

Analisis Potensi Baji Pada Terowongan Tambang Dengan Metode Kinematika Di PT. CSD Blok Cibitung Provinsi Banten

Frengky Seki Banunaek¹, Barlian Dwi Nagara², Ambar Sutanti³, Dwi Ningrum⁴

^{1,2,3,4}Mahasiswa Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta
banunaekfrengky@gmail.com

Abstrak

Aktivitas sistem penambangan underground tentunya akan selalu dihadapkan dengan masalah deformasi dan stabilitas suatu terowongan, seperti pada terowongan Cibitung PT. Cibaliung Sumberdaya dapat terganggu karena adanya pengaruh bidang diskontinu, hal ini terkait dengan kekuatan dari massa batuan yang akan dibongkar, salah satu efek dari struktur yang saling berpotongan maka akan membentuk baji (3 joint berpotongan). Penelitian ini dilakukan di PT. Cibaliung Sumberdaya, Analisis kinematika dilakukan dengan bantuan perangkat lunak DIPS sedangkan untuk analisis blok baji dengan menggunakan UNWEDGE. Potensi baji pada tambang bawah tanah pada blok Cibitung terlihat pada atap kiri. Hasil modeling dengan UNWEDGE menunjukkan adanya peningkatan FS yang signifikan bila pada blok ambrukan baji di support dengan split set tipe galvanis dengan panjang 2 m dengan spacing in plane 1.5 m, spacing out of plane 2 m dan shocrete dengan tebal 3 cm diperoleh nilai FS stabil.

Kata kunci : kinematika, DIPS, ambrukan baji, UNWEDGE

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Metode penambangan emas di PT. CSD adalah metode tambang *cut and fill*. Metode ini digolongkan menjadi dua cara yaitu *overhand* dan metode *underhand*. Cara penggalian *overhand* merupakan cara penggalian yang mengarah keatas dengan material *backfill* sebagai lantai kerja sedangkan *underhand* merupakan kebalikannya dimana arah penggaliannya mengarah ke bawah dengan material *backfill* sebagai atap sehingga perlu tambahan perkuatan agar material *backfill* tidak runtuh dan merupakan teknik yang baru dikembangkan untuk daerah dengan kondisi batuan yang lemah dan bijih yang berkadar tinggi. Aktivitas penambangan dengan sistem *underground* tentunya akan selalu dihadapkan dengan masalah deformasi dan stabilitas suatu terowongan, sehingga sangat diperlukan *mapping* Geomekanika dengan tujuan untuk mengetahui klasifikasi massa batuan, selain itu dapat mengetahui adanya potensi ambrukan baji di sekitar terowongan. Selain pengukuran *Srike* dan *DIP* terhadap bidang *diskontinu* perlu juga pengukuran arah terowongan (*Azimuth*) untuk mengetahui arah bukaan terowongan. Keberadaan ambrukan baji dapat diketahui atau diidentifikasi dengan adanya tiga atau lebih *joint* yang saling berpotongan

1.2 Lokasi Pengukuran

Adapun Lokasi pengukuran di area tambang *underground* PT. Cibaliung Sumber Daya Blok Cibitung yaitu pada area *development* yaitu : blok cibitung *decline* yang merupakan akses utama blok cibitung dan cibitung *crosscut 7 south*.

2. Metode pengambilan dan Analisa data

2.1 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilapangan dengan melakukan pengukuran *DIP* dan *Strike* serta pengukuran *Azimuth* (arah penggalian terowongan) dengan menggunakan kompas geologi tipe *Burton*. Adapun Prosedur pengukuran yang dilakukan adalah :

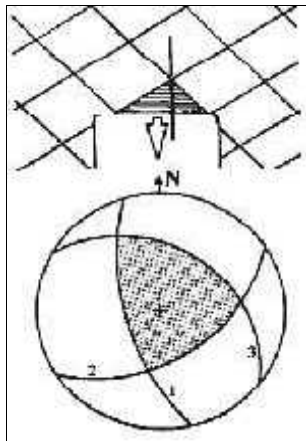
- Azimuth*
Posisikan kompas geologi setinggi pinggang lalu masukan gelembung kedalam nivo mata sapi kemudian baca N°_E
- Dipdirection*
Sejajarkan kompas dengan *strike* kemudian masukan gelembung kedalam nivo mata sapi lalu baca N°_E
- Strike*
 - Untuk pembacaan arah *Strike* Posisikan kompas sesuai dengan arah *joint*, kemudian tempelkan sisi E (*East*), geser sampai gelembung udara dalam *bull's eye* masuk kedalam lingkaran.
 - Tunggu hingga jarum kompas stabil, lalu amati nilai sudut yang ditunjuk oleh jarum arah utara (*north*). Lalu baca N°_E .
- Pengukuran *DIP*

