

Korelasi Nilai Rebound Schmidt Hammer Dengan *Nilai Uniaxial Compressive Strength* (UCS) Seam Batubara A2 dan C Pada Pit 3 Timur Banko Barat, di PT. Bukit Asam, Tbk

Andreas Roland SIMATUPANG^{1*}

¹Universitas Trisakti, Jl. Letjen S. Parman No.1 Grogol Petamburan, Jakarta Barat, DKI Jakarta

Abstrak

Nilai *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 baik massa batuan maupun batuan utuh yang didapat dengan pengujian menggunakan alat UCS. Pada penelitian ini dibuat suatu alternatif dalam menentukan nilai UCS secara instan, yaitu dengan menggunakan *Point Load Index* dan *Schmidt Hammer*. *Point Load Index* dan *Schmidt Hammer* dinilai sangat mudah dan efektif dalam pengujiannya karena dapat digunakan langsung pada lereng penambangan. Alternatif ini didapat dengan membuat hubungan antara *Point Load Index* dengan nilai UCS serta *Schmidt Hammer* terhadap litologi batubara terkhusus pada *seam* batubara A2 dan C, yang berlokasi pada pit 3 timur banko barat, Sumatera Selatan, pada formasi Muara Enim.

Kata Kunci : Uniaxial Compressive Test, Point Load Index, Schmidt Hammer, Kekuatan Batuan

Abstract

Uniaxial compressive strength value is a representation of maximum stress value that can be held by a rock sample, right before the sample is failure. UCS value is an important thing which can be used to determine strength and characteristics of rock even in rock mass or intact rock using UCS test tools. On this research, an alternative was made to determine UCS value instantly using point load index and schmidt hammer. Point load index and schmidt hammer are considered easy and effective to be used directly in a field. This alternative can be acquired by making a relation between point load index with UCS value and schmidt hammer of coal lithology, specifically on A2 and C seam which located in pit 3 timur Banko Barat, Sumatera Selatan, on Muara Enim formation.

Keyword : Uniaxial Compressive Test, Point Load Index, Schmidt Hammer, Rock Strength

*Penulis untuk korespondensi (*corresponding author*):

E-mail: andreasrolands@gmail.com

Tel: +6281288146504

I. PENDAHULUAN

Dalam proses penambangannya, PT. Bukit Asam, Tbk khususnya pada pit 3 timur banko barat memiliki kemiringan lapisan batubara yang sangat curam yaitu $\pm 80^{\circ}$ dengan kemiringan lereng yaitu $\pm 60^{\circ}$ yang diakibatkan oleh adanya struktur berupa antiklin pada arah barat daya dari pit tersebut dan patahan pada arah barat dari pit tersebut. Hal tersebut tentunya akan membuat kestabilan lereng tersebut akan menjadi sorotan utama dalam kegiatan penambangannya. Kestabilan lereng didukung oleh keakuratan data, yang salah satu parameter penting yang mempengaruhi kestabilan lereng tersebut adalah nilai kuat tekan batuan dalam hal ini umumnya digunakan nilai uniaxial compressive strength. Dalam prosesnya, penting bagi

perusahaan untuk memperoleh nilai UCS secara langsung dan mudah. Point load index dan schmidt hammer merupakan alat yang dirancang untuk mempermudah kita dalam memperoleh nilai UCS tersebut secara langsung di lapangan. Oleh karena itu diperlukan suatu hubungan empirik terhadap dua nilai point load index dan schmidt hammer sebagai acuan dalam penentuan nilai UCS litologi batubara, khususnya seam A2 dan C, pada pit 3 timur Banko Barat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kuat Tekan Batuan (*Uniaxial Compressive Strength UCS*)

Kuat tekan batuan utuh (*Compressive Strength*) merupakan salah satu sifat mekanik dari suatu perilaku batuan. Kuat tekan batuan utuh menunjukkan kekuatan batuan untuk

