

Studi Korelasi *Uniaxial Compressive Strength* Dan *Rebound Number Schmidt Hammer* Pada Batulanau Formasi Pulau Balang Dan Kampung Baru Daerah Kalimantan Timur

Sri Wahyuni¹, Tommy Trides², Harjuni Hasan³, Revia Oktaviani⁴,
Shalaho Dina Devy⁵

¹⁻⁵Universitas Mulawarman

Korespondensi penulis: sriwahyuni129@gmail.com

Abstract. *Uniaxial Compressive Strength* is a test method to classify the strength and characterization of intact rock. Where it is important information in determining the strength and characteristics of a rock obtained by testing using the UCS tool. In this research, an alternative is made in determining the UCS value precisely and easily, namely by using the schmidt hammer test and compressive strength test. Therefore, this research aims to obtain the correlation value between the results of the compressive strength test and the schmidt hammer test on siltstone. This research is a quantitative research, so that to obtain accurate calculation data, testing methods are used in the form of compressive strength tests on rocks and schmidt hammer tests, which in this case are tested on siltstone samples. In this study, 2 rock formations were used, including the Pulau Balang formation and the Kampung Baru formation, so that the accuracy of the test results can be obtained properly. Based on the results of observations and calculations that have been made, it can be concluded that the correlation of the uniaxial compressive strength value with the rebound number schmidt hammer value shows a positive linear correlation between the UCS value and the rebound number schmidt hammer value, in this case it can be seen when the uniaxial compressive strength value is higher, the rebound number schmidt hammer value is also higher.

Keywords: *Uniaxial Compressive Strength, Schmidt Hammer, Siltstone.*

Abstrak. *Uniaxial Compressive Strength* merupakan metode uji untuk mengklasifikasi kekuatan dan karakteristik batuan utuh. Dimana hal tersebut merupakan informasi yang penting dalam menentukan kekuatan dan karakteristik suatu batuan yang didapat dengan pengujian menggunakan alat UCS. Pada penelitian ini dibuat suatu alternatif dalam menentukan nilai UCS secara tepat dan mudah, yaitu dengan menggunakan uji *schmidt hammer* dan uji kuat tekan. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai korelasi antara hasil uji kuat tekan dan uji *schmidt hammer* pada Batulanau. Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat kuantitatif, sehingga untuk memperoleh data perhitungan yang akurat digunakan metode pengujian berupa uji kuat tekan pada batuan dan uji *schmidt hammer* yang dalam hal ini diujikan pada sampel batulanau. Pada penelitian ini digunakan 2 formasi batuan, diantaranya formasi Pulau Balang dan formasi Kampung Baru, sehingga keakuratan nilai hasil pengujian dapat diperoleh dengan baik. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa korelasi nilai kuat tekan uniaksial dengan *nilai rebound number schmidt hammer* menunjukkan korelasi linear positif antara nilai UCS dengan *nilai rebound number schmidt hammer*, dalam hal ini dapat dilihat saat nilai kuat tekan uniaksialnya semakin tinggi, maka *nilai rebound number schmidt hammer*-nya juga semakin tinggi.

Kata kunci: *Uniaxial Compressive Strength, Schmidt Hammer, Batulanau.*

PENDAHULUAN

Batuan adalah kumpulan atau agregasi alamiah dari satu atau lebih mineral, fosil, atau material lainnya yang merupakan bagian dari kerak bumi. Terdapat tiga jenis batuan yang utama berdasarkan proses dan lingkungan pembentukannya, yaitu batuan beku (*igneous rock*), batuan sedimen (*sedimentary rock*), dan batuan metamorfik (*metamorphic rock*) (Balfas, 2015).

Rekayasa geoteknik, sesuai dengan namanya, merupakan aplikasi rekayasa teknologi yang diterapkan kepada bumi (Holtz, 1981). Dalam mempelajari geoteknik selalu akan berhubungan dengan material alam, baik dari permukaan maupun dari dalam bumi, dalam bentuk tanah dan batuan. Untuk keperluan teknik, tanah dapat diartikan sebagai lepasan aglomerasi mineral, material organik, dan sedimen dengan cairan dan gas yang mengisi rongga (Das, 2002), sedangkan batuan adalah kumpulan dari bermacam-macam mineral yang kompak (Giani, 1992). Dalam definisi ilmu yang lain, definisi dari kedua material tersebut dapat berbeda-beda, tetapi dalam mempelajari rekayasa geoteknik digunakan definisi yang telah disebutkan sebelumnya. Dalam geoteknik, hal-hal terpenting dalam mempelajari material tersebut adalah mempelajari bagaimana perilaku masing-masing material (Arif, 2016).