- Untuk pengukuran *DIP* tempelkan sisi W (*West*) dan usahakan membentuk sudut 90° terhadap *strike*, selanjutnya Clinometer diputar – putar sampai gelembung udara berada tepat di tengah garis dalam clinometer, setelah itu lakukan pembacaan N°_E .

2.2 Metode Analisa Data

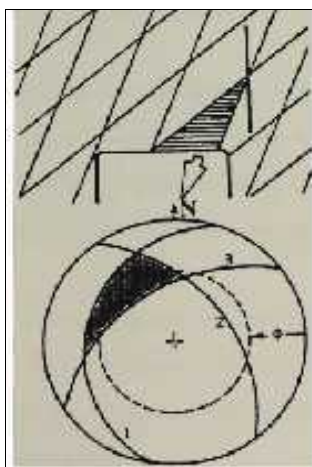
2.2.1 Analisis dengan *Dips*

DIPS telah dirancang untuk analisis set data yang berhubungan dengan analisa rancangan struktur batuan, sehingga format yang dipakai data *DIPS* memungkinkan menganalisa segala bentuk orientasi basis data. Penggunaan aplikasi *DIPS* antara lain untuk geologi, tambang dan teknik sipil. Penggunaan *DIPS* untuk penentuan arah umum diskontinuitas pada struktur-struktur geologi, dan penentuan jenis longoran yang terbentuk dengan data sudut geser dalamnya. Analisis dengan perangkat lunak *DIPS* bertujuan untuk mengetahui kinematika pada massa batuan yang diteliti. Data yang digunakan sebagai inputan dalam perangkat lunak ini adalah *DIP*, *Dip Direction*, serta *Azimuth* penggalian.



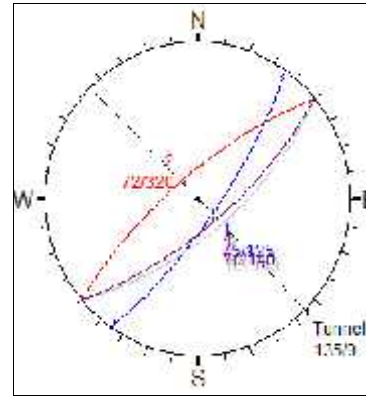
sumber : Chen, 1994

Gambar 1 Jatuhnya Baji dari atap terowongan



sumber : Chen, 1994

Gambar 2. Gelinciran baji sepanjang bidang discontinu



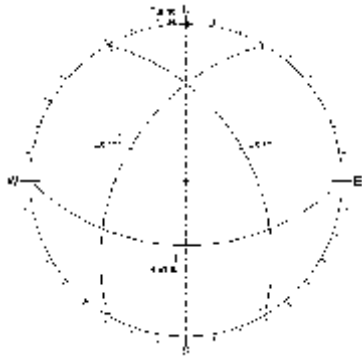
Gambar 3 Contoh Hasil Analisis Dengan *DIPS*

2.2.2 Analisis dengan *UNWEDGE*

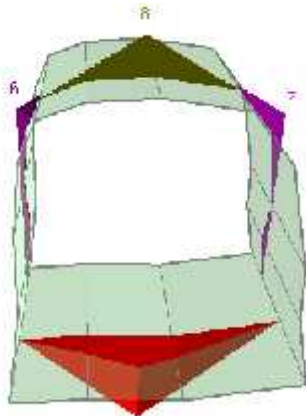
UNWEDGE adalah suatu software pertambangan khususnya *underground* yang sering digunakan untuk analisis geometri dan stabilitas suatu bukaan dan menganalisis potensi ambrukkan baji dengan mendefenisikan perpotongan struktur diskontinu (*intersection structural discountinuities*) pada metode tambang *underground*. Potensi dan dimensi baji tergantung dari dimensi bukaan, bentuk serta orientasi *joint*. Ambrukkan baji yang terbentuk dari perpotongan 3 *joint* awalnya diperoleh dari analisis kinematika dengan *DIPS* yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis ukuran dan bentuk baji dengan *UNWEDGE*. Adapula data penting selain *joint set* dan *azimut*, yakni penampang bukaan terowongan, ketiga data ini kemudian dimasukkan ke dalam proses analisis dengan *UNWEDGE* untuk mengetahui potensi dan letak terbentuknya baji. Misalnya pada gambar 4 dibawah menunjukkan potensi baji terdapat di dinding bagian kiri dan dinding kanan bagian bawah. Data yang digunakan untuk analisis kinematika dilihat pada tabel 1, hasil analisis kinematika dapat dilihat pada gambar 4 sedangkan hasil analisis ambrukkan baji dengan *UNWEDGE* seperti terlihat pada Gambar 5

