

## KAJIAN DEVIASI VERTIKAL ANTARA PETA TOPOGRAFI DENGAN DATA SITUASI *ORIGINAL* TAMBANG BATUBARA

Putra Nur Ariffianto<sup>1</sup>, Khomsin<sup>1</sup>, Fathur Rohman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya – 60111

<sup>2</sup>PT. Berau Coal, Jalan Pemuda No.40 Tanjung Redeb, Kab. Berau, Kalimantan Timur

### Abstrak

Tugas survey tambang dalam pelaksanaan eksplorasi batubara adalah melaksanakan penempatan titik bor di lapangan dan menghitung volume pemindahan tanah penutup batubara. Maka, data topografi awal diperlukan dalam kegiatan tersebut.

Idealnya, data pada peta topografi hutan dan data situasi original tambang batubara merupakan permukaan yang sama (terutama elevasinya), tapi kenyataannya terdapat perbedaan tinggi permukaan antara kedua data tersebut. Oleh sebab itu, penentuan kedalaman titik bor di lahan original akan berbeda dengan data pada peta topografi, dan jika digunakan untuk penghitungan volume tanah penutup juga mengalami perbedaan.

Dalam penelitian ini, hasil kajian deviasi berupa penghitungan nilai selisih elevasi rata-rata antara data topografi hutan dengan data situasi original tambang di areal Pit T LMO (Lati Mine Operation) adalah sebesar 1,869 m dengan kemiringan lereng rata-rata sebesar 13,3 % yang terdiri atas tiga blok, yaitu : Blok T5, T6, dan T7. Sebagian besar permukaan topografi hutan berada di bawah permukaan lahan original di semua blok dengan prosentase 73 % (T5), 69,3 % (T6), dan 79 % (T7). Jumlah prosentase penyimpangan elevasi di luar batas deviasi biasa dari luas daerah untuk setiap blok di areal Pit T LMO adalah : Blok T5 (28%), T6 (41,6%), T7 (49,4%).

Kata Kunci : Deviasi, Original, Topografi.

### PENDAHULUAN

Pada tahap eksplorasi, salah satu tugas *mine survey* diantaranya adalah melaksanakan penempatan titik bor di lapangan (*stake out*) sesuai dengan rencana yang diberikan dan pengukuran titik bor pada lokasi dimana telah dilakukan pemboran. Tugas *mine survey* yang lain adalah melakukan perhitungan volume hasil survey. Perhitungan volume tersebut biasanya berupa volume galian dan timbunan.

Untuk melaksanakan penempatan titik bor di lapangan dan menghitung volume tersebut diperlukan data topografi awal (*original topography*). *Original topography* tersebut bisa berupa topografi lahan yang belum diganggu manusia seperti hutan atau topografi lahan yang telah diganggu seperti pada daerah timbunan atau galian dimana pada lahan tersebut akan dilakukan kegiatan penggalian atau penimbunan.

Data pada peta topografi yang masih hutan dan data *original* tambang seharusnya merupakan

permukaan yang sama (terutama elevasinya), tapi kenyataannya terdapat perbedaan atau penyimpangan antara data topografi awal (yang masih berupa hutan) dengan data situasi *original* tambang, ada yang lebih tinggi ada juga yang lebih rendah. Maka, untuk menentukan kedalaman titik bor di lapangan akan terjadi perbedaan dengan data pada model topografi awal, sedangkan evaluasi model geologi aktual di lapangan menggunakan data situasi *original*. Selain itu, jika digunakan untuk perhitungan volume juga akan mengalami perbedaan.

