Jurnal Siber Multi Disiplin (JSMD)
E-ISSN: 2987-0380
P-ISSN: 2987-0402
+62 811 7404 445 https://research.e-siber.org siberpublisher.info@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.38035/jsmd.v4i3
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Penentuan Faktor Konversi Nilai UCS Berdasarkan Nilai PLSI Pada Batulempung dan Batupasir di Pit E Site Banko Tengah B PT Bukit Asam Tbk

Rochsyid Anggara[1], Bantar Tyas Suksmawati Rukmana[2], Athian Zulfikar Anwar[3]
[1]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, rochsyid.anggara@upnyk.ac.id
[2]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, bantartyas.suksmawatirukmana@upnyk.ac.id
[3]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia,

Corresponding Author: rochsyid.anggara@upnyk.ac.id[1]

Abstract: *This study determines site-specific conversion factors between the point load strength index and the uniaxial compressive strength of claystone and sandstone at Pit E, Banko Tengah B site, PT Bukit Asam Tbk. Compressive strength testing is slow and often fails because weak rock samples break during preparation, whereas point load testing is faster and accepts irregular samples. The company applies one conversion factor of 14.25 to all rock types, which may not represent local lithology. This research measures the correlation between both parameters, identifies the most representative empirical equation, and compares its estimates with the company factor. Twelve sampling points were tested, six for each rock type, each providing one compressive strength value and the average of ten point load tests. Six regression models were evaluated using correlation coefficients, five error metrics, and a theoretical consistency criterion. Pearson correlations of 0.92 for claystone and 0.87 for sandstone indicate very strong relationships. The power equation was selected, with a coefficient of 15.9 and an exponent of 1.1141 for claystone, and 461.23 and 2.0006 for sandstone. Its errors were 3.3 to 12.3 times smaller than those of the company factor, so it is more suitable for this site.*

Keyword: *Claystone, Sandstone, Correlation, PLSI, UCS.*

Abstrak: Penelitian ini menentukan faktor konversi kuat tekan uniaksial berdasarkan indeks kuat beban titik pada batulempung dan batupasir di Pit E, site Banko Tengah B, PT Bukit Asam Tbk. Pengujian kuat tekan uniaksial memerlukan waktu lama dan sering gagal karena sampel batuan lemah pecah saat preparasi, sedangkan uji beban titik lebih cepat dan dapat memakai sampel tidak beraturan. Perusahaan memakai satu faktor konversi sebesar 14,25 untuk seluruh jenis batuan sehingga belum tentu mewakili litologi setempat. Penelitian ini mengukur korelasi kedua parameter, menentukan persamaan empiris yang paling representatif, dan membandingkan hasil estimasinya dengan faktor konversi perusahaan. Pengujian dilakukan pada dua belas titik, masing-masing enam titik untuk tiap jenis batuan, dengan satu nilai kuat

tekan dan rata-rata sepuluh uji beban titik pada setiap titik. Enam model regresi dievaluasi menggunakan koefisien korelasi, lima ukuran galat, dan kriteria kesesuaian teoretis. Korelasi Pearson sebesar 0,92 untuk batulempung dan 0,87 untuk batupasir menunjukkan hubungan sangat kuat. Persamaan pangkat terpilih memiliki koefisien 15,9 dan eksponen 1,1141 untuk batulempung serta 461,23 dan 2,0006 untuk batupasir. Galatnya 3,3 hingga 12,3 kali lebih kecil daripada faktor konversi perusahaan sehingga lebih sesuai untuk lokasi ini.

Kata Kunci: Batulempung, Batupasir, Korelasi, PLSI, UCS.

PENDAHULUAN

PT Bukit Asam Tbk (PTBA) menambang batubara di Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan, pada Formasi Muara Enim, formasi pembawa batubara di Cekungan Sumatera Selatan (Dandy dkk., 2023). Formasi ini terutama tersusun atas batupasir dan batulempung yang belum terkompaksi sempurna sehingga kekuatannya relatif rendah. Penambangan memakai metode tambang terbuka (*open pit*) sehingga kestabilan lereng menjadi aspek utama. Kemajuan tambang yang cepat menuntut data geoteknik yang cepat dan akurat agar evaluasi kestabilan lereng dapat dilakukan secara rutin dan sistematis.

