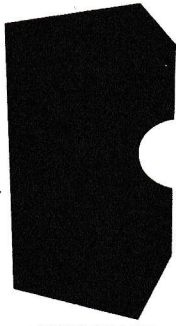


PROCEEDING

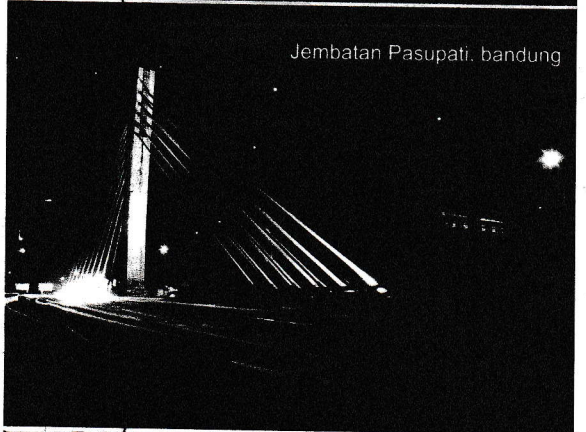
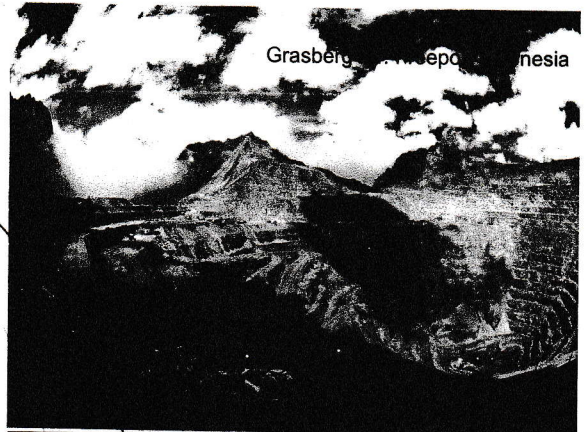
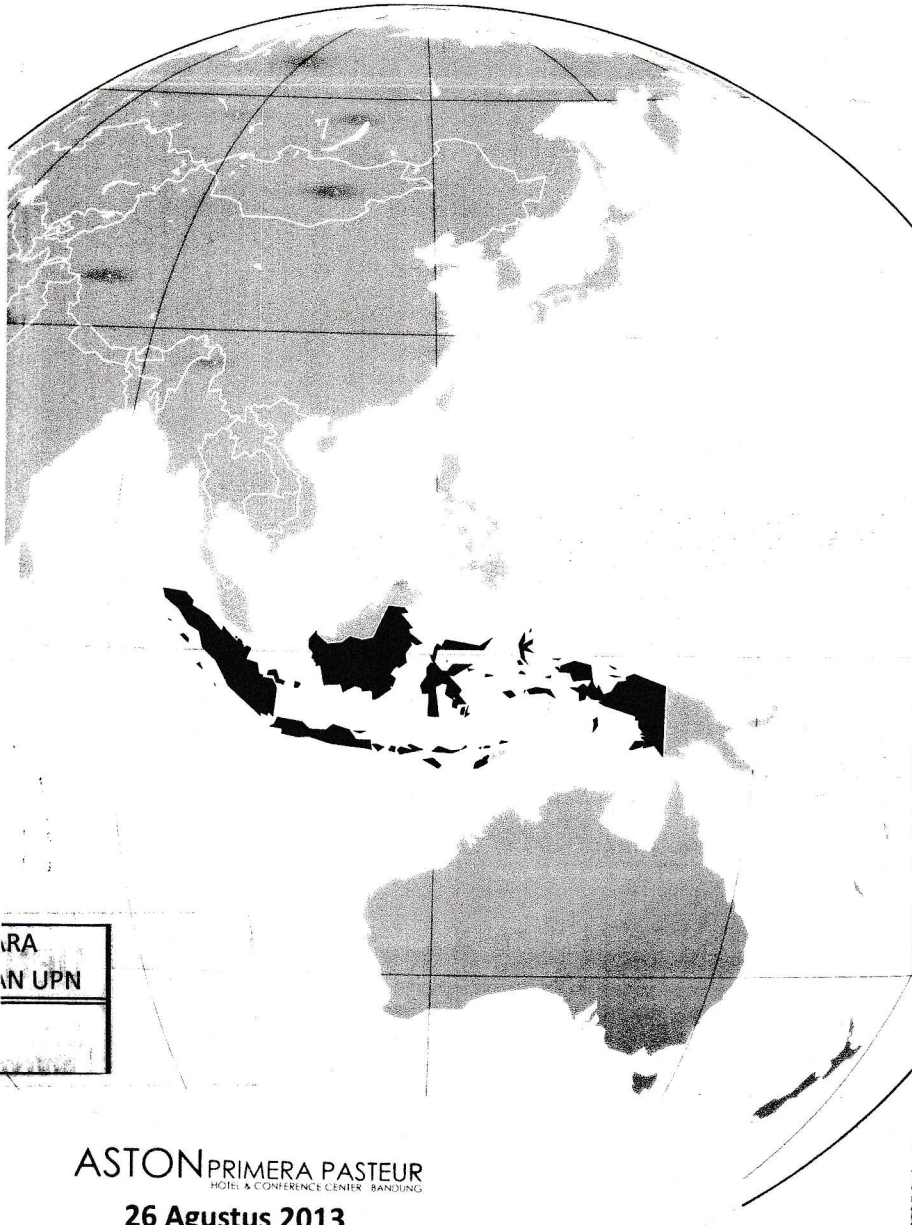