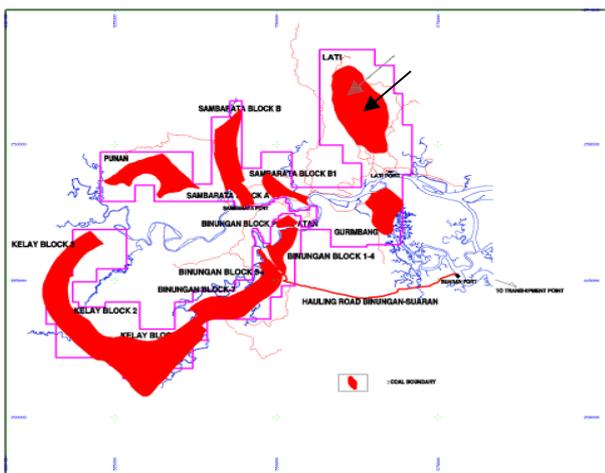
Hal yang dilakukan untuk mengkaji penyimpangan peta topografi areal tambang yang masih berupa hutan dengan data situasi *original* tambang batubara adalah menampalkan keadaan permukaan tanah (*terrain*) yang dibuat dari kedua data tersebut untuk satu wilayah yang sama dan menghitung selisih elevasi yang terjadi pada wilayah tersebut untuk titik-titik yang sama posisi planimetriknya (koordinat x dan y sama). Dengan melakukan pekerjaan ini, diharapkan akan dapat dilakukan suatu kesimpulan terhadap

penyimpangan koordinat z (elevasi) pada peta topografi areal tambang dengan data situasi *original* tambang batubara tersebut.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah daerah studi adalah areal *Pit T Lati Mine Operation* (LMO) PT. Berau Coal, Kalimantan Timur. Penelitian dilakukan terhadap posisi planimetrik yang sama. Metode yang digunakan pada saat pengukuran topografi hutan dan pengukuran situasi *original* tambang batubara areal *Pit T LMO* adalah metode terestris dengan *total station* dan kajian deviasi vertikal meliputi nilai rata-rata dan standar deviasi dari selisih elevasi/tinggi permukaan tanah antara peta topografi areal tambang yang masih hutan dengan data situasi *original* tambang batubara, prosentase ketinggian antara kedua permukaan dan prosentase klasifikasi selisih elevasinya, visualisasi selisih elevasi dari luas daerah penelitian, serta kondisi medan di areal *Pit T LMO*.

**METODOLOGI**

Penelitian ini mengambil lokasi di *Pit T Site Lati Mine Operation* (LMO) PT. Berau Coal, Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Luas daerah penelitian sekitar 100 hektar dengan batas wilayah penelitian : 2°19'7" – 2°19'56" LU dan 117°32'39" – 117°34'3" BT.



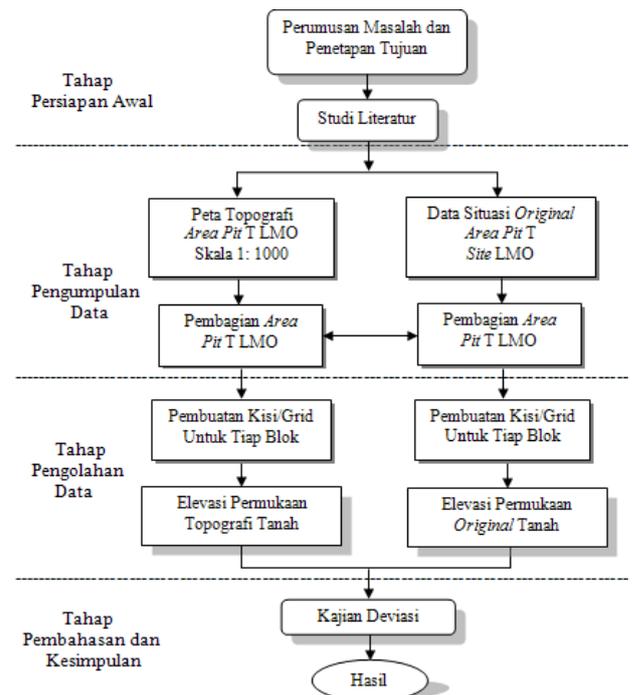
**Gambar 1. Lokasi Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras (*Hardware*) yang terdiri dari *Personal Computer* Simbadda, prosesor AMD Sempron 2500+ 1,4 GHz, memori 896 MB, *Printer*

HP Deskjet 3920 dan Kalkulator *Scientific Casio fx-350MS*. Serta perangkat lunak (*Software*) yaitu *Autodesk Land Desktop 2004*, *Surfer 8*, *Microsoft Excel 2007* dan *Microsoft Word 2007*.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah Peta Topografi Area *Pit T LMO* Skala 1: 1000 dan Data Situasi *Original Area Pit T Site LMO*.

