ANALISIS PENGUJIAN *BRAZILIAN TEST* UNTUK MEMPREDIKSI NILAI HUBUNGAN ANTARA *BLOK PUNCH INDEX* (BPI) , *POINT LOAD INDEX* (PLI) DAN ANALISI*S STAND UP TIME* LUBANG BMK 34 CV.BARA MITRA KENCANA

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik

Oleh*:*

RIYAMIZARD Z

1510024427081

TEKNIK PERTAMBANGAN
YAYASAN MUHAMMAD YAMIN
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI INDUSTRI
(STTIND) PADANG
2019

ANALISIS PENGUJIAN *BRAZILIAN TEST* UNTUK MEMPREDIKSI NILAI HUBUNGAN ANTARA *BLOK PUNCH INDEX* (BPI), *POINT LOAD INDEX* (PLI) DAN ANALISI*S STAND UP TIME* LUBANG BMK 34 CV.BARA MITRA KENCANA

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik

Riyamizard Z

1510024427081

TEKNIK PERTAMBANGAN
YAYASAN MUHAMMAD YAMIN
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI INDUSTRI
(STTIND) PADANG

2019

HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR

Judul :**Analisis Pengujian *Brazilian Test* Untuk Memprediks Nilai HubunganAntara *Blok Punch Index* (BPI), *Point Load Index* (PLI) Dan Analisi*s Stand Up Time* Lubang BMK 34 CV.Bara Mitra Kencana**

Nama : Riyamizard Z

NPM : 1510024427081

Program Studi : Teknik Pertambangan

Padang, Agustus 2019

Menyetujui:

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Refky Adi Nata ST,MT.	**Riam Marlina A, ST, MT.**
NIDN.1028099002	**NIDN. 1027098521**
Ketua Program Studi	**Ketua STTIND Padang**
Dr. Murad MS, MT.	**H. RikoErvil, MT.**
NIDN.0007116308	**NIDN. 1014057501**

ANALISIS PENGUJIAN *BRAZILIAN TEST* UNTUK MEMPREDIKS NILAI HUBUNGAN ANTARA *BLOK PUNCH INDEX* (BPI), *POINT LOAD INDEX* (PLI) DAN ANALISI*S STAND UP TIME* LUBANG BMK 34 CV.BARA MITRA KENCANA

Nama	:	Riyamizard Z
NPM	:	1510024427081
Pembimbing I	:	Refky Adi Nata, MT
Pembimbing II	:	Riam Marlina A, MT

ABSTRAK

Uji *Brazilian test* (BTS) adalah uji untuk mengetahui kapasitas tarik dari material getas seperti beton dan batuan. Sampel yang digunakan dalam pengujian *Brazilian test* yaitu *sandstone* dan *clay* yang terdapat pada lokasi BMK 34 CV. Bara Mitra kencana. Tujuan penelitian yaiitu menentukan nilai hubungan *Brazilian Test (* BTS *)* Dengan *Blok Punch Index*, *Point Load Index,* dan analisis *stand up time* lubang bukan BMK 34 di karenakan pada lokasi tersebut belum pernah dilakukanya analisis tersebut akibatnya sering terjadi ambrukan. Hasil analisa didapatkan hubungan nilai BTS dengan BPI sampel *sandstone* y = -166,15x + 244.44 dengan Nilai regresi (R^2) 0,2183 dan *clay* y = 554,8x + 52.779 dengan Nilai regresi (R^2) 0.5801 selanjutnya analisa hubungan BTS dengan PLI sampel *sandstone* y = 0.9936x + 0.3174 Nilai regresi (R^2) 0,9995 dan *clay* y = 1.16x + 0.2852 Nilai regresi (R^2) 0,9962. *stand up time* BMK 34 untuk *sandstone* dengan nilai RMR 40 *stand up time* selama 4 hari dengan jarak bukaan kemajuan (*roof span*) 2 meter dan *Clay* dengan nilai RMR 32,5 peroleh nilai *stand up time* selama 10 jam dengan jarak bukaan kemajuan (*roof span*) 2 meter.

Kata Kunci: BTS, BPI, PLI, *Stand up time*

ANALYSIS OF THE BRAZILIAN TEST FOR PREDICTING VALUES RELATIONSHIP BETWEEN THE BLOCK PUNCH INDEX (BPI) , POINT LOAD INDEX (PLI) AND ANALYSIS OF STAND UP TIME HOLE BMK 34 CV. BARA MITRA KENCANA

Name	:	Riyamizard Z
NPM	:	1510024427081
Advisor I	:	Refky Adi Nata, MT
Advisor II	:	Riam Marlina A, MT

ABSTRACT

Brazilian test (BTS) is a test to determine the tensile capacity of brittle materials such as concrete and rock. The samples used in the Brazilian test are sandstone and clay which are located at BMK 34 CV. Bara Mitra Kencana. The purpose of this research is to determine the relationship value of Brazilian Test (BTS) with Punch Index Block, Point Load Index, and stand-time analysis of non-BMK 34 holes because at that location the analysis has never been done as a result of frequent collisions. The analysis results obtained the relationship between the BTS value with sandstone BPI sample y = -166,15x + 244.44 with regression value (R2) 0,2183 and clay y = 554.8x + 52,779 with regression value (R2) 0.5801 then analysis of the relationship of BTS with PLI sample sandstone y = 0.9936x + 0.3174 Regression value (R2) 0.9995 and clay y = 1.16x + 0.2852 Regression value (R2) 0.9962. stand up time BMK 34 for sandstone with a value of RMR 40 stand up time for 4 days with a distance of the opening opening (roof span) 2 meters and Clay with a value of RMR 32.5 get a stand up time value for 10 hours with a distance of the opening opening (roof span) 2 meters.

Keywords : BTS, BPI, PLI, Stand up time

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT karenaNya yang memberikan nikmat, anugerah serta limpahan karunia yang Ia berikan penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai syarat yang ditempuh untuk memperoleh gelar ST di Sekolah Tinggi teknologi Industri Padang.

Pada penulisan Tugas Akhir, penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. H. Riko Evril, MT. selaku Ketua STTIND Padang.
2. Dr. Murad MS., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan STTIND Padang.
3. Bapak Refky Adi Nata, ST., MT. selaku Pembimbing I.
4. Ibu Riam Marlina A., ST., MT. selaku Pembimbing II.
5. Terkhusus kedua orang tua, adik, serta kerabat yang mendukung penuh dengan do'a serta semangat yang selalu diberikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memerlukan saran serta masukan untuk mengulas serta menyempurnakan menjadi sebuah penelitian yang lebih lengkap. Dengan harapan bahwa penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dapat dimanfaatkan serta dipelajari oleh berbagai pihak.

Padang, 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Rumusan Masalah 4
1.5 Tujuan Penelitian 4
1.6 Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Landasan Teori 6
2.1.1 Tinjauan Umum Perusahaan 6
2.1.2 Batuan 10
2.1.3 Sifat Mekanik Batuan 13
2.1.4 Prediksi Nilai UCS Menggunakan Nilai *Block Punch Index* (BPI) dan *Point Load index* 28
2.1.5 Klasifikasi Massa Batuan 30
2.1.6 Rock Mass Rating (RMR) 43
2.1.7 *Stand Up Time* 45
2.2 Kerangka Konseptual 46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Jenis Penelitian 48
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 48
3.2.1 Tempat Penelitian 48
3.2.2 Waktu Penelitian 49
3.3 Data dan Sumber Data 50

3.3.1 Data 50
3.3.2 Sumber Data 50
3.4 Instrumen Penelitian 50
3.4.1 Alat Uji *Brazilian Test* (BTS) 51
3.4.2 Alat Uji *Blok Punch Index* (BPI) 52
3.5 Teknik Pengumpulan Data 52
3.6 Teknik Pengolahan 54
3.6.1 Hubungan Nilai Kuat Tekan*Brazilian Test* (BTS) dengan *Blok Punch Index* (BPI) 54
3.6.2 Hubungan Nilai Kuat Tekan *Brazilian Test* (BTS) dengan *Poin Load Index* (BPI) 55
3.6.3 *Stand Up Time* 55
3.7 Analisa Data 57
3.8 Kerangka Metodologi 59
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA
4.1 Pengumpulan Data 59
4.1.1 Sampel Batuan 59
4.1.2 Prediksi Nilai *Poin Load Index* Dari Uj Nilai Uji *Brazilian Test* 67
4.1.3 Pembobotan Nilai RMR 68
4.1.4 Pengambilan Koordinat Lokasi 69
4.2 Pengolahan Data 70
4.2.1 Hubungan *Brazilian Test* (BTS) Dengan *Blok Punch Index* (BPI) dengan Sampel *Sandstone* dan *Clay* 70
4.2.2 Hubungan *Brazilian Test* (BTS) Dengan *Poin Load Index* (PLI) dengan Sampel *Sandstone* Dan *Clay* 71
4.2.3 *Stand Up Time* 73

BAB V PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

5.1 Analisa Nilai Hubungan *Brazilian Test* (BTS) Dengan *Blok Punch Index* (BPI) dengan Sampel *Sandstone* dan *Clay* 74

5.2 Analisa Nilai Hubungan *Brazilian Test* (BTS) Dengan *Poin Load Index* (PLI) dengan Sampel *Sandstone* Dan *Clay* 76

5.3 Analisis *Stand Up Time* Lubang BMK 34 77

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 80

6.2 Saran 81

DAFTAR KEPUSTAKAAN 82

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kuat Tekan dan Skala Mohs Menurut Bieniawski Dan Tamrock 16
Tabel 2.2 Persamaan Untuk Menentukan Kuat Tekan dengan PLI Menurut Berbagai Peneliti 19
Tabel 2.3 Rumus Empiris Untuk Memprediksi UCS dari Nilai *Block Punch Index* (BPI) dan *Point Load* 30
Tabel 2.4 *Strength of Intact Material* 33
Tabel 2.5 *Rock Quality Designation* 35
Tabel 2.6 *Spacing of Discontonuities* 36
Tabel 2.7 Klasifikasi *Persistence* 38
Tabel 2.8 Klasifikasi Deskripsi Kondisi Bukaan Kekar 39
Tabel 2.9 Panduan untuk Klasifikasi Bidang Kekar 41
Tabel 2.10 Pembobotan Kondisi Air Tanah 42
Tabel 2.11 Pembobotan Orientasi Kekar 43
Tabel 2.12 *Design Parameters and Engineering Properties of Rock Mass* 44
Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Blok Punch Index* dengan Sampel *sandstone* 65
Tabel 4.2 Hasil Pengujian *Blok Punch Index* dengan Sampel *clay* 65
Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Braziliant test* dengan Sampel *sandstone* 66
Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Braziliant test* dengan Sampel *clay* 67
Tabel 4.5 Prediksi nilai *Poin Load Index* dengan Sampel *sandstone* 67
Tabel 4.6 Prediksi nilai *Poin Load Index* dengan Sampel *clay* 68
Tabel 4.7 Hubungan uji BTS dengan BPI Sampel *sandstone* 70
Tabel 4.8 Hubungan uji BTS dengan BPI Sampel *clay* 71
Tabel 4.9 Hubungan uji BTS dengan PLI Sampel *sandstone* 72
Tabel 4.10 Hubungan uji BTS dengan PLI Sampel *clay* 73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metode *Room and Pillar*	9
Gambar 2.2	Siklus Pembentukan Batuan	11
Gambar 2.3	Alat Uji Kuat Tekan Uniaksial Batuan	14
Gambar 2.4	Tipe Hancuran Batuan Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial Batuan dengan L/D=2	15
Gambar 2.5	Alat Uji *Point Load Index*	17
Gambar 2.6	Tipe dan Syarat Sampel Batuan Uji PLI	17
Gambar 2.7	Perbandingan Ukuran Sampel untuk Masing-masing Pengujian	20
Gambar 2.8	Perbandingan Antara *Valid* dan *Invalid* Pengujian BPI Untuk Ketebalan Sampel yang Beragam	22
Gambar 2.9	Perbandingan Bentuk Sampel Pada Pengujian Sifat Mekanik di laboratorium	25
Gambar 2.10	(a) Posisi Sampel Pada Saat Pengujian *Brazilian test* Pada Kondisi Normal (b) Posisi Sampel Setelah Dijepit (c) Bentuk Sampel Pada Saat Sampel Telah Di Uji	25
Gambar 2.11	Hubungan Antara Nilai Pengujian *Blok Punch Index* (BPI) denagn nilai *Brazilian test*	27
Gambar 2.12	Hubungan antara UCS dengan Nilai BPI yang Telah Dikoreksi dan *Point Load index*	29
Gambar 2.13	Penentuan RQD dari Conto Inti Bor	34
Gambar 2.14	Defenisi Spasi Bidang Diskontinuitas	36
Gambar 2.15	Pengukuran Kekar dengan Metode *Scanline*	37
Gambar 2.16	Kurva Pembobotan RMR dan M-RMR	43
Gambar 2.17	Kurva *stand up time*	45
Gambar 2.18	Kerangka Konseptual	46
Gambar 3.1	Peta Kesampaian Daerah Kota Sawahlunto	49
Gambar 3.2	Alat uji Brazilian *test* (BTS)	51
Gambar 3.3	Alat uji *Block Punch Index* (BPI)	52

Gambar 3.4 Hubungan UCS dengan *Poin Load Index* 54
Gambar 3.5 Kurva Pembobotan RMR dan M-RMR 56
Gambar 3.6 Kurva *stand up time* 57
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian 59
Gambar 4.1 Sampel *Sandstone* dan *Clay* 61
Gambar 4.2 Alat Pemotong Batu dan Pengecil Ukuran..... 62
Gambar 4.3 Hasil Preparasi Batuan untuk uji BPI..... 63
Gambar 4.4 Hasil Preparasi Batuan untuk uji BTS 63
Gambar 4.5 Pengujian *Brazilian test* dan *blok punch index* 64
Gambar 4.6 Hasil Pengujian *Brazilian test* dan *blok punch index* 64
Gambar 4.7 Pengambilan koordinat BMK 34 69
Gambar 5.1 Hubungan BTS dengan BPI sampel *Sandstone* 74
Gambar 5.2 Hubungan BTS dengan BPI sampel Clay 75
Gambar 5.3 Hubungan BTS dengan PLI sampel *Sandstone* 76
Gambar 5.4 Hubungan BTS dengan PLI sampel *Clay* 77
Gambar 5.5 Analisis *Stand Up Time sandstone*..... 78
Gambar 5.6 Analisis *Stand Up Time clay*..... 79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Tampilan Alat BTS

Lampiran II Dokumentasi Penelitian

Lampiran III Penyangga Lubang BMK 34

Lampiran IV Format Pengambilan Data Lapangan

Lampiran V Data Uji *Blok Punch Index Sandstone*

Lampiran VI Data Uji *Blok Punch Index test clay*

Lampiran VII Data Uji *Brazilian test sandstone*

Lampiran VIII Data Uji *Brazilian test clay*

Lampiran IX Perhitungan *Blok puch index* dengan sampel *sandstone*

Lampiran X Perhitungan *Blok puch index* dengan sampel *clay*

Lampiran XI Perhitungan *Brazilian Test* dengan sampel *sandstone*

Lampiran XII Perhitungan *Brazilian Test* dengan sampel *clay*

Lampiran XIII Prediksi nilai *Poin Load Index* dengan sampel *Sandstone*

Lampiran XIV Prediksi nilai *Poin Load Index* dengan sampel *clay*

Lampiran XV Peta Geologi CV. Bara Mitra Kencana

Lampiran XVI Peta Perpanjangan Dan Penciutan IUP

Lampiran XVI I Peta Topografi CV. Bara Mitra Kencana

Lampiran XVIII Peta Geomorfologi CV. Bara Mitra Kencana

Lampiran XIX Peta Geomorfologi CV. Bara Mitra Kencana

Lampiran XXI Layout Lubang BMK 34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakangan

Brazilian test adalah uji kuat tarik batuan untuk menentukan sifat mekanik batuan. uji kuat tarik batuan di laboratorium dua metode, yaitu metode kuat tarik langsung dan metode kuat tarik tak langsung. Metode kuat tarik tak langsung merupakan uji yang paling sering digunakan. Hal ini disebabkan uji ini lebih sederhana dibandingkan uji kuat tarik langsung.

Uji *Brazilian test* atau seringkali dikenal juga sebagai uji kuat tarik merupakan salah satu uji yang paling umum digunakan untuk mengetahui kapasitas tarik dari material getas seperti beton dan batuan. Sampel yang digunakan dalam pengujian *Brazilian test* berbentuk silinder. Sampel yang berbentuk *silinder* bisa di dapatkan dari hasil *core* pengeboran dan dari hasil preparasi batuan di laboratorium.

Selain bentuk dari sampel pengujian, ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai kuat tarik batuan, seperti variasi ukuran butir dan tingkat pelapukan pada batuan tersebut. Kurnia Aprinta Herastuti (2016), melakukan analisis pengaruh variasi ukuran butir terhadap sifat fisik dan nilai kuat tarik material dengan menggunakan 3 jenis sampel yang pada pengujian, yaitu batupasir, batulempung dan batulanau. Dari hasil percobaan yang mereka lakukan diketahui bahwa semakin kecil butir ukuran batuan maka semakin tinggi nilai massa jenis material tersebut, jika massa jenis material semakin besar maka semakin rapat material tersebut dan dari nilai kerapatan yang tinggi itu akan

menghasilkan nilai kuat tarik yang tinggi. Selain uji *Brazilian test* untuk menentukan kuat tarik batuan pengujian sifat mekanik batuan lainnya juga bisa didapatkan dari Uji *Blok Punch Index* (BPI) dan Uji *Point Load Index* (PLI).

Uji *Block Punch Index* (BPI) dan *Point Load Index* (PLI) merupakan salah satu alternatif uji indeks yang relatif baru untuk memperkirakan nilai kuat tekan dari batuan. Uji ini sangat berguna apabila batuan memiliki bidang perlapisan yang tipis. Ke dua uji tersebut juga bisa digunakan untuk mendapatkan prediksi nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS).

Dari pengujian *Brazilian Test* dapat mengetahui hubungan antara pengujian sampel yang bebentuk silinder lainya yaitu uji *Blok Punch Index* dan *Point Load Index*. S. Sulukcu dan R Ulusay (2001), telah melakukan analisis dari nilai uji *blok punch index* dapat di gunakan untuk memperdiiksi nilai *Rock Mass Rating* (RMR). Nilai RMR digunakan untuk menganalisis *Stand Up Time* lubang bukaan tambang bawah tanah .

Stand Up Time merupakan waktu yang diperlukan batuan untuk menyangga dirinya sendiri sebelum terjadi keruntuhan. Hasil pembobotan nilai RMR nantinya akan di plot kedalam kurva sehingga kita dapat mengetahui *Stand Up Time* dari massa batuan, Setelah RMR dimasukkan kedalam kurva maka dapat mengetahui jarak batuan tanpa disangga dan lama masa berdirinya batuan tanpa disangga.

CV. Bara Mitra Kencana merupakan salah satu perusahaan tambang bawah tanah yang terletak di Desa Batu Tanjung Kota Sawahlunto jenis batuan yang terdapat pada lokasi tersebut secara umum terdiri dari *sandstone*, *clay* dan

batubara. CV. Bara Mitra Kencana memiliki 6 lokasi lubang tambang yaitu BMK 14, BMK 32, BMK 17, BMK 32, BMK 34, dan BMK 30. Pengambilan sampel dan pengujian dilakukan pada lubang BMK 34 dikarenakan belum pernah dilakukan pengujian kuat tarik batuan (*Braziliant Test*) dan analisis *Stand Up Time*.

Berdasarka latar belakang diatas penulis tertarik melakukan penelitian lebih lanjut tentang "Analisis Pengujian *Brazilian test* Untuk mengetahui Nilai hubungan antara *Blok Punch Index* (BPI), *Point Load Index* (PLI) dan analisis *Stand Up Time* BMK 34 ".

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada Penelitian ini adalah:

1. Belum adanya pengujian *Brazilian Test* dengan *Blok Punch Index* untuk menentukan nilai hubungan terhadap sampel *Sandstone* dan *Clay*.
2. Belum adanya pengujian *Brazilian Test* dengan *Poin Load Index* untuk menentukan nilai hubungan terhadap sampel *Sandstone* dan *Clay* .
3. Belum adanya anlisis *Stand Up Time* pada lokasi BMK 34.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Penelitian adalah

1. Sampel yang digunakan yaitu *Clay* dan *Sandstone*.
2. Untuk pengujian *Brazilian Test* menggunakan alat hasil dari rancangan peneliti.

3. Pengujian *Blok Punch Index*(BPI) menggunakan alat yang terdapat pada laboratorium STTIND Padang dan untuk mendapatkan nilai *Poin Load Index* Di dapat dari pendekatan hasil uji BTS.
4. Nilai hubungan antara *Brazilian Test* dengan *Blok Puch Index* dan nilai hubungan Brazilian test dengan *Poin Load Index* didapatkan dari hasil plot ke perangkat lunak *Micrsoft Excel* untuk mendapatkan persamaan hubungan dan nilai regresi.
5. Pembobotan nilai RMR menggunakan persamaan yang dihasilkan dari penelitian S.Sulucu dan R.Ulusay (2001).
6. Pengambilan sampel dan analisis *stand up time* dilakukan di pintu utama lubang BMK 34 CV. Bara Mitra Kencana.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hubungan nilai kuat tarik *Brazilian Test* (BTS) dengan *Block Punch Index* (BPI) terhadap sampel *Sandstone* dan *Clay*?
2. Bagaimana hubungan nilai kuat tarik *Berazilian Test* (BTS) dengan nilai kuat tekan *Point Load Index* (PLI) terhadap sampel *Sandstone* dan *Clay*?
3. Bagaimana *Stand Up Time* pada lubang bukaan tambang bawah tanah BMK 34 ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis hubungan nilai kuat tarik *Brazilian Test* dengan *Block Punch Index* (BPI).

2. Menganalisis hubungan nilai kuat tarik *Berazilian Test* (BTS) terhadap nilai kuat tekan *point load index* (PLI).
3. Menganalisis *Stand Up Time* lubang bukaan tambang bawah tanah BMK 34.

1.6 Manfaat Penelitian

a. Bagi Penulis

   Penulisan penelitian dan pembuatan alat *Brazilian Test* ini memberikan pengetahuan tentang alat-alat kuat tarik batuan, khususnya untuk penulis. Apabila alat ini telah selesai nantinya dapat bermanfaat bagi instansi dan perusahaan yang memerlukan pengujian tentang kuat tarik batuan.

b. Bagi Perusahaan

   Diharapkan alat *Brazilian Test* ini nantinya dapat dijadikan sebagai alat untuk menguji kuat tarik batuan bagi perusahaan, yang mana dari pengujian ini nantinya dapat bermanfaat untuk mengklasifikasikan massa batuan dan untuk tambang bawah tanah juga dapat berguna untuk mengetahui jenis penyangga yang sesuai dengan nilai kuat tekan batuannya.

c. Bagi STTIND Padang

   Diharapakan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai tambahan koleksi alat di laboratorium STTIND Padang dan berguna untuk kegiatan praktikum yang berhubungan dengan matakuliah yang sesuai.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Landasan Teori

Teori yang berhubungan dengan penelitian ini antara lain:

2.1.1 Tinjauan Umum Perusahaan

1. Kondisi Geologi dan Endapan

   a. Kondisi Umum Geologi

   Berdasarkan pola tektonik pulau Sumatera daerah penelitian termasuk dalam zona intramontana. Menurut P.H. Silitonga dan Kastowo (1995) daerah penelitian termasuk dalam anggota Bawah Formasi Ombilin (Tmol), yang menumpang pada batuan Granit berumur Trias (g). Batuan-batuan yang terdapat di lokasi penyelidikan dari yang tertua sampai yang termuda ialah sebagai berikut:

   1) Batuan Intrusi

   Batuan Granit merupakan batuan intrusi yang dominan di wilayah ini, berwarna abu-abu putih berbintik putih, dengan susunan dari leuko granit sampai dengan monzonit kuarsa. Tekstur biasanya feneritik sampai porfiritik dan mengalami pelapukan secara setempat sehingga dapat diambil sebagai bangunan oleh masyarakat setempat. Umur satuan ini diperkirakan *Trias*. Batuan diorit, berwarna abu-abu tua sampai abu-abu semu hijau dengan bintik-bintik hitam, keras retak-retak secara setempat berongga. Bertekstur *trakit*, bersusunan felspar dan mineral mafik dengan massa dasar *mikrolitik*.

