

## PENGAMATAN KESTABILAN LERENG TAMBANG MENGGUNAKAN SLOPE STABILITY RADAR (SSR)

Supandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

Masuk: 24 Mei 2011, revisi masuk : 16 Juli 2011, diterima: 3 Agustus 2011

### ABSTRACT

*Maintenance of the mine slope stability is very important to maintain continuity of mining activities. Although the mine design is done by carefully using several methods and approaches, but often there is a failure due to design limitations of geological information. In this case it is necessary to minimize the effects of a monitoring tool that can detect early indications of instability. In this study aims to determine the function of Slope Stability Radar (SSR) in the monitoring of slope stability is the end goal is to avoid negative impacts and risks of failure can be avoided mine design and sustainability of mining activities can proceed safely. In this study the observations using the Slope Stability Radar (SSR). Radars placed at a point perpendicular to the object in the observed and the radar will emit a wave toward the object and the object wave will be sent back and will be captured by the radar..In this study, the radar is installed in a certain position to monitor the movement of the walls of the mine and the results of research can be in the relationship between the movement of the actual conditions that exist. Monitoring the stability of the wall using the radar continues to be done at the time of stabilization and stabilization has been finished when done. Monitoring was stopped when the mine wall stabilisasi and activity near the ravine has been finished and there is no indication of movement of the slope. From this research produced the conclusion that the use of slope stability radar (SSR) are very helpful and effective for the observation of slope stability, especially to minimize the risk of mining activities.*

**Keywords :** Mine slope, Slope Stability Radar (SSR).

### INTISARI

Pemeliharaan kemantapan lereng tambang sangat penting untuk menjaga kemenerusan kegiatan penambangan. Walaupun desain tambang dilakukan dengan seksama dengan menggunakan beberapa metode dan pendekatan namun sering kali terjadi kegagalan desain yang disebabkan karena keterbatasan informasi geologi. Dalam hal ini untuk meminimalkan efek tersebut diperlukan alat monitoring yang mampu mendeteksi secara dini indikasi ketidakstabilan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas Slope Stability Radar (SSR) dalam pemantauan kestabilan lereng untuk menghindari dampak negatif dan resiko kegagalan desain tambang dan kemenerusan kegiatan penambangan dapat di teruskan dengan aman. Radar diletakan pada titik yang tegak lurus terhadap obyek yang diamati dan radar akan memancarkan gelombang ke arah objek dan gelombang akan di kirim balik dan akan diterima oleh radar. Hasil penelitian didapatkan bahwa nilai pergerakan yang dihasilkan dari radar divisualisasikan di lapangan berupa retakan yang ada pada lantai yang ada di atasnya dan retakan yang ada beberapa tempat pada dinding. Pemantauan kestabilan dinding menggunakan radar terus dilakukan pada saat stabilisasi dan ketika stabilisasi telah selesai dilakukan. Pemantauan dinding tambang dihentikan ketika stabilisasi dan aktifitas di dekat jurang telah selesai dan tidak ada indikasi pergerakan dinding tambang. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa penggunaan Slope Stability Radar (SSR) sangat membantu dan efektif untuk pengamatan kestabilan lereng khususnya untuk meminimalkan resiko kegiatan penambangan.

**Kata Kunci :** Slope Stability Radar (SSR), kestabilan lereng.

---

<sup>1</sup>pandi\_geotect@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Dalam kegiatan penambangan sering terjadi kegagalan desain ataupun kegagalan perhitungan yang disebabkan minimnya informasi geologi dan geoteknik yang dapat mencerminkan kondisi nyata material yang ada di lapangan. Kegagalan tersebut berupa kejadian longsor ataupun berupa batu jatuh yang terjadi pada kegiatan penambangan. Untuk meminimalkan dampak negatif dari kegagalan tersebut perlu diketahui secara dini keberhasilan desain yang ada sehingga kemenerusan kegiatan penambangan dapat dilakukan. Untuk mengetahui kegagalan desain secara dini dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan yang mendetail, *realtime* dan tingkat ketelitian yang kecil. Selain itu peninjauan keberhasilan desain dapat dilakukan dengan melakukan proses pendekatan kualitatif menggunakan beberapa metoda yang telah ada. Pada penelitian ini dikhususkan untuk mengetahui kegagalan desain dinding tambang menggunakan *Slope Stability Radar (SSR)*.

