

**Korelasi *Point Load Index* Terhadap *Uniaxial Compressive Strength* Batupasir Formasi Balikpapan Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur**  
*(Corelation of Point Load Index towards Uniaxial Compressive Strength of Sandstone in Balikpapan Formation Samarinda East Kalimantan)*

**Lifia Kemala Dewi\***, Revia Oktaviani, Shalaho Dina Devi, Tommy Trides, Windhu Nugroho

*Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman  
kdlifia@gmail.com*

**Abstrak**

Perilaku batuan yang banyak digunakan dalam keteknikan termasuk bidang pertambangan adalah mengenai kekuatan batuan. Untuk menguji kekuatan batuan salah satunya adalah dengan metode uji *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) yang memerlukan preparasi sampel sedemikian rupa sehingga membutuhkan waktu dan dana yang cukup banyak. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan proses pengujian dapat dilakukan korelasi dengan hasil pengujian metode lain yang memiliki output yang sama seperti uji *Point Load* yang menghasilkan *Point Load Index* (PLI). Dalam penelitian ini batupasir dipilih sebagai subjek penelitian khususnya sampel daerah Samarinda. Lokasi penelitian termasuk dalam Formasi Balikpapan khususnya pada Kecamatan Loajanan Ilir dimana sampel memiliki nilai kuat tekan uniaksial batupasir 3,12 MPa sampai 6,72 MPa dengan rata-rata 4,87 dan indeks beban titik batupasir yang berkisar antara 0,15 MPa sampai 0,73 MPa dengan rata-rata 0,37 MPa, sedangkan untuk Kecamatan Samarinda Ulu nilai kuat tekan uniaksial sampel batupasir berkisar antara 3,37 MPa sampai 7,82 MPa dengan rata-rata 5,10 MPa dan nilai indeks beban titik batupasir yang berkisar antara 0,28 MPa sampai 0,74 MPa dengan rata-rata 0,51 MPa.

Dari hasil pengolahan dan analisis data pada software komputasi, Persamaan korelasi yang diperoleh dari lokasi 1 (Loajanan Ilir) yaitu  $UCS = 8,7427(Is50) + 1,6111$ . Persamaan lokasi 2  $UCS = 12,545(Is50) - 1,259$ . Sedangkan persamaan korelasi keseluruhan yaitu  $UCS = 7,6789 (Is50) + 1,594$ .

**Kata Kunci:** batupasir, kekuatan batuan, korelasi, uji beban titik, uji kuat tekan uniaksial

**Abstract**

*One of characteristic of rock that is widely used in engineering, including the mining sector, is rock strength. One of the ways to test the strength of rock is the Uniaxial Compressive Strength (UCS) test method which requires sample preparation in ways that requires quite a lot of time and funds. Therefore, to optimize the testing process, correlations can be made with another testing result by other possible methods that have the same output, one them is the Point Load test with rock strength result that is symbolized with Point Load Index (PLI). In this study, sandstone was chosen as the subject especially in the Samarinda. The research is located in the Balikpapan Formation, especially in Loajanan Ilir where the sandstone sample has a uniaxial compressive strength value of 3.12 MPa to 6.72 MPa with the average of 4.87 and the point load index of sandstone sample ranging from 0.15 MPa to 0.73 MPa with the average of 0.37 MPa. And for Samarinda Ulu the uniaxial compressive strength of the sandstone sample ranged from 3.37 MPa to 7.82 MPa with an average of 5.10 MPa and the point load index value of sandstone ranging from 0.28 MPa to 0.74 MPa with the average of 0.51 MPa..*

*From the results of data processing and analysis, the correlation equation obtained from location 1 (Loajanan Ilir) is  $UCS = 8,7427(Is50) + 1,6111$ . Location 2  $UCS = 12,545(Is50) - 1,259$ . While the overall correlation equation is  $UCS = 7,6789 (Is50) + 1,594$ .*