2) Batuan Sedimen

Anggota atas Formasi Ombilin, satuan batuan ini terdiri dari lempung dan napal berwarna abu-abu semu biru sampai semu hijau dengan sisipan batupasir, konglomerat dan batupasir tufaan berwarna kehijau-hijauan, mengandung kapur dan berfosil. Umur satuan batuan ini *Miosen* Awal. Formasi Sangkarewang, serpihan napal coklat tua sampai kehitam-hitaman disisipi oleh batupasir *arkose* dan andesit kasar bersudut. Formasi Brani, konglomerat kasar beranekaragam dengan beberapa sisipan batupasir.

b. Geomorfologi

Daerah penelitian topografinya bergelombang-bergelombang kuat dengan pola aliran dendritik berstadia muda menuju dewasa. Bentuk morfologi ini selain dikontrol oleh struktur geologi juga dikontrol oleh jenis batuan yang menyangkut sifat kekerasan.

c. Stratigrafi Regional

Secara regional stratigrafi daerah Sawahlunto dapat dibagi menjadi bagian utama, yaitu komplek batuan *Pra-Tertier* dan komplek batuan *Tertier*.

1) Komplek batuan *Pra-Tertier* terdiri dari:

a) Formasi Silungkang

Nama formasi ini mula-mula diusulkan oleh Klompe, Katili dan Sukender pada tahun 1958. Secara fotografi formasi ini masih dapat dibedakan menjadi empat batuan yaitu: batuan Lava Andesit, batuan Lava Basalt, batuan Tufa Andesit dan batuan Tufa Basalt. Umur dari formasi ini diperkirakan *Perm* sampai *Trias*.

b) Formasi Tuhur

Formasi ini dicirikan oleh Lempung abu-abu kehitaman, berlapis baik, dengan sisipan-sisipan batu Pasir dan batu Gamping. Diperkirakan formasi ini berumur Trias.

2) Komplek batuan Tertier terdiri dari:

a) Formasi Sangkarewang

Nama formasi ini pertama kali diusulkan oleh Kastoyo dan Silitonga pada 1975. Formasi ini terutama terdiri dari serpih gampingan sampai napal bewarna coklat kehitaman, berlapis halus dan mengandung fosil ikan serta tumbuhan. Formasi ini diperkirakan berumur Eosen-Oligosen.

b) Formasi Sawahlunto

Nama formasi ini diusulkan oleh R.P Koesoemadinata dan Th. Matasak 1979. Formasi ini merupakan formasi yang paling penting karena mengandung lapisan batubara. Formasi ini dicirikan oleh batulanau, batulempung dan batubara yang berselingan satu sama lain. Di perkirakan formasi ini berumur Oligosen.

c) Formasi Sawah Tambang

Bagian bawah dari formasi ini dicirikan dari beberapa siklus endapan yang terdiri dari beberapa siklus endapan yang terdiri dari batupasir konglomerat, batulanau, dan batulempung. Bagian atas pada umumnya didominasi oleh batupasir konglomeratan tanpa adanya sisipan lempung atau batulanau. Umur dari formasi ini diperkirakan lebih tua dari Miosen bawah.

d) Formasi Ombilin

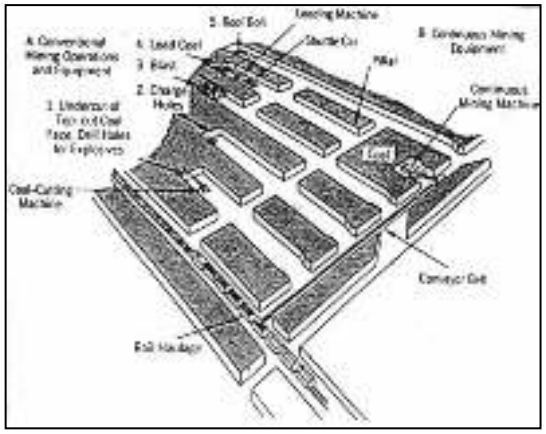
Formasi ini terdiri dari lempung gampingan yang berwarna abu-abu kehitaman. Berlapis tipis dan mengandung fosil. Umur dari formasi ini diperkirakan *Miosen* bawah.

e) Formasi Ranau

Satuan ini terdiri dari Tufa batu apung bewarna abu-abu kehitaman. Umur dari formasi ini diperkirakan *Pleitosen*.

2. Sistem Penambangan

Sistem penambangan pada CV. Bara Mitra Kencana adalah tambang bawah tanah dengan metode *room and pillar*. Metode penambangan *room and pillar* merupakan suatu metode penambangan bawah tanah untuk endapan batubara dengan tata cara penambangan searah jurus pada lapisan dan kedudukan batubara (*strip mining*). Metode penambangan *room and pillar* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



(sumber:widya juniantari 2018)

Gambar 2.1 Metode *Room And Pillar*

Batubara diperoleh pada *face* dengan bantuan *jack hammer/breaker*. Sistem penyanggaan yang digunakan adalah dengan penyangga, penyangga kayu yang digunakan berbentuk *three piece set* sehingga setiap lubang bukaan harus di analisis terlebih dahulu pada saat penambangan untuk mengetahui ketahanan terowongan tidak disangga saat penambangan maju dengan analisis *stand up tim*e.

2.1.2 Batuan

1. Definisi Batuan

a. Menurut Para Geologiwan

Batuan adalah susunan mineral dan bahan organik yang bersatu membentuk kulit bumi dan batuan adalah semua material yang membentuk kulit bumi dibagian atas, batuan yang terkonsolidasi *(consolidated rock)* dan batuan yang tidak terkonsolidasi *(unconsolidated rock)*.

b. Definisi Secara Umum

Batuan adalah campuran dari satu atau lebih mineral yang berbeda, tidak mempunyai susunan kimia tetap. Tetapi batuan tidak sama dengan tanah. Tanah dikenal dengan material yang *mobile*, rapuh dan letaknya dekat dengan permukaan bumi.

c. Menurut Para Ahli Geoteknik

Istilah batuan hanya untuk formasi yang keras dan padat dari kulit bumi yang merupakan suatu bahan yang keras dan koheren atau yang lebih terkonsolidasi dan tidak dapat digali dengan cara biasa, misalnya dengan cangkul dan belincong.

d. Menurut Talobre

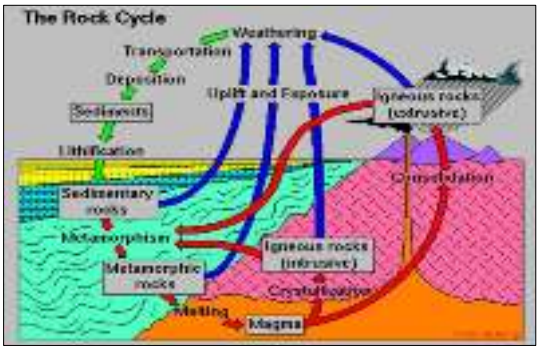
Talobre adalah orang yang pertama kali memperkenalkan mekanika batuan di Perancis pada tahun 1948, batuan adalah material yang membentuk kulit bumi termasuk fluida yang berada di dalamnya (seperti air, minyak dan lain-lain).

e. Menurut ASTM

Batuan adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat *(solid)* berupa massa yang berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

2. Klasifikasi Batuan

Siklus pembentukan batuan dimulai dari magma yang keluar dari dalam bumi kemudian membeku dan terbentuk batuan beku. Setelah batuan beku terpapar dipermukaan atau dekat permukaan, maka akan terjadi proses pelapukan dan hasilnya yang berupa material lapuk akan ter-transformasi dan terendapkan atau mengalami sedimentasi sehingga hasil akhirnya disebut sedimen (Gambar 2.2).



(sumber: Made Astawa Rai dkk, 2011)

Gambar 2.2 Siklus Pembentukan Batuan

Jika material sedimen tersebut mengalami konsolidasi dan tegangan, maka material tersebut akan menjadi batuan sedimen. Dalam fungsi waktu dan jika batuan sedimen mengalami pembebanan dan temperatur di dalam bumi maka batuan tersebut akan mengalami metamorfose sehingga membentuk batuan metamorf. Secara singkat dapat dikatakan bahwa batuan beku atau batu sedimen atau batu metamorf yang mengalami pelapukan dapat menjadi batuan sedimen baru. Demikian juga halnya dengan terbentuknya batu metamorf baru, jika batuan beku, batuan sedimen, dan batu metamorf mengalami metamorfose maka akan dapat menjadi batuan metamorf baru.

Batuan Beku *(igneous rock)* adalah batuan tersebut berasal langsung dari pembekuan magma. Jika batuan beku tersebut diklasifikasikan sebagai batuan beku asam maka kenampakannya berwarna terang dan kandungan SiO_2 akan lebih besar dari 55%. Sedangkan untuk batuan beku *intermediate* (sedang) akan berwarna agak terang, dan kandungan SiO_2 sekitar 50-55% dan batuan beku basa berwarna gelap dengan kandungan SiO_2 <50%.

Beberapa ciri dari batuan sedimen *(sedimentary rock)* adalah berlapis-lapis, yang merupakan hasil pelapukan dari batuan lain yang terendapkan bisa secara fisik atau kimia dan telah mengalami transportasi berupa air, angin atau gravitasi. Sedangkan urutan perlapisannya selalu mengikuti hukum superposisi (tua ke muda). Ciri lainnya adalah bahwa batuan sedimen bisa terkonsolidasi atau tidak terkonsolidasi. Akibat dari aktivitas tektonik maka batuan sedimen dapat mengalami perlipatan seperti *sinklin* atau *antiklin* dan juga dapat tersesarkan berupa sesar, kekar dan tergeser.

Proses pembentukan batuan metamorf *(metamorphic rock)* dapat berasal dari batuan lainnya yang mengalami tekanan dan panas yang tinggi. Pada proses pembentukannya tidak ada penambahan unsur baru dan yang ada adalah proses rekristalisasi. Batuan metamorf memiliki struktur yang khas seperti, filit (halus dengan pola laminasi), sekis (berlapis), gneis (selang-seling lapisan dan butiran) dan masif.

2.1.3 Sifat Mekanik Batuan

1. Uji Kuat Tekan Uniaksial *(Unconfined Compressive Strength Test)*

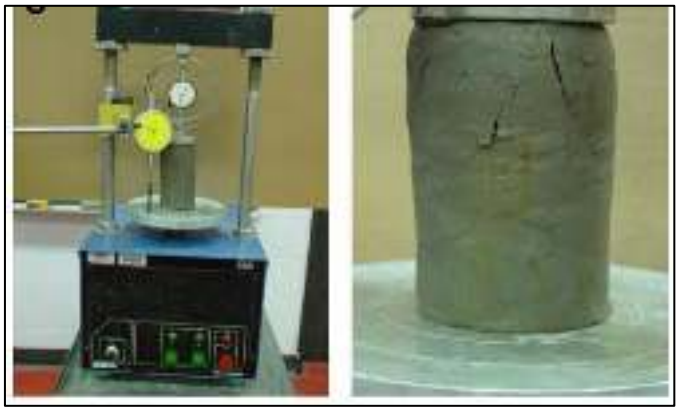
Tujuan uji tekan adalah untuk mengukur kuat tekan uniaksial dari sebuah contoh batuan dalam geometri yang beraturan, baik dalam bentuk silinder, balok maupun prisma dalam satu arah (uniaksial). Tujuan utama uji ini adalah untuk klasifikasi kekuatan dan karakterisasi batuan utuh. Hasil uji ini menghasilkan beberapa informasi yaitu; kurva tegangan regangan, kuat tekan uniaksial, *modulus young*, *nisbah poisson*, fraktur energi dan spesifik fraktur energi.

Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin tekan *(compression mechine)* dan dalam pembebanannya mengikuti standar dari *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981). Secara teoritis penyebaran tegangan di dalam contoh batuan searah dengan gaya yang dikenakan pada contoh tersebut. Akan tetapi, pada kenyataannya arah tegangan tidak searah dengan gaya yang dikenakan pada contoh. Hal ini terjadi karena ada pengaruh dari plat penekan pada mesin tekan yang berbentuk bidang pecah yang searah dengan gaya, berbentuk *cone*.

Contoh batuan yang digunakan dalam pengujian kuat tekan harus memenuhi beberapa syarat. Kedua muka contoh batuan uji harus mencapai

kerataan hingga 0,02 mm dan tidak melenceng dari sumbu tegak lurus lebih besar daripada 0,001 radian (sekitar 3,5 min) harus bebas dari ketidakrataan sehingga kelurusannya sepanjang contoh batu uji tidak melenceng lebih dari 0,3 mm.

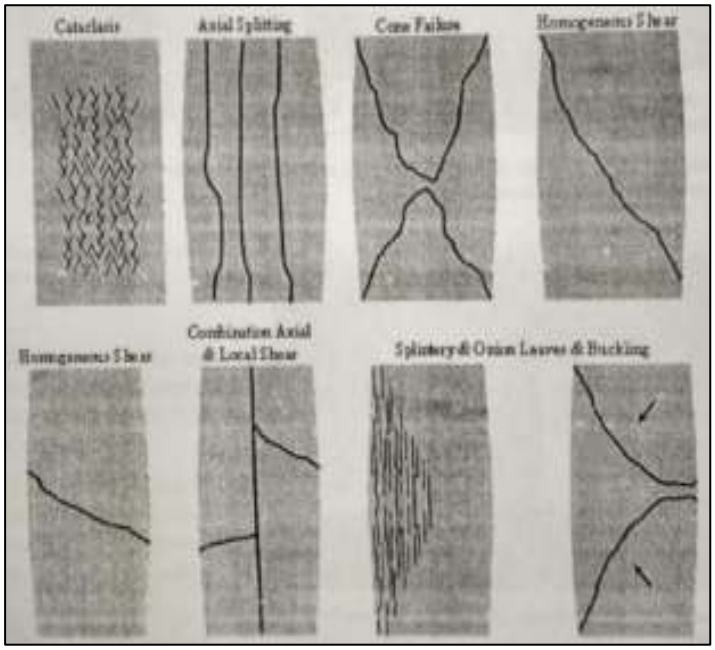
Perbandingan antara tinggi dan diameter contoh batuan (L/D) akan mempengaruhi nilai kuat tekan batuan. Jika digunakan perbandingan (L/D) = 1, kondisi tegangan triaksial saling bertemu sehingga akan memperbesar nilai kuat tekan batuan. Sesuai dengan ISRM (1981), untuk pengujian kuat tekan digunakan rasio (L/D) antara 2-2.5 dan sebaiknya diameter (D) contoh batu uji paling tidak berukuran tidak kurang dari ukuran 54 mm. Alat uji kuat tekan uniaksial batuan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



(sumber: Made Astawa Rai dkk, 2011)

Gambar 2.3 Alat Uji Kuat Tekan Uniaksial Batuan

Tipe hancuran batuan hasil uji kuat tekan uniaksial batuan dengan L/D = 2 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



(sumber: Krimadibrata, 1990 dalam Irwandy Arif, 2016)

Gambar 2.4 Tipe Hancuran Batuan Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial Batuan dengan L/D = 2

Untuk menghitung nilai kuat tekan uniaksial (UCS) batuan, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \qquad \text{(2.1)}$$

Keterangan:

σ_c = Kuat Tekan Uniaksial (MPa)

P = Beban Maksimum Contoh Pecah (N)

A = Luas Permukaan Sampel Batuan (mm^2)

Nilai UCS yang didapat setelah pengujian batuan, kemudian disesuaikan dengan klasifikasi kuat tekan batuan. Bieniawski dan Tamrock telah mengklasifikasikan kuat tekan batuan. Seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Klasifikasi Kuat Tekan dan Skala Mohs menurut Bieniawski & Tamrock

Klasifikasi	Kuat tekan uniaksial (MPa)	
	Bieniawski, 1973	**Tamrock, 1988**
Sangat keras	250-700	200
Keras	100-250	120-200
Keras sedang	50-100	60-120
Cukup lunak	-	30-60
Lunak	25-50	10-30
Sangat lunak	1-25	-10

(sumber: Made Astawa Rai, 2011)

2. *Point Load Index* (PLI)

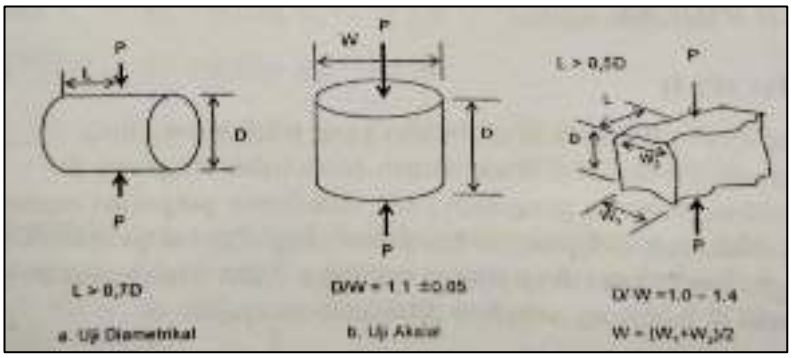
Uji *point load* (Gambar 2.5) merupakan uji indeks yang telah secara luas digunakan untuk memprediksi nilai UCS suatu batuan secara tidak langsung di lapangan. Hal ini disebabkan prosedur pengujian yang sederhana, preparasi conto yang mudah dan dapat dilakukan langsung di lapangan. Peralatan yang digunakan mudah dibawa-bawa, tidak begitu besar dan cukup ringan sehingga dapat dengan cepat diketahui kekuatan batuan di lapangan, sebelum dilakukan pengujian di laboratorium.



(sumber: Made Astawa Rai dkk, 2011)

Gambar 2.5 Alat Uji *Point Load Index*

Contoh yang digunakan untuk pengujian ini dapat berbentuk silinder ataupun suatu bongkah batuan seperti yang terlihat pada Gambar 2.6 dan disarankan untuk pengujian ini berbentuk silinder dengan diameter 50 mm (NX = 54mm, lihat ISRM, 1985).



(sumber: ISRM, 1985 dalam Made Astawa Rai dkk, 2011)

Gambar 2.6 Tipe dan Syarat Sampel Batuan Uji PLI

Menurut Bronch & Franklin (1972) dalam Made Astawa Rai, dkk (2011), indeks *point load* (Is) suatu contoh batuan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2

$$Is = \frac{P}{D^2} \quad \text{..... (2.2)}$$

Keterangan:

Is = *point load index* (MPa)

D = Diameter Contoh (mm)

P = Beban Maksimum Contoh Pecah (N)

Apabila diameter contoh batuan yang digunakan bukan 50 mm, maka diperlukan faktor koreksi terhadap persamaan yang diturunkan oleh Bronch & Franklin. Menurut Graminger (1982) dalam Made Astawa Rai (2011), selang

faktor koreksi tergantung besarnya diameter. Karena diameter ideal yang digunakan adalah 50mm, maka Graminger menurunkan persamaan:

$$Is = F\frac{P}{D^2} \quad \text{..... (2.3)}$$

Keterangan:

Is = *Point Load Index* (MPa)

F = Faktor Koreksi Ukuran

D = Diameter Contoh (mm)

P = Beban Maksimum Contoh Pecah (N)

Faktor koreksi ukuran (F) dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini,

$$F = (d/50)^{0.45} \quad \text{..... (2.4)}$$

Keterangan:

d = Diameter Contoh (mm)

F = Faktor Koreksi Ukuran

Sehingga diperoleh suatu persamaan *point load* yang telah dikoreksi sebagai berikut.

$$Is_{(50)} = (d/50)^{0.45}\frac{P}{D^2} \quad \text{..... (2.5)}$$

Keterangan:

$Is_{(50)}$ = *point load index* (MPa)

d = Diameter Contoh (mm)

P = Beban Maksimum Contoh Pecah (N)

D = Jarak Antar Konus Penekan (mm)

Persamaan hubungan kuat tekan dengan PLI untuk berbagai jenis batuan dari berbagai peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2
Persamaan Hubungan Kuat Tekan dengan PLI untuk Berbagai Batuan Dari Berbagai Peneliti

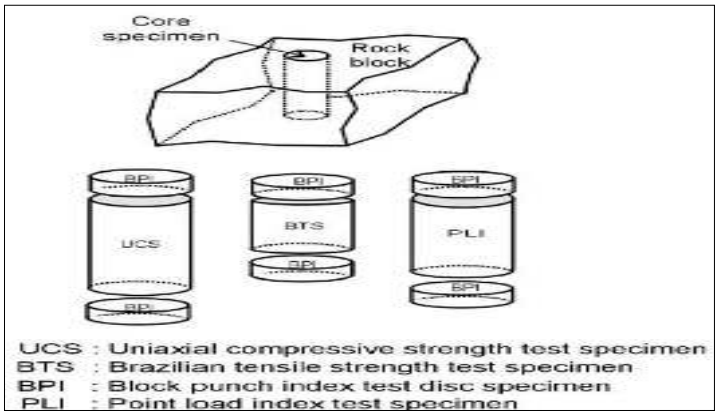
Referensi	Persamaan	Tipe Batuan
Broch & Franklin (1972)	$\sigma c = 24\ Is_{(50)}$	Batupasir
Bieniawski (1975)	$\sigma c = 23\ Is_{(50)}$	Batuan beku dan batuan sedimen
Brock (1985)	$\sigma c = 22\ Is_{(50)}$	-
Singh (1981)	$\sigma c = 18.7\ Is_{(50)}$	Batupasir dan *shale*
Vallejo, dkk (1989)	$\sigma c = 12.5\ Is_{(50)}$	*Shale*
Vallejo, dkk (1989)	$\sigma c = 17.4\ Is_{(50)}$	Batupasir
Kramadibrata (1992)	$\sigma c = 11.82\ Is_{(50)}$	Batupasir dan batulempung
Gunsallus & Kulhawy (1984)	$\sigma c = 16.5\ Is_{(50)} + 51$	Batupasir, batugamping
Cargil & Shakoor (1990)	$\sigma c = 23\ Is_{(50)} + 13$	Batuan sedimen dan batuan metamorf
Kahraman (2001)	$\sigma c = 8.41\ Is_{(50)} + 9.51$	Batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf
Tsidzi (1990)	$\sigma c = \frac{Is_{(50)}}{0.03 + 0.003\ Is_{(50)}}$	Batuan metamorf

(sumber : Made Astawa Rai, dkk 2011)

3. *Block Punch Index* (BPI)

Uji *block punch* merupakan salah satu alternatif uji indeks yang relatif baru untuk memperkirakan nilai kuat tekan dari batuan. Uji ini sangat berguna apabila batuan memiliki bidang perlapisan yang tipis sehingga sulit untuk mendapatkan contoh yang memenuhi syarat untuk uji UCS bahkan uji PLI sekalipun.

Ukuran sampel *Block Punch Index* (BPI) sangat tipis dibandingkan dengan pengujian sifat mekanik batuan lainnya. Perbandingan ukuran sampel BPI dengan pengujian indeks lainnya dapat di lihat pada Gambar 2.7.