Evaluasi geoteknik memerlukan sifat mekanik batuan, antara lain kuat tekan uniaksial (*uniaxial compressive strength*, UCS), yaitu beban maksimum per satuan luas yang dapat diterima sampel silinder sebelum runtuh (Hudson dan Harrison, 1997). Pengujian UCS memerlukan preparasi yang ketat dan waktu yang lama (Broch dan Franklin, 1972). Pada batuan lemah, sampel sering pecah saat diambil atau dipreparasi sehingga parameter UCS tidak tersedia. Karena itu, UCS diestimasi secara tidak langsung dari indeks kuat beban titik (*point load strength index*, PLSI) yang lebih mudah diuji, dapat memakai sampel tidak beraturan, dan dapat dilakukan langsung di lapangan (Bieniawski, 1975; ISRM, 1985). Hubungan PLSI dan UCS telah banyak dikaji untuk berbagai jenis batuan (Singh dkk., 2012).

Faktor konversi yang umum dipakai berasal dari Bieniawski (1975), yaitu UCS sebesar 18 hingga 24 kali PLSI terkoreksi $I_{s(50)}$ bergantung pada diameter sampel. PTBA memakai satu faktor sebesar 14,25, yaitu rata-rata dari nilai minimum 10,5 dan maksimum 18, untuk seluruh jenis batuan. Nilai ini belum representatif karena sifat tanah dan batuan sangat heterogen sehingga faktor konversi perlu spesifik pada lokasi dan litologi (Arif, 2016). Penelitian terdahulu memang menunjukkan hasil yang bervariasi, misalnya koefisien 16,16 hingga 18,25 pada batuan vulkanik, diorit, dan tonalit di Batu Hijau (Adriansyah dkk., 2017), 8,12 dan 11,72 pada batubara Banko Barat (Simatupang, 2018), 23,98 dan 24,27 pada batulempung dan batupasir di Berau (Adriansyah dkk., 2021), serta 8,74 hingga 24,27 pada batupasir dalam berbagai studi (Ulusay dkk., 1994; Zorlu dkk., 2004; Mishra dan Basu, 2012; Dewi dkk., 2022).

Sebagian besar studi tersebut memakai regresi linear atau linear melalui titik nol dan bersifat spesifik lokasi (Hasanah dkk., 2019; Nata dan Sabri, 2020; Rezky dan Irwan, 2020; Meidiansyah dkk., 2023). Pontus dkk. (2023) menemukan bahwa model pangkat lebih baik daripada model eksponensial pada batugamping. Belum ada penelitian yang mengkaji hubungan UCS dan PLSI pada batulempung dan batupasir di PTBA, khususnya Pit E, site Banko Tengah B. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menguji enam bentuk regresi dan mengevaluasinya menggunakan ukuran galat. Tujuan penelitian ini antara lain (1) memperoleh koefisien korelasi antara PLSI dan UCS pada batulempung dan batupasir di Pit E, site Banko Tengah B; (2) menentukan persamaan empiris yang paling representatif untuk mengestimasi UCS dari PLSI pada kedua jenis batuan tersebut; dan (3) mengevaluasi kesesuaian hasil estimasi persamaan tersebut dibandingkan dengan faktor konversi yang saat ini dipakai perusahaan.

METODE

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan pendekatan eksperimental laboratorium dan analisis statistik. Lokasi penelitian adalah Pit E, site Banko Tengah B, PT Bukit Asam Tbk, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Lokasi ini berada pada Formasi Muara Enim yang berumur Miosen Akhir hingga Pliosen (Pranata dkk., 2024) dan tersusun atas batupasir, batulempung, dan sisipan batubara (PT Bukit Asam Tbk, 2019).

Sampel bongkah batulempung dan batupasir dari material *overburden* diambil pada 12 titik di bagian tenggara Pit E yang menjadi arah kemajuan tambang saat penelitian (Gambar 1), masing-masing enam titik untuk tiap jenis batuan. Setiap titik diwakili satu sampel inti (*core*) untuk uji UCS dan sepuluh sampel tidak beraturan (*irregular lump*) untuk uji PLSI. Uji UCS mengikuti ASTM D2166/D2166M-16 dengan persamaan (1). Uji PLSI mengikuti metode yang disarankan ISRM (1985), dan hanya keruntuhan yang melalui kedua konus dianggap valid. Indeks beban titik I_s dihitung dengan persamaan (2), lalu dikoreksi ke diameter standar 50 mm dengan persamaan (3) dan (4).