Tabel 1 Contoh data yang digunakan untuk analisis kinematik dengan *DIPS*

Joint	Dip	Dip Direction	Propertis
1	45	180	Joint Propertis 1
2	45	60	Joint Propertis 2
3	45	300	Joint Propertis 3

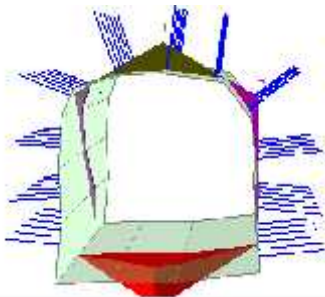


Gambar 4 Contoh hasil analisis potensi ambrukkan baji dengan Software DIPS



Gambar 5 Contoh Hasil Analisis Dengan UNWEDGE, bukaan tanpa support

Dari contoh analisis diatas dapat dilihat bahwa potensi baji terdapat pada semua bagian dari bukaan terowongan yaitu pada bagian dinding kiri – kanan, atap dan lantai, analisis dibuat dengan kondisi bukaan terowongan belum di *support* maka dari analisis diperoleh $FS < 1$, apabila bukaan tersebut diberikan *support* dengan *rockbolt* dengan panjang 2 m dan spasi 1.5 m untuk setiap *ring* serta *spasi out in plane* 2.5m maka nilai FS berubah menjadi lebih signifikan yakni $FS = 2.5$, seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 6 Contoh Hasil Analisis Dengan UNWEDGE, bukaan dengan support

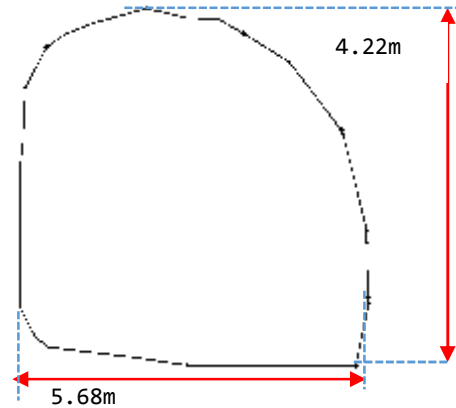
3. Hasil dan Pembahasan

Ambrukkan baji dapat terbentuk oleh adanya perpotongan antara tiga (3) *joint set*. Adapun Hasil analisis dengan software DIPS dan UNWEDGE

terhadap hasil pengukuran *joint set* pada blok Cibitung decline dan cibitung *crosscut* 7 sebagai berikut:

a. Cibitung Decline

Decline merupakan akses utama bagi para penambang dan alat mekassis masuk ke terowongan blok cibitung PT. Cibaliung. Dimensi bukaan dengan lebar 5.68 m dan tinggi 4.22 m seperti pada gambar 1.2. dimensi aktual diukur dengan menggunakan *Distometer*. Bentuk bukaan diperoleh dari hasil pengukuran langsung dengan *total station* kemudian di input ke surpac 6.3.2



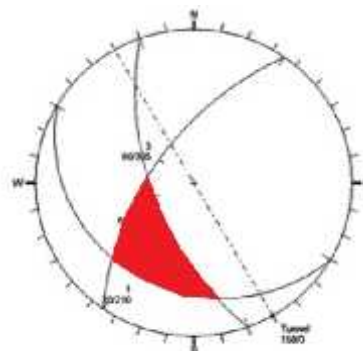
Gambar 7 Dimensi lubang bukaan Cibitung decline diukur dengan Distometer

Adapun hasil pengukuran DIP dan *Dip direction* terhadap tiga *joint set* yang saling berpotongan pada *heading* cibitung decline seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran orientasi *joint set* blok cibitung decline dengan DIPS

