# PERANCANGAN ALAT UJI BEBAN TITIK MENGGUNAKAN *PRESSURE GAUGE* SERTA MENENTUKAN KORELASINYA TERHADAP UJI KUAT TEKAN UNIAKSIAL PADA BATULANAU

Ahmad Syarif, Nurhakim, Romla Noor Hakim
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail : ahmadsyarif231292@outlook.com

**ABSTRAK**

Dengan semakin majunya bukaan tambang dengan massa batuan yang berbeda-beda, diperlukan pengambilan keputusan yang secara cepat dalam penanganannya, sehingga diperlukan bukaan tersebut akan di berikan support atau tidak diberikan support selama aktifitas penambangan terus berlanjut sesuai kegunaannya. Untuk mensupport kebutuhan tersebut dengan cepat, maka dapat dilakukan dengan uji indeks. Yakni dengan uji beban titik, dimana Indeks franklin (Is) dapat mempresentasikan besarnya nilai kuat tekan dari sampel batuan yang diambil. Selain itu, uji beban titik merupakan metode alternatif yang digunakan untuk mengukur nilai kuat tekan menggantikan metode kuat tekan uniaksial terkait biaya dan waktu yang lebih efisien.

Dari penelitian ini akan dihasilkan alat uji beban titik yang dirancang menurut *International Society for Rock Mechanic* (ISRM) vol.22-2 (1985), serta IS 8764 (1998) yang kemudian akan dilakukan pengujian sampel untuk mengetahui kehandalan alat yang dibuat dengan mengkorelasikan hasil dari uji beban titik dan uji kuat tekan uniaksial dengan batulanau sebagai sampel.

Dari hasil pengolahan data didapatkan nilai uji kuat tekan uniaksial dari 10 kali percobaan yang dilakukan pada batulanau yaitu berkisar 3,18 – 7,32 MPa dan uji beban titik berkisar 0,3702 – 1,0387 Mpa dengan jumlah pengujian sampel total uji yaitu 20 kali percobaan, sehingga didapatkan nilai koefesien korelasi $R^2$ = 0,938 dan didapatkan persamaan korelasi antara uji kuat tekan dan uji beban titik yaitu, $\sigma_c = 4{,}6308(Is_{50}) + 2{,}2965$.

**Kata-kata kunci :** uji beban titik, kuat tekan uniaksial, batulanau

## PENDAHULUAN

Dengan semakin majunya bukaan tambang dengan massa batuan yang berbeda-beda, diperlukan pengambilan keputusan yang secara cepat dalam penanganannya, sehingga diperlukan bukaan tersebut akan di berikan support atau tidak diberikan support selama aktifitas penambangan terus berlanjut sesuai kegunaannya. Untuk mensupport kebutuhan tersebut dengan cepat, maka dapat dilakukan dengan uji indeks. Yakni dengan uji beban titik, dimana Indeks franklin (Is) dapat mempresentasikan besarnya nilai kuat tekan dari sampel batuan yang diambil. Selain itu, uji beban titik merupakan metode alternatif yang digunakan untuk mengukur nilai kuat tekan menggantikan metode kuat tekan uniaksial terkait biaya dan waktu yang lebih efisien. Hal ini disebabkan prosedur pengujian yang sederhana, preparasi contoh yang mudah dibawa-bawa, tidak begitu besar dan cukup ringan sehingga dapat dengan cepat diketahui kekuatan batuan dilapangan, sebelum dilakukan pengujian di laboratorium.

### Uji Beban Titik

Uji beban titik merupakan uji indeks yang telah secara luas digunakan untuk memprediksi nilai kuat tekan *Uniaxial Compressive strength Test* secara tidak langsung menggantikan metode *Compressive strength* terkait biaya dan waktu yang lebih efisien. Menurut Broch & Franklin (1972), indeks beban titik ($I_s$) suatu sampel batuan dapat dihitung dengan persamaan:

$$I_s = \frac{P}{D^2} \qquad (1)$$

Apabila diameter sampel batuan yang digunakan bukan 50 mm, maka diperlukan faktor koreksi. koreksi terhadap persamaan yang diturunkan oleh Broch dan Franklin. Menurut Greminger (1982), selang faktor koreksi tergantung besarnya diameter. Karena diameter ideal yang digunakan adalah 50 mm, maka Greminger menurunkan persamaan:

$$I_{s(50)} = \frac{F \times P}{D^2} \qquad (2)$$

Dimana $F = (\frac{d}{50})^{0,45}$, sehingga diperoleh suatu persamaan Indeks beban titik yang telah dikoreksi sebagai berikut.