Uniaxial Compressive Strength adalah uji untuk klasifikasi kekuatan dan karakterisasi batuan utuh. *Uniaxial Compressive Strength* adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung sebuah contoh batuan sesaat sebelum contoh batuan tersebut hancur. Hal tersebut merupakan informasi penting dalam menentukan kekuatan dan karakteristik suatu batuan yang didapat dengan pengujian menggunakan alat UCS. Pada penelitian ini dibuat suatu alternatif dalam menentukan nilai UCS secara tepat dan mudah, yaitu dengan menggunakan uji *schmidt hammer* dan uji kuat tekan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai korelasi kuat tekan dan *schmidt hammer* pada batulanau.

KAJIAN TEORITIS

Sifat Fisik Batuan

Sifat fisik batuan merupakan sifat batuan yang dapat dilihat secara langsung terhadap fisik batuan, atau sifat fisik merupakan sifat batuan dalam keadaan asli. Uji sifat fisik berguna sebagai data pendukung dari batuan yang akan diuji. Apabila hasil dari uji sifat fisik batuan yang diuji menunjukkan ketidakseragaman, hal ini menjadi indikasi tidak meratanya kekuatan batuan, atau dengan kata lain batuan yang diuji sangat bervariasi (Heterogen) (Arif, 2016).

Uji Kuat Tekan Uniaksial (Unconfined Compressive Strength Test)

Menurut Rai (2014), kuat tekan uniaksial adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung sebuah contoh batuan sesaat sebelum contoh tersebut hancur (*failure*) tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan (tegangan pemampatan sama dengan nol). Persamaan kuat tekan uniaksial adalah :

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- σ : Kuat tekan uniaksial batuan (Mpa)
 F : Gaya yang bekerja pada saat conto batu hancur (KN)
 A : Luas penampang conto batuan (cm²)

Contoh yang memiliki (L/D) > 2.5 akan mempunyai nilai UCS lebih kecil dan lebih cepat mengalami keruntuhan. Contoh yang memiliki (L/D) < 2 akan mempunyai nilai UCS lebih besar dan lebih kuat. Untuk kondisi contoh dengan (L/D) = 1, kondisi tegangan akan saling bertemu sehingga akan memperbesar nilai kuat tekan.

Schmidt Hammer

Prinsip kerja dari alat *schmidt hammer* tersebut yaitu merupakan penguji dari kekerasan suatu permukaan, yang menghubungkan antara kekuatan dari suatu beton dengan nilai dari pantulan suatu palu.

Menurut Rai (2014) *Schmidt hammer* banyak digunakan untuk menguji tingkat kekerasan dari batuan ataupun beton. *Schmidt hammer* di desain dengan level energi impact yang berbeda-beda, tetapi tipe L dan N umumnya digunakan untuk pengujian batuan. Tipe L mempunyai energi impact 0,735 J yang hanya sepertiga dari energi impact tipe N. tipe L biasanya digunakan untuk menguji contoh batuan silinder sedangkan tipe N biasanya digunakan untuk menguji contoh batuan yang lebih besar seperti blok batuan ataupun langsung pada massa batuan.

Sebelum digunakan dalam pengujian, *Schmidt hammer* ini perlu dikalibrasi terlebih dahulu. Proses kalibrasi dilakukan dengan melakukan sepuluh kali pembacaan nilai pantul *Schmidt hammer* pada anvil standar yang telah diketahui nilai pantul *Schmidt hammer*-nya. Faktor koreksi (k) ini dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut:

$$K = \frac{\text{nilai pantul standar dari anvil}}{\text{rata-rata dari 10 pembacaan nilai pantul}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Korelasi *Schmidt Hammer* dengan UCS