**Pelaksanaan Penelitian**



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**

**Hasil Selisih Elevasi Antara Data Topografi Hutan Dengan Data Situasi *Original* Tambang Area *Pit T***

1. Blok T5, data diolah dalam 108 seksi (*Row 1 - Row 108*).

**Tabel 1. Hasil Pengolahan Data Blok T5**

Besaran dari Tiap Seksi ( <i>row</i> )	X awal (meter)	X akhir (meter)	Koord. Y (meter)	Rerata Selisih Elevasi (meter)	Rerata Kemiringan Lereng
μ (Mean)				1,403	0,132
Median	562,319,116	562,694,116	256,859,584	1,394	0,124
Min.	561,734,116	562,474,116	256,324,584	0,537	0,082
Maks.	562,784,116	563,014,116	257,394,584	2,851	0,282
σ				±0,476	

2. Blok T6, data diolah dalam 94 seksi (Row 4 - Row 97).

**Tabel 2. Hasil Pengolahan Data Blok T6**

Besaran dari Tiap Seksi (row)	X awal (meter)	X akhir (meter)	Koord. Y (meter)	Rerata Selisih Elevasi (meter)	Rerata Kemiringan Lereng
μ (Mean)				1,974	0,148
Median	561,379,116	561,914,116	256,819,584	1,847	0,146
Min.	561,144,116	561,454,116	256,354,584	1,076	0,004
Maks.	561,664,116	562,174,116	257,284,584	3,847	0,317
σ				±0,616	

3. Blok T7, data diolah dalam 35 seksi (Row 106 - Row 140).

**Tabel 3. Hasil Pengolahan Data Blok T7**

Besaran dari Tiap Seksi (row)	X awal (meter)	X akhir (meter)	Koord. Y (meter)	Rerata Selisih Elevasi (meter)	Rerata Kemiringan Lereng
μ (Mean)				2,231	0,120
Median	561,644,116	561,924,116	257,544,584	2,154	0,113
Min.	561,604,116	561,824,116	257,374,584	0,843	0,003
Maks.	561,864,116	562,034,116	257,714,584	5,080	0,229
σ				±1,699	

Keterangan :

X awal = Koordinat X awal pada satu blok dari tiap seksi (row)

X akhir = Koordinat X akhir pada satu blok dari tiap seksi (row)

Koord. Y = Posisi satu blok dari seksi (row) dalam koordinat Y

μ (Mean) = Nilai rata-rata selisih elevasi dan rata-rata kemiringan lereng untuk satu blok yang didapat dari data nilai selisih elevasi titik-titik di semua seksi (row)

Median = Nilai tengah dari kumpulan data tiap seksi (row)

Min. = Nilai minimum dari data tiap seksi untuk satu blok

Maks. = Nilai maksimum dari data tiap seksi untuk satu blok

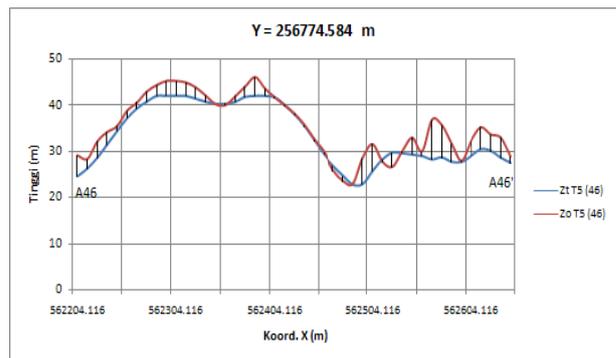
σ = Standar deviasi / simpangan baku dari nilai rata-rata selisih elevasi semua seksi (row) untuk satu blok.

- Nilai rata-rata selisih elevasi untuk Pit T (dari hasil Blok T5, T6, dan T7)  
= (1,403 m + 1,974 m + 2,231 m) : 3  
= 1,869 meter.
- Nilai rata-rata kemiringan lereng untuk Pit T (dari hasil Blok T5, T6, dan T7)  
= (0,132 + 0,148 + 2,231) : 3  
= 0,133 = 13,3 %.

