

Nomor ISBN 978-602-8206-67-9



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
KEBUMIHAN X TAHUN 2015**



**Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta**

Dalam Rangka
Dies Natalis UPN "Veteran" Yogyakarta ke-57



**Peran IPTEK Kebumihan Untuk
Mendukung Kemandirian dan
Ketahanan Energi Nasional**

Penyunting:

Bambang Triwibowo
Hasywir Thaib Siri
Indah Widiyaningsih
Wiji Raharjo

Yogyakarta, 18-19 November 2015

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL.....	iv
SAMBUTAN REKTOR UPN "VETERAN" YOGYAKARTA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
KELOMPOK ENERGI.....	1
1 PROBLEMA PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG PROGRAM ENERGI LISTRIK 35.000 MW KUSNARYO	2
2 KAJIAN INITIAL OIL IN PLACE RESERVOIR X BERDASARKAN DATA RESERVOIR DAN DATA PRODUKSI Dyah Rini RATNANINGSIH, Dedy KRISTANTO, Sindu Fitra Kumara AJI	9
3 PENGEMBANGAN STRUKTUR BIMA DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI WIBOWO, Edgie Yuda KAESTI	20
4 OPTIMASI PRODUKSI <i>BROWNFIELD</i> LAPANGAN "O" Mia Ferian HELMY	31
5 PENINGKATAN KAPASITAS BLOCK STATION DI STRUKTUR GIRI Edgie Yuda KAESTI, HARYADI	37
6 PENGGUNAAN TEKNOLOGI <i>MICROWAVE</i> UNTUK <i>COAL UPGRADING</i> Rengga Ade SAPUTRA	45
7 GASIFIKASI AWAL PADA BATUBARA PERINGKAT RENDAH TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN MENGGUNAKAN REAKTOR UNGGUN TERFLUIDISASI Edy NURSANTO, Tutik MUJI S., I Gusti S.BUDIAMAN, Gogot HARYONO, Bambang SUGIARTO, Purwo SUBAGYO	50
8 PENGGUNAAN INFORMASI TEKNOLOGI SEBAGAI KUNCI KEBERHASILAN KEGIATAN AWAL EKSPLORASI ENERGI PANASBUMI Herry RISWANDI	55
9 PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS NIKEL TERHADAP PRODUK GASIFIKASI BATUBARA PERINGKAT RENDAH Agus TRIANTORO	63
10 PERCAMPURAN BATUBARA UNTUK MENDAPATKAN BATUBARA PENGOKAS KUALITAS BAIK MELALUI ANALISIS FSI DAN PETROGRAFI Yudho Dwi GALIH, Diana Irmawati PRADANI, Ratih Hardini Kusima PUTRI, Heru DWIRIAWAN	71

11	OPTIMASI TEKANAN KEPALA SUMUR PADA LAPANGAN PANAS BUMI X <i>CLUSTER Y</i> Eko Widi PRAMUDIOHADI, Kharisma MUSLIMIN	78
12	OPTIMASI INJEKSI SURFAKTAN PADA LAPANGAN BATU PASIR DENGAN MINYAK RINGAN Indah WIDIYANINGSIH, Boni SWADESI	95
13	COMBINING HOT WATER INJECTION-SOLVENT AND ELECTROMAGNETIC HEATING FOR INCREASING RECOVERY FACTOR IN HEAVY OIL RESERVOIR SURANTO	103
14	STUDI PENGURASAN MINYAK TAHAP LANJUT MENGGUNAKAN STIMULASI VIBRASI Harry BUDI HARJO S	112
15	EXPERIMENTAL STUDI : CHEMICAL SYNERGISM IN CONCOCTING SURFACTANT FORMULATION FOR LOW SALINITY RESERVOIR Ratna WIDYANINGSIH, Ivan EFRIZA	121
KELOMPOK GEOLOGI - EKSPLORASI		127
1	ANALISIS MINERAL LEMPUNG PADA BATUAN ALTERASI SUMUR KMJ-26 LAPANGAN PANAS BUMI KAMOJANG JAWA BARAT D.F.YUDIANTORO, Emmy SUPARKA, Isao TAKASIMA, Daizo ISHIYAMA, M. Yustin KAMAH dan Intan P. HATY	128
2	PERBANDINGAN AKURASI METODE <i>IDW</i> DAN <i>ORDINARY KRIGING</i> TERHADAP SUMBERDAYA NIKEL LATERIT - 2D GUSKARNALI, Yohanes T. SAGISOLLO, Romzi Rio WIBAWA	135
3	ANALISIS PENAKSIRAN SUMBERDAYA NIKEL LATERIT-3D MENGGUNAKAN METODE <i>BLOCK KRIGING</i> GUSKARNALI, Waterman S. BARGAWA	142
4	PERATURAN DAERAH UNTUK BIMBINGAN TEKNIS EKSPLORASI DAN EKSPLOITASI MINERAL DAN PENDAPATAN DI DAERAH, STUDI KASUS DI DAERAH PENAMBANGAN EMAS PINANGKABAN, GUMELAR, KABUPATEN BANYUMAS, JAWA TENGAH Heru Sigit PURWANTO, Herry RISWANDI	150
5	PEMODELAN TINGKAT AKTIVITAS SESAR BERDASARKAN ANALISIS DEFORMASI MENGGUNAKAN PENGAMATAN GPS Joko HARTADI, Sugeng RAHARJO, Oktavia Dewi ALFIANI	158
6	PENENTUAN SESAR AKTIF BERDASARKAN DATA GEODETIK DAN INTERPRETASI GEOLOGI SEKITAR SUNGAI CIMANDIRI JAWA BARAT Sugeng RAHARJO, Joko HARTADI, Oktavia Dewi ALFIANI	165
7	ANALISA CITRA SATELIT PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN GEOLOGI SUATU WILAYAH Hendra BAHAR	172
8	PENDEKATAN METODE GIS TERHADAP OPTIMASI SUMBERDAYA SISA BATUBARA DAN PEMANFAATAN LAHAN BEKAS TAMBANG Mohamad ANIS, Arifudin IDRUS, Hendra AMIJAYA	177