SEMINAR NASIONAL GEOMEKANIKA II

ISBN 978-979-8305-32-0



*"Peran Geomekanika dalam Pembangunan Sektor
Pertambangan, Perminyakan dan Infrastruktur"*



RA
N UPN

ASTON PRIMERA PASTEUR
HOTEL & CONFERENCE CENTER BANDUNG

26 Agustus 2013

Bandung, INDONESIA

DAFTAR ISI

Paper Code		Paper Title & Authors	Halaman
KN	1	<i>The Future of Geomechanics in Indonesia</i> Suseno KRAMADIBRATA (President of IRMS)	1
KN	2	<i>Strategic Plan of Ministry of Energy and Mineral Resources in Research and Development of Geomechanics</i> F.X. SUTIJASTOTO (Head of Puslitbang ESDM)	3
KN	3	<i>Strategic Plan of Ministry of Public Works in Research and Development of Geomechanics</i> Graitia SUTADI (Head of Puslitbang PU)	5
KN	4	<i>Blasting and Geotechnical Design of Open Pits</i> Kevin HOLLEY (Director of SRK Consulting Indonesia)	13
Rock Characterization			
RC	1	<i>Pengaruh Kehadiran Clay Mineral Terhadap Kestabilan Lereng dan Strategi Penambangan Blok B West Tambang Sambarata</i> Sindu UMBORO, Lukman HAKIM dan Welly TURUPADANG	25
RC	2	<i>Perubahan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Pada Pelapukan Breksi Piroklastik di Lokasi Longsor Gunung Pawinihan</i> Indra PERMANAJATI, Lambok.M.HUTASOIT, Imam. A. SADISUN, Bambang PRIADI	37
RC	3	<i>Penentuan Kualitas Batupasir Berdasarkan Pendekatan Petrografi dan Geomekanika</i> Twin H. W. KRISTYANTO, ISKANDAR, Irvan SOPHIAN, dan Febri HIRNAWAN	47
RC	4	<i>Studi Karakteristik Perilaku Rayapan Geser Batu Lumpur Skala Laboratorium</i> Diana PURBASARI, Suseno KRAMADIBRATA, Nuhindro Priagung WIDODO	55
Underground Structures			
UG	1	<i>Analisis Baji Sebagai Acuan Kebutuhan Penyanggaan di Lokasi Tambang Bawah Tanah UBPE Pongkor PT. ANTAM Tbk</i> Ryan PRATAMA, Taufik BISRI, Tajuddin NUR	63
UG	2	<i>Borehole Camera Monitoring di Tambang Block Cave DOZ - PT Freeport Indonesia</i> Alfan KURNIAWAN, Daulat NAPITUPULU, Arnold David WILSON	71
UG	3	<i>Pengambilan Bijih Tertinggal Menggunakan Metode Draw Point dan Longhole di Lokasi Ciurug Level 600, Pongkor, PT. Aneka Tambang Tbk</i> Satria RUM SYACHRAN, M Dian SYAHPUTRA SIAHAAN, Elbanil RASYID	77