(Sumber: S. Sulukcu dan R. Ulusay (2001)

Gambar 2.7 Perbandingan Ukuran Sampel Pada Pengujian Sifat Mekanik di Laboratorium

Pada tahun 2012, D.A. Mishra dan A. Basu melakukan pengujian pada 3 jenis batuan, adapun batuan yang digunakan yaitu batu granit dengan diameter 51 mm dan 58 mm, sekis dengan diameter 54 mm dan batupasir dengan diameter 47 mm. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 20 sampel untuk masing-masing pengujian batuan. Mereka menyarankan untuk menghitung nilai BPI jika ketebalan sampel 18 mm menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BPI = \frac{10^{-3}P}{A} \qquad \text{..... (2.6)}$$

Keterangan:

BPI = Nilai Kuat Tekan *Block Punch Index* (MPa)

P = Beban Puncak Sampai Batuan Pecah(kN)

A = Area *Punched* (m^2)

A dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$A= 4t(r^2-81)^{0.5}.10^{-6} \quad \text{..... (2.7)}$$

Keterangan:

t = Ketebalan Sampel (mm)

r = Jari-Jari Sampel (mm)

Sedangkan untuk ketebalan sampel 5-15 mm, BPI dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BPI_c = 3454D^{-1.3926}t^{-1.1265}P \quad \text{..... (2.8)}$$

Keterangan:

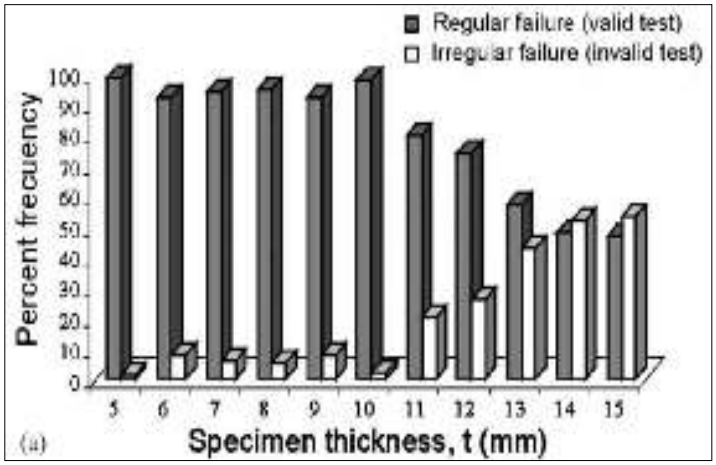
BPIc = Nilai Kuat Tekan *Block Punch Index* Koreksi (MPa)

D = Diamater Sampel (mm)

t = Ketebalan Sampel (mm)

P = Beban Puncak Sampai Batuan Pecah (kN)

Sedangkan pada tahun 2001, S. Sulukcu dan R. Ulusay telah melakukan pengujian menggunakan 23 jenis batuan yang berbeda. Uji BPI, UCS, kuat tarik Brazillian dan *point load* dilakukan pada sampel yang telah dikeringkan terlebih dahulu. Untuk mempelajari pengaruh ukuran sampel dalam tes BPI, sampel dengan ketebalan dan diameter yang berbeda dipotong dari sampel *core* menggunakan gergaji berlian. Rentang diameter *core* untuk uji BPI dan UCS dibatasi hanya pada ukuran 42 mm dan 54 mm. Sementara ketebalan sampel untuk uji BPI berkisar antara 5-15 mm.



(Sumber: S. Sulukcu dan R. Ulusay (2001)

Gambar 2.8 Perbandingan Antara *Valid* dan *Invalid* Pengujian BPI Untuk Ketebalan Sampel yang Beragam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan 10 mm dianggap paling cocok untuk pengujian sampel BPI, bahkan jumlah jenis batuan dan jumlah sampel yang diteliti telah meningkat. Dalam penelitian sebelumnya, dianggap bahwa ukuran 54 mm atau 47,6 mm merupakan ukuran *core* yang biasanya didapat dari hasil pemboran dan ukuran diameter yang umum adalah 50 mm yang biasa digunakan sebagai diameter acuan dalam uji kuat batuan.

Berdasarkan hasil referensi ukuran tersebut didapat persamaan BPI yang telah dikoreksi, yaitu:

$$BPI_c = 3499D^{-1.3926}t^{-1.1265}F_{t,D} \quad \text{..... (2.9)}$$

Keterangan:

BPIc = Nilai Kuat Tekan *Block Punch* Yang Dikoreksi (MPa)

D = Diamater Sampel (mm)

t = Ketebalan Sampel (mm)

$F_{t,D}$ = Beban Puncak Dari Setiap Diameter Sampel

Uji BPI dilakukan untuk mengetahui kuat geser secara langsung dari batuan yang berbentuk silinder tipis. Dalam uji ini yang diamati adalah besarnya gaya yang dikenakan pada contoh batuan menggunakan *punch* berbentuk empat persegi. Keruntuhan yang terjadi disebabkan oleh pecahnya contoh batuan karena ketidakmampuan contoh batu untuk menahan kuat geser, sedangkan kuat tariknya dielaminir dengan alat penjepit *block punch*.

Sedangkan perhitungan BPI berdasarkan spesifikasi alat yang terdapat di Laboratorium Geomekanika dan Peralatan Tambang ITB adalah dengan membagi beban maksimum (F) terhadap luas contoh batuan yang bergeser (A) yang dinyatakan dalam persamaan 2.6.

$$\text{BPI} = \frac{\text{F}}{4\text{t}\left[\text{r}^2 - \left(\frac{\text{K}}{2}\right)^2\right]^{0.5}} \qquad \text{..... (2.10)}$$

Keterangan:

BPI = *Block Punch Index* (MPa)

F = Beban Runtuh (N)

A = Luas Bagian Runtuh (mm^2)

r = Jari-Jari Contoh (mm)

K = lebar BPI = 15 mm

t = Tebal Contoh (mm)

Menurut Schrier (1988) dalam Made Astawa Rai (2011), BPI adalah uji indeks dan bukan untuk mengukur kuat geser batuan karena kemungkinan dipengaruhi oleh tegangan *bending.* Selain itu dia juga berpendapat bahwa uji BPI ekuivalen dengan uji indeks lainnya untuk menduga UCS dan tingkst akurasinya yang lebih baik daripada uji PLI.

Sedangkan Rivai (2001) berpendapat bahwa hubungan UCS dan BPI dapat digunakan untuk batuan lunak karena penekanan yang terjadi pada uji BPI menyangkut suatu luas yang lebih besar dari *point* sehingga akan memberikan efek geser.

4. Uji Kuat Tarik *Brazilian Test*

Ada dua metode yang dapat dipergunakan untuk mengetahui kuat tarik contoh batuan di laboratorium, yaitu metode kuat tarik langsung dan metode kuat tarik tak langsung. Metode kuat tarik tak langsung merupakan uji yang paling sering digunakan. Hal ini disebabkan uji ini lebih mudah dan murah daripada uji kuat tarik langsung. Salah satu uji kuat tarik tak langsung adalah Brazilian test.

Sampel yang digunakan dalam pengujian *Brazilian Test* (BTS) berbentuk selinder dengan ketebalan sampel 0,5 cm. Bentuk dan macam-macam sampel yang digunakan dalam pengujian BTS dapat dilihat pada Gambar 2.8



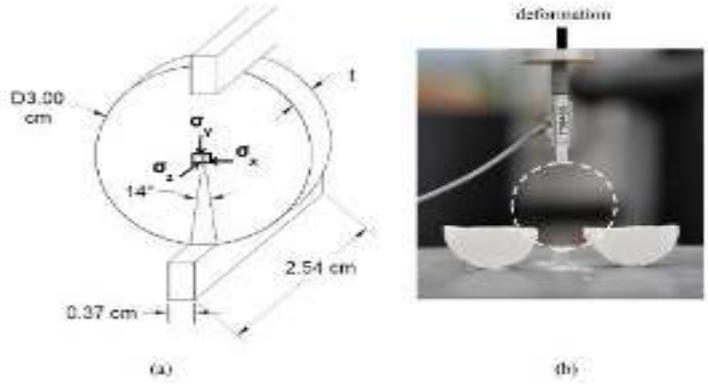
FIGURE 2. Mode of failure in a) solid, b) 0.1, c) 0.2 and d) 0.3 diameter ratio in ring disk under Brazilian test

(Sumber: Rini Asnida Abdullah dan Takshi Tsutsumi (2018)

Gambar 2.9 Perbandingan Bentuk Sampel Pada Pengujian Sifat Mekanik di Laboratorium

Pengujian kuat tarik *Brazilian Test* dilakukan dengan menggunakan

sampel yang diletakan pada spesmen dengan posisi berdiri lalu diberikan tekanan untuk mendapatkan nilai kuat tarik. Pada saat sampel di berikan tekanan maka nilai tertinggi yang digunakan sebagai nilai kuat tarik yaitu pada saat sampel mengalami perubahan yaitu meregang. pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut.



(Sumber: I.D.Akin dan W.J.Likos(2017)

Gambar 2.10 a. posisi sampel pada saat pengujian *Brazilian Test* kondisi normal b.bentuk sampel pada saat sampel telah di uji

Pada gambar 2.6posisi sampel yang akan di uji diletakan diatas spesmen dengan lebar spesmen 0.37 cm *panjang* 2.54 cm yang diberi tekanan sampai sampel tersebut pecah untuk mendapatkan nilai kuat tarik.

Pada tahun 2018 Rini Asnida Abdullah dan Takshi Tsutsumi melakukan pengujian Brazilian test (BTS) dengan menggunakan sampel batu granit yang di preparsi dengan ketebalan 0,5 cm akan tetapi dengan 4 bentuk sampel yang berbeda diberi cicncin mulai dari ukuran penuh, 0.1 cm, 0.2cm, dan 0,3 cm. pengujian tersebut di lakukan dengan menggunakan persamaan ISRM (2007) untuk mendapatkan hasil dari pengujian BTS sebagai berikut.

$$\sigma_t = 2P/\pi Dt = 0.636\ P/Dt \quad \text{.....} \quad (2.11)$$

keterangan :

σ_t = Kuat tarik batuan (MPa)

P = Beban Tertinggi (KN)

D = Diameter (mm)

t = Ketebalan (mm)

Perhitungan Brazilian test (BTS) juga dapat menggunakan persamaan ASTM D3967sebagai berikut.

$$BTS = \frac{2P}{\pi LD} \quad \text{.....} \quad (2.12)$$

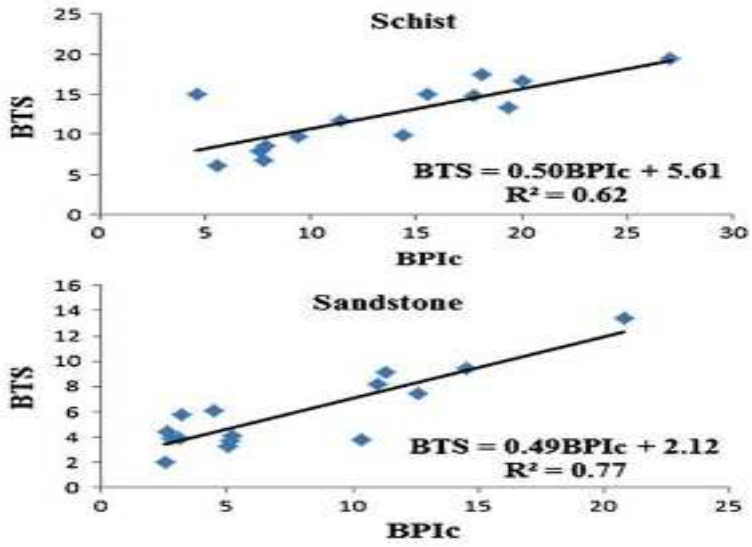
keterangan :

D = Diameter (mm)

σ_t = Kuat Tarik Batuan (MPa)

P = Beban Tertinggi (KN)

t = Ketebalan (mm)Uji *Brazilian test* juga bisa didapatkan dari hasil pengujian *Blok Punch Index* dengan persamaan yang di hasilkan oleh A. Misra dan A. Basu (2012) yaitu hubungan antara nilai *Brazilian Test* dan *Blok Punch Index* dengan sampel sekis dan batupasir seperti Gambar 2.11 berikut.



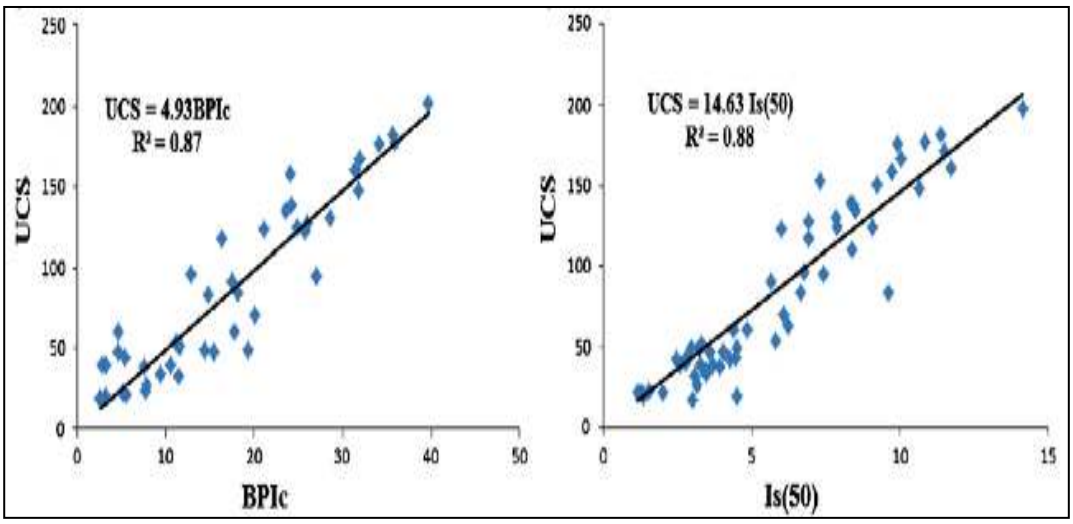
(Sumber: A. Misra dan A. Basu (2012))

Gambar 2.11hubungan antara nilai pengujian *Blok Punch Index* (BPI) Dengan Nilai *Brazilian Test.*

2.1.4 Prediksi Nilai UCS Menggunakan Nilai *Block Punch Index* (BPI) dan *Point Load*

Keinginan untuk mendapatkan sifat kekuatan batuan lebih cepat dan dengan biaya yang murah terutama untuk tujuan klasifikasi batuan mengharuskan dilakukannya pengembangan beberapa pengujian indeks. Salah satu yang paling populer adalah uji kuat tekan *point load index*. Pengujian ini pada dasarnya merupakan uji kuat tarik uniaksial tak langsung, tetapi penggunaannya untuk memprediksi UCS menjadi lebih populer, hanya saja pengujian *point load* ini tidak dapat dilakukan pada sampel batuan yang tipis. Penggunaan awal uji BPI untuk memprediksi UCS disarankan oleh Schrier pada tahun 1988.

D.A Mishra dan A. Basu (2012) telah melakukan pengujian terhadap 3 jenis batuan yang berbeda (yaitu granit, sekis dan batupasir) menggunakan alat uji



BPI dan *point load* untuk memprediksi nilai UCS dan mereka merekomendasikan persamaan sebagai berikut:

$$UCS = 4.93BPI_c \quad \text{..... (2.13)}$$

Keterangan:

UCS = Nilai Kuat Tekan Uniaksial (MPa)

BPIc = Nilai Kuat Tekan *Block Punch* Yang Dikoreksi (MPa)

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian yang dilakukan oleh D.A Mishra dan A. Basu, persamaan (2.12) menghasilkan nilai regresi linear, R=0.87 (BPIc) sedangkan untuk *Point Load Index* menghasilkan nilai regresi linear sebesar R=0.88.

(Sumber: D.A. Mishra dan A. Basu (2012)

Gambar 2.12 Hubungan antara UCS dengan Nilai BPI yang Telah Dikoreksi dan *Point Load index*

Pada tabel 2.12 menjelaskan hubungan uji BPIc dan UCS dimana didapatkan persamaan dengan nilai regresi mendekati (1) itu artinya hubungan kedua

pengujian tersebut saling berkaitan antara keduanya.

Sedangkan untuk memprediksi UCS menggunakan nilai *point load index,* D.A Mishra dan A. Basu menyarankan menggunakan persamaan berikut:

$$UCS = 14.63Is_{(50)} \quad \text{..... (2.14)}$$

Keterangan:

UCS = Nilai Kuat Tekan Uniaksial (MPa)

$Is_{(50)}$ = Nilai Kuat Tekan *Point Load index* (MPa)

Hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3
Rumus Empiris untuk Memprediksi UCS dari Nilai BPI dan *Point Load*

Referensi	Tipe Batuan	Persamaan dan Nilai R
Schrier (1988)	Breccia, calcarenite, calcilutite, dunite, gneiss, limestone, marble, mudstone and sandstone	UCS = 6.1 BPI – 3.3 R = 0.86
Ulusay & Gogceoglu (1997)	23 tipe batuan yang terdiri atas batuan beku, batuan sedimen dan metamorf	UCS = 5.5 BPIs; R = 0.94 UCS = 5.29 $BPIs^{1.01}$; R = 0.91 UCS = $9.82e^{-0.108BPIs}$; R = 0.83 UCS = 40.48 ln(BPIs) – 13.4; R=0.82
Gogceoglu & Aksoy (2000)	Marl, mudstone, sandstone, schist	UCS = 5.25 BPIc ; R = 0.95
Sulukcu & Ulusay (2001)	23 tipe batuan yang berbeda	UCS = 5.1 BPIc (R = 0.90) UCS = 15.31 $Is_{(50)}$ (R = 0.83)
Sonmez & Tunusluoglu (2008)	Limestone, travertine, andesite, sanstone, marl and schist	UCS = 0.8 x 2.266 $(m_i)^{0.3824}$ x BPIc R^2 = 0.86
Karakul dkk (2010)	Limestone, sandstone, mica schist, shale and travertine	$BPIc_{90} = 1.47^{-0.00456\alpha}BPIc\alpha$ $UCS_{90} = 5.1x1.47^{-0.00456\alpha}BPIc\alpha$
D. A Mishra & A. Basu (2012)	Granite, schist and sandsone	UCS = 4.93 BPIc; R = 0.87 UCS = 14.63 $Is_{(50)}$; R = 0.88

Note: BPIc=BPIs=Corrected BPI; m_i= Hoek & Brown constant; α= angle between the core axis anf foliations.
(sumber: D.A. Mishra & A. Basu, 2012)

2.1.5 Klasifikasi Massa Batuan

Klasifikasi massa batuan digunakan sebagai alat dalam menganalisis kemantapan lereng yang menghubungkan antara pengalaman di bidang massa batuan dengan kebutuhan pemantapan diberbagai kondisi lapangan yang dibutuhkan. Namun demikian, penggunaan klasifikasi massa batuan tidak digunakan sebagai pengganti perancangan rinci.

Pada dasarnya pembuatan klasifikasi massa batuan bertujuan untuk (*Bieniawski*, 1989):

1. Mengidentifikasi parameter–parameter yang mempengaruhi perilaku massa batuan.
2. Membagi formasi massa batuan ke dalam grup yang mempunyai perilaku sama menjadi kelas massa batuan.
3. Memberikan dasar–dasar untuk pengertian karakteristik dari setiap kelas massa batuan.
4. Menghubungkan pengalaman dari kondisi massa batuan di suatu lokasi dengan lokasi lainnya.
5. Mengambil data kuantitatif dan pedoman untuk rancangan rekayasa.
6. Memberikan dasar umum untuk kemudahan komunikasi diantara para insinyur dan *geologist.*

Klasifikasi massa batuan telah berkembang sejak kurang lebih 100 tahun. Ritter (1879) berusaha untuk memformulasikan pendekatan empiris untuk

perancangann terowongan, terutama untuk kebutuhan sistem penyangga. Klasifikasi yang paling banyak digunakan untuk awal kegiatan dibidang geomekanika adalah klasifikasi RQD dari Deere (1964). Pengamatan awal inti bor hasil pemboran eksplorasi dan geoteknik adalah RQD dan fraktur frekuensi. Sedangkan penilaian kualitas massa batuan yang paling banyak digunakan pada tahap awal adalah RMR dari Bieniawski (1989) dan Q-System yang diusulkan oleh Barton, Lien dan Lunde (1974).

Bieniawski (1976) dalam *Manik* (2007) mempublikasikan suatu metode klasifikasi massa batuan yang dikenal dengan *Geomechanics Classification* atau RMR. Metode *rating* digunakan pada klasifikasi ini. Besaran *rating* tersebut didasarkan pada pengalaman *Bieniawski* dalam mengerjakan proyek–proyek terowongan dangkal. Metode ini telah dikenal luas dan banyak diaplikasikan pada keadaan dan lokasi yang berbeda–beda seperti tambang pada batuan kuat, terowongan, tambang batubara, kestabilan lereng dan kestabilan pondasi. Klasifikasi ini juga sudah dimodifikasi beberapa kali sesuai dengan adanya data baru agar dapat digunakan untuk berbagai kepentingan dan sesuai dengan standar internasional. Sistem klasifikasi massa batuan RMR menggunakan enam parameter berikut ini dimana *rating* setiap parameter dijumlahkan untuk memperoleh nilai total RMR. Parameter RMR yang digunakan untuk klasifikasi massa batuan adalah kuat tekan batuan utuh (*strength of intact rock material*), *rock quality desi*gn (RQD), jarak antar diskontinuitas (*spacing of discontinuities*), kondisi diskontinuitas (*conditon of discontinuities*), kondisi air tanah

(*groundwater condition*) dan orientasi diskontinuitas (*orientation of discontinuities*).

Berikut dijelaskan mengenai keenam parameter yang digunakan dalam memperoleh klasifikasi massa batuan RMR tersebut:

1. Kuat Tekan Batuan Utuh (*Strength of Intact Rock Material*)

Penjelasan tentang kuat tekan batuan utuh telah dijelaskan pada pembahasan sub bab 2.1.3. Setelah dilakukan pengujian kuat tekan batuan dan dihitung nilai kuat tekan batuannya, maka selanjutnya kekuatan batuan tersebut dikategorikan sesuai dengan nilai kekuatannya. Kuat tekan material batuan dapat diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 2.4.

Tabel 2.4
Strength of Intact Rock Material

Qualitative Description	***Compressive Strength* (MPa)**	***Point Load Strength* (MPa)**	***Rating***
*Extremely strong**	>250	8	15
Very strong	100-250	4-8	12
Strong	50-100	2-4	7
*Medium strong**	25-50	1-2	4
Weak	5-25	*Use of UCS is preffered*	2
Very weak	1-5	-do-	1
Extremely weak	<1	-do-	0

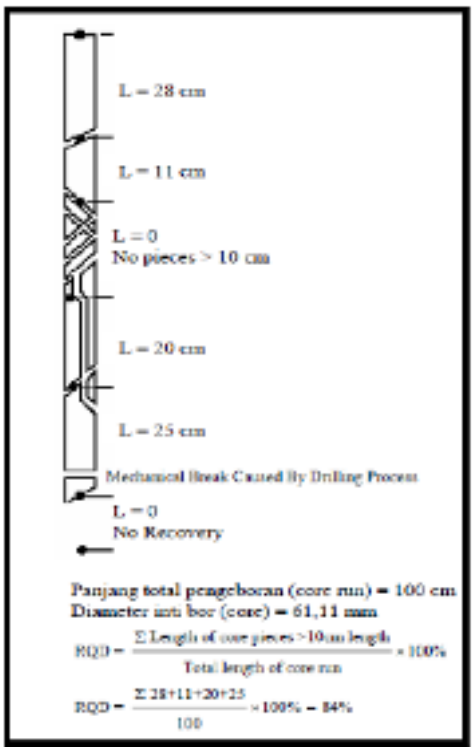
(sumber: Bieniawski, 1979)

2. *Rock Quality Design* (RQD)

Parameter yang dapat menunjukkan kualitas massa batuan sebelum penggalian dilakukan adalah RQD yang dikembangkan oleh Deere (1964) yang mana datanya diperoleh dari pengeboran eksplorasi dalam bentuk inti bor yang merupakan wakil massa batuan berbentuk silinder. Diameter inti bor bervariasi mulai dari BQ, NQ dan HQ.