9	SIKUEN STRATIGRAFI LAPANGAN "Y" SUB CEKUNGAN JATIBARANG CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA BERDASARKAN DATA LOG SUMUR "P-01" Pontjomojono KUNDANURDORO, Nur Arief NUGROHO	186
10	KARAKTERISTIK MINERALISASI VEIN PERMUKAAN PADA SISTEM EPITERMAL SULFIDASI RENDAH DAERAH TATAPAAAN, KABUPATEN MINAHASA SELATAN, SULAWESI UTARA Hari Wiki UTAMA, SUPRAPTO, SUTANTO	200
11	CHARACTERISTIC OF THE FLUID INCLUSION IN QUARTZ VEINS AT TEH RANDU KUNING PORPHYRY Cu-Au DEPOSIT, SELOGIRI, CENTRAL JAVA SUTARTO, Arifudin IDRUS, Agung HARJOKO, Lucas Donny SETIJADJI, Michael MEYER, Rama DAN	208
12	ANALISA POTENSI <i>SPILL OUT</i> MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITAS PADA AREA <i>PANEL 3 NORTH</i> TAMBANG BAWAH TANAH KABUPATEN MIMIKA PROVINSI PAPUA Wahyu HIDAYAT, Wisnu HARYANTO	221
13	KLANG GATES QUARTZ DYKE (MALAYSIA) AS A POTENTIAL WORLD HERITAGE SITE Achmad RODHI, Mohd Shafeea LEMAN, Lim Choun SIAN	229
14	ANALISA KEGAGALAN PENANGGULANGAN KICK DAN TERJADINYA UNDERGROUND BLOWOUT PADA SUMUR EXPLORASI X HERIANTO	235
15	ANALISA SWELLING CLAY FORMASI TELISA UNTUK PERENCANAAN LUMPUR PEMBORAN HERIANTO, Djoko ASKEYANTO	244
16	ANALISA MULTIATRIBUT SEISMIK DAN GEOSTATISTIK VARIOGRAM UNTUK DISITRIBUSI POROSITAS RESERVOIR BATUPASIR LAPISAN "X" LAPANGAN "BERU" FORMASI BEKASAP CEKUNGAN SUMATERA TENGAH Ardian NOVIANTO, Nur Arief NUGROHO	254
17	PENGARUH KARAKTERISTIK KIMIA AIR PADA FORMASI BALIKPAPAN DAN KAMPUNGBARU PADA TAMBANG BATUBARA, DAERAH KUTAILAMA KEC. ANGGANA, KAB. KUTAI KARTANEGARA Ibnu HASYIM, Heru HENDRAYANA, Arifudin IDRUS	266
KELOMPOK PENAMBANGAN		285
1	EVALUASI PRODUKSI ROTARY DRILL CP-650 PADA JENJANG 6m DAN 12m UNTUK MENGHASILKAN LUBANG TEMBAK DENGAN METODA STANDAR DEVIASI Tri Gamela SALDY, Yohanes JONE, Muhammad Taufik AKBAR, Gunawan DJAFAR	286
2	OPTIMALISASI KERJA ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI NIKEL Yohanes JONE, Muhammad Taufik AKBAR, Jose Ines D. PINTO, Gunawan DJAFAR	294

3	PENENTUAN PANJANG <i>BOLT</i> UNTUK SISTEM PENYANGGAAN TAMBANG BAWAH TANAH PADA LUBANG BUKAAN CIKONENG DECLINE TAMBANG BIJIH EMASPT. CIBALIUNG SUMBERDAYA BANTEN Adriel ADHAREZA, Barlian Dwi NAGARA, Singgih SAPTONO	302
4	ANALISIS RANCANGAN TEKNIS PENAMBANGAN BATUBARA DI PIT 3 PT XYZ KAB. KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH Indra SULISTYANTO, FERDINANDUS	310
5	EVALUASI PELEDAKAN BERDASARKAN <i>DIGIBILITY</i> DAN <i>PRODUKTIVITY</i> ALAT GALI MUAT PC-2000 PADA PIT NORTH PT. SAPTAINDRA SEJATI <i>JOBSITE</i> ADMO TUTUPAN, KALIMANTAN SELATAN FERDINANDUS, Indra SULISTYANTO	320
6	PERAN SEKTOR INDUSTRI DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN Sri Rahayu BUDIANI	328
7	ANALISIS PENYANGGA (<i>WELD MESH</i>) PADA LUBANG BUKAAN TAMBANG BAWAH TANAH PT. X, DI PROVINSI PAPUA Cakra ANUGRAH, Eri PRABOWO	334
8	ANALISIS TEBAL SILL PILLAR PADA TAMBANG EMAS BAWAH TANAH PADA PT.XYZ DI PROVINSI LAMPUNG Eri PRABOWO, Cakra ANUGRAH	346
9	KAJIAN SISTEM PENYANGGAAN PADA PENAMBANGAN EMAS RAKYAT DI DESA CIHONJE Reny KURNIAWATI	358
10	SEKTOR PERTAMBANGAN DAN PENGGALIAN SEBAGAI PENDORONG PERTUMBUHAN EKONOMI KABUPATEN KULONPROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Aldin ARDIAN, HARTONO, Yasser TAUFIQ, Arno EDWIN	370
11	HARMONISASI IMPLEMENTASI UU NO. 23/2014 DENGAN UU NO. 4/2009 TERKAIT PENGELOLAAN USAHA PERTAMBANGAN MINERAL DAN BATUBARA Anton SUDIYANTO, Untung SUKAMTO, Dyah PROBOWATI	376
12	KAJIAN KARAKTERISTIK MINERAL ALOFAN PADA MATERIAL KOLUVIAL DI DIENG JAWA TENGAH Sahat HUTAHAEAN, Indun TITISARIWATI	384
13	APLIKASI STRUKTUR GEOLOGI UNTUK OPTIMALISASI <i>BLASTED MATERIALS</i> KUARI BATUGAMPING KABUPATEN TUBAN, PROVINSI JAWA TIMUR Avellyn Shinthya SARI, Fachrur Reza ASSEGAFF, DP. Waloeyo ADJIE, Debi Yulian ADINATA	390
14	KAJIAN DESIGN TAMBANG UNTUK PELAKSANAAN PERUBAHAN DOKUMEN ANDAL PT.BINA INSAN SUKSES MANDIRI DI WILAYAH KECAMATAN MOOK MANAAR BULATN KABUPATEN KUTAI BARAT – KALIMANTAN TIMUR Ervina FITRIYANI, Ika WIRANI	406