$$I_{s(50)} = (\frac{d}{50})^{0,45} \frac{P}{D^2} \qquad (3)$$

Jika $I_s$ = 1 MPa, indeks tersebut tidak memiliki arti, maka penentuan kekuatan harus berdasarkan uji UCS, dan menurut Beniawski dengan diameter sampel sampel 50 mm maka UCS dapat ditentukan melalui,

$$\sigma_c = 23\, I_s \qquad (4)$$

Uji aksial dan uji bongkah beraturan menggunakan diameter ekivalen ($D_e$) dalam perhitungan indeks beban titik yang diturunkan luas penampang minimum,

$$A = WD = \frac{\pi}{4} D_e^2 \quad \text{dan} \quad D_e^2 = \frac{4}{\pi} WD$$

Sehingga persamaan menjadi,

$$I_{s(50)} = \frac{F}{D_e^2} \quad \text{dimana} \quad F = \left(\frac{D_e}{50}\right)^{0,45} \qquad (5)$$

Dimana $I_{s(50)}$ adalah indeks beban titik diameter 50 mm dalam satuan N/mm$^2$, P adalah beban maksimum sampel pecah dalam satuan N, D ialah jarak antara konus penekan dalam satuan mm, dan d ialah diameter sampel dalam satuan mm.

**Uji kuat tekan uniaksial**

Kuat tekan uniaksial adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung sebuah sampel batuan sesaat sebelum sampel tersebut hancur atau runtuh *(failure)* tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan (tegangan pemampatan sama dengan nol). Persamaan umum kuat tekan uniaksial (tegangan):

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad (6)$$

Dimana $\sigma$ ialah tegangan dalam satuan N/mm$^2$, F ialah besarnya gaya yang bekerja pada percontohan batuan pada saat terjadi keruntuhan (*failure*) sehingga pada grafik merupakan keadaan yang paling puncak dalam satuan Newton, dan A adalah luas penampang sampel dalam satuan mm$^2$.

## METODE PENELITIAN

**Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam perancangan alat. Pada tahap ini dilakukan identifikasi hal yang menjadi latar belakang permasalahan.

**Analisis Masalah**

Dalam tahapan ini dilakukan analisis untuk mendapatkan solusi permasalahan yang sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Diketahui untuk melakukan korelasi kuat tekan terhadap uji beban titik instrumen alat untuk uji beban titik tidak tersedia sehingga dilakukan perancangan alat untuk uji beban titik.

**Konsep Desain**

Konsep desain perancangan yang digunakan yaitu rancangan alat uji beban titik (*Point Load Test*) berdasarkan *International Society for Rock Mechanic* (ISRM) vol.22-2 (1985) dan IS 8764 (1998) yang kemudian dilanjutkan perancangan alat.

**Sampling dan Preparasi**

Pengambilan sampel batulanau yaitu di daerah bekas tambang (lokasi tambang yang sudah tutup atau sudah ditinggalkan), yaitu desa Dukuhrejo, kecamatan Mantewe, kabupaten Tanah Bumbu, provinsi Kalimantan Selatan. Samepl kemudian dipreparasi sesuai dengan kebutuhan uji.

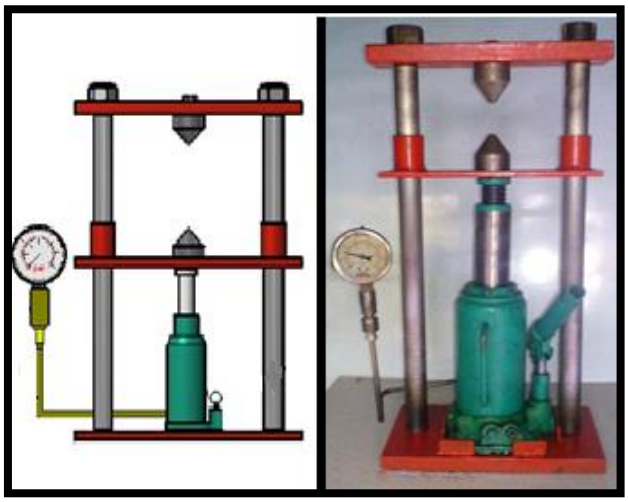
**Uji Mekanik**

Uji mekanik yaitu meliputi uji kuat tekan dan uji beban titik yang kemudian data dari keduanya akan dikorelasikan dengan persamaan regresi linier sehingga dapat ditarik kesimpulan dalam penelitian ini.