RQD dihitung dari persentase inti bor (Gambar 2.13) yang diperoleh dari panjang minimum 10 cm dan jumlah potongan inti bor tersebut biasanya diukur pada inti bor dengan panjang 1 m. Potongan akibat penanganan pemboran harus diabaikan dari perhitungan dan inti bor yang lembek dan tidak baik berbobot RQD = 0 (*Bieniawski, 1989*)

$$\text{RQD} = \frac{panjang\ total\ bor\ inti{>}0.10\ m}{panjang\ total\ bor} x100\% \quad \text{..... (2.15)}$$



(sumber: Bieniawski, 1979)

Gambar 2.13 Penentuan RQD Dari Contoh Inti Bor

Bila inti bor tidak tersedia, RQD dapat dihitung secara tidak langsung dengan melakukan pengukuran orientasi dan jarak antar diskontinuitas pada singkapan batuan. Beberapa metode perhitungan RQD metode tidak langsung:

a) *Priest and Hudson*, 1976

$$RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1) \quad \text{..... (2.16)}$$

Keterangan:

λ = Jumlah Total Kekar Per Meter

b) *Palmstrom*, 1982

$$RQD = 115 - 3{,}3\ Jv \quad \text{..... (2.17)}$$

Keterangan:

Jv = Jumlah Total Kekar Per Meter

Pada perhitungan nilai RMR, parameter RQD diberi bobot berdasarkan nilai RQD-nya seperti tertera pada Tabel 2.5.

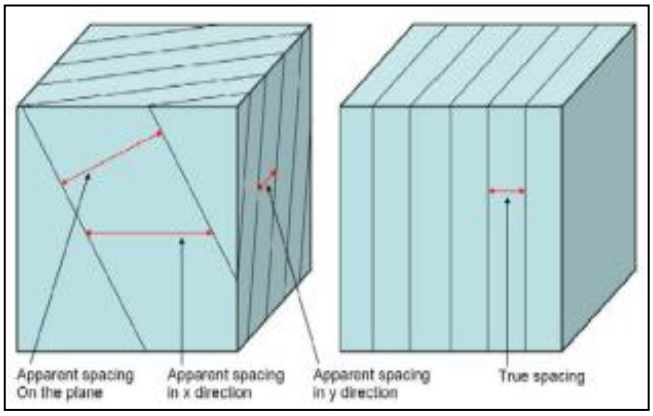
Tabel 2.5
***Rock Quality Designation* (RQD)**

RQD (%)	**Kualitas Batuan**	***Rating***
<25	Sangat jelek *(very poor)*	3
25-50	Jelek *(poor)*	8
50-75	Sedang *(fair)*	13
75-90	Baik *(good)*	17
90-100	Sangat Baik *(excellent)*	20

(sumber: Bieniawski, 1979)

3. *Discontinuitas Spacing*

Jarak antar (spasi) bidang diskontinu didefinisikan sebagai jarak tegak lurus antara dua diskontinuitas berurutan sepanjang garis pengukuran yang dibuat sembarang. Menurut ISRM, jarak antar (spasi) diskontinuitas adalah jarak tegak lurus antara bidang diskontinu yang berdekatan dalam satu set diskontinuitas.



(sumber: Bieniawski, 1979)

Gambar 2.14 Defenisi Spasi Bidang Diskontinuitas

Pengukuran jarak atau spasi kekar bidang diskontinuitas dapat dilakukan dengan metode *scanline*. *Scanline* pada permukaan lereng/bukaan tambang minimal 50 m dengan menyesuaikan kondisi medan yang terdapat di lapangan dan ketersediaan alat. Pada pengukuran dilapangan kebanyakan jarak kekar yang terukur pada *scanline* merupakan jarak semu.

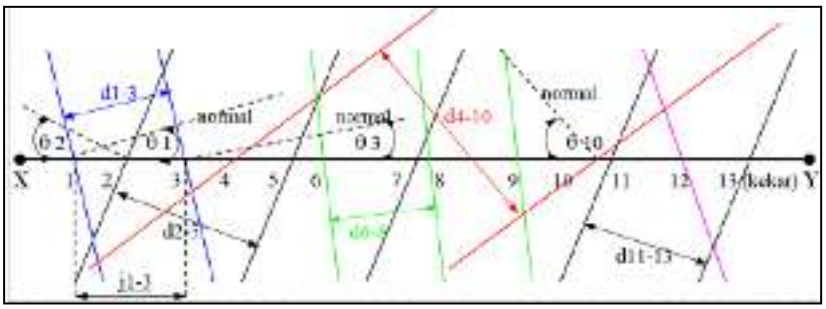
Pada perhitungan nilai RMR, parameter jarak antar (spasi) diskontinuitas diberi bobot berdasarkan nilai spasi diskontinuitasnya seperti tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6
Spacing of Discontinuities

Deskripsi	**Spasi diskontinuitas (m)**	***Rating***
Sangat lebar *(very wide)*	>2	20
Lebar *(wide)*	0.6-2	15
Sedang *(moderate)*	0.2-0.6	10
Rapat *(close)*	0.006-0.2	8
Sangat rapat *(very close)*	<0.006	5

(sumber: Bieniawski, 1979)

Pengukuran kekar dengan metode *scanline* dapat dilihat pada Gambar 2.15 di bawah ini.



(sumber: Bieniawski, 1979)

Gambar 2.15 Pengukuran Kekar dengan Metode *Scanline*

Jarak kekar dapat dihitung menggunakan persamaan 2.18 berikut ini.

$$Jarak\ kekar = \frac{\Sigma\ jarak\ kekar}{banyak\ data} \qquad \text{..... (2.18)}$$

4. Kondisi Diskontinuitas *(Condition of Discontinuities)*

Ada lima karakteristik diskontinuitas yang masuk dalam pengertian kondisi diskontinuitas, meliputi kemenerusan *(persistence)*, jarak antar permukaan diskontinuitas atau celah *(separation/aperture),* kekasaran diskontinuitas *(roughness),* material pengisi *(infilling/gouge)* dan tingkat kelapukan *(weathering).*

a. Kemenerusan *(persistence/continuity)*

Persistance didefenisikan sifat kemenerusan dari bidang-bidang kekar yang didefenisikan sebagai panjang dari diskontinuitas pada massa batuan dan dapat diukur panjangnya. *Persistance* ditentukan dengan mengamati dan mengukur panjang dari bidang kekar di massa batuan. Klasifikasi *persistance* kekar dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7
Klasifikasi *Persistance* (ISRM, 1981)

Deskripsi	Panjang kekar (m)
Persistensi sangat rendah	<1
Persistensi rendah	1-3
Persistensi menengah	3-10
Persistensi tinggi	10-20
Persitensi sangat tinggi	>20

(sumber: Bieniawski, 1979)

Kemenerusan kekar dapat dihitung menggunakan persamaan 2.19 berikut ini.

$$Panjang\ kekar = \frac{\Sigma panjang\ kekar}{banyak\ data} \quad \text{.....} \quad (2.19)$$

b. Jarak antar permukaan diskontinuitas atau celah *(separation/aperture)*

Pemisahan *(separation)* didefenisikan sebagai lebar celah pada permukaan ketidakmenerusan mengendalikan permukaan bidang kekar yang berhadapan agar saling mengunci. Rekahan yang terisi oleh material lain (misalnya lempung) dapat juga digolongkan sebagai separasi jika material pengisinya telah terkunci (hilang) secara lokal. Celah antar kekar dapat dihitung menggunakan persamaan 2.20.

$$Aperture = \frac{\Sigma aperture}{banyak\ data} \quad \text{.....} \quad (2.20)$$

Klasifikasi pemisahan dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8
Klasifikasi Deskripsi Kondisi Bukaan Kekar (Borton & Choubey,1977)

***Aperture* (mm)**	**Deskripsi**	**Deskripsi Umum**
<0,1	Terkunci sangat rapat	Rekahan tertutup
0,1-0,25	Terkunci rapat	
0,25-0,5	Sebagian terbuka	
0,5-2,5	Terbuka	Rekahan celah
2,5-10	Terbuka lebar	
10-100	Terbuka sangat lebar	Rekahan terbuka
100-1000	Sangat lebar sekali	
>1000	Celah besar	

(sumber: Bieniawski, 1979)

c. Kekasaran Diskontinuitas *(Roughness)*

Kekasaran didefenisikan sebagai tingkat kekasaran dipermukaan bidang kekar yang berfungsi sebagai pengunci antar blok atau mencegah pergeseran sepanjang permukaan kekar. Tingkat kekasaran permukaan diskontinuitas dapat dilihat dari bentuk gelombang permukaannya. Gelombang ini diukur relatif dari permukaan datar dari diskontinuitas. Kondisi relatif kekasaran permukaan bidang kekar dinyatakan sebagai berikut:

1. Sangat kasar, jika jenjang-jenjang yang terjadi dipermukaan bidang kekar hampir vertikal.
2. Kasar, jika kekasaran dapat dilihat dengan jelas dan apabila diraba masih terasa agak abrasif.
3. Kekasaran rendah, jika kekasaran dipermukaan bidang kekar baru dapat diketahui jelas jika diraba dengan tangan.
4. Halus, jika permukaan rekahan menjadi halus dan terasa halus ketika disentuh.
5. Licin, jika permukaan rekahan terlihat seperti poles atau bergelombang halus.

d. Material pengisi *(infilling/gouge)*

Material pengisi didefenisikan sebagai celah antara dua dinding bidang diskontinuitas yang berdekatan. Sifat material pengisi biasanya lebih lemah dari sifat batuan induknya. Beberapa material yang dapat mengisi celah di antaranya pasir, lanau, breksi, lempung, *pyrite, silt, mylonite, gouge,* kuarsa dan kalsit.

e. Tingkat Kelapukan *(weathering)*

Penentuan tingkat kelapukan diskontinuitas didasarkan pada perubahan warna pada batuannya dan terdekomposisinya batuan atau tidak. Semakin besar tingkat perubahan warna dan tingkat terdekomposisi, batuan semakin lapuk.

Pelapukan dinding batuan atau pada permukaan diskontinuitas yang terbentuk pada batuan oleh ISRM (1981) diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Tidak lapuk atau segar. Tidak terlihat tanda-tanda pelapukan, batuan segar, kristalnya terang.
2. Pelapukan ringan. Ketidakmenerusan ternoda atau luntur dan dapat terisi oleh isian tipis hasil dari alterasi material. Lunturan tadi dapat meluas dari permukaan ketidakmenerusan sampai kedalam batuan dengan jarak sampai 20% daripada spasi kemenerusan.
3. Pelapukan sedang. Lunturan meluas dari bidang ketidakmenerusan lebih besar dari 20% daripada spasi ketidakmenerusan. Ketidakmenerusan dapat terisi oleh hasil alterasi material. Mungkin dapat ditemukan batas butiran yang terbuka.

4. Pelapukan kuat. Lunturan meluas melalui batuan dan terdapat bagian material batuan yang gembur. Tekstur asli batuan tetap terjaga, tetapi didapatkan pemisah butiran.
5. Sangat lapuk. Batuan terdekomposisi seluruhnya dan dalam kondisi gembur. Kenampakan luar adalah tanah.

Dalam perhitungan RMR, parameter–parameter di atas diberi bobot masing–masing dan kemudian dijumlahkan sebagai bobot total kondisi diskontinuitas. Bobot untuk masing-masing parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9
Panduan Untuk Klasifikasi Bidang Kekar

Parameter	***Rating***				
Panjang diskontinuitas (*Persistence / continuity*)	<1m	1-3 m	3-10 m	10-20m	>20m
	6	4	2	1	0
Jarak antar permukaan diskontinuitas*(separation/aperture)*	-	<0.1mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm
	6	5	4	1	0
Kekasaran diskontinuitas (*roughness*)	Sangat kasar	Kasar	Sedikit kasar	Halus	*Slickensided*
	6	5	3	1	0
Material Pengisi (*infilling/gouge*)	Tidak ada	Keras		Lunak	
	6	4	2	2	0
Kelapukan (*weathering*)	Tidak lapuk	Sedikit Lapuk	Lapuk	Sangat lapuk	Hancur/ terurai
	6	5	3	1	0

(sumber: Bieniawski, 1979)

5. Kondisi Air Tanah (*Groundwater conditions*)

Kondisi air tanah yang ditemukan pada pengukuran diskontinuitas diidentifikasikan sebagai salah satu kondisi berikut : kering (*completely dry*), lembab (*damp*), basah (*wet*), terdapat tetesan air (*dripping*) atau terdapat aliran air

(*flowing*). Pada perhitungan nilai RMR, parameter kondisi air tanah (*groundwater conditions*) diberi bobot berdasarkan Tabel 2.10.

Tabel 2.10
Pembobotan Kondisi Air Tanah

Kondisi Umum	**Kering** ***(completely dry)***	**Lembab** ***(damp)***	**Basah** ***(wet)***	**Terdapat tetesan air** ***(dripping)***	**Terdapat aliran air** ***(flowing)***
Debit air tiap 10m panjang terowongan (ltr/menit)	Tidak ada	<10	10-25	25-125	>125
Tekanan air pada diskontinuitas / tegangan *principal mayor*	0	<0.1	0.1-0.2	0.1-0.2	>0.5
Rating	**15**	**10**	**7**	**4**	**0**

(sumber: Bieniawski, 1989)

6. Orientasi Kekar *(Orientation of Discontinuities)*

Orientasi diskontinuitas merupakan *strike/dip* diskontinuitas *(dip/dip direction)*. Orientasi bidang diskontinuitas sangat mempengaruhi kestabilan lubang bukaan terowongan, terutama apabila adanya gaya deformasi yang mengakibatkan berkurangnya suatu kuat geser.

Di lapangan, orientasi bidang diskontinuitas dapat diperoleh dengan mengukur *strike/dip* kekar menggunakan kompas geologi. Begitu pula dengan arah lintasan terowongan, dapat diperoleh dengan mengukur *azimuth* arah lintasan terowongan menggunakan kompas geologi. Bobot untuk orientasi kekar dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11
Pembobotan Orientasi Kekar

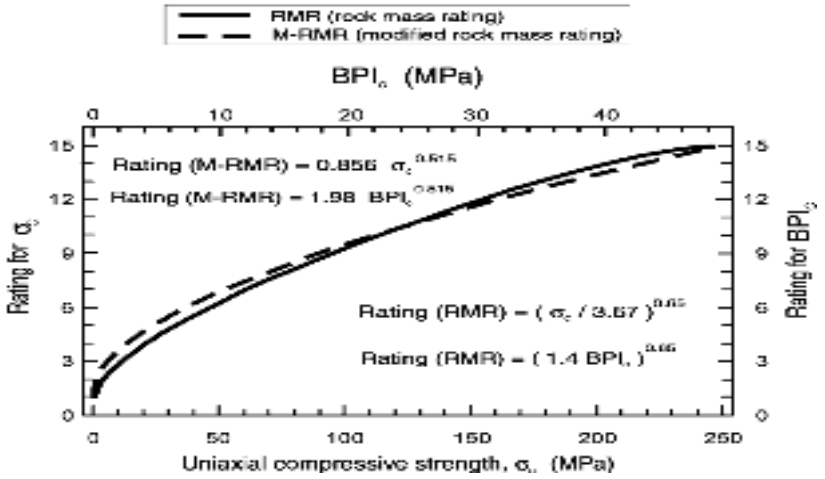
Jurus & Kemiringan Orientasi Kekar		Sangat menguntungkan	Menguntungkan	Sedang	Tidak menguntungkan	Sangat tidak menguntungkan
Bobot	Terowongan	0	-2	-5	-10	-12
	Fondasi	0	-2	-7	-15	-25
	Lereng	0	-5	-25	-50	-60

(sumber: Bieniawski, 1979 dalam Made Astawa Rai dkk, 2011)

2.1.6 *Rock Mass Rating* (RMR)

1. Pembobotan Nilai RMR

Pada Tahun 2001 S.Sulucu dan R.Ulusay melakukan pengujian *Blok Punch Index* untuk memperdiksi nilai hubungan terhadap *Brazilian Test* , UCS, dan *Poin Load Index*. masing-masing nilai digunakan untuk mempredikisi nilai *Rock Mass Rating* (RMR) dan M-RMR dengan menggunakan persamaan pada gambar 2.15.



(sumber: S.Sulucu dan R.Ulusay,2001)

Gambar 2.16 Kurva Pembobotan RMR dan M-RMR

Dari kurva tersebut untuk menentukan nilai RMR menggunakan persaamaan yang terdapat pada kurva yang di kalkulasikan dengan nilai uji *Blok Punch Index* dan UCS.

2. Penggunaan *Rock Mass Rating* (RMR)

Setelah nilai bobot masing–masing parameter–parameter diatas diperoleh, maka jumlah keseluruhan bobot tersebut menjadi nilai total RMR. Nilai RMR ini dapat dipergunakan untuk mengetahui kelas dari massa batuan, memperkirakan kohesi dan sudut geser dalam untuk tiap kelas massa batuan seperti pada Tabel 2.12

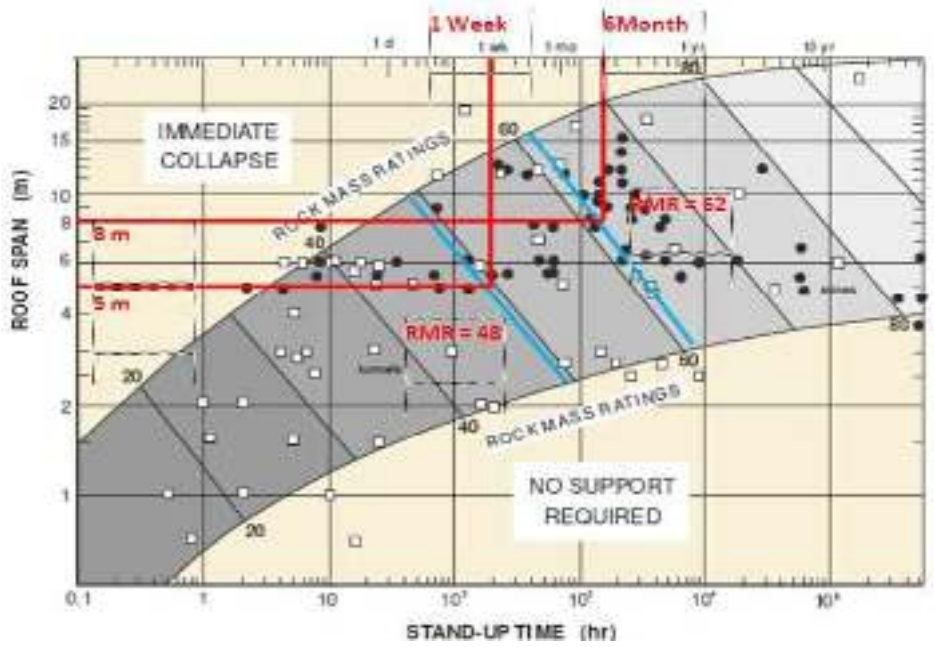
Tabel 2.12
Design Parameters and Engineering Properties of Rock Mass

Profil Massa Batuan	**Deskripsi**				
Rating	**100-81**	**80-61**	**60-41**	**40-21**	**20-0**
Kelas massa batuan	Sangat baik	Baik	Sedang	Jelek	Sangat Jelek
Kohesi	>400kPa	300-400 kPa	200-300 kPa	100-200 kPa	<100 kPa
Sudut geser dalam	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	<15°
Kestabilan	Sangat stabil	Stabil	Agak Stabil	Tidak stabil	Sangat tidak stabil
Keruntuhan	Tidak ada	Sedikit blok	Rekahan, beberapa membaji	Planar, baji besar	Bidang planar besar atau seperti tanah
Support	Tidak perlu	Kadang-kadang	Sistematis	Koreksi penting	Penggalian ulang

(sumber: Bieniawski, 1979)

2.1.7 *Stand Up Time*

Kriteria analisis kestabilan terowongan dapat dinyatakan dalam bentuk grafik hubungan antara RMR terhadap *roof span* untuk mengetahui nilai *stand-up time* dan mengetahui kondisi kestabilan terowongan. Parameter *stand-up time* dalam mekanika batuan dan desain terowongan mempengaruhi keputusan dalam pemilihan metode perkuatan batuan, dan waktu untuk memasang penyangga batuan. *Stand up time* bukan merupakan fungsi dari bobot nilai (*rating*) batuan dan dapat ditentukan dengan memplot nilai RMR dan *span* pada garafik interpolasi *stand up time* geomekanik dari grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.17 berikut.



(sumber: Refky adi nata*)*

Gambar 2.17 Kurva *Stand Up Time*

2. 2 Kerangka Konseptual

Pengujian dilakukan dengan 2 metode yaitu uji *Brazilian test* dan uji Blok Punch Index dimana menggunkan dua macam sampel batuan yang terdapat pada lubang tambang BMK 34 yaitu batu pasir dan clay yang masing-masing setiap pengujian 10 sampel. Untuk mendapatkan nilai uji *poin load index* (PLI) menggunakan persaaman dengan nilai *Brazilian test* (BTS). pembobotan nilai RMR dilakukan dengan menggunakan persamaaan yang terdapat pada penelitian S.Sulucu dan R.Ulusay pada tahun 2001 dimana pembobotan dengan menggunakan nilai dari hasil pengujian Brazilian *Test* (BTS). Setelah mendapatkan nilai RMR maka dilakukan analisis ketahan batuan untuk menyangga dirinya sendiri tanpa disangga pada lubang BMK 34 dengan menggunakan grafik *stand up time* . dapat dilihat pada gambar 2.18.

INPUT

Data Primer

1. Sampel batuan, berupa:
   a. *Clay* (10 sampel)
   b. Sandstone (10 sampel)
2. Nilai uji Brazilian test
3. Nilai uji blok punch index
4. Kordinat lokasi penelitian

Data Sekunder

1. Peta topografi lokasi pengambilan sampel
2. Peta geologi lokasi pengambilan sampel
3. Layout BMK 34





Gambar 2.18 Kerangka Konseptual

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen (percobaan). Penelitian eksperimental merupakan bentuk penelitian percobaan yang berusaha untuk mengisolasi dan melakukan kontrol setiap kondisi-kondisi yang relevan dengan situasi yang diteliti kemudian melakukan pengamatan terhadap efek atau pengaruh ketika kondisi-kondisi tersebut dimanipulasi. Dengan kata lain, perubahan atau manipulasi dilakukan terhadap variabel bebas dan pengaruhnya diamati pada variabel terikat (Romla Noor Hakim, 2016).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium STTIND Padang, dengan sampel batuan yang di ambil dari tambang batubara CV. Bara Mitra Kencana, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Wilayah IUP. OP CV. Bara Mitra Kencana seluas 49,61 hektar dan secara geografis daerah penambangan tersebut terletak pada koordinat 100º 47’ 18,39”–100º 46’ 48,10” Bujur Timur (BT) dan 00° 37’ 08,22”–00° 36’ 58,36” Lintang Selatan (LS). Secara administratif tersebut terletak di Tanah Kuning Desa Batu Tanjung KecamatanTalawi Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat. Batas-batas lokasi kegiatan penambangan di CV. Bara Mitra Kencana yaitu: sebelah Utara berbatasan dengan wilayah IUP CV. Putri Surya Pratama Natural. Sebelah Timur berbatasan dengan wilayah *Implasment*. Sebelah Selatan berbatasan dengan

wilayah IUP PT. BA. Sebelah Barat berbatasan dengan IUP PT. Nusa Alam Lestari.

Lokasi tambang tersebut dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat dari Kota Padang jarak tempuh ±117 km ke Kota Sawahlunto serta menuju ke lokasi tambang dengan jarak tempuh ±13 km selebihnya ±3 km merupakan jalan tambang yang akan digunakan untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional penambangan. Lokasi penambangan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



(Sumber:CV. Bara Mitra Kencana)(2004-2014)

Gambar 3.1 Peta Kesampaian Daerah Kota Sawahlunto

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan tanggal 28 maret sampai dengan 3 april 2019. Penelitian dilakukan untuk pengambilan data primer dan melengkapi data sekunder yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

3.3 Data dan Sumber Data

3.3.1 Data

1. Data Primer

   Data primer merupakan data yang didapat berdasarkan pengukuran langsung ke lapangan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

   1. sampel batuan
      a. *clay* (10 sampel)
      b. *sandstone* (10 sampel).
   2. Nilai uji *Braziilian Test*
   3. Nilai uji *Blok Punch Index*
   4. Koordinat lokasi penelitian.