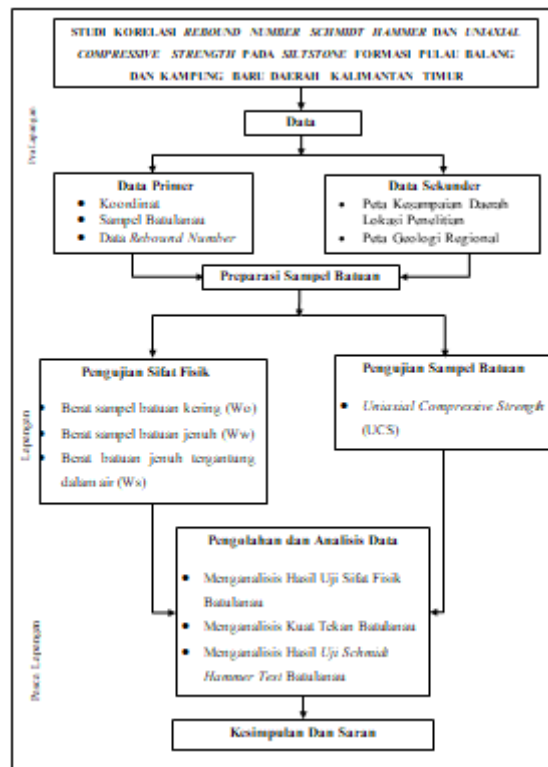
Schmidt hammer telah digunakan di seluruh dunia sebagai pengujian indeks yang cepat untuk menentukan kekuatan batuan dan karakterisasi deformabilitas, hal ini disebabkan karena *schmidt hammer* mudah untuk digunakan, biaya rendah dan dapat dilakukan dengan waktu yang singkat serta bersifat tidak merusak sampel. Pengujian *schmidt hammer* merupakan pengujian yang cepat dan murah dan dapat digunakan untuk memprediksi kuat tekan bebas atau *uniaxial compressive strength*. Ada banyak karya tulis yang diterbitkan yang berfokus untuk mendapatkan korelasi antara *schmidt hammer* dengan *uniaxial compressive strength*.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dibagi beberapa tahapan yaitu pertama tahap pra lapangan berupa studi literature, pengamatan lapangan dan persiapan peralatan uji di Laboratorium. Tahap kedua adalah tahap lapangan berupa pengambilan data *rebound number* hingga preparasi batuan. Data-data yang diambil dari lapangan dan uji Laboratorium, jumlah sampel dan standar pengujian dapat dilihat pada tabel 1. Yang ketiga yaitu tahap pengolahan data.

Tabel 1. Uji Laboratorium dan Lapangan

No.	Jenis Uji	Standar Pengujian	Jumlah Sampel
1.	Uji sifat fisik	ISRM (<i>International Society Rock Mechanics</i>)	30
2.	Uji kuat tekan uniaksial	<i>International Society Rock Mechanics</i> (ISRM, 1981)	30
3.	<i>Rebound Number SH</i>	ASTM C 805-02	30



Gambar 1 Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Batulanau

Batulanau adalah batuan sedimen yang mempunyai ukuran butir lebih halus dari batupasir dan lebih kasar dari batulempung dan biasanya berwarna merah ataupun abu-abu. Berdasarkan hasil uji sifat fisik batulanau pada Formasi Pulau Balang dan Formasi Kampung Baru. Diperoleh hasil dari masing-masing sampel yaitu berat normal (W_n), berat jenuh (W_w), berat sampel tergantung didalam air (W_s) dan berat kering (W_o). Didapatkan nilai rata-rata

kadar air, densitas dan porositas dan dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut dan dapat dilihat pada lampiran A.

