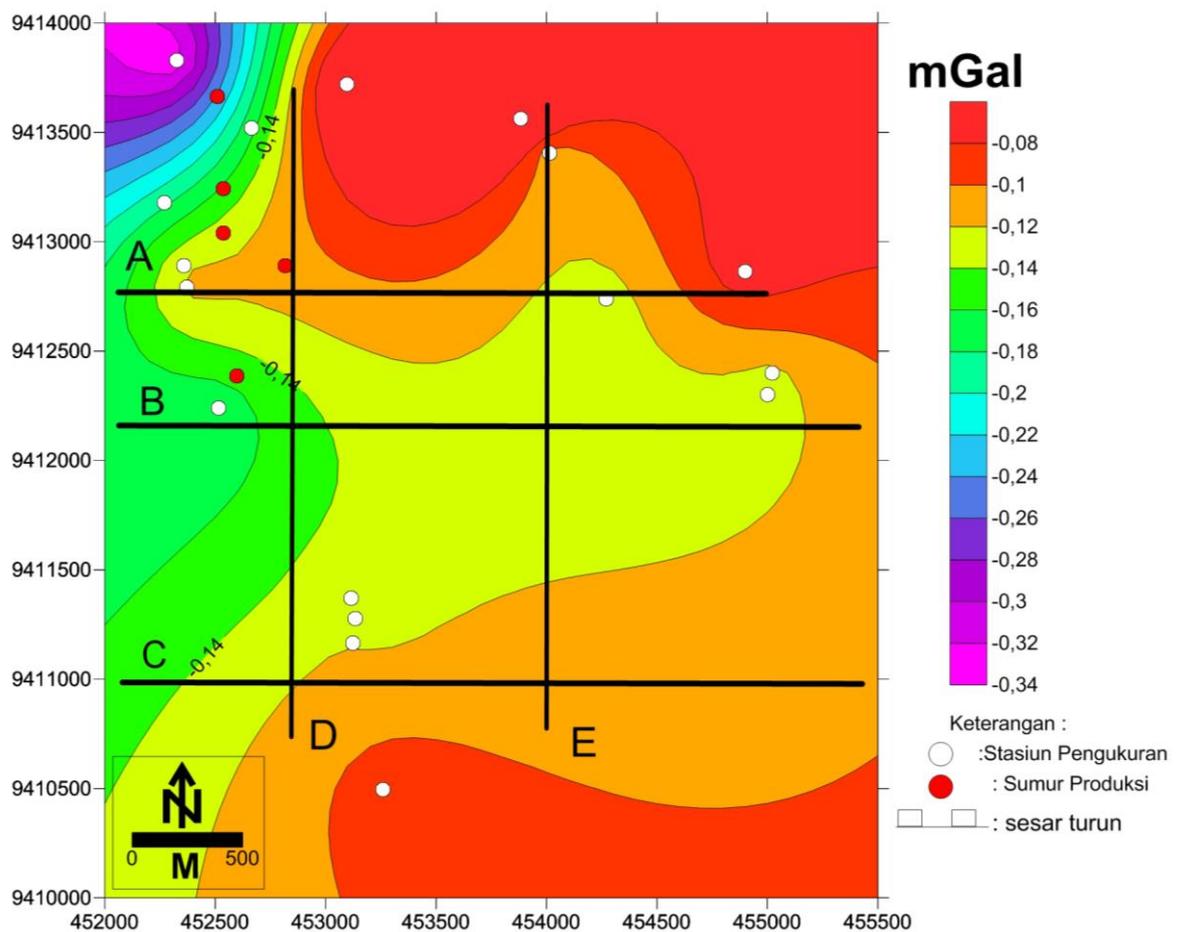


Gambar 8. Peta anomali gayaberat mikro selang waktu periode Januari 2010 – Januari 2011 yang diplot bersama titik pengukuran dan sumur produksi.

Gambar 8. Menunjukkan peta anomali gayaberat mikro selang waktu pada daerah Ulubelu periode 2010 – 2011, peta anomali memiliki nilai gayaberat positif yang terletak dibagian utara peta memanjang menuju timur laut dan negatif terletak dibagian tengah meluas menuju barat serta memotong sesar Muara Dua yang terdapat pada lapangan panas bumi Ulubelu.