## HASIL PENGOLAHAN DATA

1. Perancangan Alat Uji Beban Titik

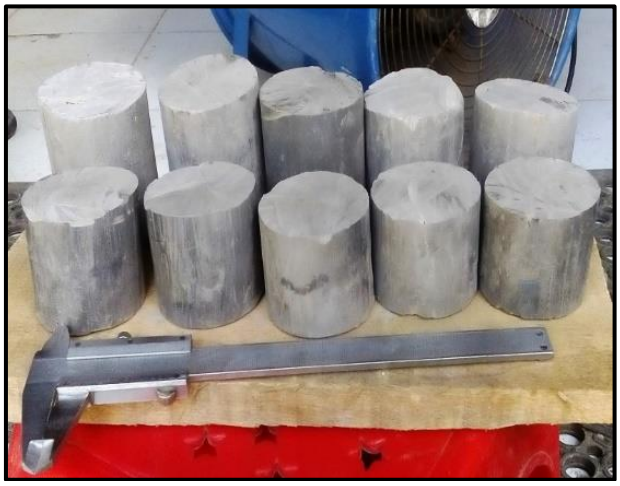
Setelah dipelajari konsep desain untuk alat uji beban titik yang telah dijadikan standar internasioanl yaitu *International Society for Rock Mechanic* (ISRM) vol.22-2 (1985) dan IS 8764 (1998), maka didapatkan rancangan alat uji beban titik seperti dapat kita lihat pada Gambar-1.



**Gambar-1.** Rancangan Alat Uji Beban Titik

2. Preparasi dan Pengujuan Sampel

Preparasi bertujuan untuk mempersiapkan sampel penelitian yang dilanjutkan pengujian sampel untuk mengetahui nilai dari kekuat batuan yang dijadikan sebagai sampel uji. Kegiatan pengujian sampel batulanau dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat serta melalui berbagai literatur yang berkaitan dengan penelitian ini dilihat pada Gambar-2.



**Gambar-2.** Sampel Hasil Preparasi

3. Data Uji Beban Titik

Adapun data yang didapatkan dari pengujian sampel batulanau menggunakan uji beban titik yaitu berupa data kekuatan batulanau yang diberikan tekanan sampai batas nilai kekuatan batulanau tersebut tidak dapat lagi menahan beban atau tekanan oleh dongkrak hidrolik yang kemudian nilai tekanan dari kekuatan batuan tersebut dibaca oleh *pressure gauge*. Berikut merupakan data uji beban titik yang dilakukan sebanyak 10 kali pada sampel batulanau. Adapun data lengkap perhitungan uji beban titik dilihat pada Tabel-1.

**Tabel-1.** Data Uji Beban Titik (PLI)

| Kode Sampel | Panjang Sampel L (mm) | Diameter Sampel d (mm) | Jarak Konus D (mm) | Beban P (Psi) |
|---|---|---|---|---|
| D1 | 7,25 | 50,80 | 44 | 160,00 |
| D2 | 7,25 | 50,80 | 38 | 155,00 |
| D3 | 7,25 | 50,80 | 29 | 195,00 |
| D4 | 7,25 | 50,80 | 34 | 97,50 |
| D5 | 7,25 | 50,80 | 31 | 222,50 |
| A1 | 5,08 | 58,42 | 52 | 350,00 |
| A2 | 5,08 | 58,42 | 52 | 375,00 |
| A3 | 5,08 | 58,42 | 41 | 360,00 |
| A4 | 5,08 | 58,42 | 45 | 210,00 |
| A5 | 5,08 | 58,42 | 43 | 175,00 |