2. Data Sekunder

   Data sekunder merupakan data pendukung untuk dapat menentukan perhitungan data primer secara akurat. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

   1. Peta topografi CV. Bara Mitra Kencana.
   2. Peta geologi CV. Bara Mitra Kencana.
   3. Layout BMK 34.

3.3.2 Sumber Data

Sumber data berasal dari studi kepustakaan/literatur/arsip-arsip dan mencatat semua hal-hal yang berhubungan dengan objek penelitian dan juga hasil pengujian sampel menggunakan alat *braziliant test* dan *block punch index*

3.4 Instrument penelitian

3.4.1 Alat Uji *Brazilian Test (BTS)*

Alat *Brazilian test* yang digunakan untuk melakukan penelitian ini merupakan alat yang dirancang oleh peneliti dapat dilihat pada Gambar 3.2.



sumber:penulis

Gambar 3.2 Alat Uji *Brazilian test* (BTS)

Alat uji *Brazilian test* terdiri dari beberapa komponen yaitu donkrak 20 ton, *dial gauge* untuk pengukuran tekanan maksimum, spesmen untuk posisi sampel pengujian, kedudukan donkrak sebagai posisi dongkrak pada saat pengujian, shok yang terletak pada bagian sisi kiri dan kanan alat yang berfungsi untuk jalannya spesmen dan stik untuk penggerak dongkrak.

3.4.2 Alat Uji *Blok Punch Index (BPI)*

Alat *blok puch index* digunakan untuk melakukan dalam pengujian ini merupakan alat yang terdapat pada laboratorium STTIND padang dapat di lihat pada Gambar 3.3 .



(sumber:widya juniantari 2018)

Gambar 3.3 alat uji *Blok Punch Index* (BPI)

Alat uji *Blok Punch Index* terdiri dari beberapa komponen yaitu dongkrak,dudukan dongkrak, dial gauge, *base support*, kanal penjepit, *puching blok,* stik dongkrak,dan shok.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah:

1. Pengambilan sampel batuan berupa *clay* dan *sandstone* diambil di sekitar lubang BMK 34. Ukuran sampel yang diambil berupa bongkahan dan sampel *hand speciment*. Sampel batuan ini nantinya akan dibentuk sesuai dengan standar masing-masing pengujian. Preparasi untuk pengujian sampel batuan

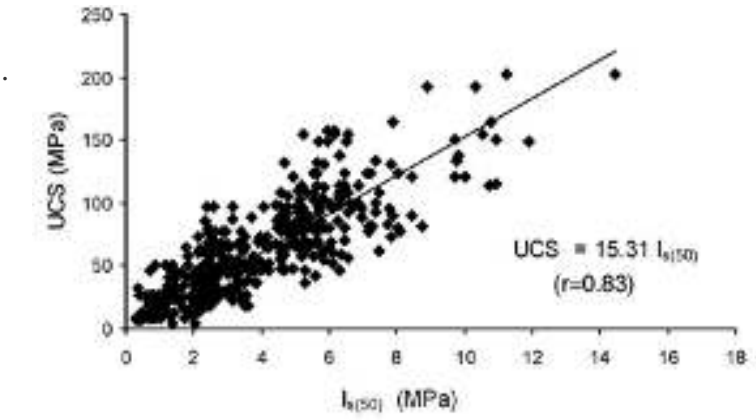
dilakukan menggunakan bor *portable* untuk mendapatkan sampel berbentuk silinder. ketebalan sampel untuk pengujian *Brazilian* test 5 mm dan *Blok Punch Index* 10 mm.dengan diameter untuk *Brazilian Test* adalah 75 mm dan *Blok Punch Index* 50 mm.

2. Pengujian sampel menggunakan alat *Braziliant Test* pengujian dilakukan dengan menempatkan sampel diatas spesmen dan diberi tekanan dari dongkrak sampai sampel tersebut pecah untuk mendapatkan nilai maksimum uji *Brazilian test.*
3. Pengujian *Blok Punch Index* pengujian dilakukan dengan menempatkan sampel diatas kanal penjempit dan diberi tekanan dari dongkrak sampai sampel tersebut di tekan oleh *puching blok* dan pecah untuk mendapatkan nilai maksimum uji *blok punch index.*
4. Nilai *point load index* didapatkan dari nilai pengujian *blok punch index* dengan menggunakan persamaaan predikisi nilai nilai *Poin load index* dari nilai uji *Brazilian test*
5. Nilai RMR didapatkan dari nilai rata- rata penggujian *blok punch index* yang dikalkulasikan dengan persamaan yang dihasilkan pada penelitian sulucu dan ulusay,(2001).
6. Pengambilan koordinat lokasi dengan GPS.

3.6 Teknik Pengolahan data

3.6.1 Hubungan Nilai Kuat Tekan Brazilian test (BTS) dengan *Block Punch Index* (BPI)

Untuk menenentukan nilai hubungan antara *braziliant test* dan *Blok Punch Index* maka yang dilakukan adalah pengujian sampel *clay* dan *sandstone* nilai hasil dari pengujian tersebut di kalkulasikan dengan persamaan untuk mendapatkan nilai uji dari kedua metode tersebut adapun persamaan yang di gunakan untuk *Braziliant Test* menggunakan persamaan 2.12 dan *Blok Punch Index* menggunakan persamaan 2.8. setelah mendapatkan kedua nilai tersebut pada semua pengujian maka selanjutnya menentukan nilai hubungan antara kedua hasil pengujian menggunakan perangkat lunak *Micrsoft Excel* untuk mendapatkan persamaan hubungan dan regresi dari pengujian tersebut seperti gambar3.1 berikut.



(sumber:S.Sulukcu dan R.Ulusay 2001)

Gambar 3.4 Hubungan UCS dan *poin load index*

Gambar diatas merupakan contoh dari hasil pengujian UCS dan PLI , dimana mendapatkan nilai hubungan dan nilai regresi pada saat diplotkan ke

dalam *microsof excel*. Pada penelitian ini juga akan melakukan seperti pada gambar diatas dengan 2 macam sampel dan 2 metode pengujian .

3.6.2 Hubungan Nilai Kuat Tekan Brazilian test (BTS) dengan *Point Load Index* (Is)

Untuk menenentukan nilai hubungan antara *braziliant test* dan *poin load index* dengan sampel *clay* dan *sandstone* maka harus melakukan pengujian Brazilian test dengan persamaan 2.12 dan untuk *poin load index* tidak dilakukan pengujian akan tetapi di dapatkan dari persaamaan uji *Brazilian test sebagai berikut*

$$BTS = Is^{0.82}$$

$$Is = \sqrt[0.82]{BTS} \qquad \text{..... (3.1)}$$

Keterangan :

BTS : Nilai Uji *Brazilian Test*

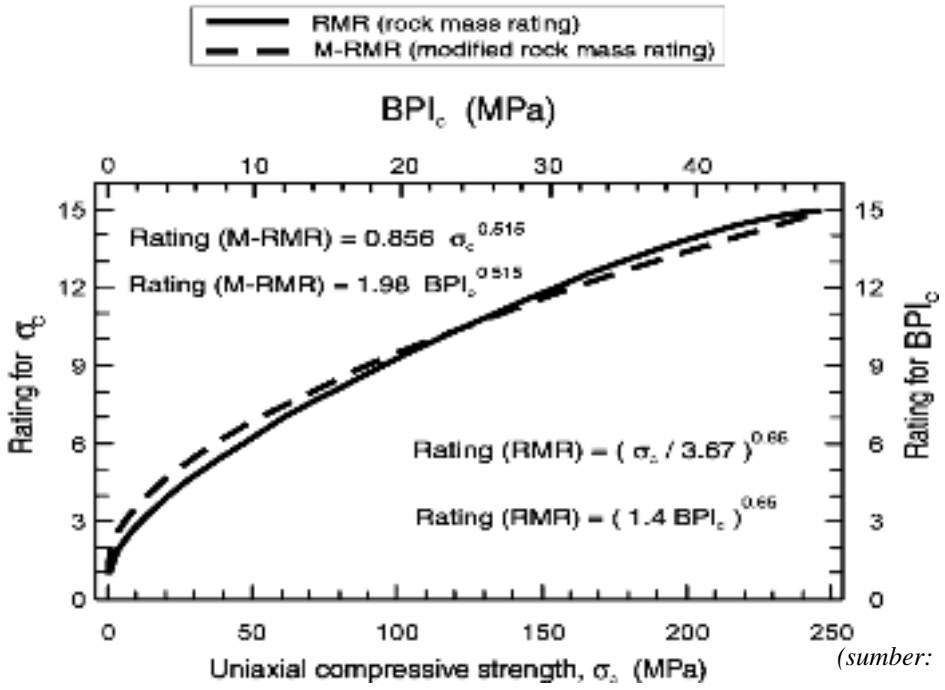
Is : *Poin Load Index*

Setelah mendapatkan kedua nilai BTS dan PLI maka di plotkan kedalam perangkat lunak *Microsoft excel* untuk mendapatkan persamaan hubungan dan nilai regresi seperti contoh gambar 3.4.

3.6.3 Stand Up Time

Analisis *stand up time* akan di lakukan di lubang BMK 34 parameter yang digunakan adalah nilai RMR. Pembobotan Nilai RMR pada penelitian ini di dapatkan dari persamaan nilai pengujian *Blok punch index* pada penelitian S.Sulucu dan R.Ulusay tahun 2011 dimana penelitian itu menghasilkan

persamaan untuk mendapatkan nilai RMR adapun persamaan tersebut terdapat pada gambar 3.5 berikut.



(sumber: S.Sulucu dan R.Ulusay,2001)

Gambar 3.5 Kurva pembobotan RMR dan M-RMR

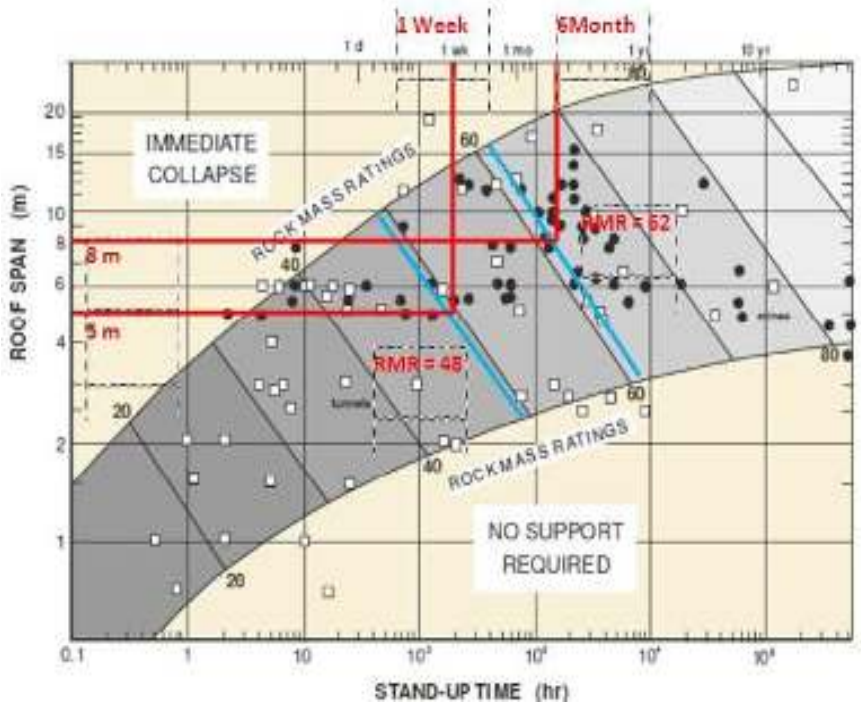
Dari kurva tersebut maka didapatkan persamaan untun menentukan dari nilai RMR dengan nilai dari pengujian BPI sebagai berikut.

$$\text{Rating (RMR)} = (1.4\ \text{BPI})^{0,65} \quad \text{..... (3.2)}$$

Keterangan :

BPI = Nilai Hasil Dari Rata-Rata Uji *Blok Punch Index*

Setelah mendapatkan nilai RMR maka selanjutnya dari nilai RMR *clay* dan *sandstone* tersebut di masukan kedalam kurva *stand up time* seperti gambar 3.3 berikut :



(sumber: Refky adi nata and murad MS)

Gambar 3.6 Kurva *stand up time*

Nilai RMR yang didapatkan dari kedua sampel tersebut yaitu *clay* dan *sandstone* dimasukan kedalam kurva sesuai dengan nilai RMR Setelah RMR dimasukkan sesuai rentangnya untuk mengetahui waktu jarak batuan tanpa disangga dalam satuan (meter).

3.7 Analisa Data

Analisa data pada penelitian ini adalah sebgai berikut

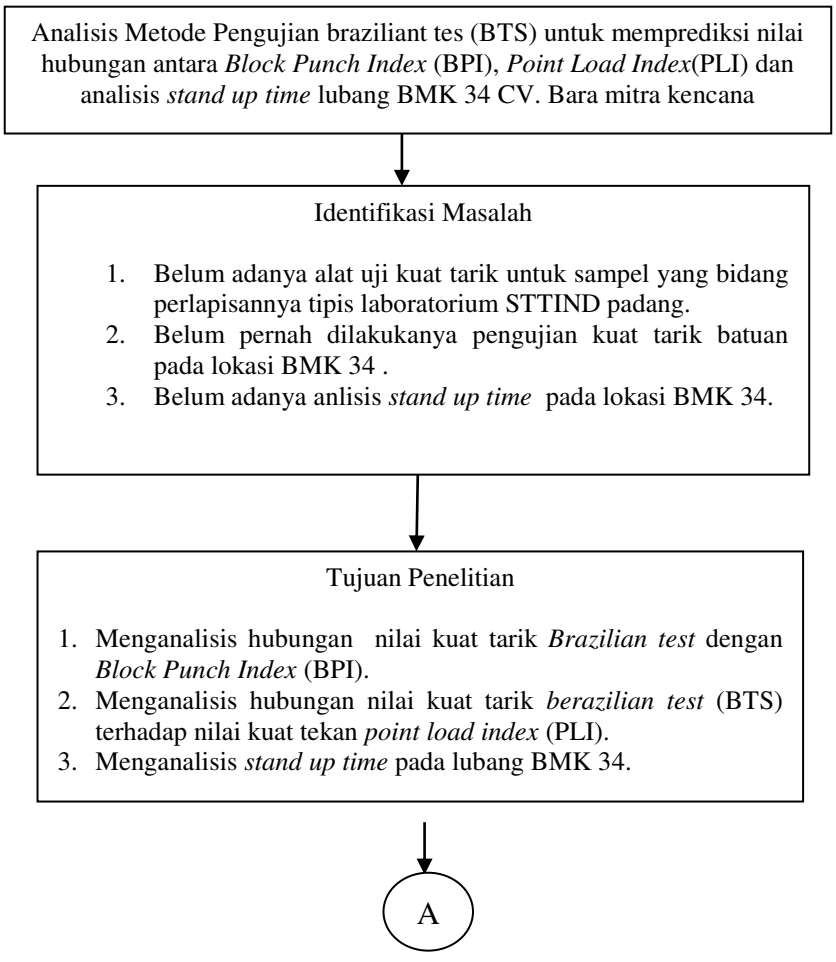
1. Pada penelitian hubungan antara uji *Brazilian test* dengan *Blok Punch Index* dan hubungan antara uji *Brazilian Test* dengan *Poin Load Index* maka pada pengujian tersebut akan mendapatkan persamaan antara hubungan antar keduanya yang di hasilkan dari memasukan data nilai uji kedalam perangkat lunak *Microsoft excel*. Nilai regresi (R^2) yaitu nilai yang di hasilkan dari

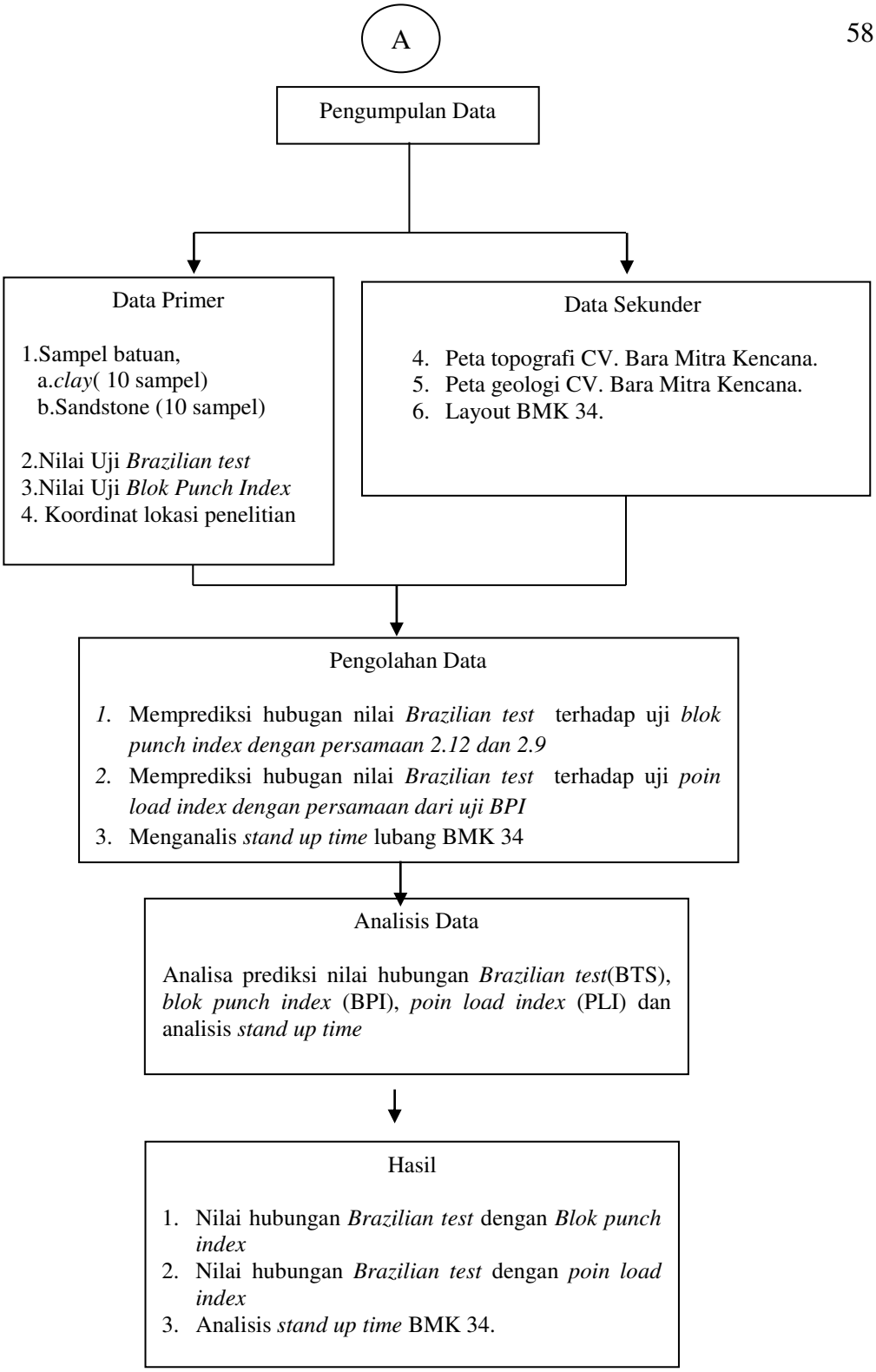
perangkat lunak Microsoft excel yang berarti hubungan korelasi antara variabel X terhadap variabel Y apabila nilai regresi R^2 mendekati 1 artinya hubunganya baik tetapi apabila nilai regresi R^2 jauh dari 1 maka hubungan antar kedua pengujian tersebut buruk.

2. Analisa *Stand Up Time* pada penelitian ini deharapkan mendapatkan nilai *stand up time* yang baik dimana *stand up time* yang baik adalah di hasilkan dari nilai RMR yang melebihi dai 40 apa bila di bawah 40 maka di katakan batuan lemah semakin jauh jarak penyanggga dan nilai RMR tinggi maka waktu yang di dapatkan pada *stand up time* semakin lama yang berarti aman.

3.8 Kerangka Metodologi

Langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:





Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang didapatkan pada saat penelitian yang dilakukan di CV. Bara Mitra Kencana adalah:

4.1.1 Sampel Batuan

Sampel batuan yang digunakan pada penilitian ini yaitu berupa *sandstone* dan *clay*. Kedua sampel batuan ini diambil di sekitar lereng BMK 34. Pemilihan sampel berupa *sandstone* dan *clay* dikarenakan kedua batuan ini merupakan batuan penyusun lereng di sekitar lubang BMK 34. Sampel batuan yang diambil bervariasi ukurannya, mulai dari sampel berukuran *hand speciment* Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sampel *sandstone* dan *clay*

Sampel batuan yang diambil di lapangan akan dipreparasi sesuai dengan standar pengujian BPI dan BTS. Untuk sampel BPI, diameter sampel yang digunakan adalah 50 mm dengan ketebalan 10 mm. Sedangkan untuk sampel BTS, digunakan sampel batuan dengan ukuran diameter 75 mm dan tebal 5 mm.

Untuk preparasi sampel BPI dan BTS dilakukan dengan bantuan mesin pemotong batu dan pengecil ukuran yang menggunakan tenaga listrik. Adapun peralatan yang digunakan untuk preparasi sampel dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Alat Pemotong Batu dan pengecil ukuran

Hasil preparasi sampel *sandstone* dan *clay* menggunakan alat pemotong batu dan pengecil ukuran untuk sampel BPI yang berbentuk bulat dengan diameter 50mm dan ketebalan 10 mm sesuai dengan rekomendasi Sulukcu dan Ulusay (2001) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Preparasi Sampel Batuan untuk Uji BPI

Sedangkan untuk sampel pengujian BTS berbentuk seperti sampel uji BPI akan tetapi dengan ukuran tebal 5 mm dan tebal 75 mm dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Preparasi Sampel Batuan untuk Uji BTS

Setelah dilakukan preparasi terhadap kedua jenis batuan untuk pengujian *Blok punch index* dan *brazilian test* maka selanjutnya batuan tersebut akan diuji di laboratorium STTIND Padang. Pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 pengujian *Brazilian test* dan *blok punch index*

Hasil pengujian *Brazilian test* dan *blok punch index* di laboratorim STTIND Padang dengan sampel *sandstone* dan *clay* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Hasil Pengujian *Brazilian test* dan *blok punch index*

Data data hasil pengujian *Blok Punch Index* dengan sampel *batupasir* dan *clay* dengan menggunakan persamaan 2.8 untuk mendapatkan nilai BPI dapat dlihat pada tabel 4.1 dan 4.2 berikut.