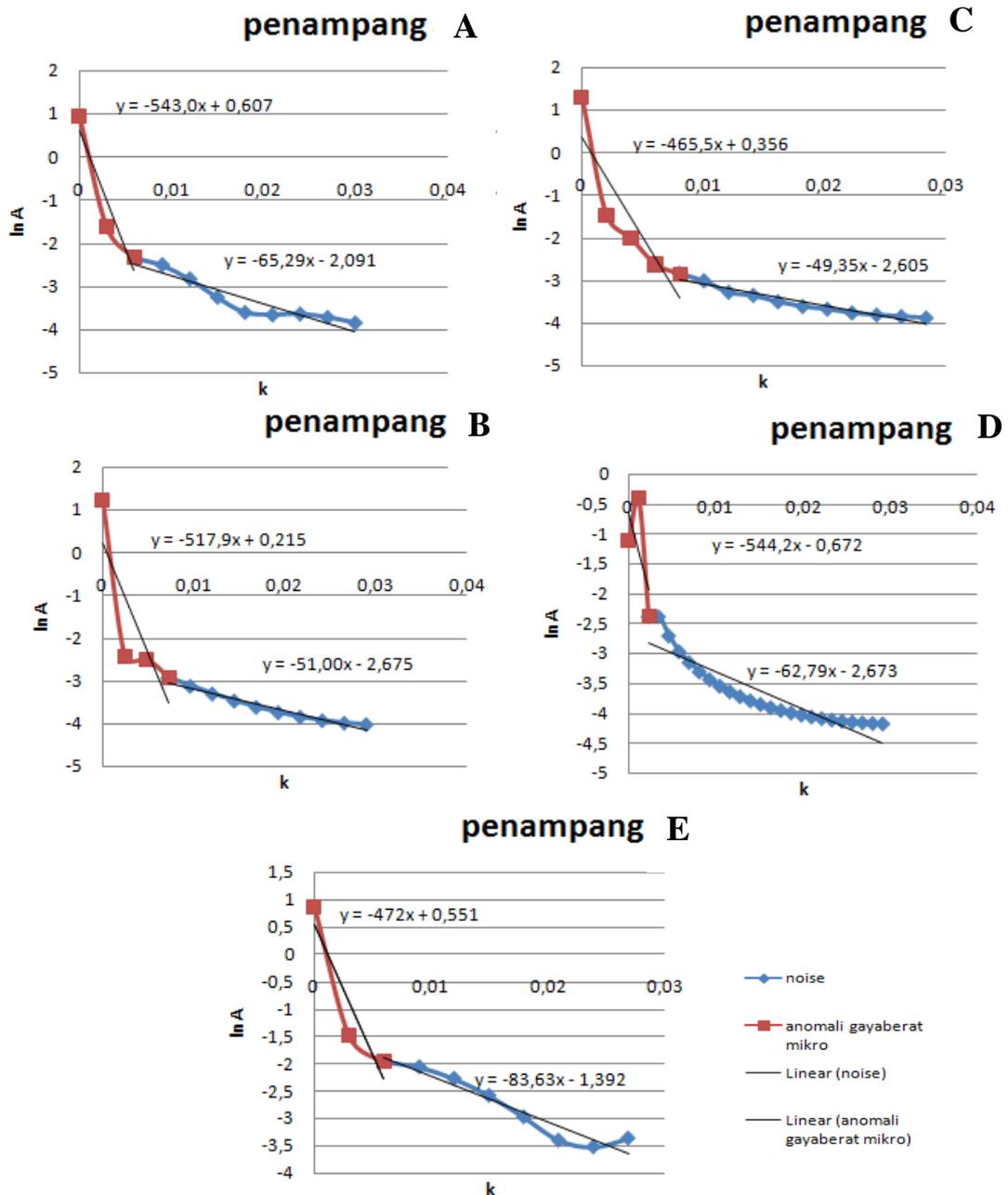
c. Filtering Data Gayaberat Mikro Selang Waktu

Informasi sinyal yang diberikan dari perubahan massa bawah permukaan tidak sepenuhnya mengandung informasi-informasi mengenai perubahan massa bawah permukaan yang berasal dari reservoir yang kita inginkan, akan tetapi ada juga sinyal pengganggu atau *noise* yang berasal dari luar reservoir. Oleh karena itu untuk mendapatkan informasi dari reservoir maka kita harus melakukan proses *filtering* terhadap nilai anomali gayaberat mikro selang waktu untuk menghilangkan *noise* yang ada sehingga mempermudah interpretasi. Metoda yang digunakan dalam proses *filtering* ini adalah metoda *moving-average*.