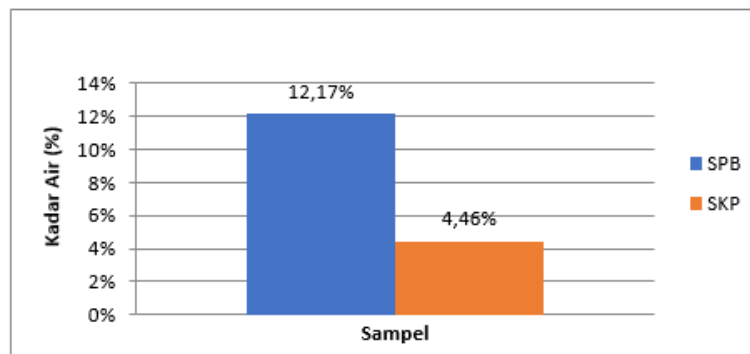
Tabel 2 Tabel nilai kadar air, densitas dan porositas

No	Parameter	SPB	SKP
1	Kadar Air	12,17 %	4,46 %
2	Densitas	1,47 gr/cm ³	1,77 gr/cm ³
3	Porositas	40,56 %	16,21 %

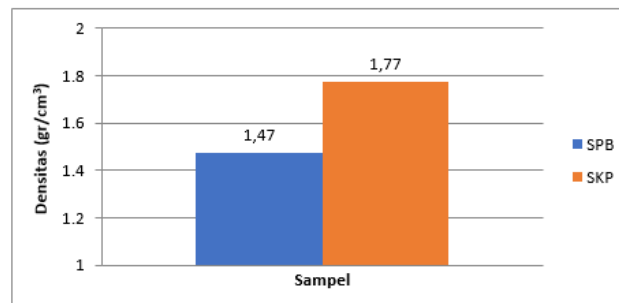
Note : Sampel Pulau Balang (SPB), Sampel Kampung Baru (SKP)

Dari tabel 4.1 tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar air pada formasi Pulau Balang lebih besar sebesar 12,17 % daripada nilai kadar air pada formasi Kampung Baru sebesar 4,46 %. Nilai densitas pada formasi Pulau Balang sebesar 1,47 gr/cm³ lebih kecil daripada nilai densitas pada formasi Kampung Baru sebesar 1,77 gr/cm³. Dan nilai persentase porositas batulanau pada formasi Pulau Balang lebih besar sebesar 40,56 % daripada nilai persentase porositas pada formasi Kampung Baru sebesar 16,21 %. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa batulanau pada formasi Pulau Balang memiliki tingkat kekerasan lebih rendah daripada batulanau pada formasi Kampung Baru.

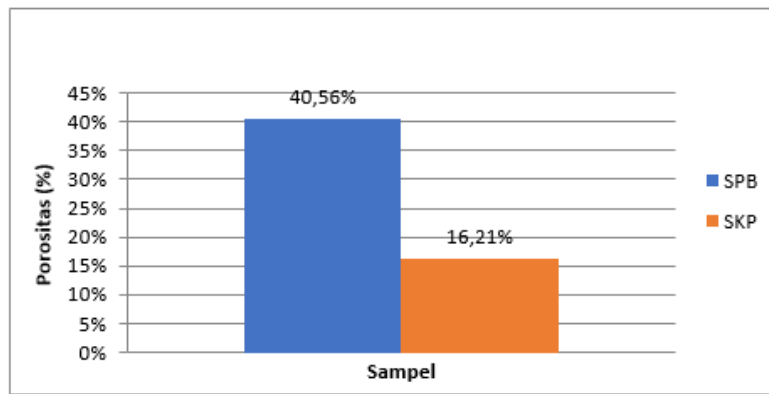
Perbandingan nilai kadar air, densitas dan porositas dapat dilihat pada grafik gambar 1, gambar 2 dan gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 1 Perbandingan Kadar Air Formasi Pulau Balang dengan Kampung Baru



Gambar 2 Perbandingan Densitas Formasi Pulau Balang dengan Kampung Baru



Gambar 3 Perbandingan Porositas Formasi Pulau Balang dengan Kampung Baru Kuat Tekan Batulanau

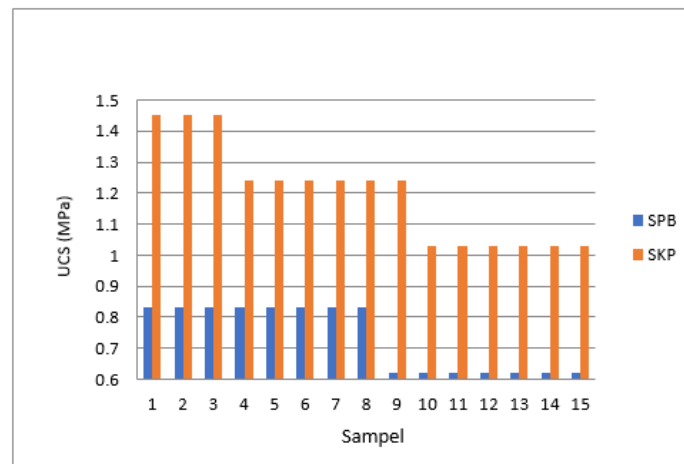
Berdasarkan pengujian *uniaxial compressive strength* batulanau pada formasi Pulau Balang dan formasi Kampung Baru didapatkan nilai seperti pada tabel 4.2 dan tabel 4.3 yang dihitung menggunakan rumus 2.11.