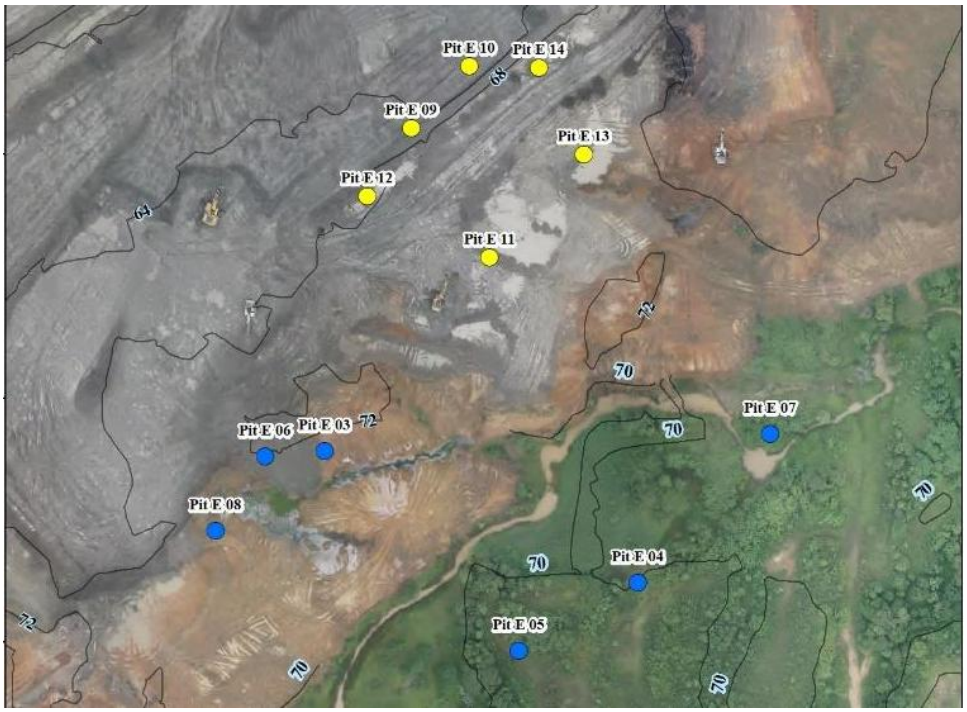
$$\mathrm{UCS} = P / A \quad (1)$$

$$I_s = P / D_e^2 \quad (2)$$

$$I_{s(50)} = F \,.\, I_s \quad (3)$$

$$F = (D_e / 50)^{0,45} \quad (4)$$

Dengan P = beban saat runtuh (N), A = luas penampang (mm^2), dan $D_e^2 = 4A/\pi$ diameter inti ekuivalen untuk sampel tidak beraturan, dengan $A = W.D$ (lebar dan jarak antar konus). Dari sepuluh nilai $I_{s(50)}$ pada tiap titik, dua nilai terendah dan dua nilai tertinggi dibuang dan enam nilai sisanya dirata-ratakan, sehingga diperoleh enam pasang data UCS–$I_{s(50)}$ untuk masing-masing batuan.



Sumber: Foto udara PT Bukit Asam Tbk (Desember 2025)

Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel (titik biru: batulempung; titik kuning: batupasir)

Data dianalisis dengan statistika deskriptif dan korelasi Pearson serta Spearman, dengan klasifikasi kekuatan hubungan menurut Terimajaya dkk. (2024) dan asumsi korelasi menurut Patimah dkk. (2025). Enam bentuk regresi dicocokkan pada diagram pencar $I_{s(50)}$ terhadap UCS melalui *trendline* Microsoft Excel, yaitu linear, linear melalui titik nol (*zero intercept*), pangkat