**Grafik Permukaan (Surface) Antara Topografi Hutan dan Original Tambang Area Pit T**

1. Blok T5

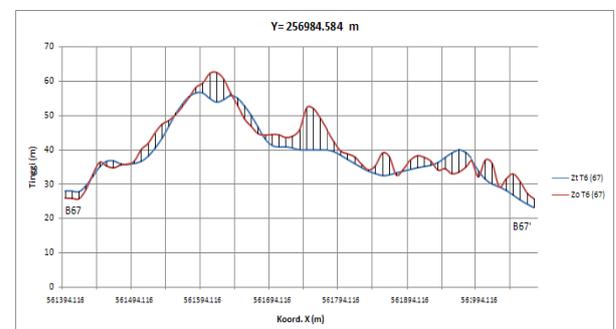
➤ Luas daerah = 481.500 m<sup>2</sup>



**Gambar 3. Grafik Potongan Melintang Salah Satu Seksi di Blok T5**

2. Blok T6

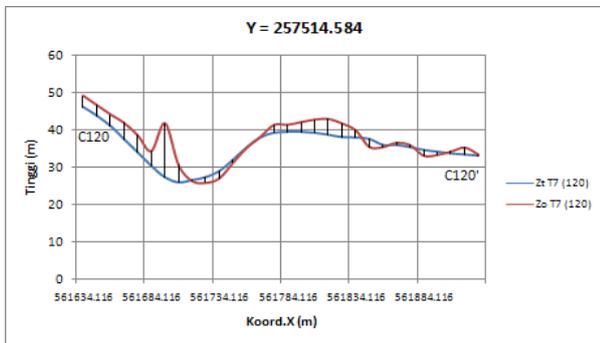
➤ Luas daerah = 437.650 m<sup>2</sup>



**Gambar 4. Grafik Potongan Melintang Salah Satu Seksi di Blok T6**

3. Blok T7

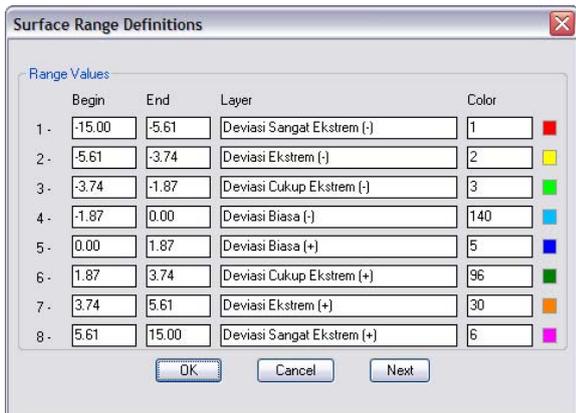
- Luas daerah = 89.800 m<sup>2</sup>



Gambar 5. Grafik Potongan Melintang Salah Satu Seksi di Blok T7

Klasifikasi, Statistik dan Visualisasi dari Selisih Elevasi Tiap Blok Untuk Areal Pit T

1. Klasifikasi selisih elevasi untuk semua blok (areal Pit T) :



Gambar 6. Klasifikasi Selisih Elevasi Untuk Areal Pit T Angka pada range yang tertera pada Gambar 6 merupakan nilai selisih elevasi yang selanjutnya dinamakan dengan deviasi vertikal ( $\Delta Z$ ), dalam penelitian ini menggunakan persamaan:

$$\Delta Z = Z_t - Z_o \quad (1)$$

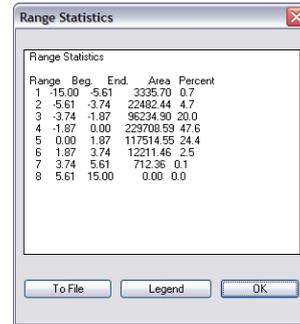
dimana:

- Zt = Elevasi permukaan topografi hutan
- Zo = Elevasi permukaan original tambang.

Interval nilai klasifikasi selisih elevasi untuk semua blok (areal Pit T) sesuai Gambar 6 merupakan nilai rata-rata selisih elevasi yang diperoleh dari hasil pengolahan data pada Blok T5, T6 dan T7. Nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 1,869 m. Akan

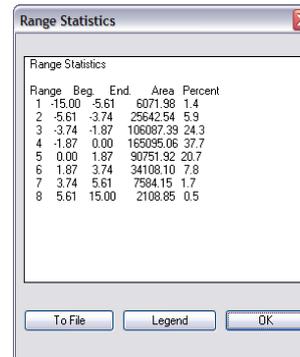
tetapi nilai yang dimasukkan di sini cukup berupa pembulatan dua angka di belakang koma. Titik deviasi maksimum untuk semua blok (areal Pit T) ini adalah 15 (lima belas) meter (Range 1 dan Range 8) yang didapat berdasarkan pada titik grid di Blok T7 Seksi Row 120.