Dalam kegiatan penambangan khususnya tambang dalam diperlukan suatu *Early Warning System (EWS)* dalam operasi penambangan untuk mendeteksi kestabilan lereng tambang sehingga suatu kecelakaan tambang akibat dari kegagalan suatu desain tambang dapat dihindari. Ketidakstabilan lereng dimulai pergerakan batuan pendukung lereng dalam skala yang sangat kecil yang hampir tidak bisa dilihat oleh mata biasa. Untuk itu digunakan suatu alat *Slope Stability Radar (GroundProbe, 2008)*. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk menguji apakah *Slope Stability Radar (SSR)* dapat mendeteksi secara dini ketidakstabilan dinding sehingga efektivitas alat ini dapat diuji. Tingkat keberhasilan alat ini diuji berdasarkan tingkat ketelitian pengukuran dan keberhasilan alat dalam memberikan informasi dini sehingga resiko kegiatan penambangan dapat dihindari. Disamping itu penelitian dimaksudkan untuk mengetahui perilaku pembacaan *SSR* ketika pekerjaan stabilisasi dilakukan. Hal ini didasarkan bahwa *SSR*

akan membaca semua pergerakan dinding tanpa terkecuali ketika ada suatu alat yang mendorong material ke arah lereng-lereng yang mengakibatkan radar dapat membaca pergerakan material dorongan yang belum tentu mencerminkan kondisi seluruh material yang ada. Penelitian juga dimaksudkan untuk menjaga kegiatan stabilisasi dimana saat pekerjaan ini banyak alat yang bekerja di area berbahaya yang hasil akhirnya adalah memastikan semua orang dan alat dalam area yang berbahaya dapat tetap dalam kondisi seaman mungkin dengan pendeteksian ketidakstabilan area.

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui aplikasi teknologi *Slope Stability Radar (SSR)* untuk pemantauan kestabilan lereng dimana tujuan akhir adalah dapat meminimalkan dampak negatif dari kegagalan desain tambang. Dengan penelitian ini juga akan dapat memberikan informasi kepada dunia industri pertambangan tentang penggunaan *SSR* dalam mendukung operasi penambangan sehingga dapat memberikan alternatif pilihan salah satu metode pemantauan kestabilan lereng tambang.

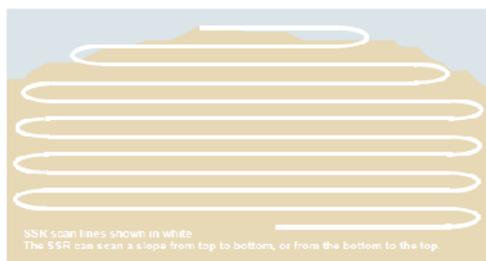
Dalam penelitian ini dipilih *Slope Stability Radar (SSR)* dalam pemantauan dinding tambang. Sampai saat ini sangat terbatas industri pertambangan yang memanfaatkan teknologi ini sebagai pendukung operasi penambangannya mengingat biaya alat dan operasional yang tinggi. *SSR* merupakan generasi teknologi terbaru yang digunakan untuk mengukur dan mengamati kestabilan lereng seperti halnya pada dinding tambang. *SSR* dilengkapi dengan teknologi tinggi yang dapat melakukan pengukuran pergerakan dinding sampai di bawah satuan milimeter dalam melakukan pengukuran tidak diperlukan kontak langsung dengan dinding. Selain itu dalam melakukan pengukuran tidak dipengaruhi oleh cuaca seperti hujan kabut ataupun asap sehingga lebih memudahkan pada pengawas tambang melakukan kajian resiko terhadap suatu data radar sehingga tingkat keamanan dan produktivitas kegiatan penambangan dapat ditingkatkan.

## METODE

Metode penelitian menggunakan alat ini adalah dengan memasang SSR untuk mengukur dinding tambang. Dari pembacaan SSR di dapatkan nilai pergerakan setiap tempat sehingga akan diketahui di daerah mana saja yang berpotensi ada pergerakan atau longsor. Ketika telah diketahui area yang terindikasi bergerak maka pemantauan akan lebih di konsentrasikan pada daerah tersebut sehingga ketika ada percepatan pergerakan akan mudah diketahui.