Paper Code		Paper Title & Authors	Halaman
UG	4	<i>Prediksi Ketidakstabilan dan Analisis Resiko Pada Disain Mine Stoping</i> Bagaraja SIRAIT	87
UG	5	<i>Pemanfaatan Data AMT dan Pressuremeter Untuk Menentukan Tegangan Insitu</i> Edy M. ARSADI, Setiawan KAMIJO	89
UG	6	<i>Comparison of Compressional and Shear Wave Velocities Between Laboratory and Field Test on Sedimentary Rock, Case Study at Rantau Nangka Area, South Kalimantan</i> ZULFAHMI	95
UG	7	<i>Kestabilan Lubang Bukaian Terowongan Berdasarkan Analisis Tegangan dan RMR di Koto Tinggi, Sumatera barat</i> Aidy NURDIMANSYAH, Toni LESMANA, Zufaldi ZAKARIA, Dicky MUSLIM	103
UG	8	<i>Studi Amblesan Permukaan akibat Penambangan Longwall dengan menggunakan Model Fisik</i> Tri KARIAN, Suseno KRAMADIBRATA, Budi SULISTIANTO	113
Laboratory Test			
LT	1	<i>Prediction of Normal and Shear Stiffness of Rock Joints Using Physical and Numerical Modelling</i> Hasabelrsool E. Abdala ELSADIG, Ridho K. WATTIMENA, Ganda M. SIMANGUNSONG	119
LT	2	<i>A Simplified Model of an Interface Behaviour by Using Constant Normal Load (CNL) Shear Test : A Numerical Model</i> Winarpuro ADI RIYONO, Eric VINCENS	125
LT	3	<i>Permodelan Fisik Keruntuhan Lereng Akibat Peningkatan Gravitasi dan Curah Hujan</i> Yudhidya WICAKSANA, Suseno KRAMADIBRATA, Ridho Kresna WATTIMENA, Masagus Ahmad AZIZI dan Bob Andrea LINGGA	133
LT	4	<i>Pengaruh Skala Terhadap Kekuatan Geser Batuan Sedimen</i> Singgih SAPTONO, Suseno KRAMADIBRATA, Budi SULISTIANTO, Masyhur IRSYAM	139
Slope Stability & Infrastructures			
SSI	1	<i>Predict Time of Failure Based on Slope Movement Monitoring Data at Batu Hijau Open Pit Mine - PT Newmont Nusa Tenggara</i> Yan ADRIANSYAH	145
SSI	2	<i>Full Pit Monitoring Radar 360: Revolutionizing the Practice of Safety-Critical Slope Monitoring</i> Paolo FARINA, Niccolò COLI, Francesco COPPI, Francesco BABBONI, Garry SPENCER	151

Paper Code		Paper Title & Authors	Halaman
SSI	3	<i>Desain Bundwall Dalam Menahan Perpindahan Material pada Lereng Tambang</i> Barlian Dwi NAGARA	155
SSI	4	<i>Pengaruh Metode Penggalian Bedding Undercut pada Batuan Interlaminated Sandstone with Mudstone Terhadap Kestabilan Lereng</i> Dewi KURNIAWATI, Lukman HAKIM	159
SSI	5	<i>Main Road Stabilization, Maintenance and Control for Supporting Mining Operation of PT Freeport Indonesia</i> E. WIDIJANTO, I. SETIAWAN, S. RIVAL, A. JUNAIIDI	165
SSI	6	<i>Analisis perbandingan pendekatan probabilitas dan safety factor menggunakan metode kesetimbangan batas Bishop</i> Sodikin MANDALA PUTRA, Bertha ANDRIAN	175
SSI	7	<i>Studi Kasus Penanganan Kelongsoran Lereng Inpit Dump 17 Menggunakan Struktur Counterweight pada Tambang Batu Bara Pit 17</i> Yogie BASKORO, Didiek DJARWADI, Irwandy ARIF	187
SSI	8	<i>Geotechnical Risk Management Using Slope Stability Radar For Open Pit Coal Mines Indonesia</i> Rachmat Hamid MUSA, Indra SYAFRIYA, Teten RISYANA, RAHMAD	195

Desain *Bundwall* Untuk Menahan Perpindahan Material Pada Lereng Tambang

Barlian DWINAGARA

Prodi Teknik Pertambangan – UPN “Veteran” Yogyakarta, Jl. SWK. 104 – Condong Catur, Yogyakarta 55283,

Sari

Pada penambangan terbuka tidak akan terlepas dari terbentuknya lereng. Perpindahan (*displacement*) material pada lereng, atau lebih akrab dikenal sebagai gerakan tanah, merupakan suatu keniscayaan. Untuk itu perlu dilakukan upaya dalam rangka menahan perpindahan tanah tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan membuat *bundwall* pada lereng. Beberapa desain *bundwall* dapat diaplikasikan berdasarkan pada besarnya perpindahan dan dimensi *bundwall* tersebut. Dengan menggunakan metoda *finite element*, akan dilihat berapa perpindahan material yang dapat ditahan pada dua desain *bundwall* yang berbeda. Dari hasil model dapat diketahui bahwa pada desain *bundwall* pertama akan mengakibatkan perpindahan material sebesar 14,4 cm dan desain *bundwall* kedua sebesar 8,8 cm.