2. Statistik dari selisih elevasi untuk Blok T5 :



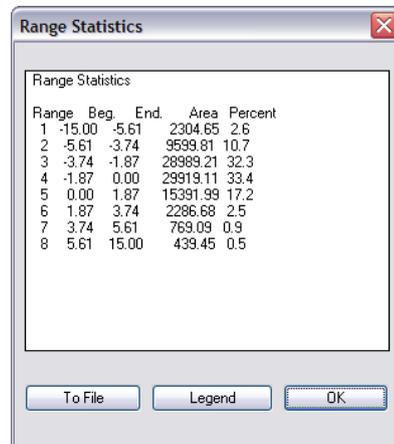
Gambar 7. Hasil Statistik dari Nilai Selisih Elevasi Untuk Blok T5

3. Statistik dari selisih elevasi untuk Blok T6 :



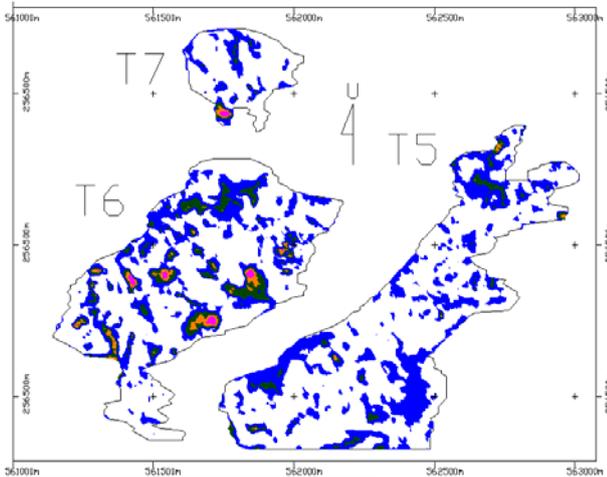
Gambar 8. Hasil Statistik dari Nilai Selisih Elevasi Untuk Blok T6

4. Statistik dari selisih elevasi untuk Blok T7 :



Gambar 9. Hasil Statistik dari Nilai Selisih Elevasi Untuk Blok T7

5. Berikut adalah visualisasi *range*/klasifikasi selisih elevasi ketiga blok dimana permukaan topografi berada di atas permukaan *originalnya* (**kondisi normal**):

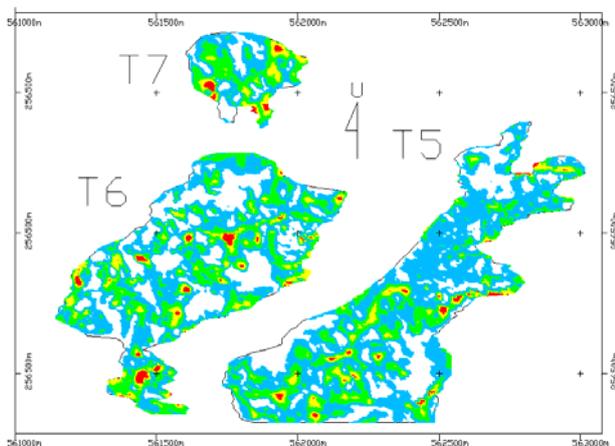


**Gambar 10. Visualisasi Range Selisih Elevasi Ketiga Blok (Permukaan Topografi di Atas Permukaan Original)**

Keterangan Gambar 10 ;

- : Deviasi Biasa (0 m s.d. 1,87 m)
- : Deviasi Cukup Ekstrem (1,87 m s.d. 3,74 m)
- : Deviasi Ekstrem (3,74 m s.d. 5,61 m)
- : Deviasi Sangat Ekstrem (> 5,61 m)

6. Berikut adalah visualisasi *range*/klasifikasi selisih elevasi ketiga blok dimana permukaan topografi berada di bawah permukaan *originalnya* (**kondisi anomali**):



**Gambar 11. Visualisasi Range Selisih Elevasi Ketiga Blok (Permukaan Topografi di Bawah Permukaan Original)**

Keterangan Gambar 11 ;