Proses pengamatan penelitian menggunakan SSR adalah dengan melakukan melakukan *scan* terhadap area yang akan di amati (Gambar 1). *Scan* dilakukan terhadap objek dengan luas 270° secara horisontal dan 90° secara vertikal. Proses *scan* di ulang berkali-kali secara otomatis sampai seluruh area yang akan diamati tertangkap oleh radar. Semua data akan di tangkap oleh komputer yang ada di radar dan akan di kirimkan melalui suatu jaringan tanpa kabel ke ruangan pengamat. Data yang ada dapat dilihat secara utuh dari satu *scan* ke *scan* berikutnya. SSR melakukan pengukuran perpindahan atau pergerakan bukan mengukur jarak.

Dalam mendukung pemrosesan data dipergunakan perangkat lunak SSRViewer untuk melakukan proses perhitungan data, *filter* dan analisa sehingga hasil akhir berupa nilai pergerakan dinding (*deformasi*) dan percepatan pergerakan dinding (*Velocity*). Nilai *deformasi* dan *velocity* inilah yang dipakai sebagai dasar apakah dinding stabil atau tidak.

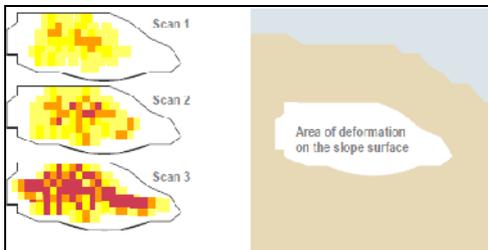


Gambar 1. Pola pengambilan data oleh SSR

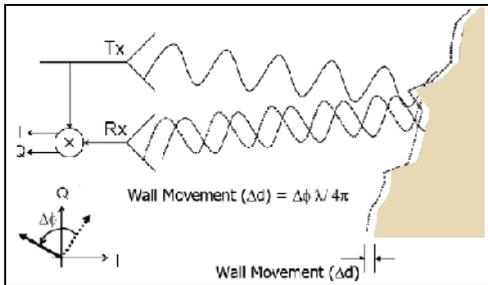
Radar melakukan pengukuran pergerakan dinding dalam area yang luas dengan waktu yang cepat dan dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Pada umumnya SSR mempunyai kelebihan-kelebihan (berdasarkan GroundProbe, *Training Material*): melakukan pengukuran pergerakan dinding tambang sampai dengan  $\pm 0.2\text{mm}$ , cakupan area yang luas, dapat melakukan pengamatan yang menerus mulai dari 2-20 menit tiap pengamatan selama 24 jam sehari, mempunyai jangkauan 30 – 1.700m (jarak dari posisi radar terhadap objek/dinding, dapat bekerja pada segala cuaca, mudah dipindahkan dan dipasang, mempunyai sistem power sehingga dapat dipasang tanpa jaringan listrik dan dapat melakukan pengamatan horisontal selebar 270°.

Beberapa keuntungan SSR adalah Meningkatkan keamanan operasional penambangan. Alat SSR ini dilengkapi dengan suatu sistem peringatan dini yang akan mendeteksi suatu indikasi ketidakstabilan dinding tambang dari ukuran beberapa ton sampai jutaan ton. Dengan peringatan dini ini akan memberi kesempatan kepada semua aktivitas didekatnya untuk menjauh dari area berbahaya sehingga resiko celaka dan kerusakan alat dapat dikurangi. Selain itu dapat meningkatkan produktivitas tambang. Data dalam SSR dapat dilakukan analisa sehingga memberikan informasi kepada pengawas tambang untuk melakukan perhitungan untuk meningkatkan produktivitas dengan aman. Kelebihan lain yaitu dapat mengurangi waktu jeda pengamatan setelah blasting. SSR dapat melakukan pengamatan secara detail pada dinding tambang dekat dengan lokasi peledakan secara cepat sehingga waktu jeda dapat di kurangi. SSR dapat bekerja pada cuaca yang ekstrim dengan tingkat produktivitas yang resiko geoteknik yang tinggi. Radar dapat bekerja pada saat hujan sehingga dapat diketahui kondisi dinding tambang akibat adanya hujan sehingga dari sini dapat dipelajari perilaku dinding tambang khususnya untuk material yang cenderung *responsive* terhadap air.