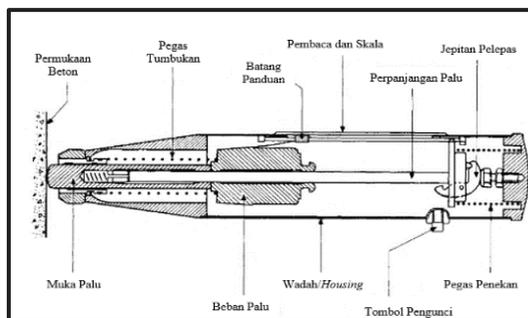
bertahan sampai batuan tersebut mengalami failure terhadap gaya yang diterimanya. Parameter kuat tekan *uniaxial* juga berpengaruh banyak berdasarkan kondisi geologi dan kondisi tegangan pada lereng.

Pada beberapa lereng yang memiliki kekuatan batuan kuat, tingkat tegangan sesuai dengan beban gravitasi akan lebih kecil dari kekuatan batuan. Maka, akan terdapat sedikit kecendrungan pada batuan utuh yaitu lereng dengan rekahan, karena itu *compressive strength* akan lebih dibutuhkan daripada kuat gesernya, dan banyak lagi kegunaan dari nilai UCS tersebut.

2.2 Schmidt Hammer

Ernst Schmidt (Goudie, 2006), pertama kali mengembangkan metode praktis dari *rebound test hammer* di akhir tahun 1940. 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.

Bentuk dari *schmidt hammer* tersebut mengalami beberapa perubahan seiring dengan kebutuhan dari alat tersebut, yang pada akhirnya modifikasi alat *schmidt hammer* tersebut dengan versi *modern* seperti terlihat pada gambar berikut :

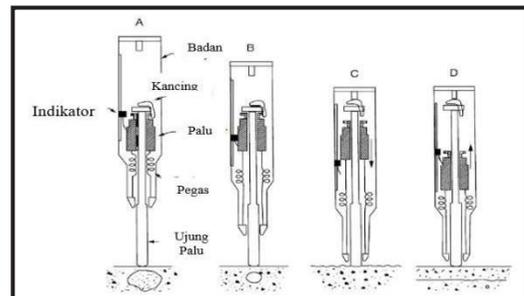


Gambar 1. *Schmidt Hammer* (Malhotra and Carino, 2004)

Untuk persiapan dari pengujian, lepaskan ujung palu dari posisi terkuncinya dengan menekan ujung palu tersebut kedepan, lalu lepaskan perlahan sehingga palu tersebut memanjang (Gambar 2 A). Lalu cara pengujiannya adalah dengan menahan perpanjangan palu kearah permukaan objek yang ingin di tes lalu perlahan dorong *schmidt hammer* tersebut ke permukaan tersebut. Seiring dengan *schmidt hammer* tersebut ditekan, pegas utama yang terhubung dengan massa dari palu akan meregang (Gambar 2 B).

Setelah *schmidt hammer* tersebut ditekan mencapai *limit* nya, "*latch*" otomatis dilepaskan, dan energi yang tersimpan pada pegas akan mendorong massa dari palu tersebut kepada ujung palu (Gambar 2 C).

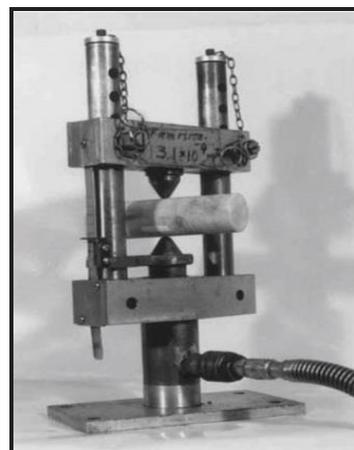
Massa tersebut akan menumbuk tepi dari batang palu dan memantul. Pada saat memantul, indikator hasil terbawa dengan massa dari palu dan mencatat tinggi dari pantulan (Gambar 2 D). Tombol pada sisi *schmidt hammer* lalu ditekan untuk mengunci palu tersebut pada posisi awal, dan nilai pantulan akan terbaca pada skala indikator sebagai "*rebound schmidt hammer*".