- : Deviasi Biasa (-1,87 m s.d. 0 m)
- : Deviasi Cukup Ekstrem (-3,74 m s.d. -1,87 m)
- : Deviasi Ekstrem (-5,61 m s.d. -3,74 m)
- : Deviasi Sangat Ekstrem (< -5,61 m)

Angka *range*/klasifikasi pada keterangan Gambar 10 bernilai positif (+) berarti permukaan topografi di atas permukaan *original*. Begitu pula sebaliknya, angka *range*/klasifikasi pada keterangan Gambar 11 bernilai negatif (-) berarti permukaan topografi di bawah permukaan *original*.

Kondisi normal yang berada di areal *Pit* T hanya sebagian kecil daripada kondisi anomalnya, dengan jumlah prosentase dari luas daerah untuk Blok T5 sebesar 27 %, Blok T6 sebesar 30,7 %, dan Blok T7 sebesar 21 %.

Berarti, dalam selang waktu antara pengukuran topografi hutan dan pengukuran *original* tambang di areal *Pit* T yaitu selama empat hingga enam tahun terjadi pergeseran permukaan tanah yang cenderung menaik.

Secara keseluruhan, jika berdasarkan pada kondisi permukaan/medan di dalam ketiga blok (T5, T6, dan T7), penyimpangan yang terjadi masih sebagian kecil (kurang dari 50 %) berada di luar batas deviasi biasa, yaitu deviasi cukup ekstrem, ekstrem, hingga sangat ekstrim.

Akan tetapi, hal yang perlu lebih diperhatikan di sini adalah keadaan permukaan tanah pada ketiga blok secara umum cukup banyak terdapat lereng, baik curam maupun landai yang membentuk bukit dan lembah sehingga dapat memungkinkan terjadinya kesalahan dalam pengukuran. Kondisi permukaan tanah yang seperti ini dapat dilihat pada setiap potongan melintang (*cross section*) yang sebagian besar permukaannya bergelombang / tidak landai.

Untuk Blok T5, besar penyimpangan yang terjadi di luar batas deviasi biasa adalah 28 % dari luas daerahnya. Variasi relief dari kondisi permukaan Blok T5 relatif lebih sederhana daripada Blok T6 dan tidak jauh berbeda dengan Blok T7.

Untuk Blok T6, besar penyimpangan yang terjadi di luar batas deviasi biasa adalah 41,6 % dari luas daerahnya. Hal ini dikarenakan variasi relief dari kondisi permukaan Blok T6 relatif lebih kompleks daripada Blok T5 dan T7.

Untuk Blok T7, besar penyimpangan yang terjadi di luar batas deviasi biasa adalah 49,4 % dari luas daerahnya. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya pergeseran permukaan tanah yang signifikan walaupun relief dari kondisi permukaan Blok T7 relatif lebih sederhana daripada Blok T6.

Pada grafis potongan melintang / *cross section* di setiap blok juga terdapat kedua permukaan topografi dan *original* yang saling berhimpitan (selisih elevasinya nol) atau tidak ada deviasi vertikal dalam jarak tertentu. Hal ini dapat terjadi karena pada jarak tertentu itu tidak terjadi pergeseran permukaan tanah atau kemungkinan disebabkan adanya galian tanah yang tertimbun maupun timbunan tanah yang tergalai pada saat *dozer* melakukan pembersihan lahan (*land clearing*).

## KESIMPULAN

Secara keseluruhan, kondisi medan di areal *Pit T Lati Mine Operation* (LMO) yang terdiri atas Blok T5, T6 dan T7 adalah berbukit/bergelombang dengan kemiringan lereng rata-rata (dari ketiga blok tersebut) sebesar 0,133 atau 13,3 % dan nilai rata-rata selisih elevasinya sebesar 1,869 meter. Dilihat dari nilai standar deviasi antara ketiga blok, dapat dikatakan bahwa secara umum keandalan pengukuran yang dilakukan di Blok T5 lebih baik daripada T6, dan pengukuran di Blok T6 lebih baik daripada Blok T7.