4. Data Uji Kuat Tekan Uniaksial

Data yang didapatkan dari uji kuat tekan uniaksial (UCS) yaitu berupa data kekuatan batulanau. Perbedaannya dengan uji beban titik yaitu terletak pada bidang permukaan tekanan yang bersentuhan terhadap sampel uji. Jika uji beban titik bidang yang bersentuhannya berupa konus yang ujungnya runcing dengan sudut 60º dan sedikit ditumpulkan sehingga memiliki bidang 5 mm, sedangkan uji kuat tekan uniaksial (UCS) bidang tekanannya harus menutupi seluruh permukaan bidang yang terdapat pada sampel uji yang kemudian nilai tekanan dari kekuatan batuan tersebut dibaca oleh *pressure gauge*. Berikut merupakan data uji kuat tekan yang dilakukan sebanyak 10 kali pada sampel batulanau dilihat pada Tabel 2.

**Tabel-2.** Data Uji Kuat Tekan Uniaksial (UCS)

| No | Kode Sampel | Tekanan F (kN) | Tekanan F (N) | Luas Penampang A ($mm^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | UCS1 | 11,25 | 11.250,00 | 1.962,50 |
| 2 | UCS2 | 7,50 | 7.500,00 | 1.962,50 |
| 3 | UCS3 | 8,10 | 8.100,00 | 1.962,50 |
| 4 | UCS4 | 13,75 | 13.750,00 | 1.962,50 |
| 5 | UCS5 | 9,38 | 9.375,00 | 1.962,50 |
| 6 | UCS6 | 14,37 | 14.370,00 | 1.962,50 |
| 7 | UCS7 | 8,12 | 8.120,00 | 1.962,50 |
| 8 | UCS8 | 11,25 | 11.250,00 | 1.962,50 |
| 9 | UCS9 | 6,25 | 6.250,00 | 1.962,50 |
| 10 | UCS10 | 13,12 | 13.120,00 | 1.962,50 |

Data yang didapatkan dari pengujian sampel uji beban titik (*Point Load Test*) kemudian diolah untuk mendapatkan berapa nilai indeks batuan (Is). Nilai indeks batuan sampel ditentukan dengan persamaan (1). Adapun hasil uji beban titik dapat dilihat pada Tabel-3.

**Tabel-3.** Hasil Uji Beban Titik (PLI)

| No | Diameter Sampel | Faktor Koreksi | Jarak Konus | Beban | Beban | $D^2$ | $Is_{50}$ (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D1 | 50,80 | 1,0071 | 44 | 160,0 | 711,68 | 1936 | 0,3702 |
| D2 | 50,80 | 1,0071 | 38 | 155,0 | 689,44 | 1444 | 0,4808 |
| D3 | 50,80 | 1,0071 | 29 | 195,0 | 867,36 | 841 | 1,0387 |
| D4 | 50,80 | 1,0071 | 34 | 97,5 | 433,68 | 1156 | 0,3778 |
| D5 | 50,80 | 1,0071 | 31 | 222,5 | 989,68 | 961 | 1,0372 |
| A1 | 58,42 | 1,0725 | 52 | 350,0 | 1556,80 | 2704 | 0,6175 |
| A2 | 58,42 | 1,0725 | 52 | 375,0 | 1668,00 | 2704 | 0,6616 |
| A3 | 58,42 | 1,0725 | 41 | 360,0 | 1601,28 | 1681 | 1,0216 |
| A4 | 58,42 | 1,0725 | 45 | 200,0 | 889,60 | 2025 | 0,4711 |
| A5 | 58,42 | 1,0725 | 43 | 245,0 | 1089,76 | 1849 | 0,6321 |

Sedangkan data yang didapatkan dari pengujian sampel uji kuat tekan uniaksial (UCS) kemudian diolah untuk mendapatkan berapa nilai tegangannya ($\sigma_C$) dalam Megapascal (Mpa) menggunakan persamaan (6). Berikut tabel 4 merupakan hasil perhitungan tegangannya ($\sigma_C$).