15	HUBUNGAN PERUBAHAN <i>KOHESI, UNIT WEIGHT, DRY DENSITY</i> DAN <i>SATURATED DENSITY</i> TERHADAP FAKTOR KEAMANAN PADA BATUAN <i>SANDSTONE</i> DI AREA PERTAMBANGAN BATUBARA DAERAH BENGALON, KALIMANTAN TIMUR Muh. Arif IDHAM	417
KELOMPOK LINGKUNGAN		426
1	DETAIL <i>ENGINEERING DESIGN</i> REKLAMASI LAHAN PASCATAMBANG DI DAERAH KABUPATEN BANYUMAS Waterman S. BARGAWA	427
2	KAJIAN REKLAMASI DAN EVALUASI LAHAN PADA LAHAN BEKAS TAMBANG BATUBARA DI PT.X DI KALIMANTAN TIMUR Dedy MARGIANMOKO, Yos David INSO	436
3	KETERSEDIAAN SUMBER DAYA AIR TANAH DI KOTA SURAKARTA Puji PRATIKNYO	445
4	KAJIAN PENGARUH PROSES REKLAMASI TERHADAP MATERIAL DISPOSAL BERDASARKAN PARAMETER UJI SIFAT FISIK, UJI SIFAT MEKANIK DAN UJI KOMPAKSI PADA TAMBANG MUARA TIGA BESAR SELATAN DI PT. BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk Yohanes T. SAGISOLLO, GUSKARNALI	451
5	PENILAIAN TINGKAT KEBERHASILAN REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG PIT 1 PT. PIPIT MUTIARA JAYA DI KABUPATEN TANA TIDUNG KALIMANTAN UTARA A.A Inung Arie ADNYANO, Hepryandi Luwyk Djanas USUP	459
6	RENCANA REKLAMASI TAMBANG BATUBARA DI PT. RIMAU ENERGY MINING Anton Yudi Umsini PUTRA, Barlian DWINAGARA, Muhamad Rizkiansyah ZULFAHRI, Prasodo Datu PRABANDARU	464
7	PENENTUAN STATUS MUTU AIR PERMUKAAN PADA LAHAN PASCA TAMBANG EMAS RAKYAT DI WILAYAH HAMPALIT KABUPATEN KATINGAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH Hepryandi Luwyk Djanas USUP, A.A Inung Arie ADNYANO	477
8	ANALISIS KESESUAIAN LAHAN PERTAMBANGAN PADA IZIN USAHA PERTAMBANGAN (IUP) KABUPATEN KATINGAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH Yos David INSO, Dedy MARGIANMOKO, Andre Geovanny KALENSUN	484
9	IDENTIFIKASI KUALITAS UDARA AMBIENT DAN AIR PERMUKAAN KEGIATAN PENAMBANGAN BATUBARA PT. ABC KABUPATEN BULUNGAN KALIMANTAN UTARA Muhammad BUSYAIRI	498
10	PENGARUH SISTEM PENIRISAN PASIR (DRAIN HOLE) TERHADAP FLUKTUASI MUKA AIR TANAH, TAMBANG TERBUKA GRASBERG Tedy Agung CAHYADI, Lilik Eko WIDODO, Sudarto NOTOSISWOYO, Ivan WAROMI	498

11	ANALISA POTENSI TANAH LONGSOR BERDASARKAN STUDI AIRTANAH DAN BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK DAN SEISMIK REFRAKSI Wrego S. GIAMBORO, SUHARSONO, Ajimas P. SETIAHADIWIBOWO	505
12	PENGKAJIAN RISIKO BENCANA PARTISIPATIF UNTUK TATA KELOLA KAWASAN RAWAN BENCANA Eko Teguh PARIPURNO, Bambang SASONGKO, Sari Bahagiarti KUSUMAYUDHA, Djoko MULYANTO, Puji LESTARI, Arif Rianto Budi NUGROHO, Aditya Pandhu WICAKSONO	513
13	PENENTUAN JARAK MAKSIMUM PEMASANGAN <i>BORE HOLE PUMP</i> PADA TAMBANG BAWAH TANAH TOGURACI PT. NUSA HALMAHERA MINERALS, PROVINSI MALUKU UTARA Krisna MULYANA, Hasywir Thaib SIRI, INMARLINIANTO	519
14	PERCOBAAN AWAL DOSIS PENGAPURAN PADA AIR ASAM TAMBANG DI KOLAM PENGENDAPAN LUMPUR PT. TRUBAINDO COAL MINING, KALIMANTAN TIMUR Edy NURSANTO, Basuki RAHMAD, Edyanto	528
15	PERTAMBANGAN DAN LINGKUNGAN INMARLINIANTO, HARTONO	533
16	KONDISI SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT SEKITAR LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA DI KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR STUDI KASUS DI KECAMATAN TENGGARONG SUJIMAN	542
	UCAPAN TERIMAKASIH	558