Berdasarkan hasil statistik dan visualisasi, sebagian besar permukaan ketiga blok di areal *Pit T LMO* berada dalam kondisi anomali yang berarti terjadi pergeseran permukaan tanah yang cenderung menaik, dengan prosentase dari luas daerah ketiga blok adalah Blok T5 sebesar 73 %, Blok T6 sebesar 69,3 % dan Blok T7 sebesar 79 %.

Jika selang waktu antara pengukuran topografi hutan dengan pengukuran *original* tambang di tiap wilayah semakin besar, maka makin besar

pula deviasi vertikal yang terjadi. Hal ini terlihat dari jumlah prosentase penyimpangan selisih elevasi mulai dari yang cukup ekstrim hingga sangat ekstrim dari luas daerah untuk setiap blok di areal *Pit T LMO*, untuk Blok T5 = 28 % dengan selang waktu empat tahun, Blok T6 = 41,6 % untuk selang waktu lima tahun dan Blok T7 = 49,4 % dengan selang waktu enam tahun.

## SARAN

Pola pengukuran yang baik perlu dipertahankan untuk kondisi medan bergelombang seperti di areal *Pit T LMO* ini agar nantinya tidak terjadi perbedaan volume tanah yang signifikan, terutama dalam pengukuran detail situasi, *stick / pole* yang digunakan harus dilengkapi dengan nivo dan dipasang tegak lurus serta ujung bawahnya harus menyentuh tanah. Hal ini untuk mengurangi kesalahan akibat kemiringan reflektor jika *stick* dipasang dengan tinggi maksimum.

Penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor yang menyebabkan *terrain / permukaan original* tambang cenderung lebih tinggi daripada permukaan topografi hutan di areal *Pit T LMO*. Untuk keperluan eksplorasi selanjutnya, perlu adanya monitoring pergerakan tanah dalam penempatan titik bor di lahan *original* tambang, mengingat dapat terjadi selisih elevasi kedalaman titik bor dari model topografi hutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dadang Rahmat dan Ferry D.J. Alis, 2004. Standard Operation Procedure Survey Section. Berau : TSP PT. Berau Coal
- Darmadji, Agus, 2006. Aplikasi Pemetaan Digital dan Rekayasa Teknik Sipil dengan AutoCAD Land Development. Bandung : Penerbit ITB
- Handoko, Eko Yuli, 2005. Sistem Tinggi dan Pengukuran Tinggi Teliti. Surabaya : Program Studi Teknik Geodesi FTSP-ITS
- Ilmustatistik.com. "Ukuran Keragaman". 2008. <http://www.ilmustatistik.com/simpangan.htm>. (7 Jan. 2010)

- Kraak, Menno-Jan dan Ferjan Ormeling, 2007. Kartografi: Visualisasi Data Geospasial. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Melandi, Rico Jefysa, 2007. Tugas Akhir: Analisa Teknis dan Ekonomis Pengukuran Kerangka Vertikal Dengan Menggunakan Total Station dan Waterpas. Surabaya : Teknik Geomatika ITS
- NASA GSFC and NIMA. "EGM96: The NASA and NIMA Joint Geopotential Model". 2004. <http://cddis.nasa.gov/926/egm96/egm96.html> (26 Jan. 2010)
- Nurjati, Chatarina, 2004. Modul Ajar: Ilmu Ukur Tanah 1. Surabaya : Program Studi Teknik Geodesi ITS
- PT. Lautan Teknologi. "Mengenal Datum". 2009. <http://www.lautanteknologi.com/articles/74-datum.pdf> (26 Jan. 2010)
- Purworahardjo, Umaryono, 1986. Ilmu Ukur Tanah Seri C. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Sosrodarsono, Suyono dan Masayoshi Takasaki, 1997. Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Soedomo, Agoes Soewandito, 2003. Dasar-dasar Perpetaan. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Supranto, J, 2000. Statistik: Teori dan Aplikasi Jilid 1. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Taufik, M, 2006. Catatan Kuliah Geografi. Surabaya : Teknik Geomatika ITS
- Wisayantono, D, 1994. Total Station. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Wirshing, James dan Roy Wirshing, 1995. Pengantar Pemetaan. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Wongsotjitro, Soetomo, 1977. Ilmu Ukur Tanah. Yogyakarta : Kanisius
- Yuwono, 2001. Kartografi Dasar. Surabaya : Program Studi Teknik Geodesi FTSP – ITS