Gambar 2. Langkah Kerja *Schmidt Hammer* (Malhotra and Carino, 2004)

2.3 Point Load Index.

Point load index adalah suatu alat beserta metode untuk mengestimasi kuat tekan pada batuan untuk desain lereng. Point load index dinilai lebih praktis karena alat tersebut dapat dibawa kemanapun dengan pengujian dimanapun, yang memungkinkan penguji untuk melakukan pengujian langsung pada batuan lereng tersebut. Alat ini juga dapat menguji batuan yang berupa *core* maupun bongkahan.



Gambar 3. Point load index

Prosedur pengujian adalah dengan menempatkan sampel diantara dua plat penekan (atas dan bawah) lalu dilakukan pengujian dengan prinsip pompa hidrolik yang digunakan sebagai tekanan pada sampel, dimana tekanan dari pompa hidrolik tersebut akan membuat sampel tersebut pecah. Jika P adalah kekuatan batuan sampai sampel hancur pada point load, maka I_s (nilai point load index) dituangkan kedalam persamaan sebagai berikut :

$$I_s = \frac{PP}{D^2} \quad (1)$$

$$D^2 = D_e^2 \quad (2)$$

$$D_e^2 = \frac{4W}{\pi} \quad (3)$$

Keterangan : D = Diameter *core*
 D_e = Ekuivalen dari diameter *core*
W = Lebar sampel

Persamaan diatas dapat akurat digunakan jika diameter sebesar 50 mm, jika diameter tidak memenuhi atau berupa bongkahan yang tidak dapat dijadikan *core*, maka akan ada koreksi dari geometri sampel tersebut.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi PT. Bukit Asam, Tbk secara geografis terletak pada 3^o42'30" Lintang Selatan dan 103^o50'10" Bujur Timur. berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan bertempat ± 274 km disebelah Barat Daya kota Palembang, ± 520 km di sebelah timur Bengkulu.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur kerja penelitian dilakukan secara bertahap, yaitu :

- Pencarian titik titik pengukuran Point Load Index dan Schmidt Hammer, yang dibagi secara merata mencakup seluruh seam yang ada dan pemilihannya berdasar oleh faktor *safety* dari lereng batubara tersebut.
- Data sekunder perusahaan yang berupa nilai point load index dan nilai uniaxial compressive strength (UCS) juga didapatkan sebagai pembanding dan proses perhitungan.
- Setelah ditentukan terdapat 11 titik pengukuran pada seam A2, dan 8 titik

pengukuran pada seam C, maka pada tiap titik pengukuran tersebut dilakukan pengambilan sampel yang masih *fresh* pada lereng, yaitu diambil total 10 sampel untuk diuji pada tiap titik pengukuran (lereng).