**Keywords:** *point load test, rock strength, sandstone, uniaxial compressive strength*

## PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pertambangan kekuatan batu perlu diketahui untuk menentukan pemilihan alat dan metode penggalan yang tepat, sebagai salah satu acuan penentuan geometri lereng maupun lubang bukaan tambang bawah tanah yang tepat. Sehingga jika dapat menentukan nilai kuat tekan batuan pada suatu lokasi dengan waktu yang singkat akan sangat membantu menghemat waktu dan biaya karena kekuatan batuan dapat diperkirakan langsung di lapangan tanpa menunggu preparasi dan hasil dari laboratorium. *Uniaxial Compressive Test (UCS)* memerlukan perlakuan sampel contoh yang tepat dan preparasi sedemikian rupa agar dapat memenuhi standar uji laboratorium, sehingga memiliki peluang resiko kesalahan lebih besar. UCS memerlukan contoh model yang utuh tanpa diskontinuitas kurang dari 2-2,5 kali diameternya atau contoh model balok dengan perbandingan tinggi contoh tetap 2-2,5 kali lebarnya. Oleh karena itu, untuk mengoptimalikan proses pengujian adalah dengan melakukan korelasi dengan hasil pengujian metode lain yang memiliki output yang sama. Pendekatan lain yang dapat digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan adalah *Point Load Test*.

Budianto (2017) mengatakan bahwa besar kecilnya hubungan antar variabel dinyatakan dengan angka indeks yang disebut koefisien korelasi. Simbol yang digunakan untuk menyatakan besarnya koefisien korelasi dua variabel adalah  $r$ , dan  $R$  untuk koefisien korelasi ganda. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara -1,0 sampai dengan +1,0. Sehingga ada dua kemungkinan koefisien korelasi yaitu korelasi negatif dan korelasi positif. Koefisien korelasi negatif menunjukkan arah hubungan berbanding terbalik antara variabel yang satu dengan lainnya. Sedangkan koefisien korelasi yang positif menunjukkan arah hubungan berbanding lurus antara variabel yang satu dengan lainnya. Jika koefisien korelasi +1,0 atau -1,0 maka hubungan dua variabel tersebut sempurna. Uji signifikansi nilai koefisien korelasi product moment dilakukan dengan cara membandingkan antara  $r$  hitung dengan  $r$  tabel, dengan taraf signifikansi yang telah ditetapkan, dan menggunakan derajat kebebasan  $db = N-1$ . Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan pada beragam jenis batuan, Penelitian awal yang dilakukan oleh Bieniawski(1975), Broch dan Franklin (1972) yang melakukan percobaan pada batuan dan menemukan bahwa hubungan antara uji kuat tekan uniaksial dan uji beban titik bisa dinyatakan dengan persamaan  $\sigma_c = 23 Is$  tidak dapat digunakan secara universal dan digunakan pada seluruh batuan. Sehingga penelitian mengenai korelasi antara UCS dengan PLI pada daerah Samarinda khususnya untuk batupasir formasi Balikpapan perlu juga dilakukan. Berikut merupakan beberapa persamaan hubungan kuat tekan dengan PLI untuk berbagai batuan dari peneliti-peneliti sebelumnya.

**Tabel 1.** Persamaan Hubungan Kuat Tekan Dengan PLI Untuk Berbagai Batuan oleh Peneliti-Peneliti Sebelumnya

Referensi	Persamaan	Jenis Batuan
Brooch & Fransklin (1972)	$\sigma_c = 24 Is_{(50)}$	Batupasir
Bieniawski (1975)	$\sigma_c = 23 Is_{(50)}$	Batuan beku dan Batuan Sedimen
Syarif, dkk. (2020)	$\sigma_c = 4,6308(Is_{(50)}) + 2,2965$	Batulanau
Hasanah, dkk. (2017)	$\sigma_c = 1,4868x + 0,7573$	Batulempung
Adriansyah, dkk. (2021)	$\sigma_c = 24,27 PLI$	Batupasir
Kahfi (2021)	$\sigma_c = 12,93 PLI$	Batupasir

## METODOLOGI

### Metode Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data primer yang berupa nilai *Uniaxial Compressive Test* (Kuat Tekan Uniaksial) dan *Point Load Index* (Indeks Point Load). Pengambilan data primer dilakukan dengan mengambil sampel batuan langsung dilapangan yang kemudian diuji menggunakan metode masing-masing. Hasil pengujian sampel pada masing-masing metode pengujian akan digunakan sebagai variable untuk mencari koefisien dan persamaan korelasi antar kedua parameter.