Pengukuran pergerakan dinding dilakukan dengan mengumpulkan data dari permukaan lereng/dinding dan dimunculkan dalam gambaran gambar yang hal ini seperti melihat objek dan melakukan pemotretan gambar elektronik yang diambil muncul data resolusi dalam ukuran *pixel*. Dalam radar setiap pergerakan divisualisasikan sebagai warna merah, oranye dan kuning yang merupakan cerminan nilai pergerakan dinding/objek (Gambar 2)



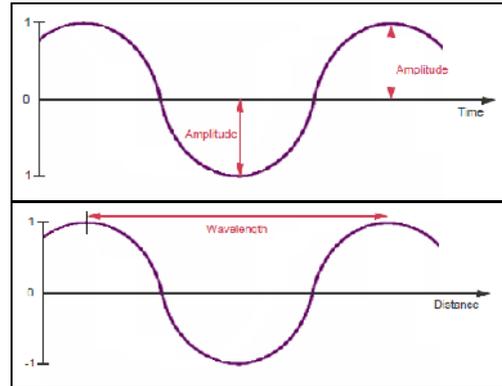
Gambar 2. Hasil pembacaan SSR dalam bentuk Pixel dan Foto



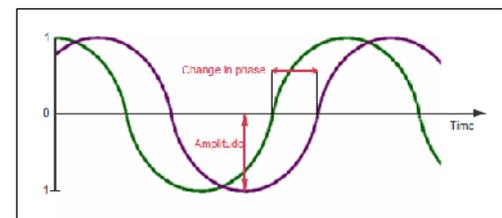
Gambar 3. Gambaran hasil perhitungan pergerakan dinding tambang.

Dua gelombang elektromagnetik akan menghasilkan perbedaan *phase* diantara keduanya dan perbedaan itulah yang dihitung sebagai pergerakan atau perpindahan dari permukaan dinding atau lereng dari satu scan ke scan berikutnya. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Perbedaan *phase* inilah yang dihitung oleh perangkat lunak untuk memberikan nilai perpindahan atau pergerakan dinding. Ketika hal ini dilakukan berulang-ulang maka akan dapat dihasilkan total pergerakan. Dengan adanya total perpindahan dan waktu maka akan dapat dihitung rata-rata pergerakan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Pola gelombang sebagai dasar perhitungan SSR



Gambar 5. Perubahan Fasa gelombang sebagai perpindahan dinding

## PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada sisi baratdaya dari operasi penambangan PT Freeport Indonesia yang diberi nama area G6. Pengamatan dilakukan dari awal maret 2011 selama 24 jam sehari dan 7 hari dalam seminggu atau pengamatan dilakukan tanpa henti. *Slope Stability Radar* yang di gunakan merupakan SSRX010 yang mana merupakan salah satu sistem monitoring yang ada untuk mendukung operasional tambang Grasberg (Gambar 7).

SSR Viewer berupa gambaran kondisi radar terhadap semua area yang dipantau. Perbedaan nilai pergerakan dari dinding inilah yang menyebabkan terjadi variasi warna dalam SSR Viewer. Dalam variasi warna ini akan banyak membantu memilih daerah-daerah yang kritis akibat dari pergerakan dinding (Gambar 6). Dengan adanya nilai pergerakan dalam sebuah *pixel* hal lain yang dapat dilakukan adalah melakukan pengaturan terhadap batas maximum nilai pergerakan dimana jika batas maximum tersebut telah terlampaui akan muncul suatu tanda peringatan pada

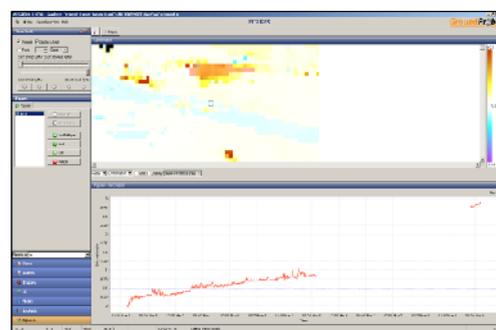
monitor. Tanda peringatan ini sangat penting untuk memberi tahu setiap kegiatan yang ada di sekitar area atau area yang berimbas. Alarm muncul dalam dua tahap yaitu alarm kuning sebagai peringatan waspada dan alarm merah setiap untuk kondisi bahaya. Dalam penelitian alarm merah di atur 40mm dalam 40pixel dan dalam 4jam. Jika parameter ini terlampaui maka akan muncul sebuah tanda peringatan merah di layar monitor.