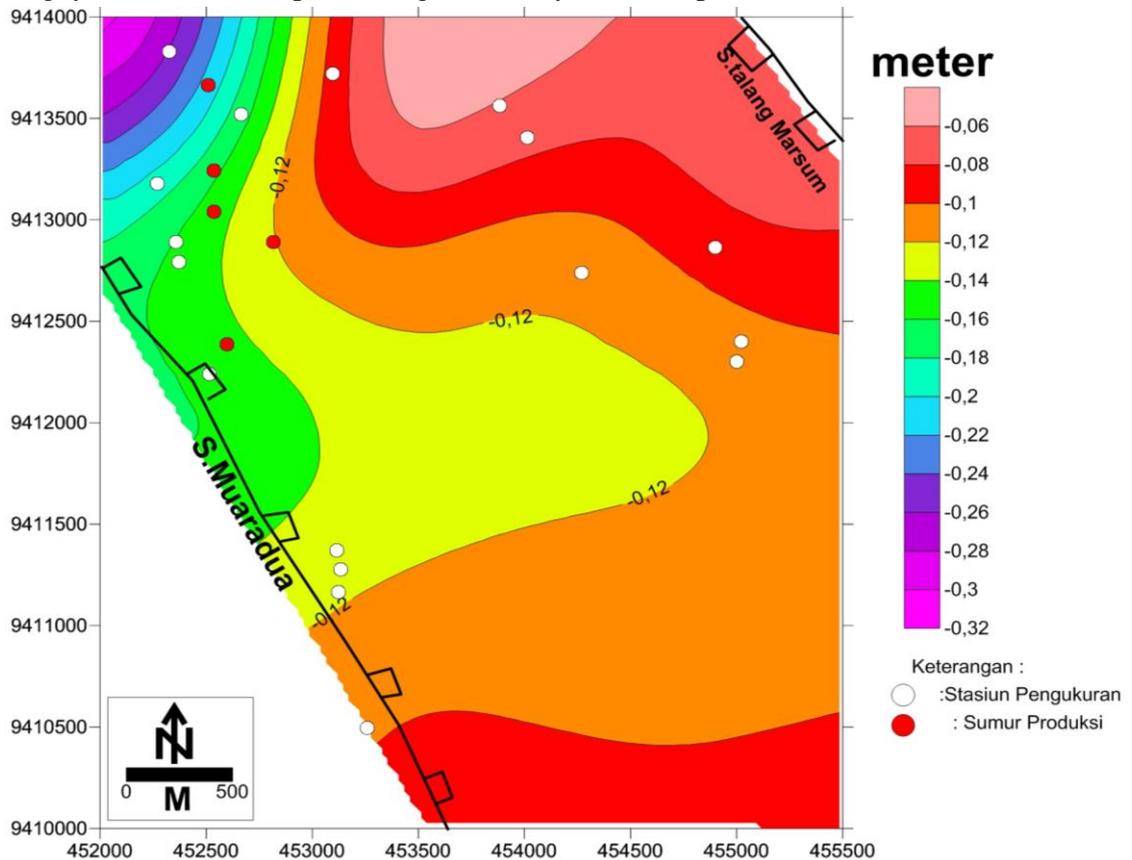
Gambar 9. Peta anomali gayaberat mikro selang waktu periode Januari 2010 – Januari 2011 yang terdapat beberapa buah penampang.