- Pada saat bersamaan pula, pada dinding yang terkupas oleh pengambilan sampel untuk point load index, dilakukan pengujian schmidt hammer, maka total nilai schmidt hammer yang didapat sesuai dengan nilai point load index yang didapat yaitu 10 nilai tiap titik pengukuran agar dapat mewakili nilai satu lereng tersebut.
- Lalu dilakukan uji *fitting test* untuk mendapatkan satu nilai rebound schmidt hammer dan satu nilai point load index yang mewakili tiap titik pengukuran. Maka, didapat 11 nilai rebound schmidt hammer pada seam A2, dan 8 nilai rebound schmidt hammer pada seam C.
- Lalu untuk hubungan PLI dengan UCS, dibuatlah suatu hubungan sebagai acuan dari data sekunder (PLI dan UCS) perusahaan, dimana keduanya dibandingkan dan dicari nilai rata – rata dari perbandingan UCS dan PLI tersebut, yang menghasilkan suatu persamaan UCS dari PLI.
- Setelah didapat maka nilai PLI hasil pengujian dikonversi menjadi UCS dengan persamaan tersebut.
- Jika nilai UCS berdasarkan hasil pengujian PLI tersebut sudah representatif, maka UCS tersebut dapat menjadi acuan dalam membuat hubungan antara Rebound Schmidt Hammer dengan UCS.
- Nilai Rebound Schmidt Hammer dan UCS tersebut dijadikan suatu grafik yang dapat dihitung regresi linearnya dari hubungan tersebut.
- Maka di akhir, didapatkan dua hubungan yang berkesinambungan, yaitu hubungan antara PLI dan UCS, lalu hubungan antara nilai Rebound Schmidt Hammer dengan UCS pada seam A2 dan seam C.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengerjaannya terbagi menjadi dua bagian yang dapat dilakukan bersamaan, yang nantinya akan menghasilkan dua *output* yang berbeda.

4.1 Hubungan PLI dengan UCS.

Hubungan ini dibuat sebagai acuan untuk mengkonversi nilai PLI menjadi nilai UCS. Yang diharapkan UCS dari hasil pengujian PLI tersebut akan menjadi acuan untuk peneliti untuk membuat hubungan UCS tersebut dengan

nilai Rebound Schmidt Hammernya.

Dalam perkembangannya, banyak peneliti – peneliti terdahulu yang membuat hubungan PLI dengan UCS tersebut, seperti contoh didalam buku yang berjudul “Mekanika Batuan” (Made Astawa Rai) mengemukakan bahwa nilai UCS adalah sebesar 23 dari nilai PLI yang ada, namun nilai tersebut didapat pada pengujian dengan lokasi yang sangat signifikan perbedaannya, yaitu bukan pada negara Indonesia, dimana terdapat perbedaan kondisi geologi yang mempengaruhi nilai UCS batuan. Maka acuan UCS/PLI sebesar 23 tersebut tidak dapat diterapkan pada kondisi geologi negara Indonesia.

Agar lebih akurat, maka dibuatlah perbandingan tersebut, yaitu membandingkan antara nilai UCS data sekunder perusahaan dengan nilai PLI data sekunder perusahaan yang kemudian dirata – rata, yaitu didapat Rata – rata nilai UCS/PLI untuk seam A2 sebesar 11.72, dan untuk seam C sebesar 8.12 dengan rekapitulasi sebagai berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi nilai PLI dan UCS berdasarkan pengujian terhadap sampel log bor perusahaan litologi batubara *seam* A2 dan C.

LogBor	Seam	PLI (Mpa)	UCS (Mpa)	UCS/PLI	Mear
BBTM 03		0.59	3.01	5.10	
BBTM 05		0.43	4.28	10.04	
BBTM 05	A2	0.17	5.82	34.92	11.72
BBTM 09		0.25	0.96	3.90	
BBTM 09		0.80	3.75	4.66	
BBTM 05		0.09	1.68	19.68	
BBTM 05	C	0.46	0.37	0.81	8.12
BBTM 09		0.38	1.47	3.87	

Maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

1. Persamaan korelasi UCS dengan PLI pada litologi batubara *seam* A2, yaitu :

$$UCS = PLI \times 11.72 \quad (4.1)$$

2. Persamaan korelasi UCS dengan PLI pada litologi batubara *seam* C, yaitu :

$$UCS = PLI \times 8.12 \quad (4.1)$$

Maka setelah dibuat persamaan tersebut dapat ditentukan nilai UCS pada 11 titik pengukuran di *seam* A2 dan 8 titik pengukuran

di *seam* C tersebut berdasarkan perhitungan persamaan (4.1) dengan memasukkan nilai PLI pengujian.

Dituangkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi nilai PLI dan nilai UCS berdasarkan nilai PLI pengujian batubara *seam* A2.