### Standar Pengujian

Standar pengujian yang digunakan adalah *International Society for Rock Mechanics* tahun 1979 mengenai *Suggested Method for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials* untuk kuat tekan dan *International Society for Rock Mechanics* tahun 1985 mengenai *Suggested Method for Determining Point Load Strength* untuk indeks beban titik.

### Metode Analisis Data

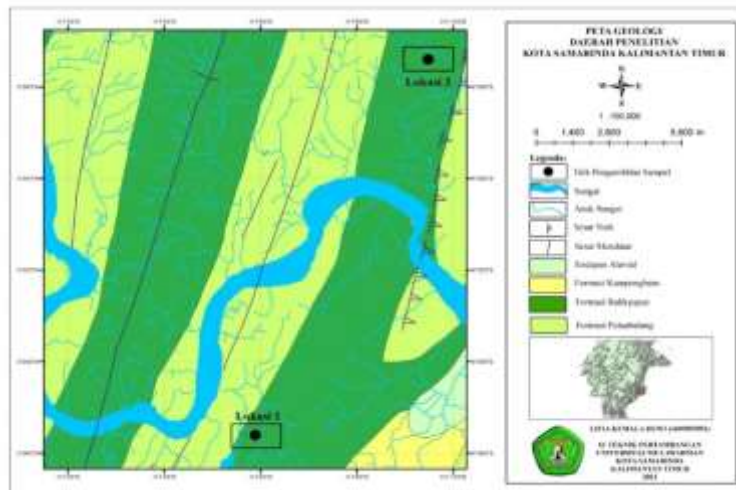
Data-data yang sudah terkumpul akan diolah dan dianalisis dengan software komputas. Pengolahan data korelasi dilakukan dengan *software Microsoft Excell* dalam fungsi *scatter*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada dua lokasi, dimana lokasi pertama terletak pada kecamatan Loajanen Iir ( $0^{\circ}35'35.99''$  S  $117^{\circ}05'53.59''$ E) dan yang kedua terletak pada kecamatan Samarinda Ulu ( $0^{\circ}27'23.83''$  S  $117^{\circ}09'29.18''$ E) yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan hasil digitasi peta yang merujuk pada Peta Geologi Lembar Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur milik Supriyatna, dkk. (1995), lokasi penelitian terdapat dalam Formasi Balikpapan. Formasi Balikpapan berumur Miosen Akhir bagian bawah – Miosen Tengah bagian atas. Formasi ini terdiri dari siklus endapan laut dangkal yang membentuk batuan sedimen klastik dan batuan sedimen biokimiawi. Pada lingkungan pengendapan laut dangkal saat persediaan sedimen di daratan diangkut menuju laut maka perselingan pasir, lempung dan lanau akan diendapkan. Endapan ini terkompaksi, diagenesa, sementasi dan menjadi batuan sedimen klastik. Formasi ini tersusun dari perselingan batupasir dan lempung dengan sisipan lanau, serpih, batugamping, batubara. Batupasir kuarsa berwarna putih kekuningan, dengan tebal lapisan 1 – 3 meter, disisipi lapisan batubara dengan tebal 5 – 10 cm. Batupasir gampingan berwarna coklat, berstruktur sedimen lapisan bersusun dan silang siur, tebal lapisannya 20 – 40 cm, mengandung foraminifera kecil, disisipi lapisan tipis karbon. Batulempung berwarna kelabu kehitaman, mengandung sisa tumbuhan, oksida besi yang mengisi rekahan-rekahan setempat lensa-lensa batupasir gampingan. Lanau gampingan, berlapis tipis, serpihnya kecoklatan, berlapis tipis. Batupasir gampingan mengandung foraminifera besar, moluska yang menunjukkan umur Miosen akhir bagian bawah – Miosen tengah bagian atas. Lingkungan pengendapan paras delta-dataran delta, dengan total 1000 – 1500 m.