**Tabel -4.** Hasil Uji Kuat Tekan (UCS)

| No | Kode Sampel | Tekanan F (kN) | Tekanan F (N) | Luas Penampang A ($mm^2$) | $\sigma_c$ (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | UCS1 | 11,25 | 11.250,00 | 1.962,50 | 5,73 |
| 2 | UCS2 | 7,50 | 7.500,00 | 1.962,50 | 3,82 |
| 3 | UCS3 | 8,10 | 8.100,00 | 1.962,50 | 4,13 |
| 4 | UCS4 | 13,75 | 13.750,00 | 1.962,50 | 7,01 |
| 5 | UCS5 | 9,38 | 9.375,00 | 1.962,50 | 4,78 |
| 6 | UCS6 | 14,37 | 14.370,00 | 1.962,50 | 7,32 |
| 7 | UCS7 | 8,12 | 8.120,00 | 1.962,50 | 4,14 |
| 8 | UCS8 | 11,25 | 11.250,00 | 1.962,50 | 5,73 |
| 9 | UCS9 | 6,25 | 6.250,00 | 1.962,50 | 3,18 |
| 10 | UCS10 | 13,12 | 13.120,00 | 1.962,50 | 6,69 |

## PEMBAHASAN

Pembahasan merupakan uraian tentang penyelesaian dari permasalahan yang didapat dari hasil pengolahan data. Adapun pembahasan tersebut meliputi kehandalan alat uji yang telah dibuat yaitu dengan cara melakukan analisa korelasi hasil pengujian beban titik terhadap uji kuat tekan uniaksial. Adapun pembahasan lain yaitu berupa penelitian lanjutan dari topik yang diangkat pada penelitian ini.

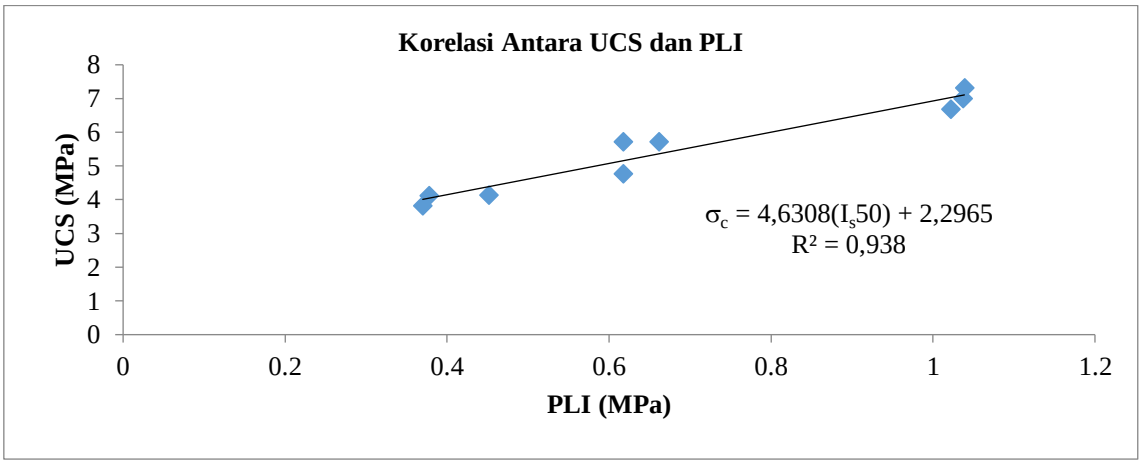
### Korelasi Uji Kuat Tekan (UCS) Terhadap Uji Beban Titik ($Is_{50}$)

Korelasi antara UCS dan *Point Load* dapat ditemukan melalui analisis regresi statistik sederhana. Awal penelitian (Bieniawski , 1975; Broch dan Franklin, 1972) melakukan percobaan pada batuan dan menemukan bahwa hubungan antara uji kuat tekan dan uji beban titik bisa dinyatakan lewat persamaan (4). Penelitian lainnya menemukan bahwa nilai faktor konversi = 24, tidak dapat dijadikan patokan universal (untuk semua jenis batuan), faktor konversi hanya cukup memprediksi nilai UCS pada batuan keras. Untuk batuan lemah, faktor konversi bisa kurang dari 24. Tabel-5 merangkum beberapa hasil

penelitian yang diperoleh untuk jenis batuan lainnya. kisaran antara 8-24, dengan nilai lebih rendah untuk jenis batuan lemah. Penelitian (Forster, 1983) untuk jenis batuan kategori lemah (*soft rock*) dengan batupasir sebagai sampel percobaan menemukan nilai faktor konversi yaitu berkisar pada 7,4 – 17,6. Sedangkan (Bowden, 1998), dalam penelitiannya dengan menggunakan sampel jenis *soft rock* mendapatkan nilai faktor konversi pada kisaran 5 – 24 untuk sampel batukapur