Kata kunci: lereng, perpindahan, *bundwall*, *finite element*

Abstract

On open pit mining will certainly make the slopes Material displacement on the slope, otherwise known as ground motion, is a certainty. It is necessary for the effort in order to hold the ground motion. One effort that can be done is to make *bundwall* at the slope. Some *bundwall* design can be applied based on the magnitude of the displacement and *bundwall* dimension. By using the *finite element* method, the displacement of material held by *bundwall* with different designs will be known. From the results of the model can be seen that the first *bundwall* design will result in the displacement of material is 14.4 cm and second *bundwall* design is 8.8 cm.

Keywords: slope, displacement, *bundwall*, *finite element*

*Penulis untuk korespondensi (*corresponding author*):

E-mail: barlian_dn@yahoo.com

Tel: +62-274-486701, Faksimil: +62-2274-486702

Mobile: +62-8122322364

I PENDAHULUAN

Perpindahan material pada lereng penambangan pasti akan terjadi dalam skala tertentu. Perpindahan (*displacement*) dapat masuk dalam kategori besar, sedang atau kecil. Beberapa tambang sudah membuat kategori besar perpindahan untuk menentukan status lereng tersebut.

Makalah ini akan menganalisis pembuatan *bundwall* untuk menahan perpindahan yang terjadi pada lereng. Beberapa desain *bundwall* dapat dibuat berdasarkan pada kebutuhan dan ketersediaan material sebagai tubuh *bundwall* tersebut. Kekuatan dan kemampuan *bundwall* dalam menahan perpindahan material, selain tergantung pada dimensi *bundwall* juga tergantung pada karakteristik material tubuh *bundwall*.

Ada dua desain *bundwall* yang akan dianalisis kemampuannya dalam menahan perpindahan material pada lereng. Perpindahan yang terjadi pada lereng ini diakibatkan adanya beban yang berada di atas lereng. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *finite element* dengan bantuan *software* Phase². Hasil dari model analisis adalah parameter faktor kekuatan (*strength factor*) dan besar perpindahan.

II KATEGORI BESAR PERPINDAHAN

Untuk menentukan bahwa suatu perpindahan dapat mengakibatkan bahaya atau tidak terhadap kestabilan lereng, maka ditentukan kategori besar perpindahan. Beberapa tambang telah mengaplikasikan kategori berdasarkan pada kondisi massa batuan di lokasi masing-masing, sehingga kategori tiap tambang dapat berbeda. Salah satu contoh kategori berkaitan dengan status lereng dapat dilihat pada Tabel 1.

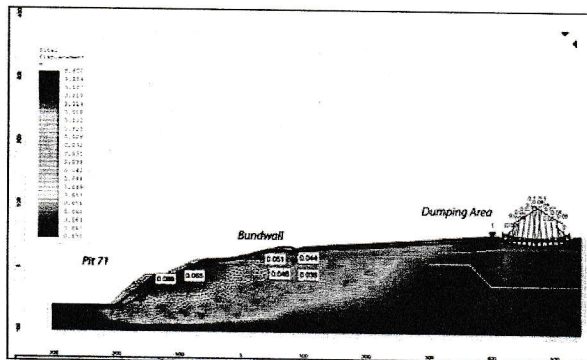
Tabel 1. Kategori besar perpindahan

Besar Perpindahan	0 - 10 cm	10 - 15 cm	> 20 cm		
Status lereng	Aman	Waspada	Kritis	Bahaya	Longsor

III DESAIN BUNDWALL

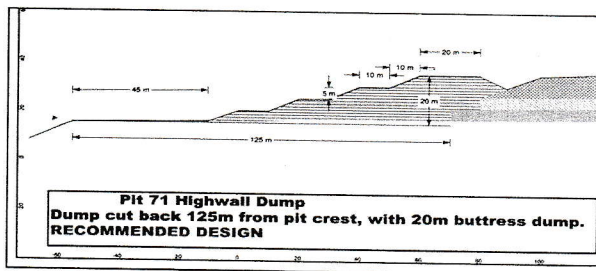
Pada suatu lokasi penambangan batubara, dengan adanya beban disposal (*dumping area*) akan mengakibatkan material original di bawah disposal menjadi bergerak menuju ke arah lereng *highwall* penambangan batubara. Lokasi disposal berada pada sekitar 600 m dari *crest* lereng *highwall* pada suatu Pit. Untuk menahan perpindahan material lereng maka perlu dibuat *bundwall* yang diletakkan pada lokasi

antara timbunan disposal dengan lereng penambangan tersebut. Untuk lebih jelasnya lokasi *bundwall* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi *bundwall* terhadap disposal dan pit