(*power*), eksponensial, logaritmik, dan polinomial orde 2. Akurasi model dinilai dengan koefisien korelasi (r) dan lima ukuran galat, yaitu *mean absolute error* (MAE), *mean squared error* (MSE), *root mean squared error* (RMSE), *mean absolute percentage error* (MAPE), dan *symmetric mean absolute percentage error* (SMAPE) (Chicco dkk., 2021). Setiap ukuran diberi skor 1 (terburuk) hingga 6 (terbaik). Skor kesesuaian teoretis (z) sebesar +6 diberikan bila model menghasilkan UCS = 0 pada $I_{s(50)} = 0$ dan −6 bila tidak. Model bertotal skor tertinggi dipilih, lalu dibandingkan dengan faktor konversi perusahaan (UCS = $14{,}25 \cdot I_{s(50)}$). Penelitian ini tidak menerapkan penentuan kadar air sampel uji beban titik dan tidak memvalidasi model dengan data dari lokasi lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Tabel 1 menyajikan enam pasang data UCS–$I_{s(50)}$ untuk masing-masing batuan dan Tabel 2 meringkas sebarannya. Pada batulempung, UCS berkisar 0,86–1,34 MPa (rata-rata 1,05 MPa) dan $I_{s(50)}$ berkisar 0,075–0,105 MPa. Pada batupasir, UCS berkisar 0,67–2,26 MPa (rata-rata 1,66 MPa) dan $I_{s(50)}$ berkisar 0,041–0,067 MPa. Kekuatan yang rendah ini sesuai dengan sifat Formasi Muara Enim sebagai formasi muda yang batuannya cenderung lemah. Koefisien varians (CV) batulempung, yaitu 15,69% untuk UCS dan 12,79% untuk $I_{s(50)}$, menunjukkan sebaran yang baik. Pada batupasir, sebaran $I_{s(50)}$ tergolong baik (CV 17,59%), tetapi UCS lebih menyebar (CV 32,86%) sehingga dapat memengaruhi korelasi kedua parameter.

Tabel 1. Hasil pengujian UCS dan $I_{s(50)}$ pada batulempung dan batupasir

No	Batulempung		Batupasir	
	UCS (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	UCS (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)
1	0,9232	0,0812	0,6743	0,0411
2	0,8636	0,0746	1,4825	0,0615
3	1,0979	0,0950	2,2589	0,0672
4	1,3373	0,1052	1,8173	0,0655
5	1,0265	0,0871	1,7541	0,0520
6	1,0739	0,0806	1,9557	0,0662

Sumber: Hasil riset

Tabel 2. Statistika deskriptif data UCS dan $I_{s(50)}$

Statistik	Batulempung		Batupasir	
	UCS	$I_{s(50)}$	UCS	$I_{s(50)}$
Rata-rata (MPa)	1,0537	0,0873	1,6571	0,0589
Minimum (MPa)	0,8636	0,0746	0,6743	0,0411
Maksimum (MPa)	1,3373	0,1052	2,2589	0,0672
Simpangan baku (MPa)	0,1653	0,0112	0,5446	0,0104
Koefisien varians (%)	15,69	12,79	32,86	17,59

Sumber: Hasil riset

Korelasi Antara UCS dan PLSI

Tabel 3 menunjukkan bahwa kedua batuan memiliki korelasi yang sangat kuat ($r > 0{,}75$) menurut klasifikasi Terimajaya dkk. (2024). Pada batulempung, koefisien Pearson lebih besar daripada Spearman, yang menandakan hubungan cenderung linear. Pada batupasir, koefisien Spearman lebih besar daripada Pearson, yang menandakan hubungan monotonik yang cenderung nonlinear. Kekuatan hubungan ini sebanding dengan hasil penelitian terdahulu, misalnya $r = 0{,}88$ pada batugamping (Rezky dan Irwan, 2020) dan $r = 0{,}90$ pada batulempung (Hasanah dkk., 2019).

Tabel 3. Koefisien korelasi UCS dan $I_{s(50)}$

Batuan	Pearson (r)	Spearman (r_s)	Interpretasi
Batulempung	0,9207	0,8286	Sangat kuat, cenderung linear
Batupasir	0,8720	0,9429	Sangat kuat, cenderung nonlinear

Sumber: Hasil riset

Model Regresi yang Representatif

Enam bentuk regresi dicocokkan pada data setiap batuan (Tabel 4). Pada batulempung seluruh model memberi kecocokan yang hampir sama, dengan R^2 0,835–0,861 dan MAPE 4,33–5,37% (Tabel 5). Pada batupasir hasilnya lebih beragam, dengan R^2 0,650–0,808 dan MAPE 12,16–21,54%. Model polinomial orde 2 memiliki galat terkecil pada kedua batuan, tetapi model ini tidak dapat dipilih hanya berdasarkan angka tersebut. Hubungan UCS dan PLSI harus mengikuti syarat fisik bahwa UCS bernilai nol ketika $I_{s(50)}$ bernilai nol. Model linear memiliki intersep negatif (−0,1361 dan −1,0419) sehingga menghasilkan UCS negatif pada $I_{s(50)}$ rendah. Model eksponensial dan polinomial memiliki intersep tidak nol, dan model logaritmik tidak terdefinisi pada $I_{s(50)} = 0$. Hanya model linear melalui titik nol dan model pangkat yang memenuhi syarat ini.