**PENENTUAN PANJANG BOLT UNTUK SISTEM PENYANGGAAN TAMBANG BIJIH
EMAS PADA LUBANG BUKAAN TAMBANG BAWAH TANAH CIKONENG
PT. CIBALIUNG SUMBERDAYA BANTEN**

Adriel ADHAREZA, Barlian Dwi NAGARA, Singgih SAPTONO
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta
Jl SWK 104 Condongcatur Yogyakarta 55285
e-mail : adrielreza20@gmail.com

Abstrak

PT Cibaliung Sumberdaya merupakan salah satu perusahaan tambang emas bawah tanah yang menggunakan sistem penambangan dengan metode cut and fill. Permasalahan yang sering terjadi dalam penambangan bawah tanah adalah ketidakstabilan lubang bukaan yang dapat menimbulkan bahaya keruntuhan. Untuk menjamin kestabilan lubang bukaan, maka diperlukan sistem penyanggaan yang efektif dari segi keamanan dan efisien dari segi penggunaan kebutuhan penyangga. Penentuan kebutuhan penyangga yaitu berupa bolt yang digunakan sebagai penyangga aktif dapat ditentukan berdasarkan metode analitik yaitu melalui perhitungan (Katsner, 1971) untuk sebuah kurva intrinsik yang linier (Duffault, 1981) untuk menentukan tebal plastik pada daerah di sekitar lubang bukaan. Daerah plastik pada sekitar lubang bukaan yaitu daerah dimana massa batuan yang telah dilakukan penggalian pada daerah tersebut telah melampaui batas yield atau batas antara perilaku elastik menuju plastik sehingga pada massa batuan yang mempunyai perilaku plastik tidak lagi mempunyai kekuatan atau sama dengan nol ($= 0$) untuk mempertahankan keadaan massa batuan seperti semula sebelum dilakukan penggalian sehingga dapat mengalami keruntuhan apabila tidak dilakukan penyanggaan. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, tebal plastik yang didapat adalah 1,74 m, 1,71 m, dan 1,61 m. Hasil perhitungan tebal plastik digunakan sebagai acuan untuk menentukan panjang bolt sebagai penyangga pada lubang bukaan lokasi tersebut.

Kata kunci : tambang bawah tanah, sistem penyanggaan, ketidakstabilan lubang bukaan, tebal plastik, penentuan panjang bolt

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. Cibaliung Sumberdaya merupakan perusahaan tambang emas bawah tanah dan merupakan anak perusahaan dari PT. Aneka Tambang, Tbk yang menggunakan sistem penambangan bawah tanah dengan metode *cut and fill*. Dalam sistem penambangan bawah tanah (*underground mining*) semua aktivitas penambangan dilakukan di bawah permukaan bumi. Masalah yang sering kali ditemui dalam penambangan di bawah tanah adalah masalah mengenai kestabilan lubang bukaan bawah tanah. Potensi ketidakstabilan lubang bukaan bawah tanah ini menjadi potensi bahaya bagi keselamatan para pekerja dan keuntungan perusahaan.

Sistem penyanggaan yang baik adalah sistem penyanggaan yang dapat efektif dari segi penggunaan penyangga dan efisien dari kebutuhan penyangga. Penyanggaan yang digunakan di PT. Cibaliung Sumberdaya adalah dengan menggunakan *bolt* dengan jenis *splitset* dan *liner* dengan jenis *shotcrete* untuk perkuatan yang dibutuhkan. Acuan mengenai panjang *bolt* yang digunakan adalah berdasarkan karakteristik massa batuan yang terdapat pada lubang bukaan.



Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tebal daerah atau jari-jari plastik pada lubang bukaan tambang bawah tanah Cikoneng yang diteliti.
2. Menentukan acuan panjang *bolt* pada sistem penyanggaan lubang bukaan tambang bawah tanah Cikoneng.