Pada tahap pertama, desain *bundwall* yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain *bundwall* pertama

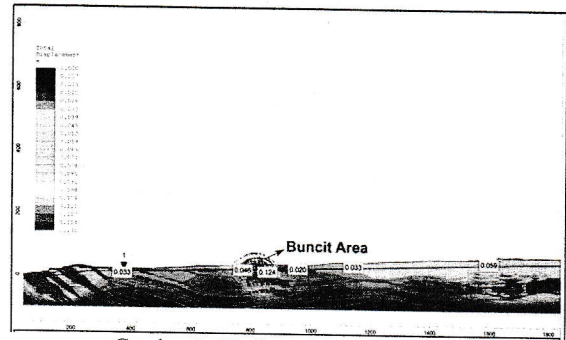
IV ANALISIS DESAIN BUNDWALL

4.1 Properties material

Dalam melakukan analisis desain *bundwall* menggunakan Phase² diperlukan input data berupa properties material pembentuk lereng. Untuk mendapatkan data properties telah dilakukan analisis balik terhadap fenomena yang terjadi di lapangan, yaitu besar perpindahan material pada suatu area, berdasarkan pengukuran dengan menggunakan *Total Station* dari hasil pemantauan (*monitoring*). Dalam analisis ini area tersebut dinamakan *Buncit Area*, Analisis balik juga dilakukan dengan menggunakan Phase².

Analisis balik dilakukan dengan merubah properties material hingga didapatkan besar perpindahan hasil model yang terjadi pada *Buncit Area* mendekati perpindahan kondisi aktual di lapangan. Dari hasil analisis balik didapatkan properties material insitu yang dapat dijadikan data masukan untuk permodelan berikutnya dalam analisis desain *bundwall*.

Hasil perpindahan model dari analisis balik sebesar 12,4 cm dapat dilihat pada Gambar 3. Perpindahan ini sudah mendekati perpindahan aktual dari data pemantauan sebesar 12 cm. Dari hasil analisis balik didapatkan properties material seperti terlihat pada Tabel 2.



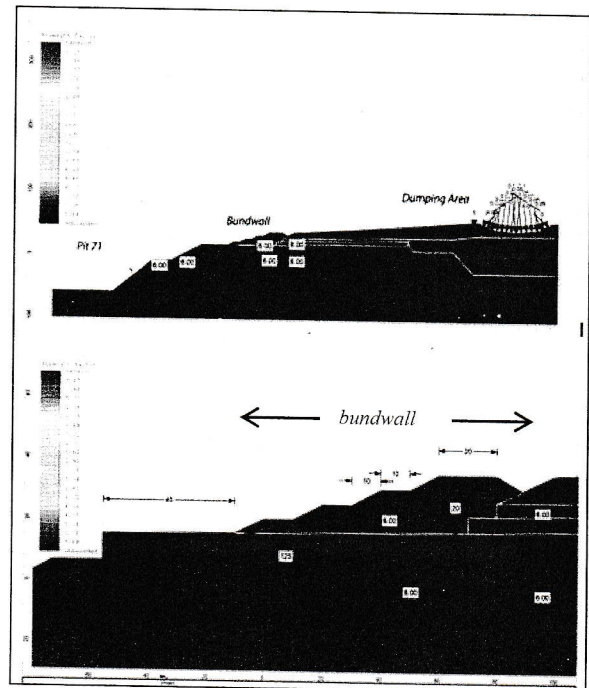
Gambar 3. Hasil model analisis balik

Tabel 2. Properties material hasil analisis balik

Material	Timbunan (OB)	Timbunan inpit 87 (OB 10)	Timbunan di atas inpit 87 (Blend 20)	Original floor (Claystone)	Original roof (Lumpur)	Original floor (Sandstone)	Coal
Unit weight (kN/m ³)	17,23	17,23	17,23	25,81	15,85	29,14	16,51
Young's modulus (GPa)	0,21	0,22	0,22	1,15	0,12	1,29	0,95
Poisson's ratio	0,25	0,25	0,25	0,3	0,25	0,3	0,3
Tensile strength (MPa)	1	1	1	2	1	2	2
Friction angle (degree)	5	1	1	25	0	27	26
Cohesion (kPa)	40	10	20	210,27	5	210,12	74,93

