

Analisis *Rebound Number* dan Sifat Fisik Batuan *Sandstone* di Samarinda Ulu Kalimantan Timur

Muhammad Hamzah-1^{a*}, Tommy Trides-2^b, Revia Oktaviani-3^c, Lucia Litha Respati-4^d, Albertus Juvensius-5^e

^{a, b, c, d, e}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
JL. Kuaro, Gn Kelua, Kec. Samarinda Ulu Kota Samarinda, Kalimantan Timur

*Email : muhazhbinsam0207@gmail.com

Abstrak

Karakterisasi sifat mekanik batuan merupakan aspek penting dalam kegiatan pertambangan, terutama untuk mendukung perencanaan geoteknik dan evaluasi kestabilan massa batuan. Pengujian kuat tekan uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength/UCS*) umumnya digunakan untuk menilai kekuatan batuan, namun metode ini memerlukan waktu dan biaya yang relatif besar. Oleh karena itu, uji non-destruktif menggunakan Schmidt Hammer dengan parameter rebound number banyak diterapkan sebagai alternatif yang lebih praktis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sifat fisik batuan, yaitu kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan, terhadap nilai rebound number. Metode penelitian meliputi pengujian Schmidt Hammer dan pengujian sifat fisik batuan di laboratorium, yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan korelasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan cenderung menurunkan nilai rebound number. Temuan ini mengindikasikan bahwa kondisi fisik batuan memiliki peran penting dalam interpretasi nilai rebound number. Dengan demikian, penggunaan Schmidt Hammer sebagai alat estimasi sifat mekanik batuan perlu mempertimbangkan pengaruh sifat fisik batuan agar hasil yang diperoleh lebih akurat dan representatif.

Kata Kunci : *Batuan, Derajat Kejenuhan, Kadar Air, Porositas, Rebound Number*

1. Latar Belakang

Karakterisasi sifat mekanik batuan merupakan tahapan penting dalam kegiatan perencanaan dan operasional pertambangan, khususnya yang berkaitan dengan kestabilan lereng, desain peledakan, dan pemilihan metode penambangan. Salah satu parameter mekanik yang sering digunakan adalah kuat tekan uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength / UCS*), namun pengujian UCS di laboratorium memerlukan waktu, biaya, dan persiapan sampel yang relatif besar [1]. Oleh karena itu, diperlukan metode tidak langsung yang lebih cepat dan ekonomis untuk memperkirakan sifat mekanik batuan.

Uji Schmidt Hammer dengan parameter utama berupa rebound number banyak digunakan sebagai metode non-destruktif untuk mengestimasi kekuatan batuan di lapangan. Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan yang cukup kuat antara nilai rebound number dengan UCS pada berbagai jenis batuan (Aydin et al, 2005). Namun demikian, nilai rebound number tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan intrinsik batuan, tetapi juga oleh sifat fisik seperti kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan [3].

Nilai rebound number telah banyak digunakan sebagai indikator kekuatan batuan karena sensitivitasnya terhadap

modulus elastisitas dan kekompakan permukaan batuan. Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa rebound number memiliki korelasi kuat tidak hanya dengan UCS, tetapi juga dengan modulus Young dan kekuatan geser batuan sedimen [4,5].

Kadar air dan porositas juga berperan penting dalam mengontrol perilaku mekanik batuan, karena keberadaan air di dalam pori-pori dapat menurunkan gaya ikat antar butir dan menyebabkan penurunan kekuatan batuan [6]. Derajat kejenuhan yang tinggi juga dilaporkan berpengaruh terhadap penurunan nilai rebound number akibat meningkatnya efek peredaman energi tumbukan [7]. Oleh sebab itu, kajian mengenai hubungan antara rebound number dengan kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan menjadi penting untuk meningkatkan akurasi interpretasi hasil uji Schmidt Hammer.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara nilai rebound number dengan sifat fisik batuan yang meliputi kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan berdasarkan data hasil pengujian laboratorium dan lapangan, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode estimasi sifat mekanik batuan yang lebih andal untuk keperluan pertambangan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Pertambangan Unmul dengan sampel berasal dari Samarinda Ulu, Kalimantan Timur. Data hasil pengujian batuan yang meliputi nilai rebound number serta parameter fisik batuan berupa kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan. Pengujian rebound number dilakukan menggunakan Schmidt Hammer tipe N sesuai dengan prosedur standar pengujian