Dalam setiap pembacaan atau yang lebih di kenal dalam istilah *scanning* akan didapatkan satu gambaran yang pergerakan yang di wakili oleh sebuah ukuran sebuah *pixel*. *Pixel-pixel* ini mempunyai ukuran tersendiri didasarkan pada jarak SSR terhadap radar dan luas area yang dipantau. Selain itu dalam *pixel* juga akan muncul sebuah warna-warna yang mencerminkan nilai pergerakan dari setiap pixel dalam ukuran luas. Ukuran warna dapat diatur sesuai kebutuhan dan akan di muncul dalam jendela *SSR Viewer*. Nilai positif dan negatif mencerminkan sebuah nilai, dimana nilai positif menandakan ada perubahan fasa gelombang dimana objek yang dipantau bergerak mendekati SSR yang diartikan adanya pergerakan pada dinding yang diasumsikan kondisi permukaan mewakili bagian dalam dari objek. Nilai negatif artinya adalah objek bergerak menjauh dimana di artikan telah terjadi sebuah longsor. Akibat objek yang dipantau hilang atau berkurang mengakibatkan gelombang menjangkau objek lebih jauh dari kondisi sebelumnya. Pengaturan *pixel* dalam penelitian ini adalah jika pergerakan lebih besar dari 10mm maka pixel akan berwarna merah sedangkan jika -10mm maka *pixel* akan menunjukkan warna semakin ungu. Dari parameter yang diatur ini akan muncul dalam visualisasi dalam *Slope Stability Radar (SSR)* juga dapat melakukan pengambilan foto untuk memastikan kondisi aktual di lapangan. Dalam *SSR viewer* muncul juga jendela berupa foto objek yang di monitor dan dapat dipilih lokasi yang akan di munculkan grafik pergerakannya (Gambar 8).

Dari awal pemasangan SSR, lokasi G6 telah menunjukkan indikasi

pergerakan walaupun hal tersebut dengan percepatan yang sangat kecil (0.3mm/hr) namun walau begitu semua adalah indikasi bergerak dan harus di monitor secara menerus di samping pengamatan lapangan yang harus dilakukan.

Pemantauan kestabilan lereng dilakukan secara menerus pada objek yang sama sehingga didapatkan hasil pengamatan kestabilan lereng seperti Gambar 9. Gambar 9 menggambarkan nilai total pergerakan yang tercatat oleh radar berupa garis biru dan nilai percepatan pergerakan arah yang digambarkan dalam garis kuning dan merah dimana kedua garis tersebut dibedakan oleh perhitungan lebar jendela yang ada yang aman satu dalam 4 jam dan 12 jam. Dari grafik tersebut dapat kita baca bahwa pergerakan dinding terjadi sejak pemantauan menggunakan SSR walaupun pada kecepatan yang sangat kecil (kurang lebih 0.2mm/jam – 0.5m/jam). Selain itu terjadi kenaikan nilai pergerakan (percepatan) pada tanggal 7 Maret 2011 yang di akibatkan adanya kegiatan peledakan yang dilakukan di dekat area yang dipantau. Efek peledakan ini tercatat dengan adanya nilai pergerakan dan percepatan namun setelah itu percepatan melambat dengan pola kembali pada saat sebelum terjadi peledakan.

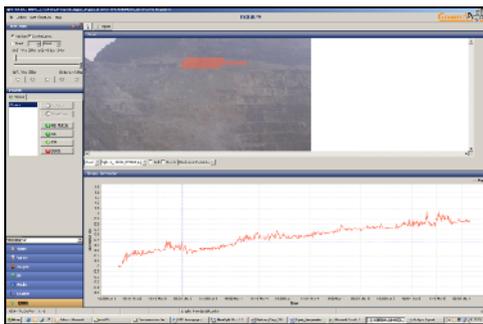


Gambar 6. Gambar Pergerakan Dinding dalam SSR Viewer dalam pixel

Hasil SSR mencatat adanya kenaikan percepatan pergerakan dinding G6 sekitar 21 maret 2011 dari grafik terlihat bahwa pola percepatan (*velocity*) cenderung naik dari hari ke hari sampai akhirnya terjadi kenaikan secara agresif.