4.2 Analisis *bundwall*

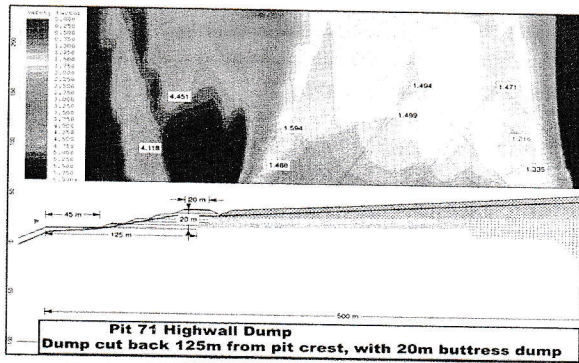
Dari desain *bundwall* pertama telah dilakukan analisis dengan hasil *Strength Factor* seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Strength Factor* desain *bundwall* pertama

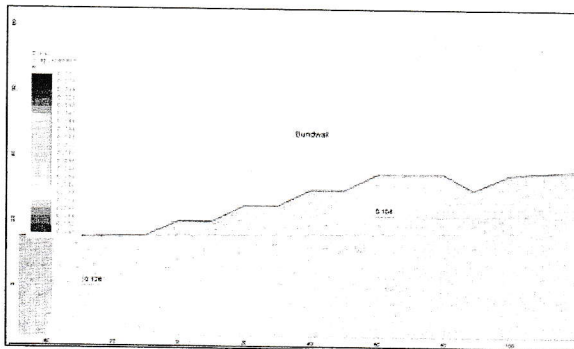
Dilihat dari nilai *Strength Factor* (SF) pada hampir semua titik besarnya SF = 6,0 sehingga dapat dikatakan bahwa rekomendasi *bundwall* tersebut masuk dalam kategori aman karena SF > 1,0. Sebagai pembandingan juga telah dilakukan analisis dengan metode kesetimbangan batas menggunakan *software Slide*. Nilai *strength factor* dari metode *finite element* ini melingkupi nilai *safety factor* dari metode kesetimbangan batas yang menunjukkan pada hampir semua titik di daerah *bundwall* mempunyai *safety factor* 4,12 dan 4,45 (lihat Gambar 5). Nilai *safety*

factor yang didapat ini juga masuk dalam kategori aman, karena *safety factor* > 1,0.

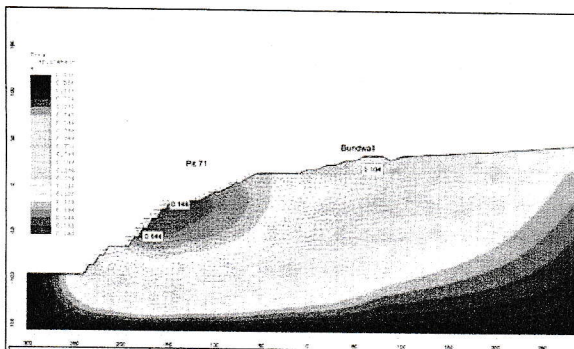


Gambar 5. Nilai Faktor Keamanan dari metode kesetimbangan batas

Untuk melengkapi analisis *bundwall*, selain *strength factor*, dengan metode *finite element* juga dapat dilihat perpindahan yang terjadi pada semua titik yang berada di daerah *bundwall* dan sekitarnya. Besarnya perpindahan ini untuk melihat seberapa jauh pergerakan yang terjadi pada *bundwall* jika sudah terbentuk yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang bekerja pada *bundwall* tersebut. Nilai perpindahan hasil model untuk desain *bundwall* pertama dapat dilihat pada Gambar 6, sedangkan perpindahan hasil model hingga Pit 71 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Perpindahan hasil model pada *bundwall*



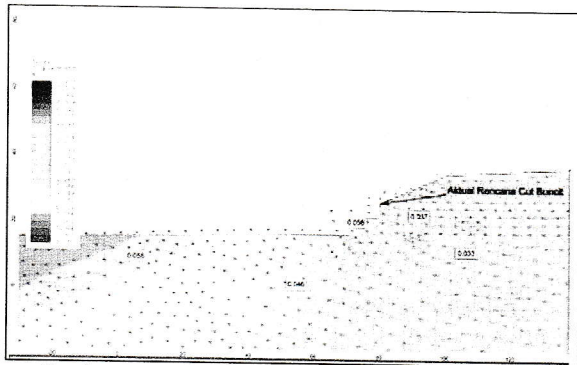
Gambar 7. Perpindahan dari *bundwall* sampai lereng penambangan (Pit 71)