Tabel 4. Persamaan regresi UCS terhadap $I_{s(50)}$

Batuan	Model	Persamaan	R^2	r
Batulempung	Linear	$UCS = 13{,}628 \cdot I_{s(50)} - 0{,}1361$	0,8477	0,9207
	Linear zero intercept	$UCS = 12{,}09 \cdot I_{s(50)}$	0,8367	0,9147
	Power	$UCS = 15{,}9 \cdot I_{s(50)}^{1{,}1141}$	0,8351	0,9138
	Eksponensial	$UCS = 0{,}3503 \cdot \exp(12{,}5 \cdot I_{s(50)})$	0,8401	0,9166
	Logaritmik	$UCS = 1{,}21 \cdot \ln(I_{s(50)}) + 4{,}0122$	0,8362	0,9144
	Polinomial orde 2	$UCS = 189{,}19 \cdot I_{s(50)}^2 - 20{,}513 \cdot I_{s(50)} + 1{,}3828$	0,8607	0,9278
Batupasir	Linear	$UCS = 45{,}785 \cdot I_{s(50)} - 1{,}0419$	0,7603	0,8720
	Linear zero intercept	$UCS = 28{,}555 \cdot I_{s(50)}$	0,6499	0,8061
	Power	$UCS = 461{,}23 \cdot I_{s(50)}^{2{,}0006}$	0,8078	0,8988
	Eksponensial	$UCS = 0{,}1787 \cdot \exp(36{,}685 \cdot I_{s(50)})$	0,7773	0,8816
	Logaritmik	$UCS = 2{,}4756 \cdot \ln(I_{s(50)}) + 8{,}7019$	0,7768	0,8813
	Polinomial orde 2	$UCS = -1206{,}9 \cdot I_{s(50)}^2 + 177{,}47 \cdot I_{s(50)} - 4{,}5026$	0,7828	0,8848

Sumber: Hasil riset

Tabel 5. Ukuran galat setiap model regresi

Batuan	Model	MAE (MPa)	MSE (MPa^2)	RMSE (MPa)	MAPE (%)	SMAPE (%)
Batulempung	Linear	0,0502	0,0035	0,0589	4,74	4,78
	Linear zero intercept	0,0566	0,0037	0,0610	5,37	5,39
	Power	0,0500	0,0035	0,0587	4,71	4,77
	Eksponensial	0,0471	0,0033	0,0570	4,49	4,55
	Logaritmik	0,0527	0,0037	0,0611	4,92	4,96
	Polinomial orde 2	0,0444	0,0032	0,0563	4,33	4,38
Batupasir	Linear	0,2118	0,0592	0,2434	14,57	14,38
	Linear zero intercept	0,2499	0,0865	0,2941	21,54	18,35
	Power	0,2121	0,0663	0,2575	13,65	14,03
	Eksponensial	0,2155	0,0707	0,2659	14,27	14,73
	Logaritmik	0,2030	0,0552	0,2349	13,50	13,35
	Polinomial orde 2	0,1918	0,0537	0,2317	12,16	11,94

Sumber: Hasil riset

Setelah skor kesesuaian teoretis (z) diperhitungkan (Tabel 6), model power memperoleh total skor tertinggi (14), diikuti model linear melalui titik nol (8). Model power memiliki r sebesar 0,9138 untuk batulempung dan 0,8988 untuk batupasir, keduanya tergolong sangat kuat. Persamaannya adalah:

Tabel 6. Skor pembobotan model regresi

Model	Skor batulempung	Skor batupasir	z	Total	Peringkat
Linear	4	3	−6	1	5
Linear zero intercept	1	1	+6	8	2
Power	4	4	+6	14	1
Eksponensial	5	3	−6	2	4
Logaritmik	2	5	−6	1	5
Polinomial orde 2	6	6	−6	6	3