Gambar 7. Foto SSRX010 yang digunakan dalam penelitian

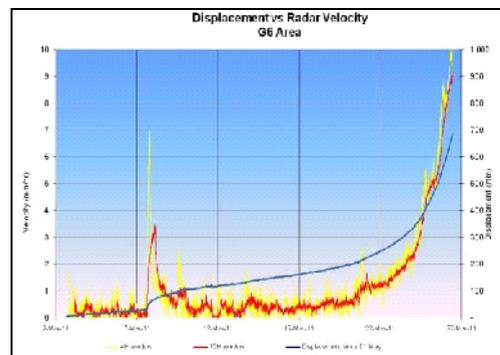


Gambar 8. Gambar Pergerakan Dinding dalam SSR Viewer

Hal tersebut terjadi pada tanggal 25 maret 2011. Kenaikan secara cepat terus terjadi (mencapai 10mm/jam) sehingga muncul peringatan dini pertama kali pada 25 maret 2011 malam hari dan diambil langkah untuk menutup jalan di bawah dinding dan beberapa tempat yang berimbas jika terjadi longsoran. Pada 26 Maret 2011 dilakukan pengamatan lapangan dan ditemukan berupa retakan yang memanjang sekitar 150m, 16m dari jurang dan dengan bukaan retakan 110cm dimana berdasarkan kajian struktur geologi semua retakan di kontrol

oleh adanya struktur yang ada (gambar 10). Retakan juga dijumpai pada dinding tambang yang lokasinya berhimpit dengan lokasi struktur (Gambar 11).

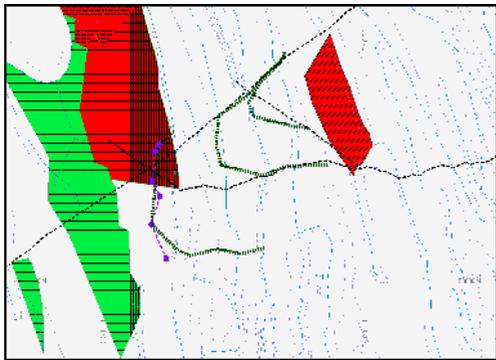
Setelah dilakukan proses analisa terhadap kondisi yang ada maka stabilisasi dilakukan dengan cara pengurangan beban terhadap blok yang berpotensi untuk longsor. Pengurangan beban di lakukan dengan memotong dan mengambil material yang di dalam blok. Pekerjaan dilakukan secara cermat dengan pemantauan yang menyeluruh.



Gambar 9. Grafik Hasil Pembacaan SSR



Gambar 10. Aktual Kondisi Lapangan



Gambar 11. Lokasi Retakan terhadap Struktur yang ada

Sehingga resiko alat atau korban jatuh saat stabilisasi berlangsung dapat dihindari. Selama itu juga SSR terus di pasang untuk memantau daerah ini sehingga perilaku dinding tambang dapat dievaluasi secara menerus.

Menjadi tantangan dalam penelitian ini juga bahwa harus dapat dipastikan bahwa apa yang tercatat dalam SSR mewakili kondisi pergerakan dari tubuh batuan. Hal ini di dasarkan bahwa ketika pekerjaan stabilisasi alat berat mendorong material kearah dinding yang akibatnya SSR membaca bahwa terjadi pergerakan dinding keseluruhan padahal pergerakan yang dicatat merupakan pergerakan material yang didorong oleh alat yang ada di permukaan. Untuk memecahkan solusi ini maka pekerjaan stabilisasi dilakukan secara bertahap untuk memberi kesempatan alat melakukan stabilisasi ataupun SSR melakukan pengamatan secara menerus. Hal ini dilakukan secara terus menerus sampai SSR menunjukkan bahwa area tersebut telah stabil.