Manfaat Penelitian

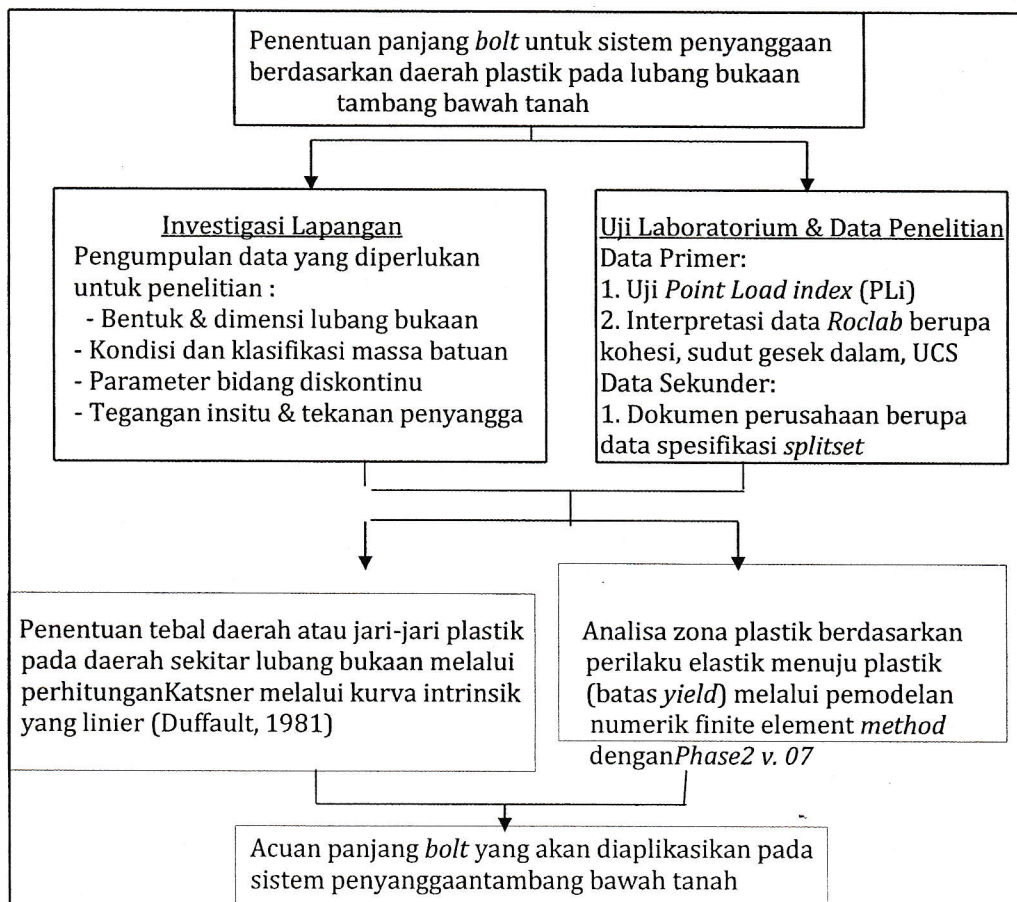
1. Memberikan gambaran tentang sistem penyanggaan yang efektif dari segi penggunaan penyangga pada sistem penyanggaan tambang bawah tanah.

Batasan Masalah

1. Penelitian hanya dilakukan pada 3 (tiga) lokasi Cikoneng yaitu Cikoneng *Decline*, Cikoneng *Xcut 2B level 1125 North*, dan Cikoneng *Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South*.
2. Penelitian ini tidak membahas terkait dengan masalah keekonomian dalam sistem penyanggaan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut



Gambar 1 Tahapan Penelitian



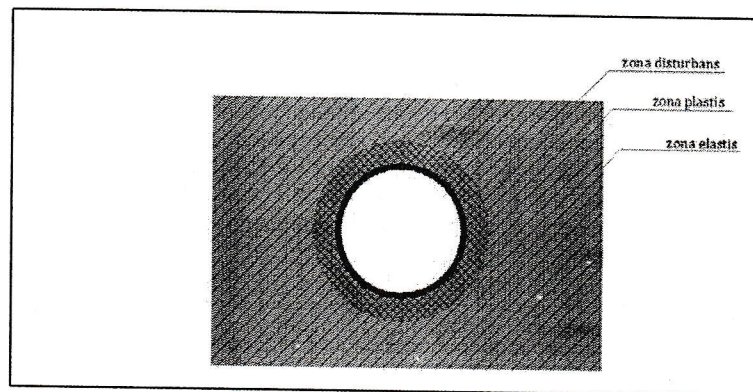
DASAR TEORI

Pada sekitar lubang bukaan terdapat daerah plastik yang berbatasan dengan daerah elastik. Daerah plastik pada sekitar lubang bukaan yaitu daerah atau zona dimana massa batuan yang telah dilakukan penggalian pada daerah tersebut telah melampaui batas *yield* atau batas antara perilaku elastik menuju plastik sehingga pada massa batuan yang mempunyai perilaku plastik tidak lagi mempunyai kekuatan atau sama dengan nol ($= 0$) untuk mempertahankan keadaan massa batuan seperti semula sebelum dilakukan penggalian sehingga dapat mengalami keruntuhan apabila tidak dilakukan penyanggaan. Daerah plastik ini mempunyai tebal atau jari-jari dalam m (meter) yang dapat dihitung melalui persamaan yang dikeluarkan oleh Katsner pada tahun 1971 melalui kurva intrinsik yang linier (Duffault, 1981) yaitu sebagai berikut

$$R' = R \left[\frac{2}{1+K} \left(\frac{\sigma_0 (K-1) + \sigma_c}{\sigma_c} \right) \right]^{\frac{1}{K-1}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- R' = jari-jari daerah plastik (m)
- R = jari-jari lubang bukaan (m)
- σ_c = nilai kuat tekan uniaksial (UCS) dalam MPa
- ϕ = sudut gesek dalam
- $K = \frac{1+\sin \phi}{1-\sin \phi} \dots\dots\dots (2)$