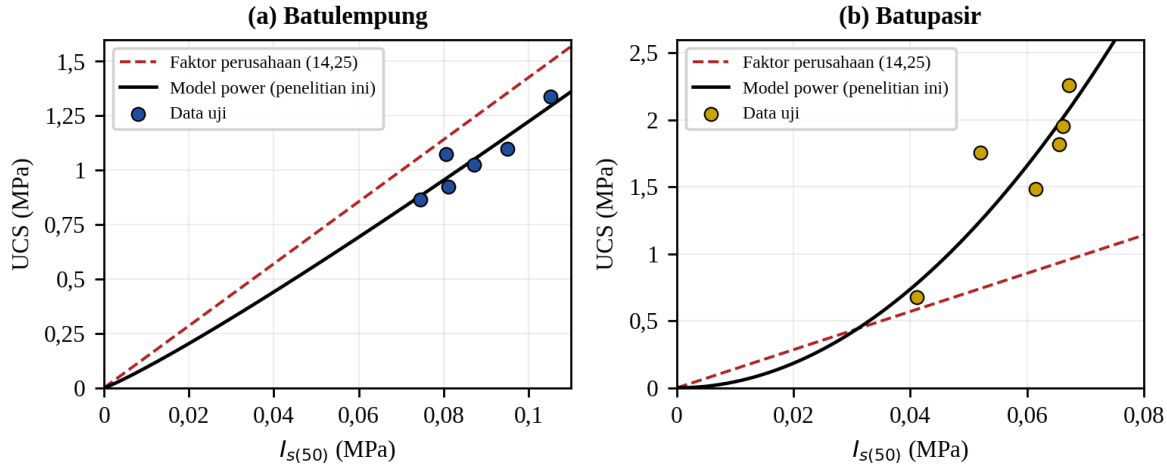
Sumber: Hasil riset

$$UCS = 15{,}9 \cdot I_{s(50)}^{1{,}1141} \quad \text{(batulempung)(5)}$$
$$UCS = 461{,}23 \cdot I_{s(50)}^{2{,}0006} \quad \text{(batupasir)(6)}$$

Pada batulempung, RMSE sebesar 0,0587 MPa setara 5,57% dari rata-rata UCS (1,0537 MPa), MAPE 4,71%, dan SMAPE 4,77%. Pada batupasir, RMSE sebesar 0,2575 MPa setara 15,54% dari rata-rata UCS (1,6571 MPa), MAPE 13,65%, dan SMAPE 14,03%. SMAPE yang sedikit lebih besar daripada MAPE menunjukkan bahwa model cenderung menghasilkan estimasi di bawah UCS hasil uji. Eksponen batulempung (1,1141) mendekati satu sehingga hubungan hampir linear, dengan rasio $UCS/I_{s(50)}$ pada Tabel 1 sebesar 11,4–13,3. Eksponen batupasir (2,0006) menandakan hubungan yang jelas nonlinear, dengan rasio yang bervariasi lebih lebar (16,4–33,7). Hal ini sejalan dengan hasil korelasi Pearson dan Spearman pada Tabel 3.

Model power masih jarang dipakai untuk hubungan UCS–PLSI, sedangkan model linear melalui titik nol lazim dipakai oleh Adriansyah dkk. (2017), Simatupang (2018), dan Adriansyah dkk. (2021). Pontus dkk. (2023) juga menemukan bahwa model power lebih baik

daripada model eksponensial pada batugamping. Dengan demikian, pemilihan model bergantung pada karakteristik batuan di lokasi penelitian.



Sumber: Hasil riset

Gambar 2. Hubungan UCS dan $I_{s(50)}$ pada (a) batulempung dan (b) batupasir

Perbandingan dengan Faktor Konversi Perusahaan

PTBA memakai satu faktor konversi (14,25) untuk seluruh jenis batuan, sedangkan hasil penelitian ini memisahkan batulempung dan batupasir (Tabel 7 dan Gambar 2). Seluruh rasio UCS/$I_{s(50)}$ batulempung (11,4–13,3) berada di bawah 14,25 sehingga faktor perusahaan melebihkan UCS batulempung. Sebaliknya, seluruh rasio batupasir (16,4–33,7) berada di atas 14,25 sehingga faktor tersebut mengestimasi UCS batupasir terlalu rendah. Akibatnya faktor perusahaan menghasilkan R^2 negatif (−0,7455 untuk batulempung dan −2,3020 untuk batupasir), yang berarti estimasinya lebih buruk daripada sekadar memakai rata-rata UCS.