Joint	Dip	Dip Direction	Propertis
1	20	210	Joint Propertis 1
2	60	250	Joint Propertis 2
3	60	305	Joint Propertis 3

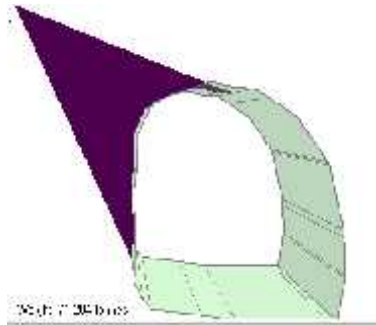
Sumber : Hasil pengukuran



Gambar 8 Hasil analisis potensi ambrukkan baji pada blok cibitung decline PT. CSD, dengan Software DIPS

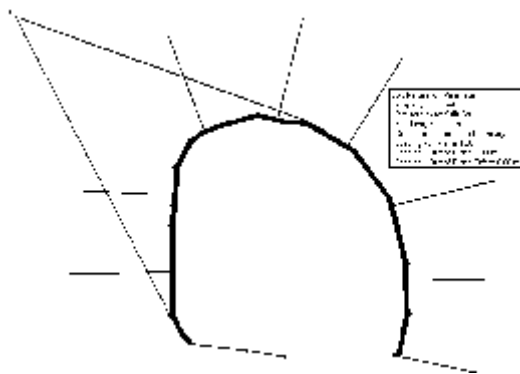
Dari hasil analisis kinematika dengan software DIPS menunjukkan adanya potensi ambrukkan baji pada blok cibitung decline tergambar 3 *joint set*

yang berpotongan membentuk baji, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.3 *Triangle* berwarna merah merupakan area yang berpotensi terjadi ambruk baji.



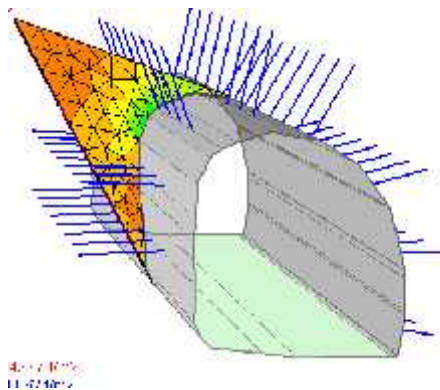
Gambar 9 Hasil analisis potensi ambruk baji 3D pada blok cibitung decline PT. CSD, tanpa penyangga dengan Software UNWEDGE

Hasil analisis potensi baji dengan software UNWEDGE menunjukkan bahwa potensi ambruk baji terletak pada dinding atas kiri, yang terbentuk dari 3 *joint set*. Tanpa penyangga dengan nilai FS 2.2.



Gambar 10 Analisis potensi ambruk baji 2D pada blok cibitung decline PT. CSD, dengan penyangga menggunakan Software UNWEDGE

Model UNWEDGE dengan *support split set* tipe galvanis dan *shotcrete*. Unit weight *shotcrete* $2.1t/m^3$

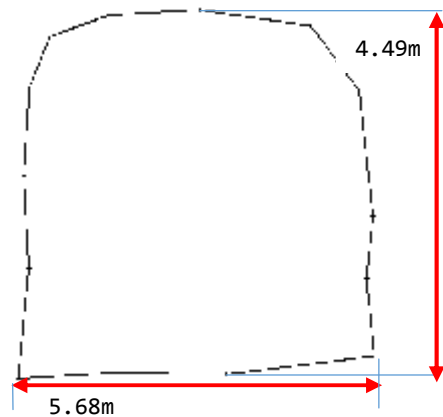


Gambar 11 Model potensi ambruk baji 3D pada blok cibitung decline PT. CSD, dengan penyangga menggunakan UNWEDGE

Hasil analisis menggunakan penyangga *split set* tipe *galvanis* dengan panjang 2m dengan *spacing in plane* 1.5m, *spacing out of plane* 2m dan *shotcrete* dengan tebal 3cm diperoleh nilai FS 6.5

b. CBT_XC_07

Area *Crosscut_7* merupakan salah satu blok yang menjadi akses utama yang digunakan untuk mengambil ore pada level setelahnya. Dimensi bukaan dengan lebar 5.68m dan tinggi 4.49m seperti pada Gambar 1.7