Tabel 3 Hasil Uji Kuat Tekan Formasi Pulau Balang

No	Sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Failure (KN)	UCS (Mpa)
1	S1PB	4,2	8,4	1,14	0,835
2	S2PB	4,2	8,4	1,14	0,826
3	S3PB	4,2	8,4	1,14	0,824
4	S4PB	4,2	8,4	1,14	0,827
5	S5PB	4,2	8,4	1,14	0,825
6	S6PB	4,2	8,4	1,14	0,831
7	S7PB	4,2	8,4	1,14	0,82
8	S8PB	4,2	8,4	1,14	0,83
9	S9PB	4,2	8,4	0,86	0,62
10	S10PB	4,2	8,4	0,86	0,619
11	S11PB	4,2	8,4	0,86	0,629
12	S12PB	4,2	8,4	0,86	0,624
13	S13PB	4,2	8,4	0,86	0,622
14	S14PB	4,2	8,4	0,86	0,621
15	S15PB	4,2	8,4	0,86	0,619
rata-rata					0,731

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Formasi Kampung Baru

No	Sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Failure (KN)	UCS (Mpa)
1	S1KP	4,2	8,4	2	1,445
2	S2KP	4,2	8,4	2	1,444
3	S3KP	4,2	8,4	2	1,449
4	S4KP	4,2	8,4	1,71	1,241
5	S5KP	4,2	8,4	1,71	1,24
6	S6KP	4,2	8,4	1,71	1,239
7	S7KP	4,2	8,4	1,71	1,25
8	S8KP	4,2	8,4	1,71	1,238
9	S9KP	4,2	8,4	1,71	1,241
10	S10KP	4,2	8,4	1,43	1,032
11	S11KP	4,2	8,4	1,43	1,03
12	S12KP	4,2	8,4	1,43	1,039
13	S13KP	4,2	8,4	1,43	1,034
14	S14KP	4,2	8,4	1,43	1,04
15	S15KP	4,2	8,4	1,43	1,03
rata-rata					1,199



Gambar 4 Grafik Nilai UCS Formasi Pulau Balang dan Kampung Baru

Kuat tekan adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung batuan sebelum batuan tersebut runtuh (*failure*), tegangan maksimum yang dapat ditanggung batuan pada formasi Pulau Balang lebih rendah daripada tegangan maksimum yang dapat ditanggung batuan pada formasi Kampung Baru, dapat dilihat pada Lampiran B. Tabel 4.2 menjelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata pada formasi Pulau Balang sebesar 0,731 MPa sedangkan tabel 4.3 nilai kuat tekan pada formasi Kampung Baru sebesar 1,199 MPa, dari tabel diatas dapat di simpulkan bahwa kekuatan batuan pada formasi Pulau Balang lebih rendah daripada kekuatan batuan pada formasi Kampung Baru.

Schmidt Hammer Batulanau

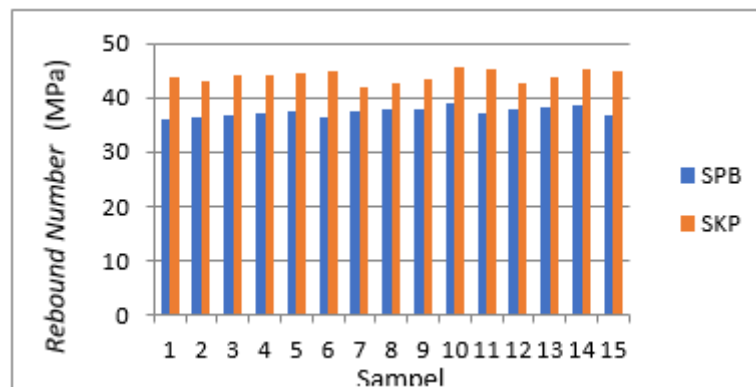
Berdasarkan hasil uji *schmidt hammer* yang dilakukan pada formasi Pulau Balang dan formasi Kampung Baru didapatkan nilai rata-rata seperti pada tabel 4.3 dan lampiran C.