3. Hasil dan Pembahasan

Rebound number merupakan nilai kekerasan permukaan batuan berdasarkan elastisitas dan sifat mekanis lereng *sandstone*. Nilai *rebound number* dihasilkan dari pengujian menggunakan

non-destruktif pada batuan. Pengambilan sampel batuan dengan material berupa batulempung dilakukan sekitar wilayah Samarinda Ulu dengan lokasi yang berbeda, pengambilan sampel menggunakan palu geologi, komperator, linggis dan alat gali lainnya, kemudian dibungkus menggunakan aluminium foil agar tetap segar. Setiap sampel diuji beberapa kali, kemudian nilai rebound number dirata-ratakan untuk mengurangi pengaruh kesalahan pengukuran.

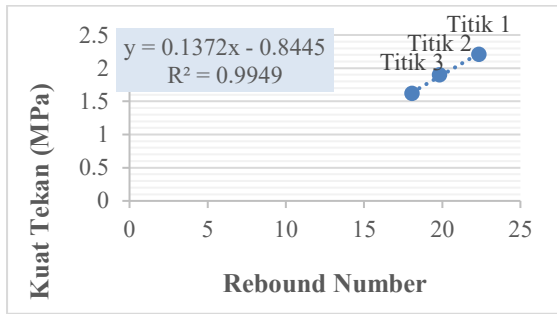


Gambar 1. Perlakuan Sampel

Pengujian sifat fisik batuan dilakukan di laboratorium, meliputi pengukuran berat jenis, kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan dengan metode pengujian standar mekanika batuan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan korelasional untuk mengetahui hubungan antara rebound number dan masing-masing parameter fisik batuan.

Analisis korelasi dilakukan dengan membandingkan kecenderungan perubahan nilai rebound number terhadap variasi kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi.

Schmidt hammer yang dilakukan di lapangan. Selain itu, dilakukan pula pengambilan data *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) untuk mengetahui nilai kekuatan tekan material sampel dari hasil pengujian laboratorium.



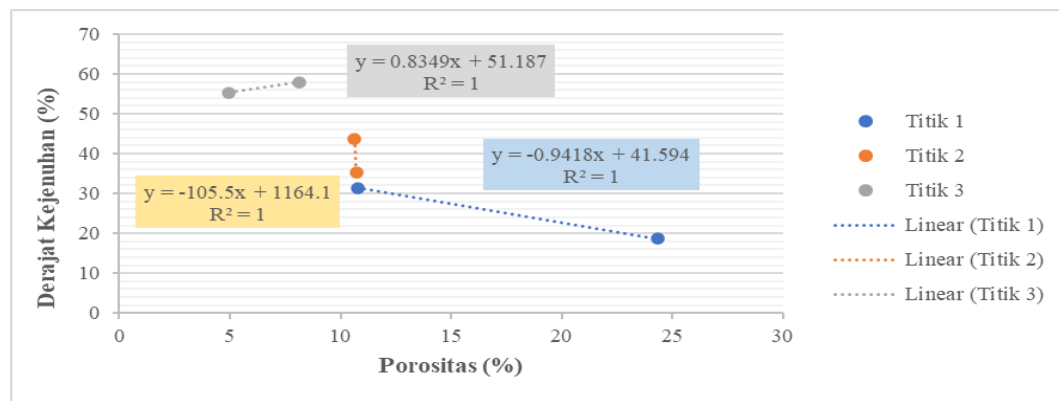
Gambar 2. Grafik Korelasi *rebound number* dengan kuat tekan (UCS)

Berdasarkan gambar grafik diatas, hasil menunjukkan hubungan linier positif antara nilai *rebound number* dan kuat tekan (UCS). Nilai determinasi yang mendekati 1 yaitu $R^2=0,99$ menunjukkan kuatnya korelasi kedua parameter tersebut. Dengan kata lain, semakin tinggi nilai rebound number, semakin tinggi pula nilai kuat