Gambar 12 Dimensi aktual lubang bukaan CBT_XC_07

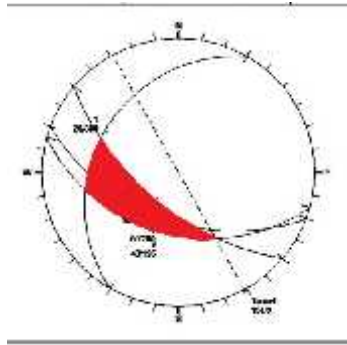
Dimensi aktual bukaan diperoleh dari pengukuran yang dilakukan dengan Total Station (TS) kemudian data berupa koordinat di input dari TS ke Surpac bertujuan untuk membuat model bukaan terowongan dan menghitung volume. Sedangkan pengukuran *joint* menggunakan kompas tipe *burton*. Adapun hasil pengukuran *joint set* pada heading CBT_XC_07 seperti pada Tabel 3

Tabel 3 Analisis orientasi *joint set* blok CBT_XC_07 dengan DIPS

Joint	Dip	Dip Direction	Propertis
1	26	300	Joint Propertis 1
2	60	220	Joint Propertis 2
3	40	195	Joint Propertis 3

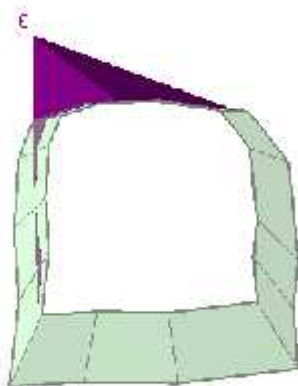
Sumber : Hasil pengukuran

Hasil pengukuran orientasi *joint* kemudian di input ke software DIPS, untuk melihat potensi ambruk baji pada blok cibitung *crosscut 7*. Hasil plotting data orientasi *joint set* dapat dilihat pada Gambar 1.8.



Gambar 8 Hasil analisis potensi ambrukan baji pada blok CBT_XC_07 PT. CSD, dengan Software DIPS

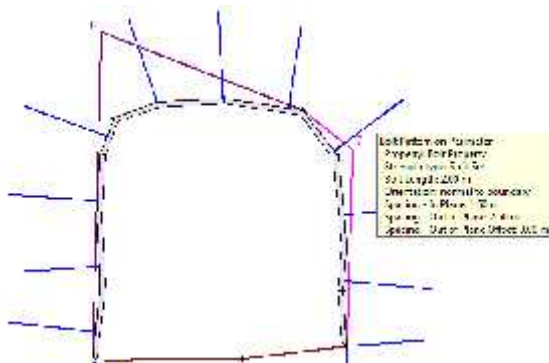
Yang diberi *triangle* merah pada model DIPS merupakan area perpotongan tiga *joint set* yang berpotensi terjadinya ambrukan baji.



weight: 10.237 tonnes

Gambar 13 Modeling ambrukan baji 3D pada blok CBT_XC_07 PT. CSD, tanpa penyangga dengan Software UNWEDGE

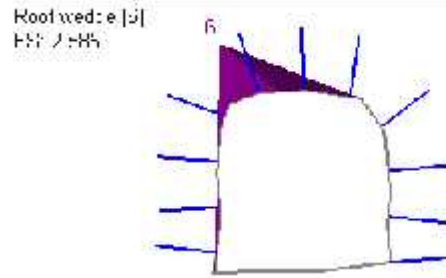
Dari hasil analisis didapat potensi ambrukan baji pada bagian atas (*roof*) dengan *weight* 10.237 ton, modeling dibuat tanpa penyangga maka FS yang diperoleh adalah 2.0, nilai ini masih kurang dari standar FS yang ditetapkan PT.CSD yaitu 2.50,



Gambar 14 Analisis potensi ambrukan baji 2D pada blok cibitung decline PT. CSD, dengan penyangga menggunakan Software UNWEDGE

Kemudian analisis dilakukan dengan menggunakan support *rockbolt* tipe *galvanis* panjangnya 2 m, spasi *in plane* 1.5 m serta *out of*

plane 2.5 m dan tebal shotcrete 5 cm, seperti di tunjukan pada Gambar 14



Volume: 3.7:1 m³ Weight: 11.557 tonnes

Gambar 15 Modeling ambrukan baji 3D pada blok CBT_XC_07 PT. CSD, sudah support dengan Software UNWEDGE

Hasil analisis menggunakan penyangga *split set* tipe *galvanis* dengan panjang 2m dengan *spacing in plane* 1.5m, *spacing out of plane* 2m dan shocrete dengan tebal 5 cm diperoleh nilai FS stabil yaitu 2.56