Tabel 4.1
Hasil Pengujian *Blok Punch Index* dengan sampel *sandstone*

Jenis Batuan	Ukuran sampel		P	BPI	Rata-Rata
	Diameter(mm)	Ketebalan (mm)	kg	Mpa	Nilai BPI(Mpa)
sandstone 1	50	10	19	207.6	208.520
sandstone 2	49	10	18	202.0	
sandstone 3	49	10	18	202.0	
sandstone 4	52	10	20	203.0	
sandstone 5	50	10	21	228.0	

Dari perhitungan nilai uji *blok punch index* dengan sampel *Sandstone* diatas maka di dapatkan nilai *blok punch index* rata-rata dalah sebesar 208.520

Mpa data perhitungan dapat dilihat pada lampiran IX. Selajutnya perhitungan dengan sampel clay dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2
Hasil Pengujian *Blok Punch Index* dengan sampel clay

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		P	BPI	Rata-Rata
	Diameter(mm)	Ketebalan (mm)	kg	Mpa	Nilai BPI(Mpa)
clay 1	49	10	15	167.5	151.500
clay 2	50	10	13	141	
clay 3	52	10	14	141	
clay 4	50	10	14	152	
clay 5	51	10	15	156	

Dari perhitungan nilai uji *blok punch index* dengan sampel *clay* diatas di dapatkan nilai *blok punch index* rata-rata Adalah sebesar 151.500 Mpa. Data perhitungan dapat dilihat pada lampiran X. Selanjutnya Pengujian *Brazilian test* dengan sampel *Sandstone* dan *clay* untuk mendapatkan nilai BTS dengan menggunakan persamaan 2.12 dapat dlihat pada tabel 4.3 dan 4.4 berikut

Tabel 4.3
Hasil Pengujian *Brazilian test* dengan sampel *sandstone*

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		P	BTS	Rata-Rata
	Diameter(mm)	Ketebalan (mm)	Kg	Mpa	Nilai BTS(Mpa)
sandstone 1	75	5	14	0.265	0.216
sandstone 2	75	5	12	0.200	
sandstone 3	74	5	13	0.219	
sandstone 4	75	5	13	0.216	
sandstone 5	76	5	11	0.181	

Dari perhitungan nilai uji *braziliant test* dengan sampel *sandstone* diatas maka di dapatkan nilai *braziliant test* rata-rata adalah sebesar 0.216 Mpa data perhitungan dapat dilihat pada lampiran XI. Pengujian *Brazilian test* dengan sampel *clay* dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4
Hasil Pengujian Brazilian test dengan sampel clay

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		P	Bts	rata-rata
	Diameter(Cm)	Ketebalan (Mm)	kg	Mpa	Nilai BTS(Mpa)
clay 1	75	5	12	0.200	0.178
clay 2	74	5	10	0.169	
clay 3	75	5	10	0.166	
clay 4	76	5	11	0.189	
clay 5	75	5	10	0.166	

Dari perhitungan nilai uji *braziliant test* dengan sampel *clay* diatas maka di dapatkan nilai *braziliant test* rata-rata dalah sebesar 0.178 Mpa data perhitungan dapat dilihat pada lampiran XII. Dari nilai *Brazilian test* akan di gunakan untuk mprediksi nilai *poin load index.*

4.1.2 Prediksi nilai *Poin Load Index* dari nilai uji *Braziliant Test*

Prediksi nilai *Point Load Index* dari hasil nilai pengujian *Brazilian Test* dengan meggunakan persamaan 3.1 dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6 berikut

Tabel 4.5.
Prediksi nilai *Poin Load Index* dengan sampel *sandstone*

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		P	BTS	PLI
	Diameter (cm)	Ketebalan (mm)	kg	Mpa	Prediksi PLI (Mpa)
sandstone 1	75	5	14	0.265	0.580
sandstone 2	75	5	12	0.200	0.516

sandstone 3	74	5	13	0.219	0.536
sandstone 4	75	5	13	0.216	0.533
sandstone 5	76	5	11	0.181	0.496

Tabel 4.6
Prediksi nilai poin load index dengan sampel clay

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		P	BTS	PLI
	Diameter(cm)	Ketebalan (mm)	kg	Mpa	Prediksi PLI (Mpa)
clay 1	75	5	12	0.200	0.516
clay 2	74	5	10	0.169	0.482
clay 3	75	5	10	0.166	0.478
clay 4	76	5	11	0.189	0.505
clay 5	75	5	10	0.166	0.477

Predikisi nilai *poin load index* dari nilai uji *Brazilian test* ini adalah untuk mendapatkan nilai *poin load index* tanpa melakukan pengujian dengan menggunakan persamaan sehingga nilai ini akan digunankan untuk menentukan nilai hubungan antara *Brazilian test* dan *poin load index* . sampel *sandstone* dan *clay* yang diambil dari lubang BMK 34 data perhitungan dapat dilihat pada lampiran XIII dan XIV.

4.1.3 Pembobotan nilai RMR

Pembobotan nilai RMR untuk *sandstone* dan *clay* didapatkan dari hasil nilai ratat – rata pengujian *blok punch index*. nilai rata-rata tersebut di kalikan dengan persamaan 3.2. dari pengujian *blok punch index* diatas dengan sampel batupasir dan *caly* didapatkan nilai rata-rata sebsar 208,5 Mpa untuk sampel *sandstone* dan 151,5 Mpa untuk sampel clay yang berdasarkan dari tabel 4.1 dan 4.2 perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

1. Perhitungan RMR untuk sampel *sandstone*

   Diketahui nilai BPI batupasir = 208,5Mpa

   Rating (RMR) = $(1.4\ BPI)^{0,65}$

   $= (1.4\ \ 208,5)^{0,65}$

   $= 40$

2. Perhitungan RMR untuk sampel *clay*

   Diketahui nilai BPI clay = 151,5 Mpa

   Rating (RMR) = $(1.4\ BPI)^{0,65}$

   $= (1.4\ \ 151,5)^{0,65}$

   $= 32,5$

4.1.4 Pengambilan koordinat lokasi

Pengambilan koordinat dilakukan dengan menggunakan GPS pada lokasi lubang BMK 34.



Gambar 4.7 Pengambilan Koordinat BMK 34

Data pengeplotan dengan menggunaakan GPS didapatkan koordinat E 100° 46’ 58,0’’ S 00° 37’ 02,7’’ berfungsi untuk memetakan situasi geologi daerah penelitian.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Hubungan *Brazilian Test* (BTS) dengan *Block Punch Index* (BPI) dengan sampel *Sandstone* dan *Clay*

Pengolahan data untuk memnentukan hubungan *Brazilian test* dengan *blok punch index* menggunakan perangkat lunak *Microsoft excel* dimana yang menjadi variabel X adalah nilai uji *Brazilian test* dan varibabel Y adalah nilai uji *blok punch index.*

1. Hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *blok punch index* sampel *sandstone*

   Untuk menentukan nilai hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *blok punch index* sampel *sandstone* maka nilai yang akan di bandingkan dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7
Hubungan uji BTS dengan BPI sampel *sandstone*

BTS (Mpa)	BPI (Mpa)
0.265	207.6
0.200	202.0
0.219	202.0
0.216	203.0
0.181	228.0

Berdasarkan tabel diatas nilai keduanya setelah dimasukan kedalam perangkat lunak *Microsoft excel* tahap berikutnya adalah mengeluarkan grafik garis linear, persaman dan nilai regresi.

2. Hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *blok punch index* sampel c*lay*

Untuk menentukan nilai hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *blok punch index* sampel *clay* maka nilai yang akan di bandingkan dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8
Hubungan uji BTS dengan BPI sampel *clay*

BTS (Mpa)	BPI (Mpa)
0.200	167.5
0.169	141
0.166	141
0.189	152
0.166	156

Berdasarkan tabel diatas nilai keduanya setelah dimasukan kedalam perangkat lunak Microsoft excel tahap berikutnya adalah mengeluarkan grafik garis linear, persaman dan nilai regresi.

4.2.2 Hubungan *Brazilian Test* (BTS) dengan *Poin load index* (BPI) dengan sampel *Sandstone* dan *Clay*

Pengolahan data untuk memnentukan hubungan *Brazilian test* dengan *poin load index* menggunakan perangkat lunak *Microsoft excel* dimana yang menjadi variabel X adalah nilai uji *Brazilian test* dan varibabel Y adalah nilai uji *poin load index*

1. Hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *poin load index* sampel *sandstone*

Untuk menentukan nilai hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *poin load index* sampel *sandstone* maka nilai yang akan di bandingkan dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10
Hubungan uji BTS dengan PLI sampel *sandstone*

BTS (Mpa)	PLI (Mpa)
0.265	0.580
0.200	0.516
0.219	0.536
0.216	0.533
0.181	0.496

Berdasarkan tabel diatas nilai keduanya setelah dimasukan kedalam perangkat lunak *Microsoft excel* tahap berikutnya adalah mengeluarkan grafik garis linear, persaman dan nilai regresi.

2. Hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *poin load index* sampel *clay*

Untuk menentukan nilai hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *poin load index* sampel *sandstone* maka nilai yang akan di bandingkan dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9
Hubungan uji BTS dengan PLI sampel *Clay*

BTS (Mpa)	PLI (Mpa)

0.200	0.516
0.169	0.482
0.166	0.478
0.189	0.505
0.166	0.477

Berdasarkan tabel diatas nilai keduanya setelah dimasukan kedalam perangkat lunak *Microsoft excel* tahap berikutnya adalah mengeluarkan grafik garis linear, persaman dan nilai regresi.

4.2.3 *Stand Up Time*

Penelitian ini dilakukan di lokasi BMK 34 analaisis *stand up time* di lakukan dengan pembobotan nilai RMR yang didapatkan dari nilai uji hasil BPI rata- rata . Hasil RMR yang didapatkan 40 untuk sampel *sandstone* dan 30,5 untuk sampel *clay* dari nilai tersebut akan di plotkan kedalam kurva *stand up time* dengan jarak terjauh penyangga pada lokasi BMK 34 adalah 2 meter.

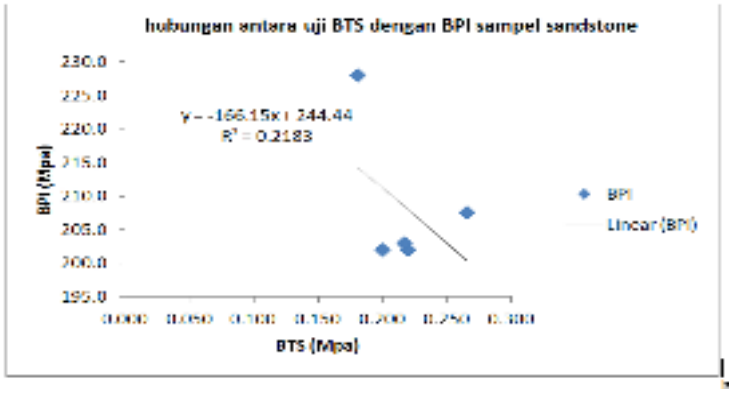
BAB V
ANALISA DATA

Pengambilan data berupa sampel *sandstone* dan sampel *clay* di CV. Bara Mitra kencana pada lokasi sekitar lubang BMK 34 didapatkan data berupa nilai kuat tarik BTS dan kuat tekan BPI. Pengujian kedua sampel batuan menggunakan alat BTS dan BPI. Nilai kuat tarik BTS ini digunakan untuk memprediksi nilai PLI, dimana nilai PLI ini dapat digunakan untuk klasifikasi massa batuan.

5.1 Analisa hubungan *Brazilian Test* (BTS) dengan *Block Punch Index* (BPI) dengan sampel *Sandstone* dan *Clay*

Pengujian sampel *sandstone* dan *clay* menggunakan alat uji BTS dan BPI dilakukan untuk mengetahui berapa nilai kuat tarik dan kuat tekanan batuan, yang kemudian nilai ini digunakan untuk menghitung hubungan antara nilai uji braziliant test dengan nilai uji *blok punch index* dan nilai *blok punch index* digunakan untuk mempredikisi nilai RMR.

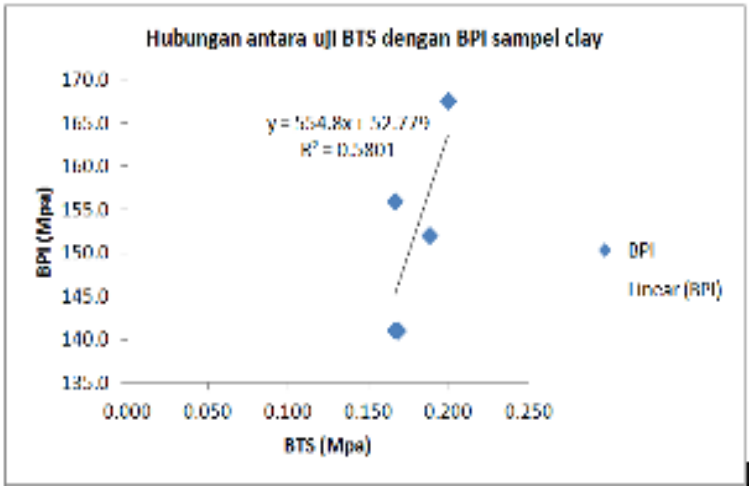
3. Analisa hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *blok punch index* sampel *sandstone*



Gambar 5.1 Hubungan BTS dengan BPI sampel *sandstone*

Berdasarkan gambar 5.1 dapat diketahui hubungan antara BTS dengan BPI dengan sampel sandstone menghasilkan persamaan y = -166,15x + 244,44

dimana y merupakan nilai BPI dan x merupakan nilai BTS sandstone. Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0,2183, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan BPI lemah karena mendekati 0.



Gambar 5.2 Hubungan BTS dengan BPI sampel clay

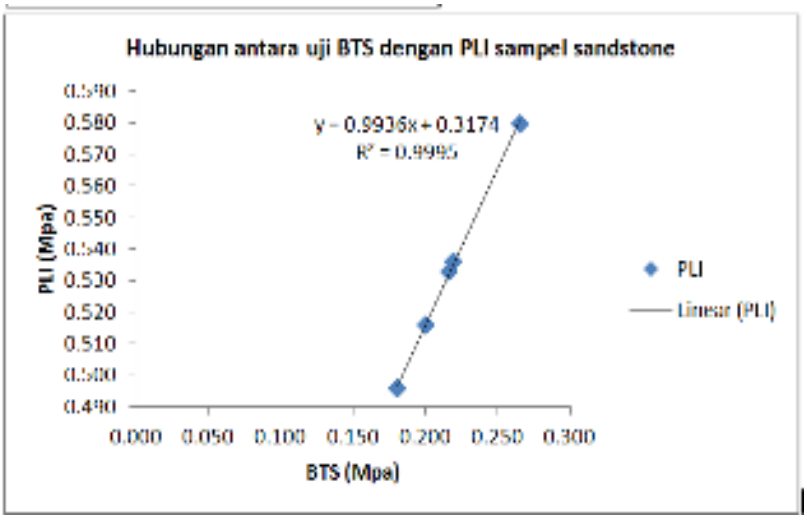
Berdasarkan gambar 5.2 dapat diketahui hubungan antara BTS dengan BPI dengan sampel *sandstone* menghasilkan persamaan y = 554,8x + 52,779 dimana y merupakan nilai BPI dan x merupakan nilai BTS *clay*. Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0.5801, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan BPI sedang karena berada diantara 0 dengan 1.

5.2 Analisa hubungan nilai kuat tarik *Brazilian Test* (BTS) dengan *point load index* (PLI) dengan sampel *Sandstone* dan *Clay*

Pengujian sampel *sandstone* dan *clay* menggunakan alat uji BTS dan dan nilai PLI dihasilkan dari persamaan BTS yang kemudian nilai ini digunakan

untuk menghitung hubungan antara nilai uji *braziliant test* dengan nilai *poin load index.*

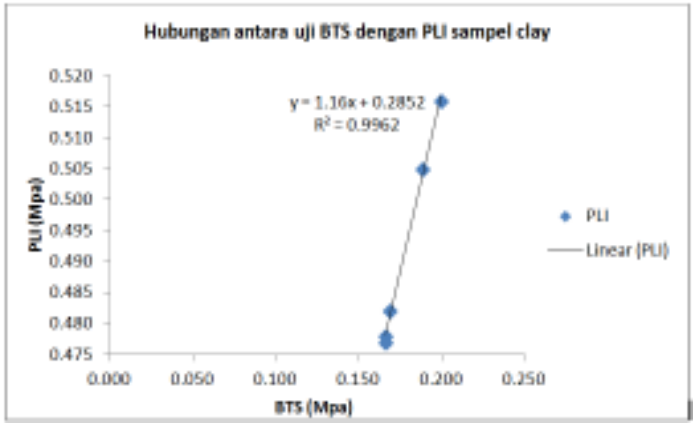
1. Analisa hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *poin load index* sampel sandstone



Gambar 5.3 Hubungan BTS dengan PLI sampel *sandstone*

Berdasarkan gambar 5.3 dapat diketahui hubungan antara BTS dengan PLI dengan sampel *sandstone* menghasilkan persamaan y = 0,9936x + 0,3174 dimana y merupakan nilai PLI dan x merupakan nilai BTS *sandstone*. Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0,9995, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan PLI sangat kuat karena mendekati

2. Analisa hubungan uji kuat tarik *braziliant test* dengan *poin load index* sampel clay



Gambar 5.4 Hubungan BTS dengan PLI sampel *clay*

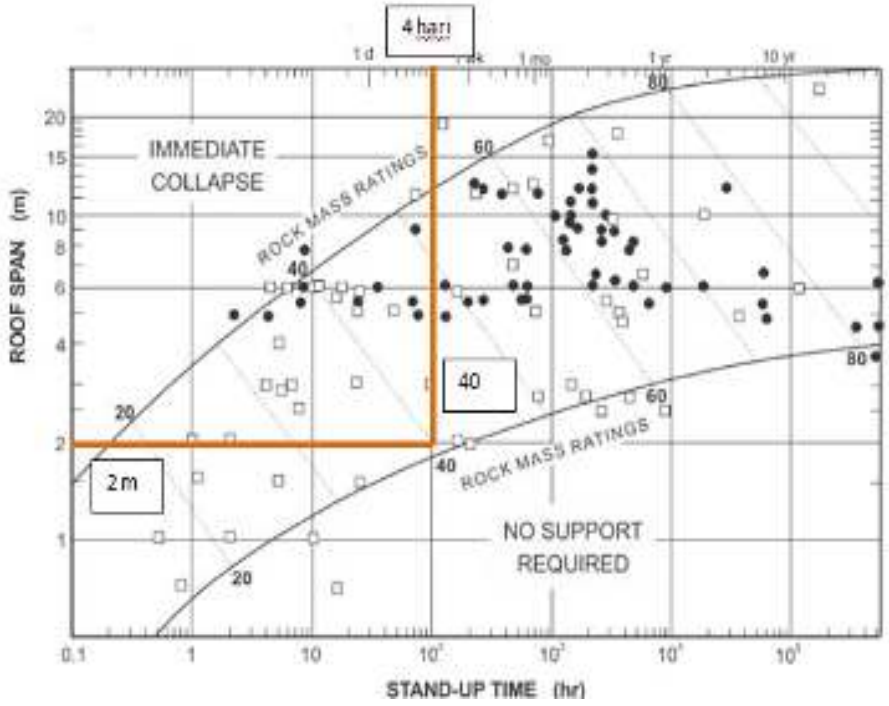
Berdasarkan gambar 5.4 dapat diketahui hubungan antara BTS dengan PLI dengan sampel *sandstone* menghasilkan persamaan y = 1,16x + 0,2852 dimana y merupakan nilai PLI dan x merupakan nilai BTS *sandstone*. Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0.9962, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan PLI sangat sangat kuat karena mendekati 1.

5.3 Analisis *Stand Up Time* lubang BMK 34

Analsisis *stand up time* dilakukan untuk mengetahui ketahan batuan yang ada di lubang bmk 34 khususnya *sandstone* dan *clay*. analsis *stand up time* dilakukan dengan melakukan pembobotan nilai rmr yang di dapat dari nilai rata – rata pengujian blok punch index yang selanjutnya dihubungkan dengan persamaan 3.2 dimana didapatkan nilai RMR sebesar 40 untuk *sandstone* dan 32,5 maka nilai tersebut dari kedua batuan itu akan di masukan ke dalam kurva *stand up time*

bienewski 1979 untuk mendapatkan jarak dan umur ke dua batuan tersebut akan runtuh tanpa diberikan penyangga .

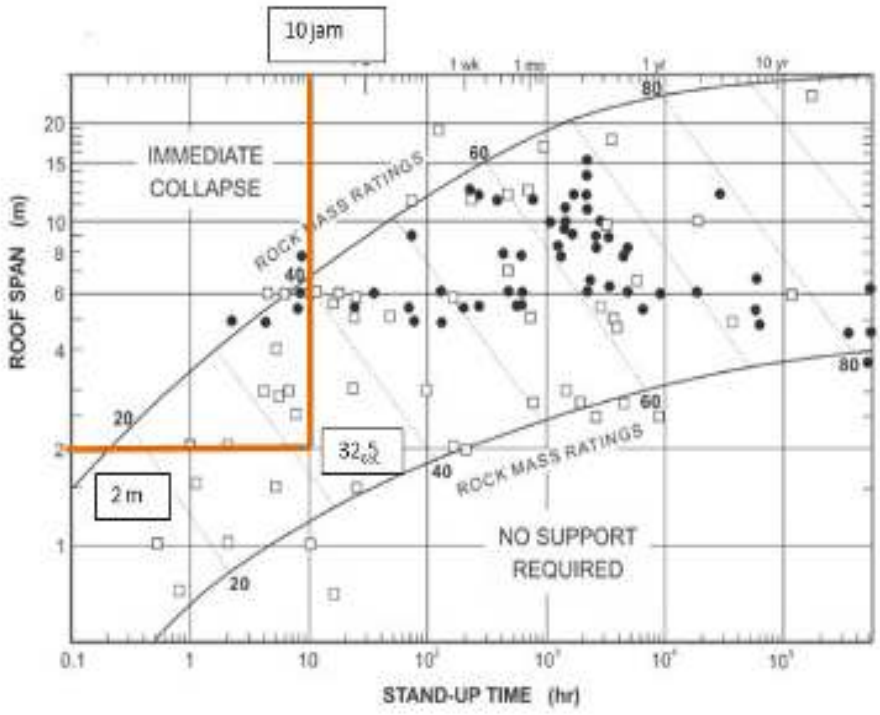
1. Analisis *stand up time sandstone* lubang BMK 34



Gambar 5.5 Analisis *Stand Up Time Sandstone*

Dari kurva di atas dapat disimpulkan untuk *sandstone* dengan nilai RMR 40 maka maka di peroleh nilai *stand up time* selama 4 hari dengan jarak bukaan kemajuan (*roof span*) 2 meter. Artinya batuan menyangga dirinya sendiri selama 4 hari dengan kemajuan lubang 2 meter.

2. Analisis *stand up time* clay lubang BMK 34



Gambar 5.6 Analisis *Stand Up Time Clay*

Dari kurva di atas dapat disimpulkan untuk *sandstone* dengan nilai RMR 32,5 maka maka di peroleh nilai *stand up time* selama 10 jam dengan jarak bukaan kemajuan (*roof span*) 2 meter. Artinya batuan menyangga dirinya sendiri selama 10 jam dengan kemajuan lubang 2 meter.

Dari analisa *stand up time* diatas pada lubang BMK 34 maka dapat menjadi acuan untuk memasang penyangga pada lokasi tersebut sehingga memberikan kondisi aman dan stabil.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa hubungan antara nilai kuat tarik *Brazilian test* (BTS) dengan pengujian *blok punch index* sampel *sandstone* dan *clay* didapatkan persamaan linear untuk *sandstone* y = -166,15x + 244.44 dengan Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0,2183, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan BPI lemah karena mendekati 0 dan persamaan linear untuk *clay* y = 554,8x + 52.779 dengan Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0.5801, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan BPI sedang karena berada diantara 0 dengan 1.
2. Analisa hubungan antara nilai kuat tarik *Brazilian test* (BTS) dengan *nilai point load index* (PLI) sampel *sandstone* dan *clay* didapatkan persamaan linear untuk *sandstone* y = 0.9936x + 0.3174 dengan Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0,9995, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan PLI sangat kuat karena mendekati 1.dan persamaan linear untuk *clay* y = 1.16x + 0.2852 dengan Nilai regresi (R^2) yang dihasilkan dari persamaan ini yaitu koofesien korelasi 0,9962, artinya hubungan nilai *Brazilian Test* dengan PLI sangat sangat kuat karena mendekati 1.

3. Analis Stand Up Time di lubang BMK 34 dengan jenis batuan *sandstone* dan *clay* didapatkan analisis untuk *sandstone* dengan nilai nilai RMR 40 maka di peroleh nilai *stand up time* selama 4 hari dengan jarak bukaan kemajuan (*roof span*) 2 meter dan untuk *Clay* dengan nilai RMR 32,5 maka maka di peroleh nilai *stand up time* selama 10 jam dengan jarak bukaan kemajuan (*roof span*) 2 meter.

6.2 Saran

Saran yang diberikan dari penelitian ini adalah.