Dari hasil model terlihat perpindahan yang terjadi pada desain *bundwall* pertama maksimal 10,4 cm sedangkan pada Pit 71 menunjukkan nilai maksimal 14,4 cm. Perpindahan ini masuk dalam **Status Kritis** (lihat

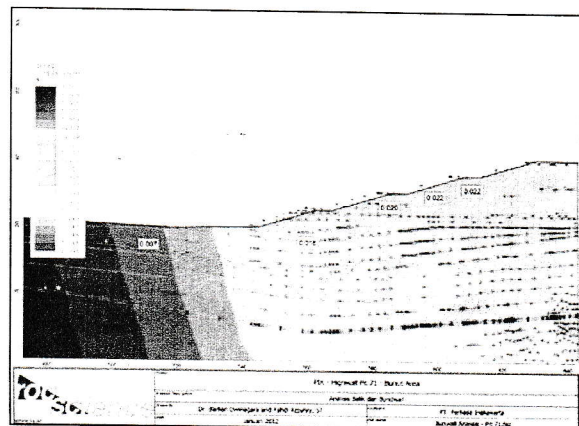
Tabel 1).

Sementara itu, untuk mengaplikasikan desain *bundwall* pertama sebelum konstruksi *bundwall* dibentuk akan dilakukan penggalian terlebih dahulu di bagian bawah sebagai pondasi *bundwall*. Dengan metode *finite element* dapat dilihat perpindahan yang terjadi selama proses penggalian pada pondasi tersebut. Besarnya perpindahan yang terjadi (lihat Gambar 8) pada dasar rencana *bundwall* terlihat maksimal sebesar 5,8 cm.

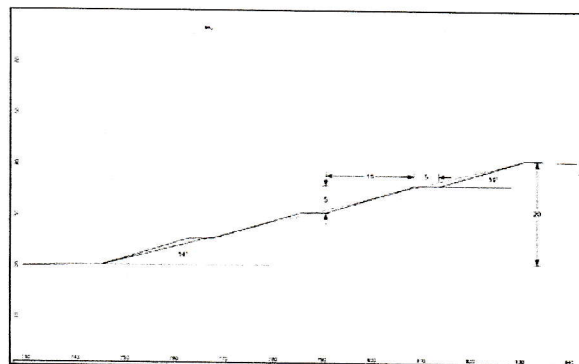
Untuk mengurangi besarnya perpindahan ini maka pada dasar rencana *bundwall* perlu dilakukan *benching* pada sisi bagian Timur. Dengan *benching* tersebut maka perpindahan yang terjadi pada dasar *bundwall* pada saat proses penggalian menjadi maksimal 2,2 cm (lihat Gambar 9). Dimensi *benching* pada dasar *bundwall* bagian Timur dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8. Perpindahan pada dasar *bundwall* sebelum *benching*

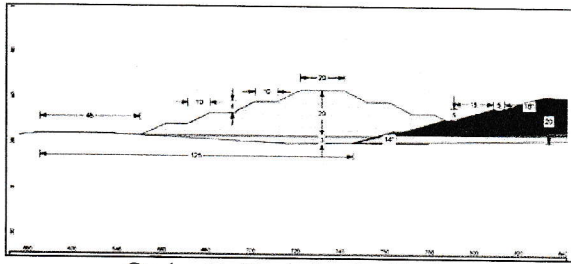


Gambar 9. Perpindahan pada dasar *bundwall* setelah *benching*



Gambar 10. Dimensi *benching* pada dasar *bundwall*

Dengan *benching* pada dasar *bundwall*, maka terbentuk desain *bundwall* kedua, lihat Gambar 11, yang berbeda dengan desain *bundwall* pertama.