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian



(a.)  $0^{\circ}35'35.99''$  S  $117^{\circ}05'53.59''$ E (b.)  $0^{\circ}27'23.83''$  S  $117^{\circ}09'29.18''$ E

Gambar 2. Lokasi Penelitian, (a.) Lokasi 1, (b.) Lokasi 2

### Uniaxial Compressive Strength

Uji Kuat Tekan Uniaxial atau *Uniaxial Compressive Strength Test* dilakukan pada 10 sampel batuan tiap masing-masing lokasi penelitian atau total 20 sampel keseluruhan dengan alat Uji Hidraulik Press dengan kaliberasi 0,285. Sampel pada lokasi 1 disimbolkan dengan angka 1-10 sedangkan pada Lokasi 2 disimbolkan dengan Huruf A-J seperti pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Kekuatan Batupasir Berdasarkan *UCS Test*

Lokasi	Sampel UCS	D (mm)	T (mm)	F (kN)	UCS (MPa)	Classification
Lokasi 1 (Loajanan Ilir)	1	55	136	48	5,775	Weak
	2	54	137	48	5,991	Weak
	3	54	138	41	5,117	Weak
	4	55	140	41	4,933	Very Weak
	5	58	135	40	4,328	Very Weak
	6	55	137	34	4,091	Very Weak
	7	56	139	27	3,133	Very Weak
	8	57	142	39	4,369	Very Weak
	9	54	135	25	3,120	Very Weak
	10	54	135	29	3,620	Very Weak
Lokasi 2 (Samarinda Ulu)	A	55	138	65	7,820	Weak
	B	56	141	29	3,366	Very Weak
	C	55	140	49	5,895	Weak
	D	55	140	35	4,211	Very Weak
	E	57	140	35	3,921	Very Weak
	F	55	135	41	4,933	Weak
	G	54	130	36	4,493	Very Weak
	H	54	135	49	7,738	Weak
	I	52	134	35	5,115	Weak
	J	55	130	35	4,145	Very Weak

Dari Tabel 2 di atas dapat diketahui nilai Kuat Tekan pada lokasi 1 memiliki kisaran antara 3,12 MPa sampai dengan 6,72 MPa dengan nilai rata-rata 4,87 MPa dan lokasi dua dengan kisaran 3,366 MPa sampai dengan 7,82 MPa dengan nilai rata-rata 5,095 MPa. Kekuatan sampel pada lokasi 1 lebih lemah daripada sampel-sampel yang berasal dari lokasi 2. Menurut kekuatannya, batuan pada daerah penelitian dapat diklasifikasikan dari batuan lemah sampai sangat lemah. Sampel batuan dari lokasi 1 memiliki sampel batuan sangat lemah lebih banyak dari lokasi 2. Kalsifikasi ini mengacu pada *International Society for Rock Mechanic Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses* (1979).

**Point Load Index**

Uji Beban Titik atau *Point Load Test* dilakukan pada 10 sampel batuan dari masing-masing lokasi penelitian atau total 20 sampel keseluruhan dan akan menghasilkan *Point Load Index*. Sampel pada lokasi 1 disimbolkan dengan angka 1-10 sedangkan pada Lokasi 2 disimbolkan dengan Huruf A-J, dimana sampel X merupakan sampel yang tidak dihitung karna menurut ISRM untuk menentukan nilai rata-rata, Indeks Point Load terendah dan tertinggi harus dihilangkan dari perhitungan dan pelaporan seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3.** *Point Load Index* Batupasir Berdasarkan *PLI Test*