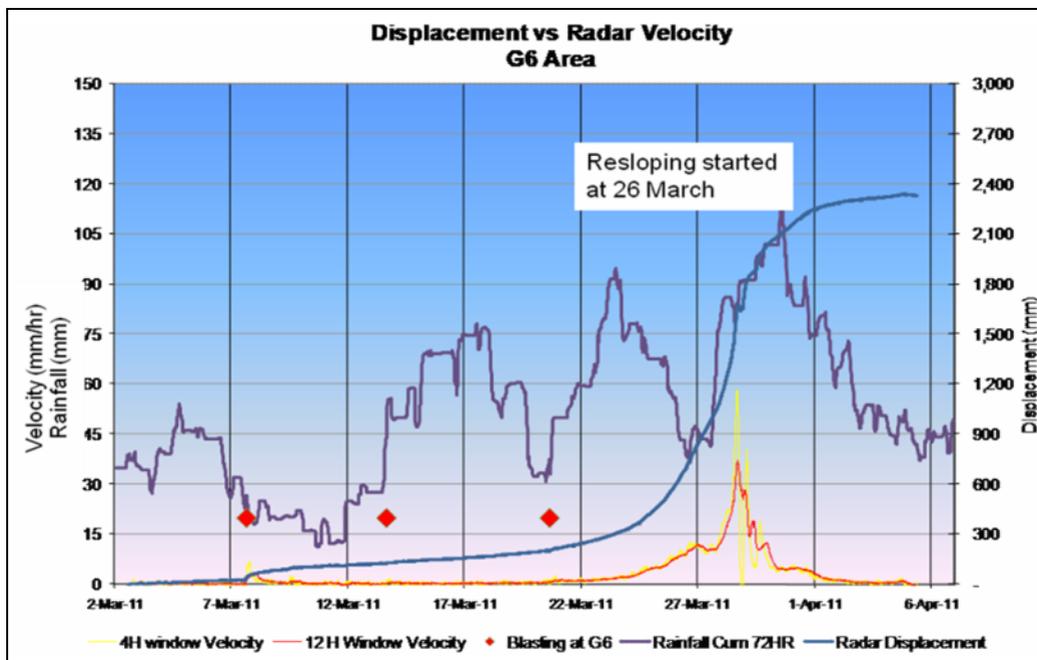
Kegiatan untuk memastikan bahwa *Slope Stability Radar (SSR)* dapat digunakan secara benar, efisien dan tepat sasaran termasuk didalamnya bagaimana mengkombinasikan antara kondisi geologi di lapangan dengan pengaturan sistem peringatan dini yang efektif menjadi penting mengingat SSR dipakai sebagai peringatan dini terhadap aktifitas di dekat area berbahaya. Pengaturan sistem peringatan dini yang salah akan mengakibatkan terabaikan bahaya yang ada dan dapat menjadi sebuah resiko yang fatal.

Dari data pengamatan yang tercatat terlihat bahwa bahwa SSR mampu mengukur pergerakan dinding sampai ketelitian di bawah satuan milimeter tanpa menyentuh obyek yang ada. SSR juga mampu bekerja secara maksimal selama 24jam sehari dan 7 hari seminggu tanpa adanya gangguan cuaca dan hujan. Sedikit ada permasalahan berkenaan dengan kemenerusan data jika terjadi kegagalan sistem dalam SSR. Kegagalan sistem ini dapat diartikan sebagai kerusakan peralatan SSR suatu contoh masalah generator yang gagal hidup atau perangkat elektronik lainnya yang rusak. Akibat kegagalan sistem SSR ini mengakibatkan SSR harus memulai memantau dari awal atau lebih di kenal dengan sistem (*WallFile Baru*) sehingga data yang sebelumnya dapat terputus secara otomatis dalam SSR Viewer. Kendala ini dapat diselesaikan dengan cara manual yaitu dengan cara mengambil data asli sebelumnya dan menggabung dengan data baru dalam perangkat lunak excel. Gambar 12 menunjukkan data yang menerus dari awal sampai akhir stabilisasi walaupun didalamnya perpotong-potong menjadi beberapa bagian wallfile – wallfile.

Gambar 14 juga memberikan informasi yang dikombinasikan terhadap data curah hujan dan beberapa kejadian peledakan yang pernah dilakukan di dekat area yang di pantau. Kejadian peledakan digambarkan dalam kotak merah sedangkan data hujan di catat dalam garis warna ungu. Merah dan kuning merupakan data percepatan pergerakan SSR dalam jendela yang

berbeda (4jam dan 12jam) dan garis biru merupakan data total pergerakan mulai dari radar di pasang. Dari gambar ini terlihat bahwa peledakan yang dilakukan pada tanggal 7 Maret 2011 memberikan dampak terhadap kestabilan lereng terlihat naiknya nilai percepatan

pergerakan dinding. Pengaturan peledakan selanjutnya diatur sedemikian rupa sehingga tidak memberikan efek terhadap kestabilan lereng terbukti pada waktu peledakan-peledakan berikutnya tidak tercatat adanya indikasi percepatan pergerakan dinding.