Pada daerah penelitian dibuat beberapa penampang (**Gambar 9**) kemudian dilakukan transformasi Fourier untuk setiap penampang sehingga diperoleh grafik hubungan bilangan gelombang (k) dengan \ln amplitudo ($\ln A$). Dari grafik tersebut didapat nilai kedalaman yang merupakan batas anomali gayaberat mikro selang waktu yang berasal dari reservoir dengan *noisenya*. **Gambar 10** merupakan grafik hubungan antara nilai $\ln A$ dengan k yang didapat setelah melakukan Transformasi Fourier.



Gambar 10. Grafik hubungan antara $\ln A$ dan k untuk menentukan kedalaman batas antara anomali gayaberat mikro selang waktu dengan noise

Dari hasil tersebut, window yang dipakai sebesar 11 atas dasar nilai rata-rata bilangan gelombang. Selanjutnya proses *filtering* dalam memisahkan anomali gayaberat mikro dengan *noise* dengan menggunakan metoda *moving-average*, diperoleh peta anomali gayaberat mikro selang waktu dengan besar window 1100 meter. sehingga diharapkan anomali gayaberat mikro terpisah dengan noisenya secara optimal.



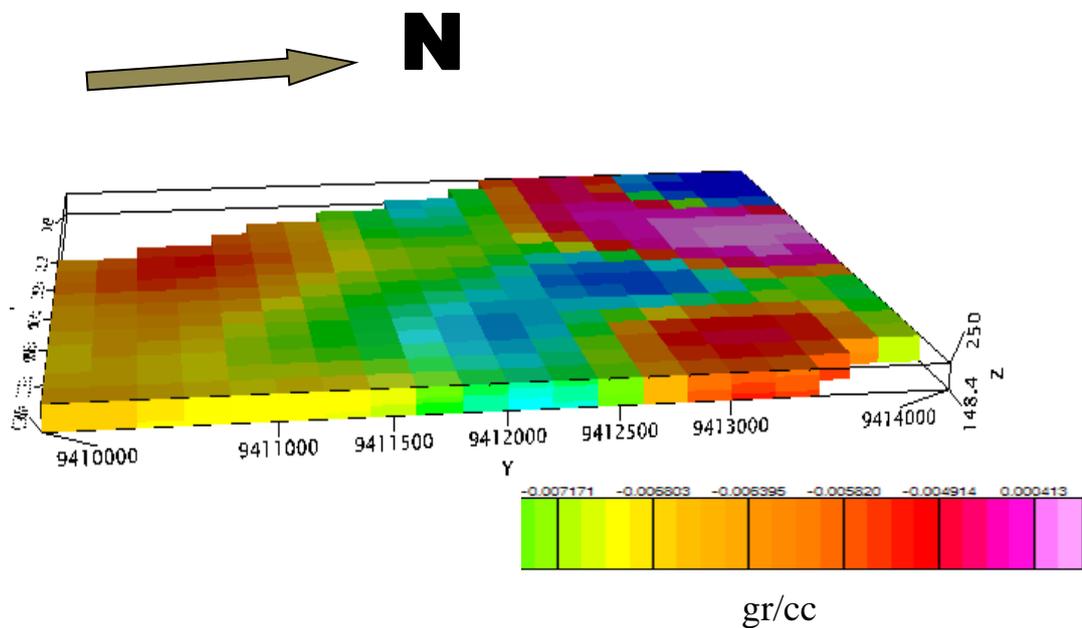
Gambar 11. Peta anomali gayaberat mikro selang waktu periode Januari 2010 – Januari 2011 setelah di-*filter*, dan telah di-*overlay* dengan peta struktur cekungan Ulubelu

d. Pemodelan Inversi Data Gayaberat mikro Selang Waktu

Pada pemodelan inversi, digunakan software Oasis Montaj yang dikembangkan oleh Geosoft Incorporated. Parameter data yang digunakan pada pemodelan inversi ini adalah data gayaberat mikro selang waktu, ukuran mesh dan topografi. Pada inversi 3d ini menggunakan sel sebanyak 15 sel ke arah sumbu X, 20 sel ke arah sumbu Y dan 5 ke arah sumbu Z. Untuk ukuran volume sel ini sendiri memiliki panjang 200 ke sumbu X, 200 ke sumbu Y dan 20 ke sumbu Z, sebagai batas *top reservoir* pada ketinggian 250 meter dan bagian batas *bottom reservoir* 149 meter. Koordinat sistem yang digunakan adalah WGS 84 pada zona UTM 48 S dengan satuan meter.