Gambar 2 Zonasi Perilaku Massa Batuan

HASIL PENELITIAN

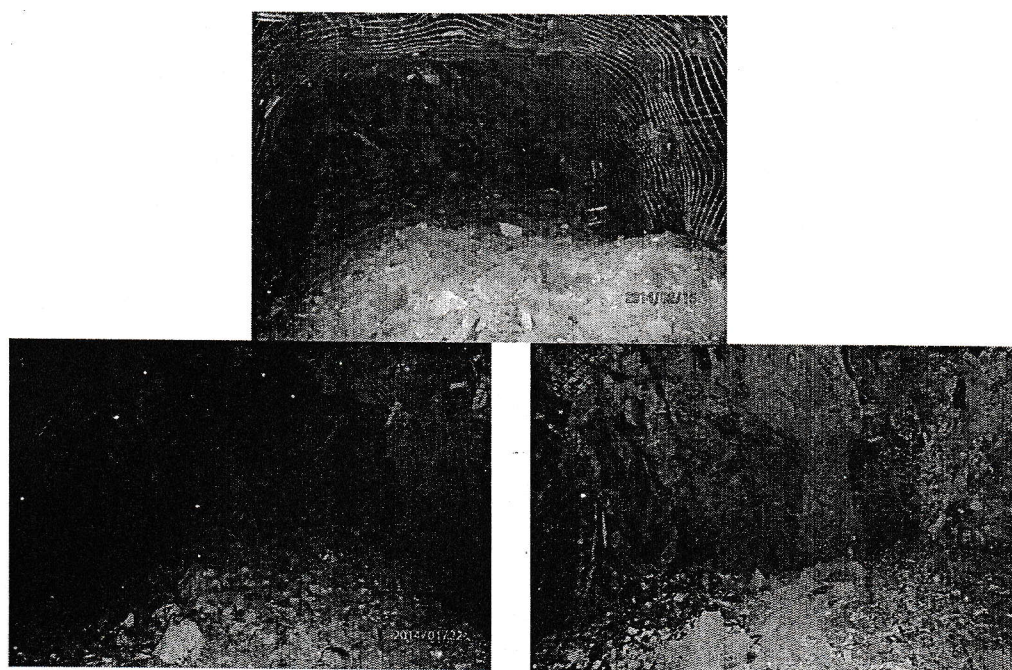
Dari penelitian yang dilakukan pada 3 (tiga) lokasi Cikoneng, terlebih dulu harus diketahui kondisi massa batuan yang terdapat pada lubang bukaan yang diteliti. Setelah itu dibutuhkan parameter untuk perhitungan tebal daerah plastik melalui persamaan yang dikeluarkan oleh Katsner pada tahun 1971 melalui kurva intrinsik yang linier (Duffault, 1981) yaitu parameter kondisi lubang bukaan yaitu R' (jari-jari lubang bukaan) serta parameter dari sifat mekanik massa batuan yaitu σ_c (nilai kuat tekan uniaksial (UCS)) dan ϕ (sudut gesek dalam). Parameter pendukung sebagai *properties* untuk menganalisa melalui pemodelan numerik *finite element method* dengan bantuan *Phase2 v. 07* juga dibutuhkan agar dapat memberikan interpretasi atau gambaran tebal daerah plastik di sekitar lubang bukaan Cikoneng yang diteliti seperti nilai *poisson's ratio*, *modulus young*, *tensile strength*, berat jenis material, nilai tegangan mayor dan minor (*field stress*).



Cikoneng Decline mempunyai batuan *Porphyry Andesite*. Cikoneng Xcut 2B level 1125 North mempunyai batuan *Quartz Vein Breccia* pada *hanging wall*, *Clay Matrix Breccia* pada *vein*, dan *Porphyry Andesite*. Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South mempunyai batuan *Stockwork* pada *hanging wall*, *Clay Matrix Breccia* pada *vein*, dan *Quartz Vein* tipe *brecciated* pada *foot wall*. Rata-rata kemajuan dari lubang bukaan tersebut adalah 1.5 m.

Tabel 1 Kondisi Batuan Lokasi Lubang Bukaan

No	Lokasi	Tipe Lokasi	Kondisi Batuan
1	Cikoneng Decline	Development	<i>Porphyry Andesite (Hanging Wall)</i>
2	Cikoneng Xcut 2B level 1125 North	Production	<i>Quartz Vein Breccia (Hanging Wall)</i>
			<i>Clay Matrix Breccia (Vein)</i>
			<i>Porphyry Andesite (Foot Wall)</i>
3	Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South	Production	<i>Stockwork (Hanging Wall)</i>
			<i>Clay Matrix Breccia (Vein)</i>
			<i>Quartz Vein tipe brecciated (Foot Wall)</i>



ambar 3 Kondisi Batuan pada Lubang Bukaan Cikoneng
(1: Cikoneng Decline; 2: Cikoneng Xcut 2B level 1125 North; 3: Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South)

Lokasi Cikoneng Decline mempunyai diameter (Dt) dan lebar tunnel (B) sebesar 4,78 m dan 4,28 m. Dimensi jari-jari lubang bukaan (R) dan tinggi dindingnya (Wt) sebesar 2,14 m dan 2,06 m. Untuk lokasi Cikoneng Xcut 2B level 1125 North mempunyai nilai Dt dan B sebesar 5,11 m dan 4,21 m. Nilai dimensi R dan Wt adalah sebesar 2,10 m dan 4,12 m. Untuk lokasi Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South mempunyai nilai Dt dan B sebesar 4,32 m dan 4,08 m. Nilai dimensi R dan Wt adalah sebesar 2,04 m dan 3,02 m.



Berikut adalah parameter mengenai dimensi lubang bukaan tambang bawah tanah serta data sifat fisik dan mekanik massa batuan berikut *properties material* untuk input pemodelan numerik *finite element method* dengan bantuan perangkat lunak dari Rocscience yaitu *Phase2 v.07*.