1. Penulis berharap untuk peneliti selanjutnya dalam penelitian agar memperbaiki alat *Brazilian test* rancangan peneliti dengan mengganti *dial gauge* yang digital agar pembacaan saat pengujian lebih akurat.
2. Penulis berharap kepada perusahaan untuk melakukan analisa kesetabilan setiap lubang tambang di CV.Bara Mitra Kencana.
3. Penulis merekomendasikan kepada perusahan CV.Bara Mitra Kecana untuk lebih memperhatikan pemasangan penyangga dengan jarak antar penyangga yang lebih rapat untuk menghindari ambrukan yang terjadi pada lubang BMK 34 dikarenakan kondisi batuan penyusun terowongan yang relatif lemah.

DAFTAR PUSTAKA

Arif Irwandy, ***Geoteknik Tambang***, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2016.

C.O.Aksoy, dkk, ***Determination of Instantaneous Breaking Rate by Geological Strength Index, Block Punch Index and Power of Impact Hammer for Various Rock Mass Condition***, Turkey, 2011.

D.A.Mishra dan A.Basu, ***Use of the Block Punch Test to Predict the Compressive and Tensile Strengths of Rocks***, Indian Institute of Technology, India, 2012

.

I.D..AKIN and W.J.Likos,, ***Brazilian tensile strength testing of compcated clay***, Indian Institute of Technology, India, 2016

Juniantari widya, **Analisis Metode Pengujian *Block Punch Index* (BPI) dan *Point Load Index* (PLI) untuk Memprediksi Nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS)**, STTIND Padang, 2018

Kurnia Aprinta Herastuti dan Nurmaya Putri Ira, ***Studi Analisis Pengaruh Variasi Ukuran Butir Batuan terhadap Sifat Fisik dan Nilai Kuat Tekan***, Fakultas Teknologi Mineral UPN, Yogyakarta, 2016.

Made Astawa Rai, dkk, ***Mekanika Batuan***, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2011.

Riko Ervil, dkk, ***Buku Panduan Penulisan dan Ujian Skripsi,*** Sekolah Tinggi Teknologi Industri (STTIND) Padang, 2016.

Rini asnida Abdullah & Takashi tsutsumi, ***Evaluation Of Tensile Strength Of Brazilian Test Under Solid And Ring Disks Using Finite Elemen Analiysis,*** Sains Malaysiana,.

Resat Ulusay & Candan Gokceoglu, ***The Modified Block Punch Index Test***, Applied Geology Division, Geological Engineering Department, Hacettepe University, 06532 Beytepe Ankara, Turkey, 1997.

Nata, Refky adi dan murad MS, ***Stand Up Time In Tunnel Base On Rock Mass Rating Bienewski 1989*****,** Minning Engineering Dapartement,STTIND ,Padang 25171,Indonesia.

Romla Noor Hakim, dkk, ***Pengaruh Bentuk dan Ukuran Terhadap Kuat Tekan Uniaksial Batuan Utuh***, Universitas Lambung Mangkurat, 2016.

S.Sulukcu dan R.Ulusay, ***Evaluation of the Block Punch Index Test with Particular Reference to the Size Effect, Failure Mechanism and Its Effectiveness in Predicting Rock Strength***, Hacettepe University, Ankara Turkey, 2001.

LAMPIRAN I
TAMPILAN ALAT BTS



Gambar tampak depan alat BTS



Gambar bentuk spesmen sampel BTS

LAMPIRAN II
DOKUMENTASI PENELITIAN













LAMPIRAN III
PENYANGGA LUBANG BMK 34









LAMPIRAN IV

FORMAT PENGAMBILAN DATA LAPANGAN

KEGIATAN PENGAMBILAN SAMPEL BATUAN

INFORMASI UMUM PENGAMBILAN SAMPEL

Cuaca	:	Cerah	Pengawas	:	Adil wahyudi
Hari	:	jumat	tanggal	:	29 maret 2019
Lokasi	:	BMK 34	Waktu	:	08:00 s/d selesai WIB
Pengukur	:	Riyamizard z			

PARAMETER PENGAMBILAN SAMPEL BATUAN

Jenis Batuan	Ukuran	Jumlah
sandstone	*Hand spacement*, bongkahan	4 bongkah
clay	*Hand spacement*, bongkahan	3 bongkah

DOKUMENTASI KEGIATAN PENGAMBILAN SAMPEL

Lokasi Pengambilan Sampel


Pengesahan Data :

Diketahui & Disahkan:

Wa.KTT/KTBT

CV. BARA MITRA KENCANA

.....

CHANDRA

LAMPIRAN V

DATA UJI *BLOCK PUNCH INDEX* SANDSTONE

DI LABORATORIUM MEKANIKA BATUAN STTIND PADANG

Pengukuran : *Sandstone*

Tgl Pengujian : 24 april 2019

Alat : *Block Punch Index*, jangka sorong

Cuaca : Cerah

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		F (kg)	Foto Sampel
	Diameter (mm)	Ketebalan (mm)		
sandstone1	50	10	19	
sandstone2	49	10	18	
sandstone3	49	10	18	
sandstone4	52	10	20	
sandstone5	50	10	21	

Mengetahui :
Pendamping Pengujian

(Refky Adi Nata, ST.,MT)

LAMPIRAN VI

DATA UJI *BLOCK PUNCH INDEX* CLAY

DI LABORATORIUM MEKANIKA BATUAN STTIND PADANG

Pengukuran : *Clay*

Tgl Pengujian : 24 april 2019

Alat : *Block Punch Index*, jangka sorong

Cuaca : Cerah

Jenis Batuan	Ukuran Sampel		F (kg)	Foto Sampel
	Diameter (mm)	Ketebalan (mm)		
clay 1	49	10	15	
clay 2	50	10	13	
clay 3	52	10	14	
clay 4	50	10	14	
clay 5	51	10	15	

Mengetahui :
Pendamping Pengujian

(Refky Adi Nata, ST.,MT)

LAMPIRAN VII

DATA UJI *BRAZILIANT TEST* SANDSTONE

DI LABORATORIUM MEKANIKA BATUAN STTIND PADANG

Pengukuran : *Sandstone*

Tgl Pengujian : 24 april 2019

Alat : *Braziliant Test*, jangka sorong

Cuaca : Cerah

Jenis Batuan	**Ukuran Sampel**		**F (kg)**	**Foto Sampel**
	Diameter (mm)	**Ketebalan (mm)**		
sandstone 1	75	5	14	
sandstone 2	75	5	12	
sandstone 3	74	5	13	
sandstone 4	75	5	13	
sandstone 5	76	5	11	

Mengetahui :
Pendamping Pengujian

(Refky Adi Nata, ST.,MT)

LAMPIRAN VIII

DATA UJI *BRAZILIANT TEST* CLAY

DI LABORATORIUM MEKANIKA BATUAN STTIND PADANG

Pengukuran : *Clay*

Tgl Pengujian : 24 april 2019

Alat : *Braziliant Test,* jangka sorong

Cuaca : Cerah

Jenis Batuan	**Ukuran Sampel**		**F (kg)**	**Foto Sampel**
	Diameter (mm)	**Ketebalan (mm)**		
clay 1	75	5	12	
clay 2	74	5	10	
clay 3	75	5	10	
clay 4	76	5	11	
clay 5	75	5	10	

Mengetahui :
Pendamping Pengujian

(Refky Adi Nata, ST.,MT)

LAMPIRAN IX
PERHITUNGAN *BLOK PUNCH INDEX* DENGAN SAMPEL *SANDSTONE*

Diketahui 1 kg = 0.0098 KN

P = beban puncak (kg)

Sampel *sandstone* 1

P = 19 kg = 0,1764 KN
D = 50 mm
t = 10 mm
$BPIc = 3454\ D^{-1,3926}\ t^{-1,1265} P$
$BPIc = 3454\ (50^{-1,3926})\ (10^{-1,1265})\ 0,1764$ KN
BPIc = 3454 (0,0043) (0,075) 0,1764 KN
$BPIc = 0,207$ KN/mm^2 = 207 Mpa
Sampel *sandstone* 2

P = 18 kg = 0,176 KN
D = 49 mm
t = 10 mm
$BPIc = 3454\ D^{-1,3926}\ t^{-1,1265} P$
$BPIc = 3454\ (49^{-1,3926})\ (10^{-1,1265})\ 0,176$ KN
BPIc = 3454 (0,00442) (0,075) 0,176 KN
$BPIc = 0,202$ KN/mm^2 = 202 Mpa
Sampel *sandstone* 3

P = 18 kg = 0,176 KN
D = 49 mm
t = 10 mm
$BPIc = 3454\ D^{-1,3926}\ t^{-1,1265} P$
$BPIc = 3454\ (49^{-1,3926})\ (10^{-1,1265})\ 0,176$ KN
BPIc = 3454 (0,00442) (0,075) 0,176 KN
$BPIc = 0,202$ KN/mm^2 = 202 Mpa
Sampel *sandstone* 4

P = 20 kg = 0,196 KN
D = 52 mm
t = 10 mm
$BPIc = 3454\ D^{-1,3926}\ t^{-1,1265} P$
$BPIc = 3454\ (52^{-1,3926})\ (10^{-1,1265})\ 0,176$ KN
BPIc = 3454 (0,004) (0,075) 0,176 KN
$BPIc = 0,203$ KN/mm^2 = 203 Mpa
Sampel *sandstone* 5

P = 21 kg = 0,205 KN
D = 50 mm
t = 10 mm
$BPIc = 3454\ D^{-1,3926}\ t^{-1,1265} P$
$BPIc = 3454\ (50^{-1,3926})\ (10^{-1,1265})\ 0,176$ KN
BPIc = 3454 (0,004) (0,075) 0,176 KN
$BPIc = 0,228\ KN/mm^2 = 228$ Mpa
Blok Punch Index Rata-Rata Adalah Sebesar 208.520 Mpa.

LAMPIRAN X
PERHITUNGAN *BLOK PUNCH INDEX* DENGAN SAMPEL *CLAY*

Sampel *clay* 1

P = 15 kg = 0,147 KN
D = 49 mm
t = 10 mm
BPIc = 3454 $D^{-1,3926}$ $t^{-1,1265}$ P
BPIc = 3454 $(49^{-1,3926})$ $(10^{-1,1265})$ 0,147 KN
BPIc = 3454 (0,0044) (0,075) 0,147 KN
BPIc = 0,167 KN/mm^2 =167 Mpa

Sampel *clay* 2

P = 13 kg = 0,127 KN
D = 50 mm
t = 10 mm
BPIc = 3454 $D^{-1,3926}$ $t^{-1,1265}$ P
BPIc = 3454 $(50^{-1,3926})$ $(10^{-1,1265})$ 0,127 KN
BPIc = 3454 (0,0043) (0,075) 0,127 KN
BPIc = 0,141 KN/mm^2 =167 Mpa

Sampel *clay* 3

P = 14 kg = 0,137 KN
D = 52 mm
t = 10 mm
BPIc = 3454 $D^{-1,3926}$ $t^{-1,1265}$ P
BPIc = 3454 $(52^{-1,3926})$ $(10^{-1,1265})$ 0,137 KN
BPIc = 3454 (0,004) (0,075) 0,137 KN
BPIc = 0,141 KN/mm^2 =141 Mpa

Sampel *clay* 4

P = 14 kg = 0,137 KN
D = 50 mm
t = 10 mm
BPIc = 3454 $D^{-1,3926}$ $t^{-1,1265}$ P
BPIc = 3454 $(50^{-1,3926})$ $(10^{-1,1265})$ 0,137 KN
BPIc = 3454 (0,0043) (0,075) 0,137 KN
BPIc = 0,152 KN/mm^2 =152 Mpa

Sampel *clay* 5

P = 15 kg = 0,147 KN
D = 51 mm
t = 10 mm
BPIc = 3454 $D^{-1,3926}$ $t^{-1,1265}$ P
BPIc = 3454 $(51^{-1,3926})$ $(10^{-1,1265})$ 0,147 KN

BPIc = 3454 (0,0041) (0,075) 0,147 KN
BPIc = 0,156 KN/mm^2 =156 Mpa
Blok Punch Index Rata-Rata Adalah Sebesar 151.500 Mpa

LAMPIRAN XI
PERHITUNGAN *BRAZILIAN TEST* DENGAN SAMPEL *SANDSTONE*

Diketahui 1 kg = 0.0098 KN

P = beban puncak (kg)

Sampel *sandstone* 1

P = 14 Kg = 0,1372 KN
L = 5 mm
D = 75 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1372}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .75mm} = \frac{0{,}1372}{1{,}177{,}5}$ = 0,0002649 KN/mm^2 = 0,2649 Mpa

Sampel *sandstone* 2

P = 12 Kg = 0,1176 KN
L = 5 mm
D = 75 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1176}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .75mm} = \frac{0{,}2352}{1{,}177{,}5}$ = 0,0001997 KN/mm^2 = 0,1997 Mpa

Sampel *sandstone* 3

P = 13 Kg = 0,1274 KN
L = 5 mm
D = 74 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1274}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .74mm} = \frac{0{,}2548}{1{,}161{,}8}$ = 0,0002193 KN/mm^2 = 0,2193 Mpa

Sampel *sandstone* 4

P = 13 Kg = 0,1274 KN
L = 5 mm
D = 75 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1274}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .75mm} = \frac{0{,}2548}{1{,}177{,}5}$ = 0,0002163 KN/mm^2 = 0,21963 Mpa

Sampel *sandstone* 5

P = 11 Kg = 0,1078 KN
L = 5 mm
D = 76 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1078}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .76mm} = \frac{0{,}2156}{1{,}193{,}2}$ = 0,0001806 KN/mm^2 = 0,1806 Mpa

LAMPIRAN XII
PERHITUNGAN *BRAZILIAN TEST* DENGAN SAMPEL *CLAY*

Diketahui 1 kg = 0.0098 KN

P = beban puncak (kg)

Sampel *clay* 1

P = 12 Kg = 0,1176 KN
L = 5 mm
D = 75 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1176}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .75mm} = \frac{0{,}2352}{1{,}177{,}5}$ = 0,0001997 KN/mm^2 = 0,1997 Mpa

Sampel *clay* 2

P = 10 Kg = 0,098 KN
L = 5 mm
D = 74 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}098}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .74mm} = \frac{0{,}196}{1{,}161{,}8}$ = 0,0001664 KN/mm^2 = 0,1664 Mpa

Sampel *clay* 3

P = 13 Kg = 0,1274 KN
L = 5 mm
D = 74 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}098}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .75mm} = \frac{0{,}196}{1{,}177{,}5}$ = 0,0001664 KN/mm^2 = 0,1664 Mpa

Sampel *clay* 4

P = 11 Kg = 0,1078 KN
L = 5 mm
D = 76 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}1078}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .76mm} = \frac{0{,}2156}{1{,}199{,}3}$ = 0,0001855 KN/mm^2 = 0,1855Mpa

Sampel *clay* 5

P = 10 Kg = 0,098 KN
L = 5 mm
D = 75 mm
BTS = $\frac{2P}{\pi LD} = \frac{2\ .0{,}098}{3{,}14\ .\ 5\ mm\ .75mm} = \frac{0{,}196}{1{,}177{,}5}$ = 0,0001664 KN/mm^2 = 0,1664 Mpa