Formasi	Kode	Jarak Konus	Tekanan	Indeks Point Load
		D (mm)	P (kN)	Is(50) - (Mpa)
Lokasi 1 (Loajanan Ilir)	PL	52	1,7	0,59
	PL 2	50	1,5	0,56
	PL 3	51	1,3	0,45
	PL 4	50	1,2	0,42
	PL 5	50	0,8	0,26
	X*	51	0,5	0,15
	PL 6	51	0,9	0,29
	PL 7	50	0,8	0,26
	PL 8	51	1,1	0,36
	PL 9	48	0,7	0,24

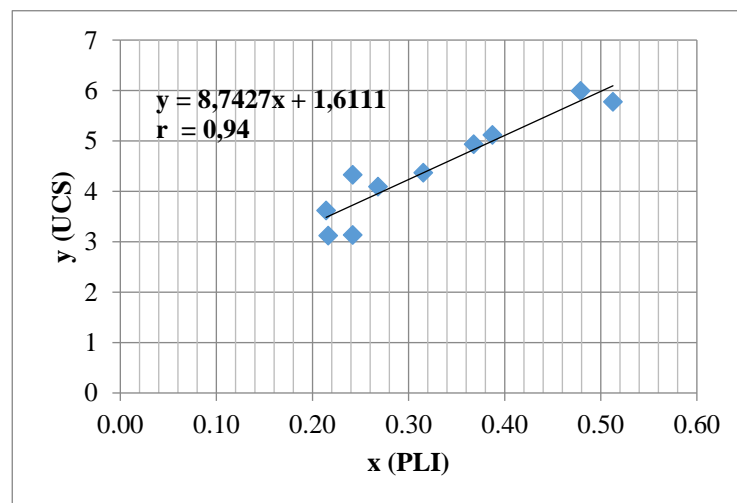
	PL 10	51	0,7	0,23
	X*	50	2	0,73
Lokasi 2 (Samarinda Ulu)	PL A	49	2,2	0,68
	PL B	51	1,3	0,39
	PL C	51	2,1	0,63
	PL D	51	1,4	0,42
	PL E	49	1,3	0,39
	PL F	50	1,9	0,57
	PL G	48	1,5	0,46
	X*	51	2,4	0,74
	PL H	52	2,2	0,64
	PL I	51	1,7	0,52
	PL J	51	1,4	0,42
	X*	50	0,9	0,28

\*Sampel X tidak digunakan dalam perhitungan rata-rata *point load index* kan tetapi tetap dilaporkan dalam form hasil

Dari Tabel 2 di atas Berdasarkan pengujian dapat diketahui nilai Point Load Index pada lokasi 1 memiliki kisaran antara 0,15 MPa sampai 0,73 Mpa dengan rata-rata nilai 0,32 MPa dan lokasi dua dengan kisaran 0,28 MPa sampai dengan 0,74 MPa dengan rata-rata 0,51 MPa. Sama dengan kuat tekannya, kekuatan sampel dengan metode pengujian Point Load Test memiliki nilai yang lebih kecil pada lokasi 1 daripada sampel-sampel yang berasal dari lokasi 2.