Tabel 2 Dimensi Lubang Bukaan Tambang Bawah Tanah

No	Lokasi	Jari-Jari Lubang Bukaan (R)	Diameter Tunnel (Dt)	Lebar Tunnel (B)	Tinggi Dinding (Wt)
1	Cikoneng Decline	2,14 m	4,78 m	4,28 m	2,06 m
2	Cikoneng Xcut 2B level 1125 North	2,10 m	5,11 m	4,21 m	4,12 m
3	Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South	2,04 m	4,32 m	4,08 m	3,02 m

**Tabel 3
Data Sifat Fisik dan Mekanik Massa Batuan**

No	Lokasi	UCS (MPa)	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)	Berat Jenis (MN/m ³)
1	Cikoneng Decline	36,33	3,34	1,04	$2,61 \times 10^{-2}$
2	Cikoneng Xcut 2B level 1125 North	64,50	5,11	4,21	$2,61 \times 10^{-2}$
3	Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South	53,70	4,32	4,08	$2,62 \times 10^{-2}$

**Tabel 4
Properties Material**

No	Lokasi	Batuan	Em (MPa)	ν	σ_t (MPa)	ϕ (°/deg)		C	
1	Cikoneng Decline	Porphyry Andesite	978,61	0,27	0,01	0,14	40,14	0,45	0,44
2	Cikoneng Xcut 2B level 1125 North	Quartz Vein Breccia	1261,25	0,27	0,01	6,38	46,37	0,26	0,25
		Clay Matrix Breccia	633,94	0,27	0,01	3,11	43,10	0,22	0,21
		Porphyry Andesite	1561,6	0,27	0,01	9,35	49,34	0,29	0,28
3	Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South	Stockwork	1391,88	0,27	0,01	1,06	41,05	0,46	0,46
		Clay Matrix Breccia	261,37	0,27	0,00	0,05	30,05	0,27	0,27
		Quartz Vein tipe brecciated	1197,46	0,27	0,01	9,88	39,88	0,44	0,43

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, Cikoneng Decline mempunyai nilai jari-jari daerah plastik (R') sebesar 1,74 m. Untuk lokasi Cikoneng Xcut 2B level 1125 North mempunyai nilai R' sebesar 1,71 m. Sedangkan lokasi Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South mempunyai nilai R' sebesar 1,61 m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut



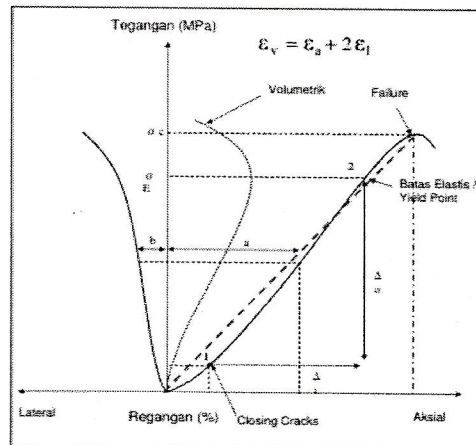
Tabel 5 Jari-jari Daerah Plastik

No	Lokasi	Nilai K	Jari-jari Daerah Plastik (R')
1	Cikoneng Decline	4,63	1,74 m
2	Cikoneng Xcut 2B level 1125 North	7,28	1,71 m
3	Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South	4,57	1,61 m

PEMBAHASAN

Tebal daerah atau jari-jari plastik terjadi utamanya adalah karena dilakukannya penggalian pada massa batuan yang sebelumnya tidak dilakukan penggalian. Penggalian pada massa batuan akan mengakibatkan kondisi kesetimbangan terganggu sehingga menyebabkan massa batuan yang tidak ter gali mencari kondisi kesetimbangan baru. Distribusi tegangan sangat berperan dalam mencari kondisi kesetimbangan baru. Tegangan yang bekerja pada mula-mula sebelum dilakukan penggalian adalah tegangan *induced* atau tegangan awal.

Hal lain juga dikarenakan karakteristik massa batuan yang kurang bagus. Faktor sudut gesek dalam (ϕ) juga mempengaruhi faktor timbulnya tebal daerah plastik. Nilai ϕ adalah nilai besaran sudut pada suatu material batuan yang digunakan untuk perlawanan terhadap tegangan yang bekerja di sepanjang bidang geser material batuan tersebut. Apabila tegangan geser yang diberikan telah melampaui nilai sudut yang dimiliki oleh material batuan, maka dapat menyebabkan keruntuhan.