4. Kesimpulan

- a. Dari hasil modeling menggunakan software DIPS dan UNWEDGE terdapat potensi ambrukan baji pada blok Cibitung Decline yang merupakan are *development* dan blok cibitung *crosscut* 7 yang merupakan akses utama bagi para pekerja dan alat berat untuk melakukan kegiatan penambangan
- b. Sesuai dengan analisis kinematika dengan DIPS potensi ambrukan baji terbentuk karena adanya 3 *joint set* yang saling berpotongan, serta potensi ambrukan baji pada area decline berasal dari dinding kiri atas sedangkan pada area XC 7 potensi baji terlihat pada bagian atap dari bukaan.
- c. Hasil modeling dengan UNWEDGE menunjukkan adanya peningkatan FS yang signifikan bila pada blok ambrukan baji di support dengan *split set* tipe *galvanis* dengan panjang 2m dengan *spacing in plane* 1.5m, *spacing out of plane* 2m dan shocrete dengan tebal 5cm diperoleh nilai FS stabil.
- d. Sebaiknya menggunakan *jambo drill* pada saat pemasangan *rockbolt* karena jangkauan dari *jambo drill* lebih jauh

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih dihanturkan kepada

1. PT. Cibaliung Sumberdaya yang telah mengijinkan untuk melakukan penelitian,
2. Bapak Dr. Barlian Dwi Nagara, ST, MT yang telah memberikan banyak masukan dalam penyelesaian penulisan jurnal ini.
3. Sdri Ambar Sutanti, ST dan Dwi Aryanti Ningrum, ST selaku rekan yang telah

membantu dalam dalam penulisan jurnal,
serta pihak – pihak lain yang telah
mendukung dalam penulisan jurnal ini.

6. Daftar Pustaka

- Chen Dianmin. (1994). *Design of Rock Bolting System for Underground Excavations*. University of Wollongong.
- Hoek E., 2002, A Brief History of The Development of The Hoek-Brown Failure Criterion, <http://www.rockscience.com>.
- Hoek E., 2002, Hoek-Brown Failure Criterion 2002 Edition, <http://www.rockscience.com>.
- Tyler, D.B., Trueman, R.T. and Pine, R.J. 1991. Rockbolt support design using a probabilistic method of key block analysis. In *Rock Mechanics as a multidisciplinary science*, (ed. J.C. Roegiers), 1037 – 1047. Rptterdam : Balkema.
- Zhu Weishen and Zhao Jian (2004). *Stability analysis and modelling of underground excavations in fractured rocks*. Elsevier Geo – engineering book series. Volume I



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :




- Nama Pemakalah : Frengky Seki Banunaek¹, Ambar Sutanti³, Dwi Aryanti Ningrum⁴.
BARLIAN DWI NAGARA²
- Judul Makalah : ANALISIS POTENSI BAJI DI TEROWONGAN TAMBANG PT. CSD BLOK CIBITUNG DENGAN METODE KINEMATIKA PROVINSI BANTEN
- Pukul : 11.00 - 11.15
- Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
- Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
- Ruang : C.1
- Moderator : Hidayatullah, S.T., M.T
- Notulen : Lilis Zulaikha, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : 8 orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Hidayatullah, S.T., M.T	 Frengky Seki Banunaek ¹ , Ambar Sutanti ² , Dwi Aryanti Ningrum ³



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
 Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471




NOTULEN
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Frengky Seki Banunaek¹, ^{BARLIANI DWI NAGARA²} Ambar Sutanti³, Dwi Aryanti⁴ Ningrum³
- Judul Makalah : ANALISIS POTENSI BAJI DI TEROWONGAN TAMBANG PT. CSD BLOK CIBITUNG DENGAN METODE KINEMATIKA PROVINSI BANTEN
- Pukul : 11.00 - 11.15
- Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
- Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
- Ruang : C.1

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
<p>1. Baji termasuk bahan apa</p> <p>2. Tingkat keplastisan terhadap cara pengaliran</p>	<p>1. Bahan andesit.</p> <p>2. 90% jalin antara kompas yang dipakai adalah kompas geologi dan hasil simulasi di lapangan sesuai dengan analisis</p>

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. dr. Sugianto, MT	 Hidayatullah, S.T., M.T	 Frengky Seki Banunaek ¹ , Ambar Sutanti ² , Dwi Aryanti Ningrum ³