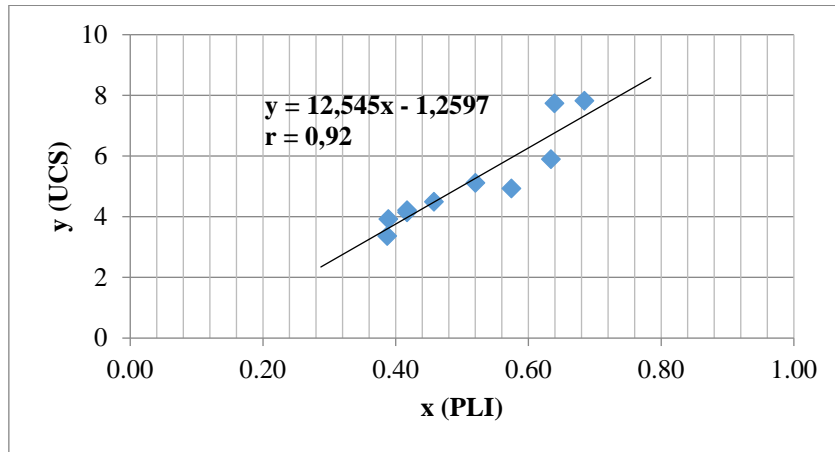
#### Korelasi UCS dan PLI

Korelasi ini dibuat berdasarkan output yang diperoleh pada pengujian sifat mekanik sebelumnya sebagai acuan untuk mengkonversi nilai PLI menjadi nilai UCS. Dalam penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya atau contohnya pada buku “Mekanika Batuan” oleh I Made Astawa Rai mengemukakan bahwa nilai konversi PLI ke UCS adalah 23. Namun banyak penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai konversi masing-masing batuan bahkan jika berbeda lokasi tidaklah sama, sehingga agar lebih akurat maka dibuatlah perbandingan tersebut dalam masing-masing lokasi. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh hasil sbb.



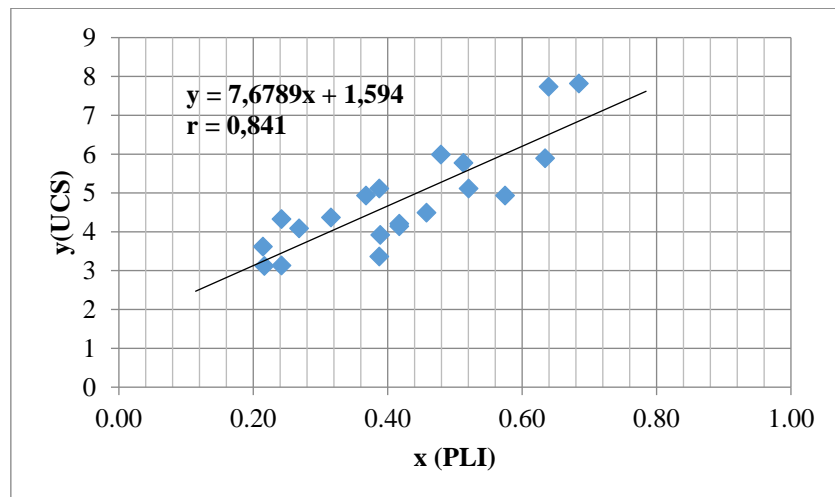
Gambar 3. Korelasi PLI –UCS Lokasi 1 (Loajanan Ilir)

Berdasarkan Gambar 3, hubungan antara parameter pada lokasi1 menunjukkan adanya korelasi linear positif dimana semakin tinggi nilai point loadnya maka nilai kuat tekan (UCS)nya juga akan semakin tinggi. Dengan nilai r atau Koefisien korelasi 0,94 dimana berdasarkan table signifikansi momen pearson nilai tersebut berarti ada hubungan yang signifikan antara dua parameter. Kemudian persamaan korelasi linearnya adalah  $y = 8,7427x + 1,6111$  dimana y adalah UCS dan x adalah  $I_s50$ . Sehingga persamaan menjadi  $UCS = 8,7427(I_s50) + 1,6111$



**Gambar 4.** Korelasi PLI –UCS Lokasi 2 (Saamarinda Ulu)

Berdasarkan Gambar 4, sama dengan korelasi pada lokasi 1 hubungan antara parameter pada lokasi 2 menunjukkan adanya korelasi linear positif dimana semakin tinggi nilai point loadnya maka nilai kuat tekan (UCS)nya juga akan semakin tinggi. Dengan nilai r atau Koefisien korelasi 0,92 dimana berdasarkan table signifikansi momen pearson nilai tersebut berarti ada hubungan yang signifikan antara dua parameter. Kemudian persamaan korelasi linearnya adalah  $y = 12,545x - 1,2597$  dimana y adalah UCS dan x adalah  $I_{s50}$ . Sehingga persamaan menjadi  $UCS = 12,545(I_{s50}) - 1,2597$