Gambar 11. Desain *bundwall* kedua

4.3 Perpindahan setelah pembuatan *bundwall*

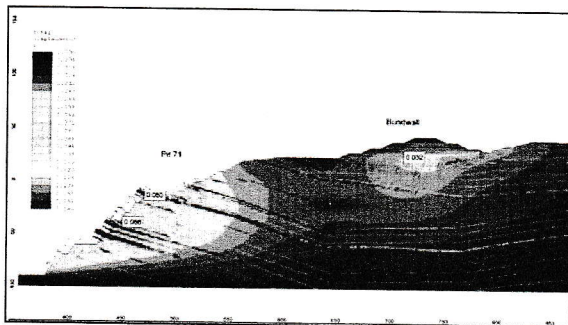
Tujuan utama pembuatan *bundwall* adalah menahan besar perpindahan material yang terjadi pada lereng di samping *bundwall*. Lereng ini perlu dijaga kestabilannya karena akan menjadi lereng *highwall* penambangan. Namun demikian perpindahan pada tubuh *bundwall* itu sendiri juga perlu diketahui, karena *bundwall* bertugas menahan tekanan yang diakibatkan oleh timbunan disposal. Besar perpindahan ini dapat menjadi acuan kriteria keamanan terhadap lereng *highwall* dan tubuh *bundwall*.

Material yang digunakan untuk tubuh *bundwall* merupakan campuran *sandstone* dan *claystone* dari material *overburden* (OB) dengan pendekatan properties lihat Tabel 3.

Tabel 3. Properties tubuh *bundwall*

Material	Timbunan (OB)
Unit weight (kN/m ³)	30
Young's modulus (GPa)	20
Poisson's ratio	0,3
Tensile strength (MPa)	1,5
Friction angle (degree)	35
Cohesion (kPa)	211,5

Dari konstruksi *bundwall* yang telah direvisi sehingga dimensi berbeda dengan desain *bundwall* pertama dapat diketahui perpindahan material di sekitar desain *bundwall* kedua dari hasil model (lihat Gambar 12).



Gambar 12. Perpindahan hasil model pada desain *bundwall* kedua

Perbandingan perpindahan yang terjadi antara desain *bundwall* pertama dan desain *bundwall* kedua dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perpindahan material hasil model

Desain <i>bundwall</i>	Perpindahan material (cm)		Status perpindahan
	Tubuh <i>bundwall</i>	Pit 71	
Pertama	10,4	14,4	Kritis
Kedua	3,2	8,8	Waspada

V DISKUSI

Perubahan desain *bundwall* akan berpengaruh terhadap perpindahan baik yang terjadi pada tubuh *bundwall* itu sendiri maupun pada lereng *highwall* di sisi Barat *bundwall*. Perubahan desain yang signifikan terjadi pada sisi Timur *bundwall*, dimana pada desain pertama tidak dibuat *benching* dan dirubah menjadi *benching* pada desain kedua. Perubahan ini dilakukan karena pada saat penggalian pondasi untuk *bundwall*, pada desain pertama dikhawatirkan material lereng dari sisi Timur akan meluncur masuk ke dalam Pit jika tidak dibuat *benching*.

Desain *bundwall* kedua, yaitu dengan pembuatan *benching* pada sisi Timur ternyata dapat mengurangi perpindahan material lereng pada sisi Timur, tubuh *bundwall* sendiri dan lereng *highwall* yang berada di sisi Barat. Perpindahan pada material lereng, pada desain *bundwall* pertama masuk dalam kategori kritis, sedangkan pada desain *bundwall* kedua masuk dalam kategori waspada.

Upaya menahan perpindahan material lereng ini perlu dilakukan karena pada sisi Barat akan dibuka penambangan sehingga harus dipastikan tidak ada material dari sisi Timur yang meluncur masuk ke dalam Pit. Timbunan disposal di sisi Timur akan memberikan tekanan pada material lereng yang berada di bawahnya, berupa material *mud* yang mudah meluncur.

VI KESIMPULAN

Perubahan desain *bundwall* dengan membuat *benching* pada sisi Timur dapat mengurangi perpindahan material lereng baik pada tubuh *bundwall* itu sendiri maupun pada lereng *highwall* penambangan (Pit 71). Kategori perpindahan berubah dari status kritis menjadi waspada.

VII UCAPAN TERIMA KASIH

Analisis ini dibuat berdasarkan rekomendasi yang telah dibuat oleh Tim dari PT. Perkasa Inakakerta, untuk itu diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Warren Tamblyn dan Bapak Suhud Wahyudi atas kerjasama yang baik selama ini. Terima kasih juga kepada Saudara Yahdi Azzuhry yang telah membantu melakukan running model dengan *software* Phase² dan Slide.

VIII DAFTAR PUSTAKA

- Dwinagara B., 2012, *Pengawasan geoteknik on site PT. Perkasa Inakakerta*, Mineral & Coal Studio.
- Warren T., 2012, *Buttress dump recommended design for Pit 71 highwall dump*, PT. Perkasa Inakakerta.