Tabel 5 Hasil uji *Rebound Number* Formasi Pulau Balang

No	Sampel	<i>Rebound Number</i> Rata-rata	(Kg/cm ²)	(Mpa)
1	S1PB	13,1	366,63	35,97
2	S2PB	13,2	369,66	36,26
3	S3PB	13,4	375,72	36,86
4	S4PB	13,5	378,75	37,16
5	S5PB	13,6	381,78	37,45
6	S6PB	13,3	372,69	36,56
7	S7PB	13,6	381,78	37,45
8	S8PB	13,8	387,84	38,05
9	S9PB	13,8	387,84	38,05
10	S10PB	14,1	396,93	38,94
11	S11PB	13,5	378,75	37,16
12	S12PB	13,7	384,81	37,75
13	S13PB	13,9	390,87	38,34
14	S14PB	14	393,9	38,64
15	S15PB	13,4	375,72	36,86
Rata-rata		13,59	381,58	37,43

Tabel 6 Hasil uji *Rebound Number* Formasi Kampung Baru

No	Sampel	<i>Rebound Number</i> Rata-rata	(Kg/cm ²)	(Mpa)
1	S1KP	15,7	445,41	43,69
2	S2KP	15,5	439,35	43,10
3	S3KP	15,8	448,44	43,99
4	S4KP	15,9	451,47	44,29
5	S5KP	16	454,5	44,59
6	S6KP	16,1	457,53	44,88
7	S7KP	15,1	427,23	41,91
8	S8KP	15,3	433,29	42,51
9	S9KP	15,6	442,38	43,40
10	S10KP	16,3	463,59	45,48
11	S11KP	16,2	460,56	45,18
12	S12KP	15,4	436,32	42,80
13	S13KP	15,7	445,41	43,69
14	S14KP	16,2	460,56	45,18
15	S15KP	16,1	457,53	44,88
Rata-rata		15,79	448,24	43,97



Gambar 5 Grafik *Rebound Number* Formasi Pulau Balang dan Kampung Baru

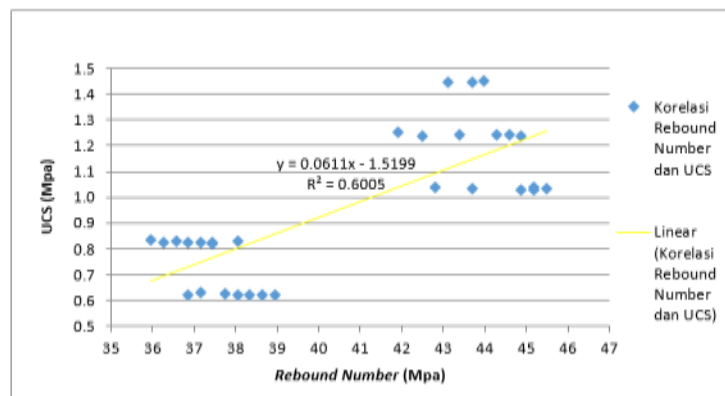
Batulanau pada formasi Pulau Balang tidak cukup kuat menahan pantulan dari *schmidt hammer* daripada batulanau formasi Kampung Baru. Dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tabel 4.5 dimana nilai *rebound number* formasi Pulau Balang lebih rendah daripada *rebound number* formasi Kampung Baru, dimana nilai *rebound number* rata-rata pada formasi Pulau Balang sebesar 37,43 MPa sedangkan pada formasi Kampung Baru sebesar 43,97 MPa. Karena batulanau pada formasi Pulau Balang peneliti hanya mengambil sampel diatas permukaan tanah yang artinya batulanau sudah terkontaminasi oleh temperatur. Sedangkan batulanau pada formasi Kampung Baru diambil menggunakan alat berat sehingga batulanau masih berupa batuan segar yang belum terkontaminasi oleh temperatur.