**Gambar 5.** Korelasi PLI –UCS Daerah Penelitian

Korelasi daerah penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 dihitung menggunakan keseluruhan sampel dari 2 lokasi dimana diperoleh nilai persamaan  $y = 7,6789x + 1,594$  dimana y adalah UCS dan x adalah  $I_{s50}$ . Sehingga persamaan menjadi  $UCS = 7,6789(I_{s50}) + 1,594$  dengan kekuatan hubungan (r) 0.8414 dimana nilai tersebut lebih besar dari nilai pada tabel signifikansi r 1% dengan sampel 20, maka dinyatakan ada hubungan yang kuat antara kedua variable yang berasal dari dua lokasi penelitian tersebut.

### KESIMPULAN

Hubungan antara PLI dan UCS pada lokasi 1 dan 2 menunjukkan hubungan korelasi positif yang menandakan hubungan searah antar dua variable yang dikorelasikan, dimana semakin tinggi nilai variable independen maka variable dependen akan semakin tinggi pula. Koefisien korelasi (r) yang menggambarkan kekuatan hubungan keterkaitan antar variable pada lokasi 1 diperoleh sebesar 0,94, pada lokasi 2 sebesar 0,92, serta pada keseluruhan lokasi penelitian sebesar 0,8414 dimana nilai-nilai tersebut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antar dua variable. Persamaan korelasi yang diperoleh dari lokasi 1 (Lojangan Ilir) yaitu  $UCS = 8,7427(I_{s50}) + 1,6111$ . Persamaan lokasi 2  $UCS = 12,545(I_{s50}) - 1,259$ . Sedangkan persamaan korelasi keseluruhan yaitu  $UCS = 7,6789(I_{s50}) + 1,594$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, orang tua, dosen pembimbing, dosen penguji, teman-teman terkasih dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Y., Krisnantara, G., 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
- Guruh K., Kurniawan S. 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. Makasar. Universitas Muslim Indonesia
- Bieniawski, Z. T. 1975. *The Point Load Strength Test in Geological Practice. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomethric Abstract*
- Brooch, E., dan Franklin J. A., 1972, *The Point Load Strength Test, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*
- Budiwanto, S., 2017, *Metode Statistika*, Malang, Universitas Negeri Malang
- Hasanah N., Hakim RN., Santoso Eko, dan Sari Melati, 2019. Alternatif Penentuan Uniaxial Compressive Strength Batulempung dari Point Load Strength Index dan Rebound Number Schmidt Hammer, Banjarmasin, Universitas Lambung Mangkurat
- Kahfi MZ. 2021. Analisis Awal Pendugaan Nilai Ucs Dari Nilai Pli Untuk Batulempung Dan Batupasir PT Arutmin Indonesia Tambang Asam, Kalimantan Selatan. PROSIDING TPT Xxx dan Kongres XI PERHAPI.
- International Society for Rock Mechanics (ISRM), 1985, Suggested Method for Determining Point Load Strength, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geometric Abstract*
- International Society for Rock Mechanics (ISRM), 1979, Suggested Method for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomethric Abstract*
- International Society for Rock Mechanics (ISRM), 1978, Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomethric Abstract*
- Rai, MA., S. Kramadibrata, RK., dan Wattimena., 2013, *Mekanika Batuan*, ITB Press
- Supriyatna, S. 1995 *Peta Geologi Lembar Samarinda*. Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Syarif, A. Nurhakim, dan Hakim, RN., 2020, Perancangan Alat Uji Beban Titik Menggunakan Pressure Gauge Serta Menentukan Korelasi Terhadap Uji Kuat Tekan Uniaksial pada Batulanau, Banjarmasin, Universitas Lambung Mangkurat