Gambar 12. Hasil Pengamatan dari Awal sampai Akhir

Hal lainnya yang dianalisa untuk mengetahui faktor apa saja yang memicu pergerakan adalah data berupa curah hujan. Stasiun pengamat curah hujan dipasang kurang lebih 500m dari lokasi penelitian yang diharapkan pada jarak ini memberikan informasi curah hujan yang nyata. Besarnya curah hujan sedikit banyak mendorong nilai percepatan pergerakan dinding tambang khususnya ketika peledakan selesai dilakukan pada 7 Maret 2011. Terlihat bahwa nilai kenaikan curah hujan sedikit banyak mendorong kenaikan nilai percepatan pergerakan dinding walaupun secara kuantitatif belum dapat dihitung hubungan besar curah hujan terhadap nilai pergerakan dinding.

Berdasarkan data pergerakan dinding diketahui bahwa sistem *Slope Stability Radar (SSR)* berhasil memberikan informasi dini pada tanggal 25 Maret 2011 dimana peringatan dini

muncul pada layar monitor dan dipastikan dengan kondisi aktual di lapangan maka diperoleh kesimpulan bahwa yang dicatat oleh SSR merupakan pergerakan nyata yang dapat dibuktikan di lapangan. Dengan peringatan dini ini mampu diterjemahkan dalam operasi penambangan dengan melakukan penutupan jalan di bawah area berbahaya dan evakuasi kegiatan lain di lokasi yang berpotensi bahaya akibat adanya pergerakan dinding ini.

Penjelasan terhadap nilai percepatan pergerakan dinding yang dicatat pada tanggal 27-29 Maret 2011 dapat dihubungkan antara kondisi nyata bahwa blok bergerak dengan data curah hujan dan kegiatan stabilisasi. Pergerakan yang dicatat oleh SSR pada waktu itu lebih tinggi dibandingkan dengan pergerakan pada waktu lainnya. Pada saat stabilisasi alat berat melakukan pemotongan material dan

mendorongnya ke arah jurang dan karena adanya hujan yang deras mengakibatkan material lepas yang ada di jurang akibat dorong doser terjadi saturasi yang akhirnya material lepas tersebut bergerak turun mencari kesetimbangan. Akibat turunnya material lepas yang ada pada lereng dan kejadian ini terbaca oleh SSR maka tentu saja SSR akan memberikan data pergerakan dinding lebih besar dibandingkan ketika memantau dinding yang tanpa material lepas pada bagian lerengnya.

Stabilisasi dilakukan dengan cara mengurangi beban blok yang bergerak dimana pekerjaan ini dilakukan dengan mengambil material dan memotong blok tersebut. Akibat adanya kegiatan ini terlihat bahwa masih terpantaunya percepatan pergerakan dinding yang hal terlihat dari Gambar 12. Stabilisasi dilakukan mulai tanggal 26 Maret 2011 sampai dengan 1 April 2011. Ketika stabilisasi mendekati selesai terlihat ada penurunan percepatan pergerakan dinding dan ketika stabilisasi selesai tercatat tidak ada pergerakan yang tercatat oleh SSR dimana hal ini

menunjukkan bahwa stabilisasi telah berhasil.

#### **KESIMPULAN**

Penelitian yang dilakukan dari 2 Maret – 5 April 2011 didapatkan banyak informasi bahwa *Slope Stability Radar (SSR)* dapat berfungsi dengan baik untuk pemantauan kestabilan lereng termasuk dapat memberikan peringatan dini terhadap potensi longsoran yang ada. Disamping itu juga dapat memberikan informasi percepatan dan pergerakan dinding dari waktu ke waktu yang mana data tersebut dapat di kombinasikan terhadap data lainnya yang relevan untuk tujuan analisa. Penggunaan *Slope Stability Radar (SSR)* sangat membantu dalam kegiatan operasional pertambangan khususnya untuk meminimalkan dampak akibat kegagalan desain tambang.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

GroundProbe, *Training Material – SSR Viewer Suite 4\_User Manual*, 2008 halaman 20 – 26.