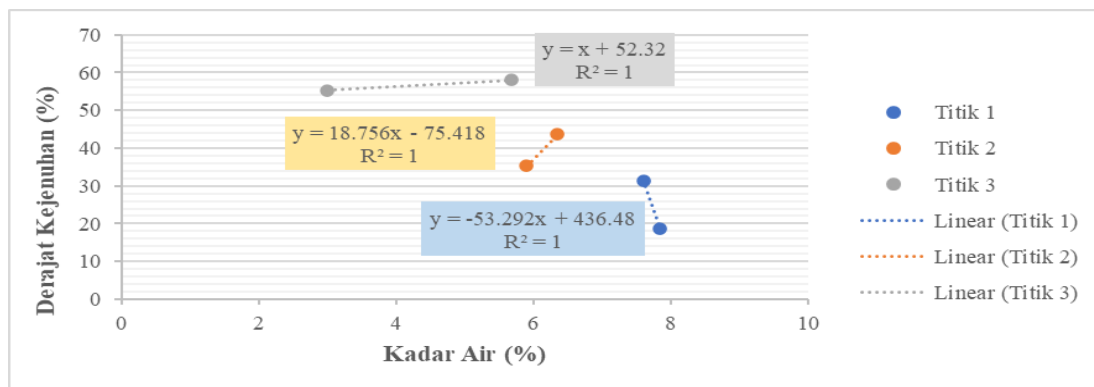
tekan (UCS) yang terukur. Korelasi positif antara data UCS dan rebound number mengindikasikan bahwa batuan lereng sandstone memiliki struktur batuan homogen. Temuan ini sejalan dengan laporan Yilmaz dan Sendir yang menunjukkan korelasi kuat antara rebound number dan UCS pada batuan sedimen dengan tekstur seragam [1]

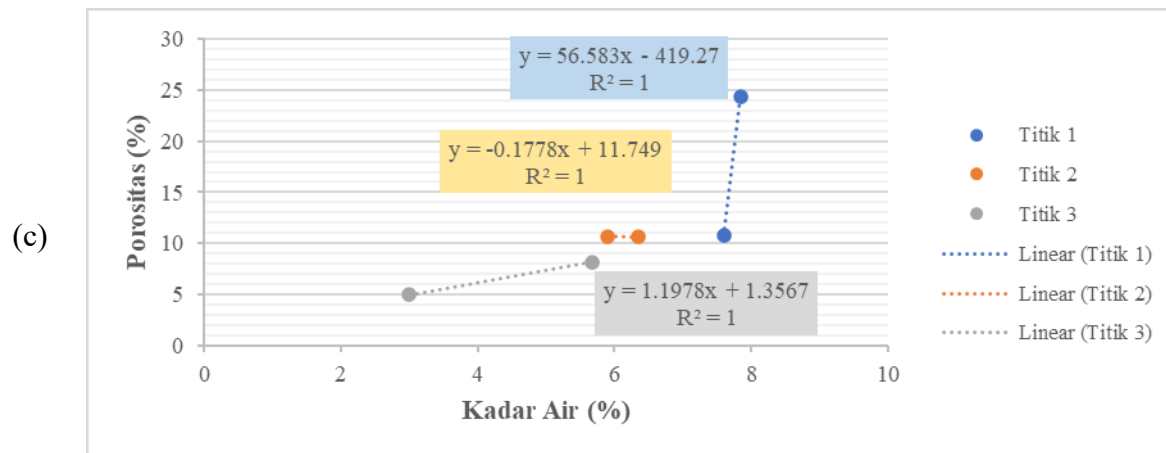
Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rebound number cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kadar air batuan. Tren ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa keberadaan air dalam pori-pori batuan dapat mengurangi kekuatan efektif dan respons elastik permukaan batuan terhadap tumbukan Schmidt Hammer [3,4].