Korelasi UCS dan *Schmidt Hammer*

Berdasarkan hasil pengujian UCS dan *schmidt hammer* diketahui adanya hubungan yang saling berkaitan antara UCS dan *schmidt hammer* pada formasi Pulau Balang dan formasi Kampung Baru. Nilai UCS dan *rebound number* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 7 UCS dan *Rebound Number*

No	Sampel	UCS (Mpa)	<i>Rebound Number</i> (Mpa)
1	S1PB	0,835	35,97
2	S2PB	0,826	36,26
3	S3PB	0,824	36,86
4	S4PB	0,827	37,16
5	S5PB	0,825	37,45
6	S6PB	0,831	36,56
7	S7PB	0,82	37,45
8	S8PB	0,83	38,05
9	S9PB	0,62	38,05
10	S10PB	0,619	38,94
11	S11PB	0,629	37,16
12	S12PB	0,624	37,75
13	S13PB	0,622	38,34
14	S14PB	0,621	38,64
15	S15PB	0,619	36,86
16	S1KP	1,445	43,69
17	S2KP	1,444	43,1
18	S3KP	1,449	43,99
19	S4KP	1,241	44,29
20	S5KP	1,24	44,59
21	S6KP	1,239	44,88
22	S7KP	1,25	41,91
23	S8KP	1,238	42,51
24	S9KP	1,241	43,4
25	S10KP	1,032	45,48
26	S11KP	1,03	45,18
27	S12KP	1,039	42,8
28	S13KP	1,034	43,69
29	S14KP	1,04	45,18
30	S15KP	1,03	44,88

Gambar 6 Korelasi UCS dengan *Rebound Number*

Berdasarkan tabel 5 diperoleh hubungan UCS dan *Rebound Number* dengan persamaan $y = 0,0611x - 1,5199$ yang dapat dilihat pada gambar 4.6. Sehingga diperoleh persamaan korelasi UCS = $0,0611 RN - 1,5199$. Nilai tersebut merupakan korelasi linier positif dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,6005$ yang artinya memiliki hubungan yang kuat, dengan demikian semakin tinggi nilai UCS maka nilai *Rebound Number* akan semakin tinggi. Hasil korelasi ini dapat dimanfaatkan sebagai parameter menentukan kekuatan batuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data yang dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sifat fisik batulanau pada formasi Pulau Balang memiliki kadar air sebesar 12,170 %, densitas sebesar 1,474 gr/cm³ dan porositas sebesar 40,562 %. Pada formasi Kampung Baru memiliki kadar air sebesar 4,455 %, densitas sebesar 1,772 gr/cm³ dan porositas sebesar 16,208 %.
2. Nilai *rebound number* pada formasi Pulau Balang sebesar 37,43 Mpa. Sedangkan *rebound number* pada formasi Kampung Baru sebesar 43,97 Mpa.
3. Nilai kuat tekan uniaksial pada formasi Pulau Balang sebesar 0,731 Mpa. Sedangkan formasi Kampung Baru sebesar 1,199 Mpa.
4. Korelasi nilai kuat tekan uniaksial dengan *nilai rebound number schmidt hammer* menunjukkan korelasi linear positif antara nilai UCS dengan nilai *rebound number schmidt hammer*, yaitu semakin tinggi nilai kuat tekan uniaksialnya, maka semakin tinggi nilai *rebound number schmidt hammer*-nya.

Saran

1. Penulis berharap jangan hanya menggunakan sampel batulanau saja, sebaiknya menggunakan 2 jenis batuan atau lebih.
2. Sebaiknya dilakukan pengujian sampel pada formasi yang beragam.
3. Penulis berharap uji sifat mekanik yang digunakan bukan hanya uji kuat tekan saja.
4. Sebaiknya dilakukan pengujian dengan metode pembandingan yang berbeda.

DAFTAR REFERENSI

- Arif, Irwandy. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. Ariani.
- Balfas, M.D., 2015. *Geologi Untuk Pertambangan Umum*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Rai, M. A., Kramadibrata, S., dan Watimena, R.K., 2014. *Mekanika Batuan*. ITB Press : Bandung.