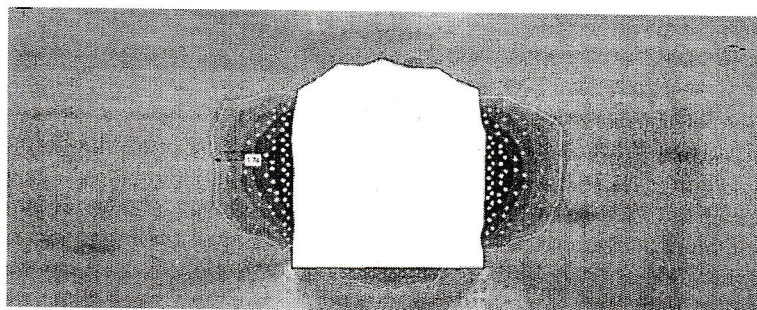


Gambar 4 Perilaku Tegangan-Regangan

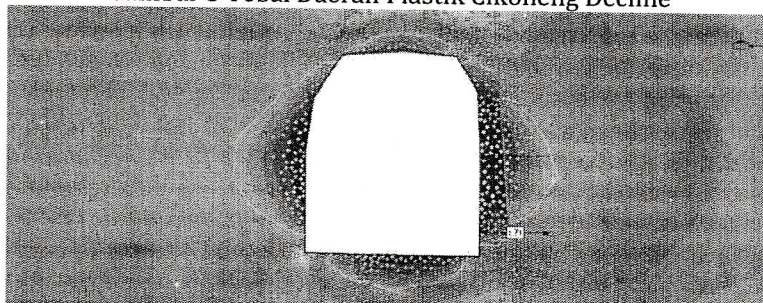
Faktor kuat tekan uniaksial (σ_c) juga berpengaruh dalam pembentukan daerah plastik. Hal ini dikarenakan secara teoritis nilai σ_c adalah nilai dimana suatu batuan diberikan pembebanan (*load*) sehingga menyebabkan batuan tersebut menimbulkan tegangan (*stress*). Apabila pada batas tegangan yang dimiliki oleh batuan yang diberikan beban terlampaui maka dapat mengalami regangan (*strain*). Jika batuan tersebut telah melewati batas regangan yang dimiliki, maka batuan tersebut akan pecah/retak (*fracture*).



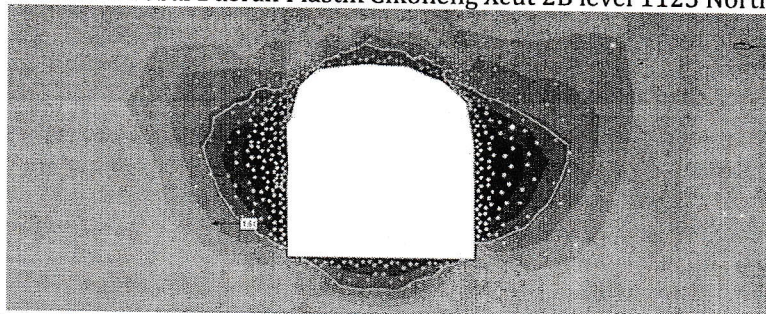
Titik hancur itulah yang menyatakan kekuatan batuan. Pada saat kondisi batuan terbebani sehingga memiliki tegangan inilah perilaku elastisitas bekerja. Elastisitas adalah karakteristik batuan yang mengijikan terjadi tegangan yang besar sebelum batuan itu meregang (*strain*). Pada batas antara batuan memiliki *stress* dan mengalami *strain* inilah yang disebut dengan batas *yield* ($= 0$). Setelah batas *yield* terlampaui maka perilaku yang bekerja pada batuan sampai batuan itu runtuh adalah perilaku plastik dimana tebal daerah atau jari-jari plastik dapat dihitung dengan persamaan Katsner (1971) melalui kurva intrinsik yang linier (Duffault, 1981). (Gambar 4)



Gambar 5 Tebal Daerah Plastik Cikoneng Decline



Gambar 6 Tebal Daerah Plastik Cikoneng Xcut 2B level 1125 North



Gambar 7 Tebal Daerah Plastik Cikoneng Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South

Dari 3 (tiga) lokasi Cikoneng yang diteliti, Cikoneng *Decline* mempunyai tebal plastik 1,74 m sehingga untuk panjang *bolt* yang akan dipasang di lokasi Cikoneng *Decline* perlu minimal sepanjang 1,74 m. Cikoneng *Xcut 2B level 1125 North* mempunyai tebal plastik 1,71 m sehingga untuk panjang *bolt* yang akan dipasang di lokasi Cikoneng *Xcut 2B level 1125 North* perlu minimal sepanjang 1,71 m. Untuk lokasi Cikoneng *Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South* mempunyai tebal plastik 1,61 m sehingga untuk panjang *bolt* yang akan dipasang di lokasi Cikoneng *Xcut 4 level 1065 Ore Drive 1 South* perlu minimal sepanjang 1,61 m.



Dengan perhitungan jari-jari daerah plastik (R'), dapat ditentukan minimal panjang *bolt* yang akan dipasang untuk penyanggaan seperti yang tersaji dalam interpretasi melalui analisis pemodelan numerik *finite element method* pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 7

KESIMPULAN

1. Tebal daerah atau jari-jari plastik (R') pada sekitar lubang bukaan lokasi Cikoneng tidak lebih besar dari dimensi jari-jari lubang bukaan (R).
2. Nilai R' dapat dijadikan acuan minimal panjang *bolt* yang akan dipasang sebagai perkuatan dalam sistem penyanggaan tambang bawah tanah sehingga sistem penyanggaan akan lebih efektif dalam menahan keruntuhan yang akan terjadi.

SARAN

1. Penelitian pada lubang bukaan dengan karakteristik massa batuan yang berbeda perlu dilakukan untuk membuktikan teori mengenai tebal daerah atau jari-jari plastik (R') tidak lebih besar dari dimensi jari-jari lubang bukaan (R).
2. Penelitian terhadap tebal zona disturbans berikut hubungannya terhadap tebal zona plastik perlu dilakukan agar zonasi perilaku batuan di sekitar lubang bukaan dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhareza, A (2015), *Skripsi : Evaluasi Ground Support Berdasarkan Rock Mass index dan Pemodelan Numerik dengan Finite Element Method pada Lubang Bukaan Tambang Bawah Tanah Cikoneng PT Cibaliung Sumberdaya Banten*, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.
- Astawa Rai, Made., dkk, (2010) *Diktat Mekanika Batuan*, jilid 1, edisi 4, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hoek, E. and Brown, E. T., (1982) *Underground Excavation in Rock*, Vol. 4, No.9, Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Koesnaryo, S., dkk, (2010) *Bahan Kuliah : Mekanika Batuan*, jilid 1, edisi 1, *Tim Dosen Program Studi Teknik Pertambangan*, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.