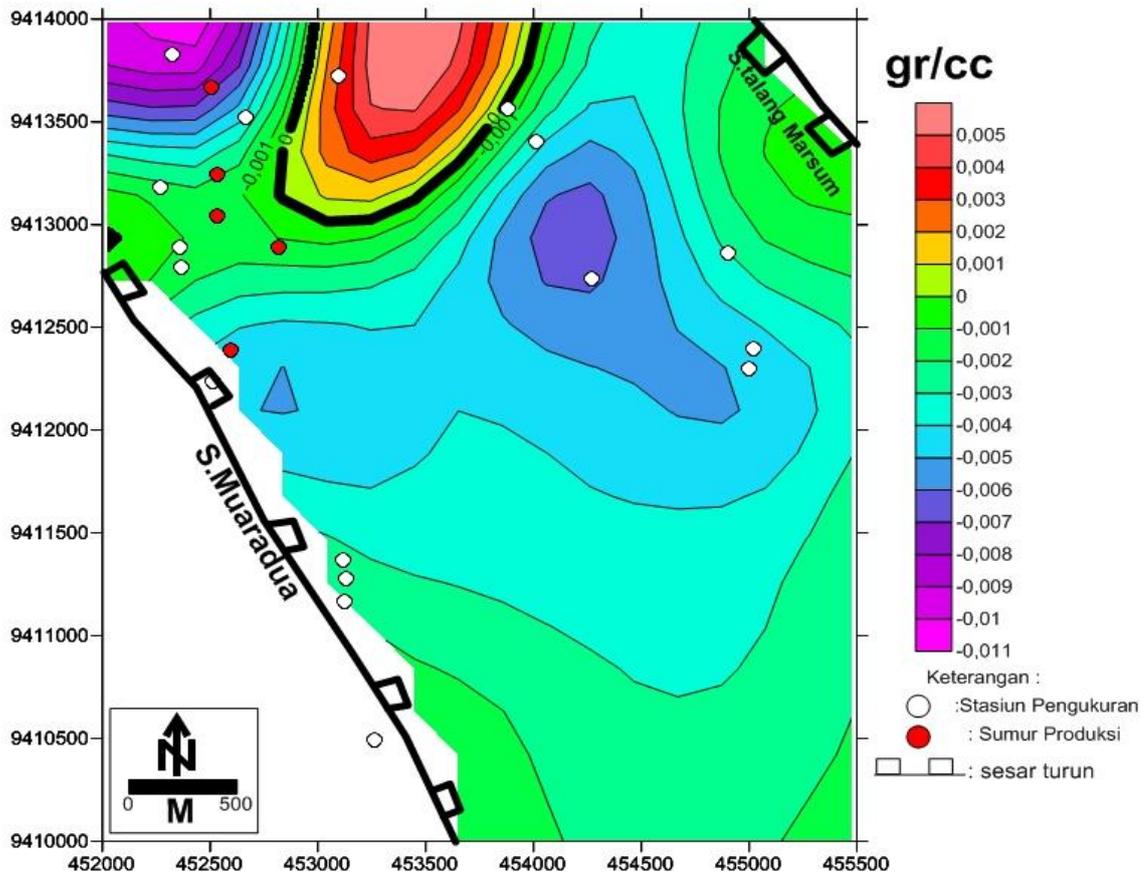
Batuan yang terdapat pada lapisan *feed zone* 1 ini yaitu batuan andesit yang memiliki ketebalan 100 meter, jika ditinjau dari konsep permeabilitas lapisan *feed zone* 1 memiliki jenis kombinasi permeabilitas yaitu kombinasi antara *primer permeability* dan *secondary permeability*.

Primer permeability yaitu matriks pada lapisan *feed zone* 1 ini memiliki matriks berupa mineral ilit yang bersifat permeabel, sedangkan untuk *secondary permeability* sendiri diakibat oleh aktifitas sesar-sesar yang terdapat pada cekungan sehingga terbentuk *fracture-fracture* didalam cekungan



Gambar 12. Model sebaran massa jenis hasil pemodelan inversi gayaberat mikro selang waktu pada *feed zone* 1 periode Januari 2010 – Januari 2011.