Tabel 7. Perbandingan hasil estimasi faktor konversi perusahaan dan model penelitian

Batuan	Persamaan	MAE (MPa)	MSE (MPa^2)	RMSE (MPa)	MAPE (%)	SMAPE (%)
Batulempung	UCS = 14,25·$I_{s(50)}$ (perusahaan)	0,1904	0,0398	0,1994	18,65	16,88
	UCS = 15,9·$I_{s(50)}^{1,1141}$ (penelitian)	0,0500	0,0035	0,0587	4,71	4,77
Batupasir	UCS = 14,25·$I_{s(50)}$ (perusahaan)	0,8171	0,8160	0,9033	44,93	60,23
	UCS = 461,23·$I_{s(50)}^{2,0006}$ (penelitian)	0,2121	0,0663	0,2575	13,65	14,03

Sumber: Hasil riset

Galat model power jauh lebih kecil pada semua ukuran. MAE model power (0,0500 dan 0,2121 MPa) sekitar 3,8 kali lebih kecil daripada faktor perusahaan (0,1904 dan 0,8171 MPa), MSE 11,4 hingga 12,3 kali lebih kecil, RMSE 3,4 hingga 3,5 kali, MAPE 3,3 hingga 4,0 kali, dan SMAPE 3,5 hingga 4,3 kali. Secara keseluruhan galat model power 3,3 hingga 12,3 kali lebih kecil sehingga persamaan (5) dan (6) lebih representatif untuk mengestimasi UCS di Pit E, site Banko Tengah B.

Persamaan ini dibangun dari enam pasang data untuk tiap batuan sehingga hanya berlaku sebagai estimasi awal pada batulempung dan batupasir di lokasi penelitian. Persamaan sebaiknya tidak dipakai di luar rentang $I_{s(50)}$ yang diuji (0,075–0,105 MPa untuk batulempung dan 0,041–0,067 MPa untuk batupasir), terutama untuk batupasir yang berpangkat sekitar dua.

Validasi dengan data tambahan dan lokasi lain serta pengendalian kadar air sampel diperlukan pada penelitian lanjutan.

KESIMPULAN

Batulempung dan batupasir di Pit E, site Banko Tengah B memiliki hubungan yang sangat kuat antara PLSI dan UCS. Koefisien korelasi Pearson dan Spearman masing-masing 0,9207 dan 0,8286 untuk batulempung serta 0,8720 dan 0,9429 untuk batupasir. Model regresi yang paling representatif adalah model power, yaitu UCS = $15{,}9 \cdot I_{s(50)}^{1{,}1141}$ untuk batulempung dan UCS = $461{,}23 \cdot I_{s(50)}^{2{,}0006}$ untuk batupasir, dengan *r* masing-masing 0,9138 dan 0,8988. Model ini menghasilkan MAE, MSE, RMSE, MAPE, dan SMAPE yang 3,3 hingga 12,3 kali lebih kecil daripada faktor konversi perusahaan (14,25) sehingga lebih sesuai untuk mengestimasi UCS di lokasi penelitian. Karena hanya didasarkan pada enam pasang data untuk setiap batuan, persamaan ini sebaiknya dipakai sebagai estimasi awal pada lokasi dan jenis batuan yang sama, dan penelitian lanjutan perlu menambah data serta memvalidasinya di lokasi lain.

REFERENSI

Adriansyah, Y., Krisnantara, G., dan Setiadi, K. (2021). Korelasi point load index dan uniaxial compressive strength pada satuan batupasir dan batulempung Formasi Latih untuk penentuan koefisien kekuatan batuan di Pit X tambang batubara PT Berau Coal, Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine, 9*(1), 9–16.

Adriansyah, Y., Zakaria, Z., Muslim, D., Haryanto, I., dan Hutabarat, J. (2017). Determining of coefficient correlation between UCS and PLI data for various rock types at Batu Hijau Mine PT Amman Mineral Nusa Tenggara. *Journal of Geological Sciences and Applied Geology, 2*(1), 1–9.

Arif, I. (2016). *Geoteknik tambang*. Gramedia Pustaka Utama.

ASTM International. (2016). *ASTM D2166/D2166M-16: Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil*. ASTM International.

Bieniawski, Z. T. (1975). The point-load test in geotechnical practice. *Engineering Geology, 9*(1), 1–11.

Broch, E., & Franklin, J. A. (1972). The point-load strength test. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 9*(6), 669–697.

Chicco, D., Warrens, M. J., dan Jurman, G. (2021). The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *PeerJ Computer Science, 7*, e623.