SEAM	KODE SCANLINE	REBOUND SCHMIDT HAMMER	UCS
	SCL-BB-02	23.15	8.14
	SCL-BB-03	19.43	2.27
	SCL-BB-18	35.30	3.14
	SCL-BB-19	14.60	2.98
	SCL-BB-20	21.58	2.93
A2	SCL-BB-21	21.50	4.10
	SCL-BB-24	22.80	3.17
	SCL-BB-27	28.95	5.87
	SCL-BB-28	28.95	4.70
	SCL-BB-29	30.87	4.85
	SCL-BB-30	35.43	7.57

Tabel 2. Rekapitulasi nilai PLI dan nilai UCS berdasarkan nilai PLI pengujian batubara *seam* C

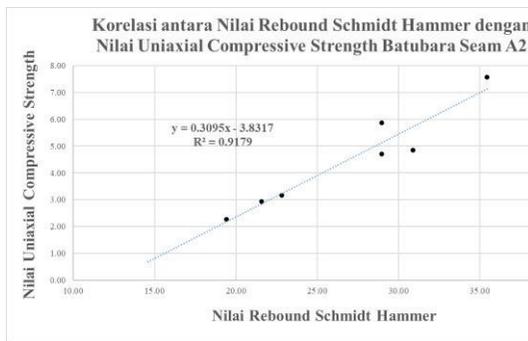
SEAM	KODE SCANLINE	REBOUND SCHMIDT HAMMER	UCS
	SCL-BB-11	32.41	3.65
	SCL-BB-12	20.60	1.12
	SCL-BB-13	31.35	3.84
	SCL-BB-14	32.86	2.94
C	SCL-BB-15	17.25	6.24
	SCL-BB-16	19.82	3.35
	SCL-BB-17	21.38	1.94
	SCL-BB-31	22.80	2.11

4.2 Hubungan Rebound Schmidt Hammer dengan nilai UCS.

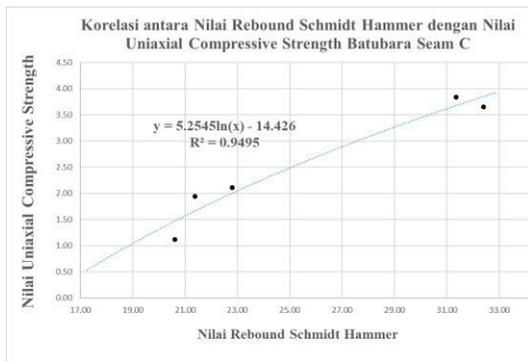
Hubungan ini didapat dengan membuat persamaan regresi antara UCS yang didapat berdasarkan PLI pengujian dengan nilai *Rebound Schmidt Hammer*. Nilai UCS yang akan digunakan untuk membuat hubungan tersebut disesuaikan dengan nilai PLI dan UCS yang dilakukan oleh perusahaan, dimana nilai PLI hasil pengujian logbor oleh perusahaan memiliki kisaran nilai antara 0.09 Mpa sampai 1.36 Mpa dan nilai UCS dengan kisaran nilai antara 0.37 Mpa sampai 6.14 Mpa.

Hubungan ini mengadopsi nilai PLI hasil pengujian dikarenakan nilai PLI dan Schmidt Hammer tersebut akan mewakili pengujian batuan yang sama dengan titik pengukuran yang sama, sedangkan jika mengadopsi nilai PLI berdasarkan hasil pengujian PLI dengan hasil sampel log bor perusahaan, akan terjadi bias oleh karena titik pengambilan data yang tidak sesuai satu sama lain, sehingga tidak dapat mewakili nilai sebenarnya pada suatu titik pengukuran.

Persamaan regresi untuk korelasi nilai rebound schmidt hammer dengan nilai uniaxial compressive strength pada litologi batubara seam A2 dan seam C dituangkan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Korelasi antara Nilai Rebound Schmidt Hammer dengan Nilai Uniaxial Compressive Strength Batubara Seam A2.