LAMPIRAN XIII
PREDIKSI NILAI *POIN LOAD INDEX* DENGAN SAMPEL *SANDSTONE*

Diketahui BTS = adalah nilai uji *braziliant test*

PLI = nilai point load index

$BTS = Is^{0.82}$

$Is = \sqrt[0.82]{BTS}$

Sampel *sandstone* 1

BTS = 0,265 MPa
Is = $\sqrt[0.82]{BTS}$ = $\sqrt[0.82]{0,265}$ = 0,580 Mpa

Sampel *sandstone* 2

BTS = 0,20 MPa
Is = $\sqrt[0.82]{BTS}$ = $\sqrt[0.82]{0,20}$ = 0,516 Mpa

Sampel *sandstone* 3

BTS = 0,219 MPa
Is = $\sqrt[0.82]{BTS}$ = $\sqrt[0.82]{0,219}$ = 0,536 Mpa

Sampel *sandstone* 4

BTS = 0,216 MPa
Is = $\sqrt[0.82]{BTS}$ = $\sqrt[0.82]{0,216}$ = 0,533 Mpa

Sampel *sandstone* 5

BTS = 0,181 MPa

Is = $\sqrt[0.82]{BTS}$ = $\sqrt[0.82]{0,181}$ = 0,496 Mpa

LAMPIRAN XIV
PREDIKSI NILAI *POIN LOAD INDEX* DENGAN SAMPEL *CLAY*

Sampel *clay* 1

BTS = 0,20 MPa
Is = $^{0.82}\sqrt{}$ BTS = $^{0.82}\sqrt{}$ 0,20 = 0,516 Mpa

Sampel *clay* 2

BTS = 0,169 MPa
Is = $^{0.82}\sqrt{}$ BTS = $^{0.82}\sqrt{}$ 0,169 = 0,482 Mpa

Sampel *clay* 3

BTS = 0,166 MPa
Is = $^{0.82}\sqrt{}$ BTS = $^{0.82}\sqrt{}$ 0,166 = 0,478 Mpa

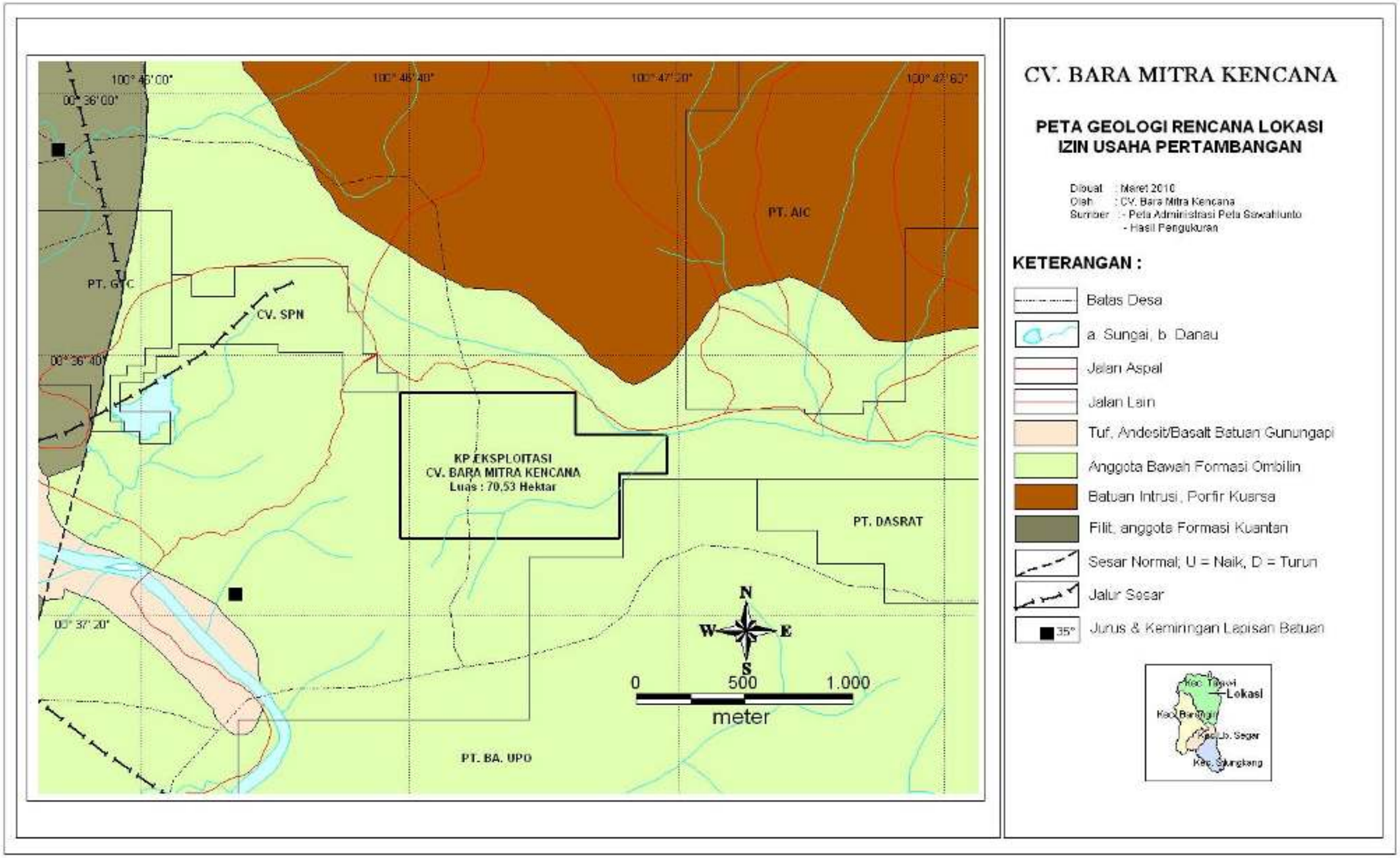
Sampel *clay* 4

BTS = 0,189 MPa
Is = $^{0.82}\sqrt{}$ BTS = $^{0.82}\sqrt{}$ 0,189 = 0,505 Mpa

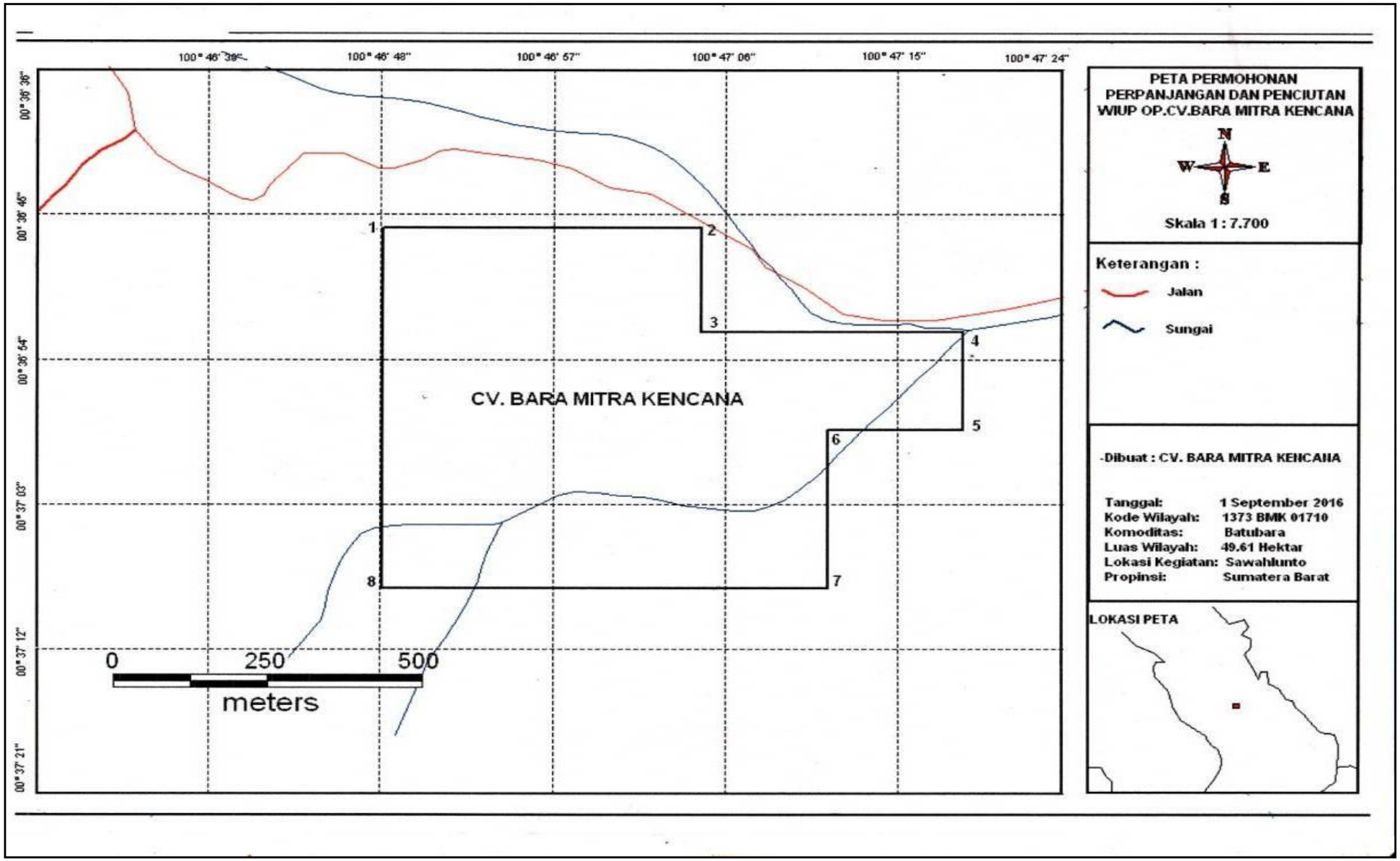
Sampel *clay* 5

BTS = 0,116 MPa
Is = $^{0.82}\sqrt{}$ BTS = $^{0.82}\sqrt{}$ 0,116 = 0,477 Mpa

LAMPIARAN XV
PETA GEOLOGI CV. BARA MITRA KENCANA



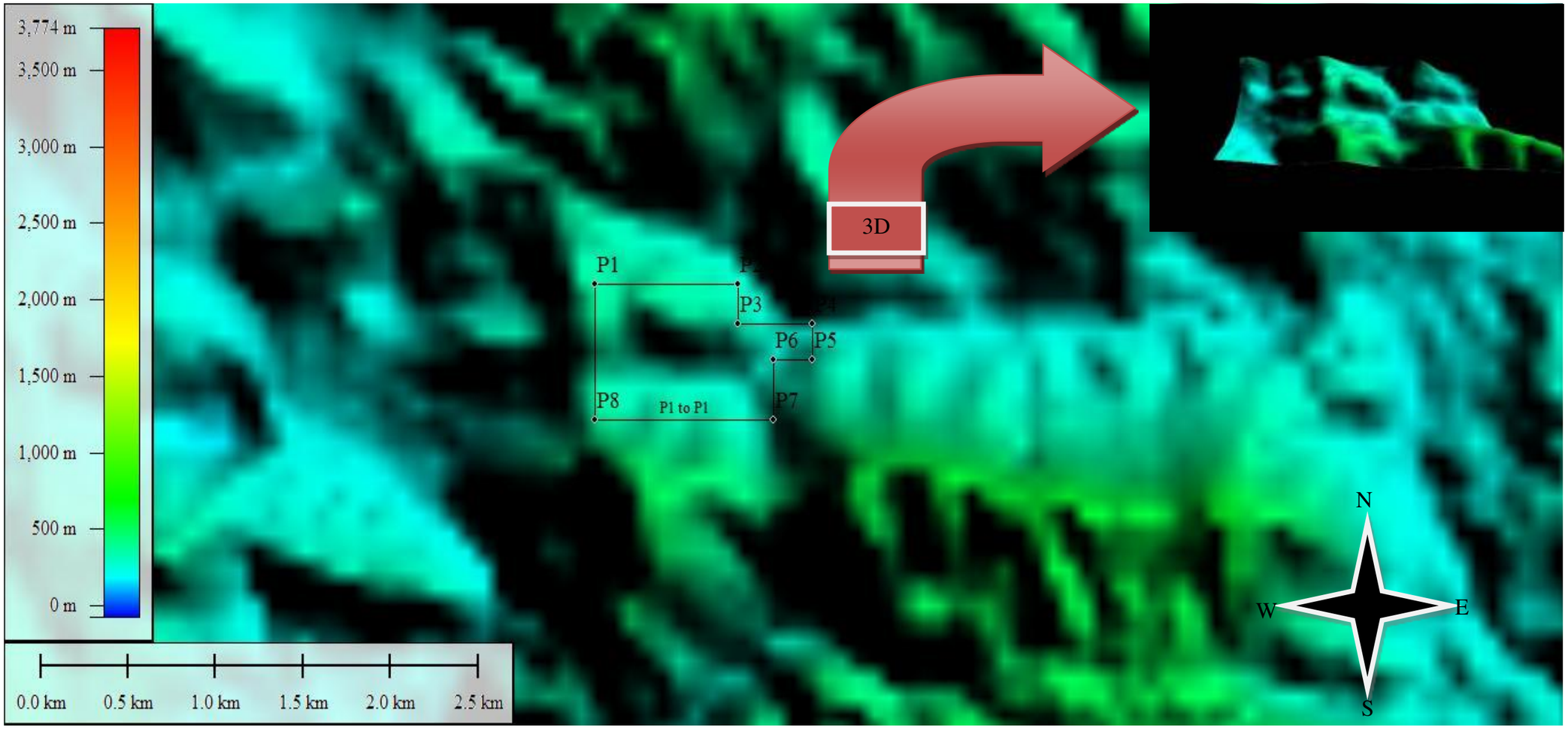
LAMPIRAN XVI
PETA PERPANJANGAN DAN PENCIUTAN IUP



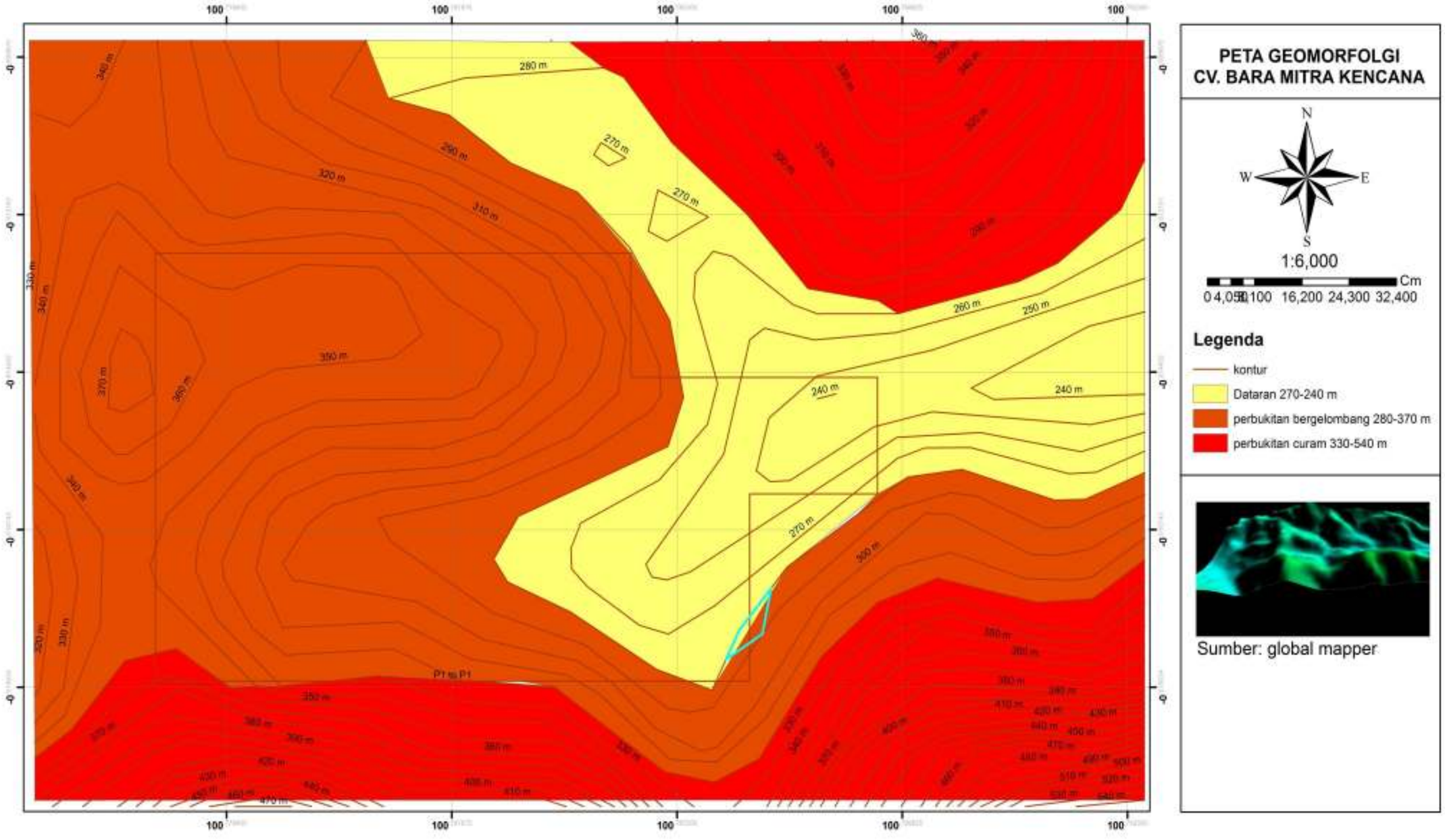
LAMPIRAN XVII
PETA TOPOGRAFI CV. BARA MITRA KENCANA



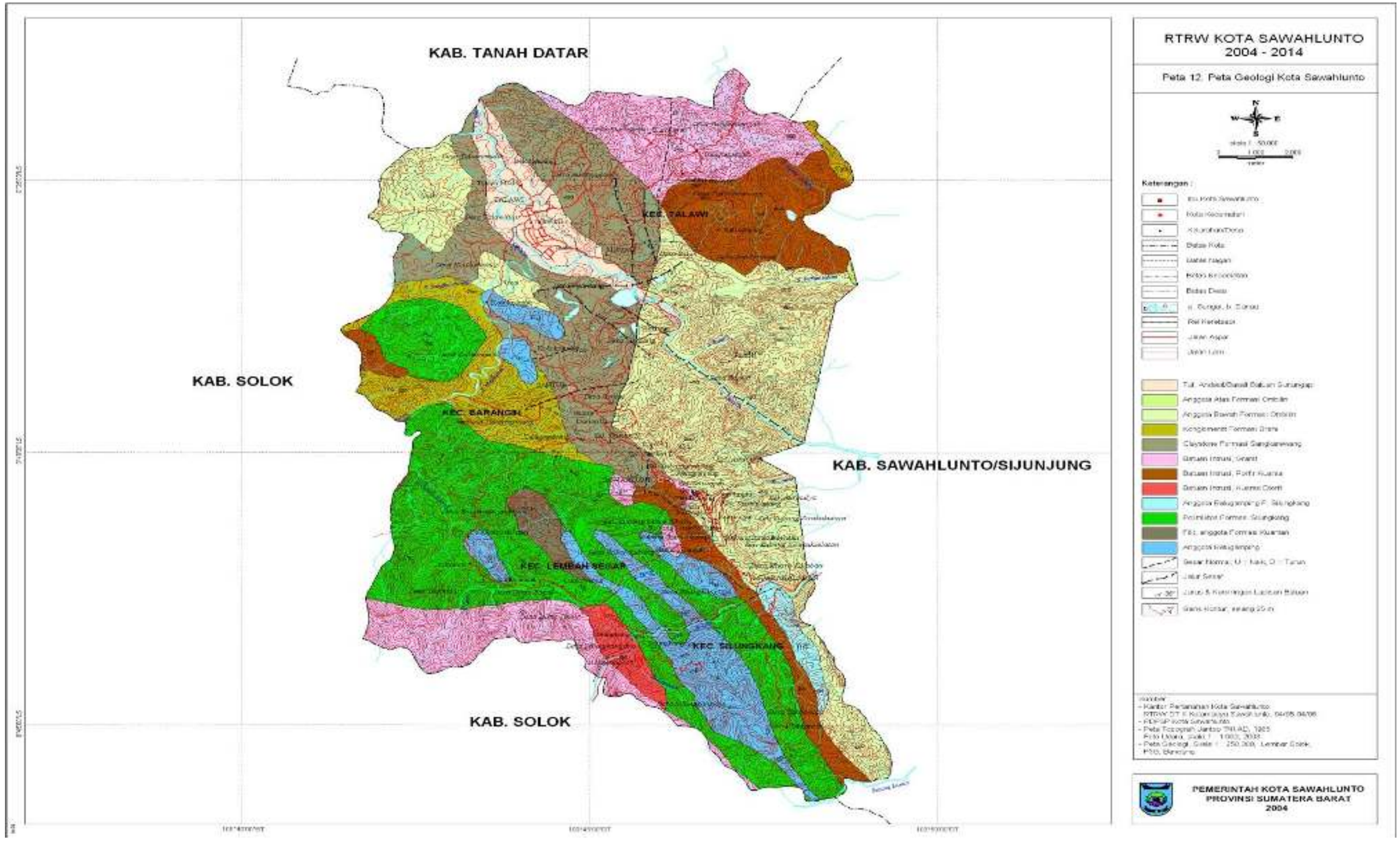
LAMPIRAN XVII
PETA GEOMORFOLOGI CV. BARA MITRA KENCANA



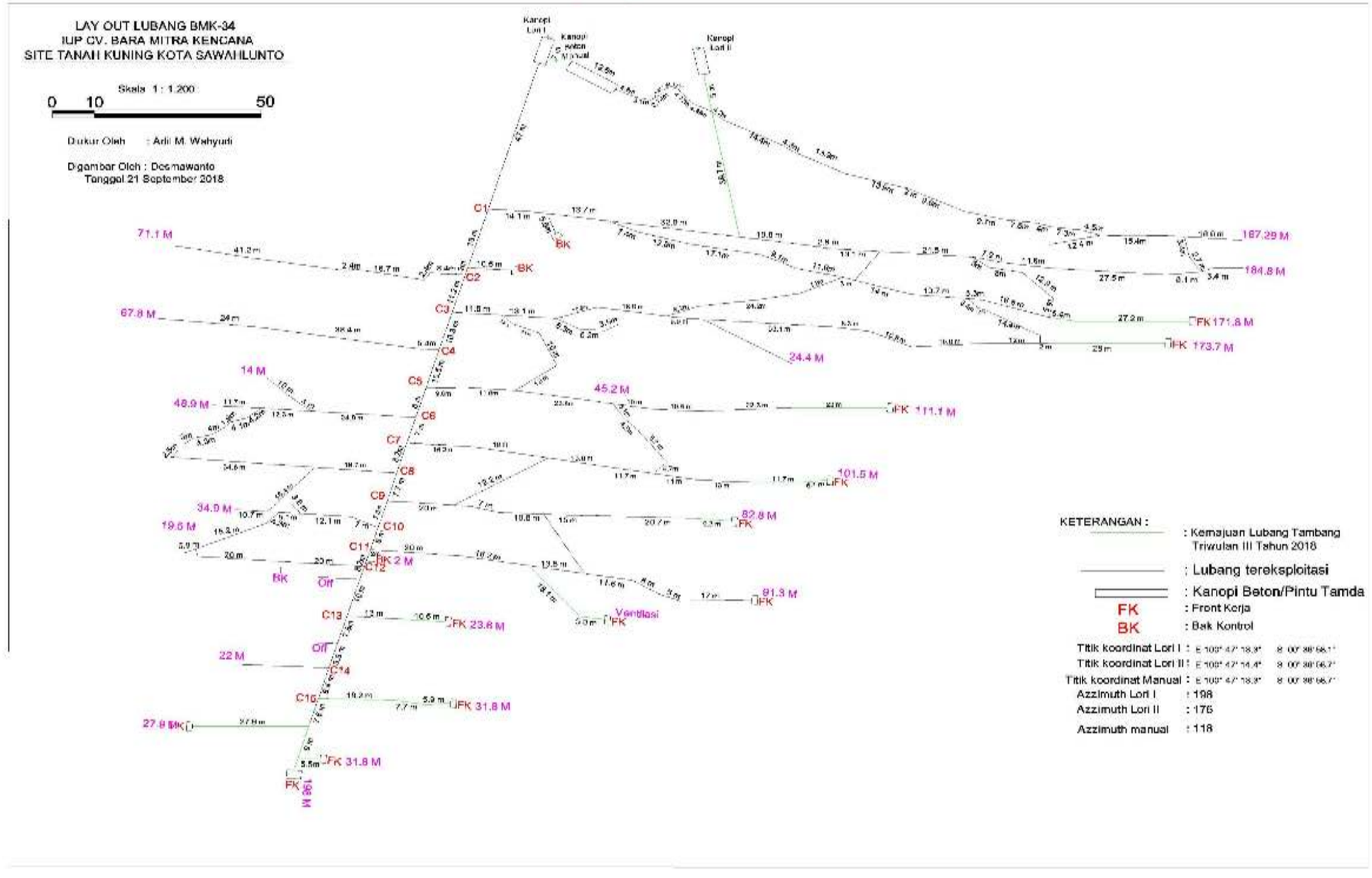
LAMPIRAN XIX
PETA GEOMORFOLOGI CV. BARA MITRA KENCANA



LAMPIRAN XX
PETA GEOLOGI REGIONAL CV. BARA MITRA KENCANA



LAMPIRAN XX1
LAY OUT LUBANG BMK 34



LEMBAR KONSULTASI

NAMA: RIYAMIZARD Z
NPM :1510024427081
DOSEN PEMBIMBING I : REFKY ADI NATA., ST, MT.

Tanggal	Perbaikan	Paraf
5 Januari 2019	1. Perbaiki tata tulis 2. Lengkapi review jurnal dengan tinjauan pustaka 3. Perbaiki keterkaitan jurnal	
6 Januari 2019	1. Perhatikan penggunaan titik, koma dalam penulisan 2. Perhatikan ukuran huruf 3. Perbaiki tinjaun pustaka pda jurnal 2 4. Tambahkan tabel - tabel	
8 Januari 2019 9 Januari 2019	1. Perbaiki jurnal 3 2. Tambahkan gambar pengujian pada jurnal 3 3. Buat rumusan masalah dan tujuan penelitian 4. Buat benang merah penelitian 1. ACC seminar review jurnal	

3 Februari 2019	1. Perbaiki latar belakang penelitian 2. Perbaiki rumusan masalah 3. Perbaiki tujuan penelitian 4. Tambahkan penjelasan terkait alat yang digunakan pada latar belakang	
9 Februari 2019	1. Perbaiki tata tulis pada latar belakang 2. Perbaiki data primer 3. Tambahkan koordinat lokasi penelitian 4. Tambahkan keterkaitan jurnal terhadap penelitian 5. Perbaiki kerangka konseptual	
9 Februari 2019	1. Perbaiki urutan gambar 2. Perbaiki urutan tabel 3. Perbaiki ukuran gambar 1. ACC seminar proposal	
21 Februari 2019	1.Perbaiki Persamaan BTS 2.Perbaiki Perhitungan BTS dengn PLI 3.Konversi Satuan Harus jelas	
20 Juni 2019	1.Konversi BTS dari Kg ke KN	

	2. Hasil Untuk Grafik hubungan RMR dalam Mpa 3. Lengkapi Peta Geologi, Topografi Dan Layout Tbt 4.Perbaiki Kesimpulan	
22 Juni 2019	1.Perbaiki Sistematika Penulisan 2.Periksa Kembali Istilah-Istilah Asing 3. Hubungkan R2 Dalam Menganalisis Dijelaskan Kuat Lemahnya 4.Buat Daftar Pustaka 5.Sistematika Penulisan Di Hapus	
27 Juni 2019	6.Buat Abstrak	
28 Juni 2019	1. Acc Seminar Kompre 1. periksa kembali sistematika penulisan 2. hindari halaman yang kososng 3.buat narasi setelah perhitungan RMR 4. samakan bahasa tujuan dengan kesimpulan	
16Agustus 2019	1.ACC jilid	
21Agustus 2019		

Menyetujui, Pembimbing I

Refky Adi Nata , ST,.MT.

LEMBAR KONSULTASI

NAMA: RIYAMIZARD Z
NPM :1510024427081
DOSEN PEMBIMBING II :RIAM MARLINA A, ST.,MT

Tanggal	Perbaikan	Paraf
9 januari 2019	1. Pebaiki tata tulis jurnal 2. Perbaiki latar belakang masalah pada setiap 3. Review jurnal 4. Perbaiki tinjauan pustaka	
10 januari 2019	1. Perbaiki tinjauan pustaka 2. Perhatikan titik dan koma 3. Perbaiki tabel 4. Perbaiki ukuran gambar	
11 januari 2019	1. Perbaiki kesimpulan 2. Perbaiki keterkaitan jurnal terhadap penelitian	
12 januari 2019	1.ACC seminar	
26 februari20019	1.Perbaikan latar belakang 2.Tambahkan sistematika penulisan 3.Perbaiki identifikasi masalah 4.batasan masalah harus dalam bentuk poin 1. Latar belakang masih kurang singkron jadissa diperbaiki kembali tambahkan semua tentang alat	

2 februari 2019	*Brazilian test* 2. Pada latar belakang tambahkan deskripsi perusahaanuntuk analisis *stand up time* 3. Pada bab 2 preparasi batuan di hapus 4. Kearangka konseptual untuk proses di perbaiki menjadi 3 5. Perbaiki urutan penomoran pada bab 2.	
2 maret 2019	1. Perbaiki latar belakang 2. Perhatiikan tata tulis seperti huruf besar dan kecil 3. Batasan masalah di perbaiki 4. Pada bab 3 perbaiki data primer 5. Tmbahkan istrumen penelitian 6. Perbaiki metodologi penelitian	
28 Juni 2019	1.Tambahkan tujuan penulisan pada abstrak 2.Teori Tentang *Brazilian tets* 3.Tambahkan layout BMK 34 4.Tambahkan foto penampang tunnel tree pice set	
2 Juli 2019	1.perbaiki tata tulis 2.Perbaiki bab 3 tambah anilisis data 3.Perbaiki bab 4 pengolahan data 4.perbaiki abstrak	
5 Juli 2019	1. Perbaiki penulisan pengolahan data 2. Tambahkan saran yang sesuai 3. Perbaiki daftar pustaka	

6 Juli 2019 27 Agustus 2019	4. Tata tulis dirapikan 1. Acc seminar kompre 1. Abstrak diperbaiki abstrak hanya terdiri dari 200 Kata dan 4 kata kunci 2. Perbaiki daftar isi 3. Pada latar belakan perlu dijelaskan kenapa 1 pada sampel yang akan di uji hanya sandstone dan clay semantara batubara tidak 4. Seluru sumberkutipan yang digunakan pada TA harus terdapat pada daftar pustaka 5. Gambar yang sama tidak boleh di buat berulang 6. Tambahkan data kordinat lokasi 7. Perbaiki masing- masing catatan yang salah 8. ACC Jilid	

Menyetujui, Pembimbing II

Riam Marlian A , ST,.MT.,

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Riyamizard Z
NPM	: 1510024427081
Program Studi	: Teknik Pertambangan

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dengan judul:

" Analisis Pengujian *Brazilian Test* Untuk Memprediksi Nilai Hubungan Antara *Blok Punch Index* (BPI), *Point Load Index* (PLI) Dan Analisis *Stand Up Time* Lubang BMK 34 CV.Bara Mitra Kencana"

Adalah benar-benar hasil karya sendiri atau bukan merupakan plagiat Tugas akhir orang lain. Apabila kemudian dari pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (dicabut predikat kelulusan dan gelar sarjananya).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 15 Agustus 2019

Pembuat Pernyataan

Riyamizard Z

BIODATA



Nama Lengkap	: RIYAMIZARD Z
NPM	: 1510024427081
Temapat/Tanggal Lahir	: Muara bulian /7 oktober 1997
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Program studi	: Teknik Pertambangan
Tanggal lulus	: 9 juli 2019
IPK	: 3,73
Judul tugas akhir	: Analisis Pengujian *Brazilian Test* Untuk Memprediksi Nilai HubunganAntara *Blok Punch Index* (BPI), *Point Load Index* (PLI) Dan Analisi*s Stand Up Time* Lubang BMK 34 CV.Bara Mitra Kencana
Alamat	: Muara Bulian, jln Gajah Mada no 42 RT 07 RW 02 Kelurahan Rangas Condong, Kecamatan Muara Bulian, Kabupaten Batang Hari Jambi.
Dosen pembimbing	: 1. Refky Adi Nata,ST, MT, : 2. Riam Marlina A, ST, MT.
Nama Orang Tua	
Ayah	: Zazili
Pekerjaan	: DOSEN
Alamat	: Muara Bulian, jln Gajah Mada no 42 RT 07 RW 02 Kelurahan Rangas Condong, Kecamatan Muara Bulian, Kabupaten Batang Hari Jambi.
Ibu	: Kamisyah Nurly
HP	: 082178726332
Email	: riyamizardzazili@gmail.com