Untuk memudahkan interpretasi maka model sebaran perubahan massa-jenis di-*slice* pada kedalaman yang ingin diamati. Model perubahan densitas tersebut di-*slice* pada batas atas lapisan *feed zone* 1 yaitu model kontras densitas pada kedalaman ± 500 meter.



Secara umum perubahan densitas yang berasal dari *top* reservoir pada kedalaman ± 500 meter yaitu nilai perubahan densitas negatif terletak hampir diseluruh reservoir pada lapangan Ulubelu khususnya dibagian barat laut akibat kegiatan uji produksi,. Adapun nilai perubahan densitas positif terletak di bagian utara diperkirakan akibat adanya *recharge area* dari permukaan yang berasal dari gunung rindingan.

Jika dibandingkan peta pada **Gambar 5.2** dengan **Gambar 5.4**, kedua peta tersebut menunjukkan bahwa secara umum lapangan Ulubelu memiliki anomali negatif khususnya disekitar sumur produksi baik ditinjau dari peta anomali gayaberat mikro selang waktu maupun dari hasil pemodelan inversi.

Sedangkan pada bagian utara menuju tenggara menampilkan anomali positif yang memiliki nilai kontras densitas yang positif begitu juga pada bagian selatan. Ini menandakan hasil inversi yang telah dilakukan sudah cocok dengan model seharusnya (secara teoritik).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan, pemodelan, dan interpretasi data gayaberat mikro selang waktu di lapangan panas bumi Ulubelu, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara umum sebaran anomali gayaberat mikro selang waktu yang nampak pada reservoir lapangan panas bumi Ulubelu yaitu anomali negatif khususnya pada daerah sekitar sumur-sumur produksi. Anomali negatif ini mengindikasikan adanya pengurangan massa fluida dalam reservoir.
2. Hasil pemodelan inversi 3D menunjukkan bahwa daerah penelitian secara umum didominasi oleh nilai perubahan densitas negatif khususnya di bagian barat laut ini diperkirakan akibat adanya kegiatan uji produksi, adapun nilai perubahan densitas positif di bagian utara ini diperkirakan *recharge area* dari permukaan yang berasal dari Gunung Rindingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dickson, M. A., Fanelli, M., 2001, *What is Geothermal Energy?* International Geothermal Association
- Kadir, W.G.A., 1999, Survey Gayaberat 4 Dimensi dan Dinamika Sumber Bawah Permukaan: Proceeding HAGI XXIV, Surabaya.
- Kadir, W.G.A., 2000, Eksplorasi Gayaberat & Magnetik, Bandung: Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, ITB, Bandung
- Kadir W.G.A., 2003, Penerapan Metode Gayaberat mikro 4-D Untuk proses Monitoring : JTM, 10, 170- 179.
- Kamah, M.Y., and Yunis, 1997, Evaluasi Geologi Geokimia Pemboran Sumur Ulubelu Lampung: Jakarta, Pertamina.
- Kamah, M.Y, 2001, Pemetaan Permeabilitas Potensial Sebagai Target Reservoir Pada Area Panas bumi Ulubelu, Lampung (R163): Proceeding Of The 5th INAGA Annual Scientific Conference & Exhibitions
- Li and Oldenburg., 1998, *3-D Inversion of Gravity Data*.
- Masdjuk, M., 1990, Laporan Geologi Detil Daerah Ulubelu, Lampung: Jakarta
- Sarkowi, Muh., 2013, Analisa Anomali 4D Microgravity Daerah Panas bumi Ulu-belu Lampung Periode 2010-2013: Seminar Nasional Sains & Teknologi V.
- Silaban, 2001. Studi Mineral Lempung Hidrotermal dan Aplikasinya Untuk Operasi Pemboran Panas bumi: Proceeding Of The 5th INAGA Annual Scientific Conference & Exhibitions
- Suharno, 2005. Micro earthquakes in the Rendingan – Ulubelu – Way panas Geothermal System in Lampung: Jurnal Ilmiah MIPA.