Dandy, L., Khoirullah, N., dan Hamdani, A. H. (2023). Nilai kualitas massa batuan dengan metode rock mass rating pada area lowwall Pit X, PT Bukit Asam Tbk, Sumatera Selatan. *Jurnal Geominerba, 8*(2), 108–118.

Dewi, L. K., Oktaviani, R., Devi, S. D., Trides, T., dan Nugroho, W. (2022). Korelasi point load index terhadap uniaxial compressive strength batupasir Formasi Balikpapan Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, 10*(1), 24–30.

Di Bucchianico, A. (2008). Coefficient of determination (R^2). In *Encyclopedia of statistics in quality and reliability*.

Hasanah, N., Hakim, R. N., Santoso, E., dan Melati, S. (2019). Alternatif penentuan uniaxial compressive strength batulempung dari point load strength index dan rebound number Schmidt hammer. *Jurnal Geosapta, 5*(2), 127–132.

Hudson, J. A., dan Harrison, J. P. (1997). *Engineering rock mechanics: An introduction to the principles*. Elsevier.

International Society for Rock Mechanics. (1985). Suggested method for determining point load strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 22*(2), 51–60.

Meidiansyah, D., Purba, A., dan Septiana, T. (2023). Analisa hubungan antara data kuat tekan batuan metode unconfined compressive strength (UCS) dan metode point load test pada material galian batu proyek Bendungan Tiga Dihaji, Kabupaten OKU Selatan. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP), 3*(2), 1–6.

Mishra, D. A., dan Basu, A. (2012). Use of the block punch test to predict the compressive and tensile strengths of the rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 51*, 119–127.

Nata, R. A., dan Sabri, A. (2020). Block punch index (BPI) dan point load index (PLI) untuk memprediksi nilai kuat tekan batuan penyusun lereng tambang guna mencegah terjadinya longsoran di CV Bara Mitra Kencana, Sawahlunto. *Jurnal Sains dan Teknologi, 20*(1), 65–70.

Patimah, Zulpan, Alfansuri, D. U., El Munawaroh, dan Ilyas, M. (2025). Memahami dan menerapkan uji korelasi dalam analisis data penelitian pendidikan. *Journal Education Innovation, 3*(4), 740–752.

Pontus, A. J., Oktaviani, R., dan Trides, T. (2023). Korelasi nilai kuat tekan uniaksial dan modulus elastis berdasarkan parameter sifat fisik dan point load batugamping di Kabupaten Gunung Kidul. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang, 6*(1), 38–47.

Pranata, R., Setiawan, B., dan Rochmana, Y. Z. (2024). Rekonstruksi sejarah geologi dengan analisis stratigrafi daerah Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains, 26*(3), 409–419.

PT Bukit Asam Tbk. (2019). *Laporan internal pemboran eksplorasi*. Satuan Kerja Unit Eksplorasi dan Geoteknik.

Rezky, D. M., dan Irwan, A. G. (2020). Analisis korelasi antara uniaxial compressive strength dan point load index pada batugamping di Pantai Ngrumput Yogyakarta. *Prosiding Seminar Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, 4*(2), 5–9.

Simatupang, A. P. (2018). 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. *Prosiding XXVII dan Kongres X PERHAPI 2018, 1*(1), 301–306.

Singh, T. N., Kainthola, A., dan Venkatesh, A. (2012). Correlation between point load index and uniaxial compressive strength for different rock types. *Rock Mechanics and Rock Engineering, 45*, 259–264.

Terimajaya, Dewi, W. N. L. S., Simamora, T., Judijanto, L., Sigamura, R. K., Kusumastuti, S. Y., Bahana, R., Laka, L., Permatasari, A. H., Salma, A., Sudarsani, N. P., Ardiansyah, dan Basri. (2024). *Dasar-dasar statistika (konsep dan metodologi analisis)*. Sonpedia Publishing Indonesia.

Ulusay, R., Tureli, K., dan Ider, M. H. (1994). Prediction of engineering properties of a selected litharenite sandstone from its petrographic characteristics using correlation and multivariate statistical techniques. *Engineering Geology, 38*(1–2), 135–157.

Zorlu, K., Ulusay, R., Ocakoglu, F., Gokceoglu, C., dan Sonmez, H. (2004). Predicting intact rock properties of selected sandstone petrographic thin-section data. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 41*(3), 1–6.