Gambar 4.2 Korelasi antara Nilai Rebound Schmidt Hammer dengan Nilai Uniaxial Compressive Strength Batubara Seam C.

Data pengukuran tersebut telah dioptimasi dengan melakukan pencilaan data yang jauh dengan penyebaran titik titik informasi data yang tersedia. Pada litologi batubara seam A2, distribusi yang memiliki tingkat kepercayaan

tertinggi adalah distribusi *Linear* dengan tingkat kepercayaan sebesar 91.79%, sedangkan pada litologi batubara seam C, distribusi *Logharitmic* adalah distribusi dengan tingkat kepercayaan tertinggi, yaitu sebesar 94.95%. Maka Persamaan regresi yang didapat dituangkan sebagai berikut :

1. Persamaan korelasi UCS dengan PLI pada litologi batubara seam A2, yaitu :

$$UUUUUU = 00.3300333333 - 33.88338888 \quad (4.2)$$

2. Persamaan korelasi UCS dengan PLI pada litologi batubara seam C, yaitu :

$$UUUUUU = 33.22223322222(33) - 8822.222244 \quad (4.1)$$

Dimana : R = Nilai *Rebound Schmidt Hammer*.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Korelasi nilai Uniaxial Compressive Strength dengan nilai Point Load Index pada litologi batubara seam A2 yaitu $UCS = PLI \times 11.72$.
2. Korelasi nilai Uniaxial Compressive Strength dengan nilai Point Load Index pada litologi batubara seam C yaitu $UCS = PLI \times 8.12$.
3. Korelasi nilai Uniaxial Compressive Strength dengan nilai Schmidt Hammer pada litologi batubara seam A2 yaitu $UUUUUU = 00.3300333333 - 33.88338888$.
4. Korelasi nilai Uniaxial Compressive Strength dengan nilai Schmidt Hammer pada litologi batubara seam C yaitu $UUUU = 33.22223322222(33) - 8822.222244$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada *Mining Department* PT. Bukit Asam, Tbk atas kesediaannya menyediakan tempat penelitian dan memberikan bantuan kepada peneliti selama menjalankan penelitian dan kepada Bapak Dr.Masagus Ahmad Azizi, S.T.,M.T.,IPM dan Bapak Dr.Irfan Marwanza, S.T.,M.T.,IPM yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan lancar.

Daftar Pustaka

- Deere, D. U., and Miller, R. . (1966):
Engineering classification and index
properties for intact rock, *Technical
Report, Air Force Weapons Laboratory*.
- Goudie, A. S. (2006): The Schmidt Hammer in
geomorphological research, *Progress in
Physical Geography*.
<https://doi.org/10.1177/0309133306071954>
- Malhotra, V. M., and Carino, N. J. (2004):
*Handbook on Nondestructive Testing of
Concrete, Handbook on Nondestructive
Testing of Concrete*.
- Saptono, S., Kramadibrata, S., and Sulistianto,
B. (2013): Using the Schmidt Hammer on
Rock Mass Characteristic in Sedimentary
Rock at Tutupan Coal Mine, *Procedia
Earth and Planetary Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.proeps.2013.01.051>
- Sharma, P. K., Khandelwal, M., and Singh, T.
N. (2011): A correlation between Schmidt
hammer rebound numbers with impact
strength index, slake durability index and
P-wave velocity, *International Journal of
Earth Sciences*.
<https://doi.org/10.1007/s00531-009-0506-5>
- Torabi, S. R., Ataei, M., and Javanshir, M.
(2011): Application of Schmidt rebound
number for estimating rock strength under
specific geological conditions, *Journal of
Mining and Environment*.
- Ylmaz, I., and Sendr, H. (2002): Correlation of
Schmidt hardness with unconfined
compressive strength and Young's
modulus in gypsum from Sivas (Turkey),
Engineering Geology.
[https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(02\)00041-8](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(02)00041-8)