(a)



(b)





Gambar 1. (a) Hubungan derajat kejenuhan terhadap porositas (b) derajat kejenuhan terhadap kadar air, (c) porositas dan kadar air

Hubungan antara porositas dan rebound number menunjukkan kecenderungan negatif, di mana batuan dengan porositas lebih tinggi memiliki nilai rebound number yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya volume rongga dalam batuan yang menyebabkan energi tumbukan tidak sepenuhnya dipantulkan kembali, sehingga nilai rebound menjadi lebih kecil [8]. Secara mekanistik, penurunan rebound number pada batuan basah terjadi akibat kombinasi efek tekanan air pori dan penurunan kekakuan kontak antar butir. Air di dalam pori meningkatkan deformasi lokal saat tumbukan dan mengurangi energi elastik yang dipantulkan kembali [9,10]. Temuan ini konsisten dengan studi-studi terdahulu yang melaporkan pengaruh signifikan porositas terhadap sifat mekanik dan elastik batuan [6].

Derajat kejenuhan juga memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap nilai rebound number. Pada kondisi batuan jenuh, nilai rebound number relatif lebih rendah dibandingkan kondisi kering atau setengah jenuh. Selain itu, energi tumbukan Schmidt Hammer lebih banyak terdisipasi melalui fluida pori dibandingkan dipantulkan sebagai energi elastik [11]. Fenomena ini terjadi karena air berperan sebagai media peredam yang menyerap sebagian energi tumbukan, sehingga mengurangi nilai pantulan yang terukur [7].

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menguatkan bahwa interpretasi nilai rebound number harus mempertimbangkan kondisi fisik batuan, khususnya kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan, agar estimasi sifat mekanik batuan yang diperoleh menjadi lebih akurat dan representatif [2].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa nilai rebound number dipengaruhi secara signifikan oleh sifat fisik batuan. Peningkatan kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan cenderung menurunkan nilai rebound number. Oleh karena itu, penggunaan Schmidt Hammer sebagai alat estimasi sifat mekanik batuan perlu disertai dengan evaluasi kondisi fisik batuan untuk menghindari kesalahan interpretasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi awal dalam pengembangan koreksi nilai rebound number pada kegiatan pertambangan.

Daftar Pustaka

- [1] Yilmaz I, Sendir H. Correlation of Schmidt hammer rebound number with uniaxial compressive strength of rocks. *Int J Rock Mech Min Sci*. 2020;128:104259.
- [2] Aydin, A., & Basu, A. (2005). The Schmidt hammer in rock material characterization. *Engineering*

- geology*, 81(1), 1-14.
<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2005.06.006>
- [3] Kahraman S, Fener M. Influence of water content on Schmidt hammer rebound number. *Rock Mech Rock Eng.* 2020;53(4):1915–1926.
 - [4] Aladejare AE, Wang Y. Prediction of rock strength parameters using Schmidt hammer rebound values. *Bull Eng Geol Environ.* 2020;79:4837–4850.
 - [5] Kallu RR, Roghanchi P. Reliability of Schmidt hammer for estimating rock mechanical properties. *J Rock Mech Geotech Eng.* 2021;13(6):1365–1378.
 - [6] Zhang L, Einstein HH. Effect of porosity on rock strength and deformation. *J Rock Mech Geotech Eng.* 2022;14(2):345–356.
 - [7] Chen Y, Liu J, Wang S. Effect of saturation degree on mechanical properties of rock materials. *Arab J Geosci.* 2023;16:512.
 - [8] Nugraha AR, Widodo S, Prabowo A. Pengaruh porositas terhadap sifat mekanik batuan sedimen. *J Teknol Miner Batubara.* 2021;17(3):145–154
 - [9] Li, X., Kulandaivelu, J., O'Moore, L., Wilkie, S., Hanzic, L., Bond, P. L., ... & Jiang, G. (2021). Synergistic effect on concrete corrosion control in sewer environment achieved by applying surface washing on calcium nitrite admixed concrete. *Construction and Building Materials*, 302, 124184. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124184>
 - [10] Rahimi M, Nygaard R. Influence of moisture condition on non-destructive rock testing methods. *Rock Mech Rock Eng.* 2022;55(9):5211–5226.
 - [11] Zhou Y, Zhang Q, Liu B. Saturation-dependent dynamic behavior of sandstone under impact loading. *Int J Rock Mech Min Sci.* 2024;173:105622.