Sebagian besar perkiraan menempatkan konversi dalam

Dalam studi yang membandingkan uji beban titik (PLI) dengan uji kuat tekan (UCS), secara umum diasumsikan ketepatan perkiraan tergantung pada hasil uji UCS (ditunjukkan dengan standar deviasi) dan jumlah tes yang dilakukan (n). Korelasi antara uji beban titik terhadap uji kuat tekan ini yaitu berdasarkan konsep "Koefesien Korelasi" (R)




**Gambar-3.** Grafik Korelasi antara UCS dan PLI

Dari gambar grafik korelasi didapatkan nilai koefesien korelasi yaitu $R^2$ = 0,938 dan didapatkan persamaan linier, y = 4,6308x + 2,2965. Jadi persamaan yang didapatkan yaitu:

$$\sigma_c = 4{,}6308(Is_{50}) + 2{,}2965 \qquad (7)$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian serta uraian pada bab-bab sebelumnya, maka pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perancangan alat uji beban titik atau *point load* yang berdasarkan *International Society for Rock Mechanic* (ISRM) vol.22-2 (1985), serta IS 8764 (1998), dapat digunakan sebagai alat uji.
2. Hasil pengujian uji beban titik (*Point Load)* didapatkan nilai dari indeks batuan ($Is_{50}$) yang kemudian digunakan untuk menghubungkannya dengan nilai kuat tekan uniaksial (UCS). Terdapat beberapa data sampel percobaan uji beban titik yang nilai Indeksnya tidak mencapai 1 Mpa yaitu terdapat pada sampel D1=0,3702 Mpa, D2=0,4808 Mpa, D4=0,3778 Mpa, A1=0,6175 Mpa. A2=0,6616 Mpa. A4=0,4711 Mpa. A5=0,6321 Mpa, yang artinya nilai indeks tersebut tidak memiliki arti dan dianjurkan untuk penentuan kekuatan berdasarkan uji UCS.
3. Nilai uji kuat tekan uniaksial (UCS) dari 10 kali percobaan yang dilakukan pada batulanau yaitu berkisar 3,18 – 7,32 Mpa dengan nilai kekuatan paling tinggi pada sampel UCS7= 7,32 Mpa dan untuk nilai kekuatan terkecil pada sampel UCS9= 3,18 Mpa.
4. Pada penelitian ini didapatkan persamaan nilai koefesien determinasi $R^2$ = 0,938 dan didapatkan persamaan hubungan antara uji kuat tekan dan uji beban titik yaitu, $\sigma_c = 4{,}6308(Is_{50}) + 2{,}2965$.
5. Faktor yang mempengaruhi hasil uji beban titik maupun nilai kuat tekan pada penelitian ini yaitu preparasi sampel yang kurang hati-hati, sehingga tanpa disadari terdapat retakan kecil pada sampel dan hal tersebut mempengaruhi nilai kekuatan sampel. Selain itu juga penempatan sampel dalam pengujian terletak pada bidang lemah sampel maka akan mempengaruhi besarnya nilai tekanan. Pemberian tekanan juga akan mempengaruhi besar gaya yang diberikan dan akan berpengaruh juga terhadap nilai kekuatan sampel.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya untuk jenis sampel yang digunakan dalam penelitian tentang korelasi yaitu menggunakan sampel beton (homogen), sehingga sampel mendapatkan komposisi yang sama dengan perlakuan yang sama dan tentu saja akan mendapatkan nilai kekuatan sampel yang lebih baik (akurat) untuk dikorelasikan antara uji kuat tekan terhadap uji beban titik.
2. Untuk pengujian beban titik sebaiknya menggunakan *dial gauge* (alat pembaca tekanan) yang memiliki pengunci dalam pembacaan jarum penunjuk. Agar pembacaan lebih akurat dalam menentukan pembebanaan pada saat pemberian tekanan dan Sebaiknya dilakukam *maintenance* rutin pada peralatan laboratorium untuk menjaga kehandalan alat yang ada pada laboratorium terutama pada alat uji mekanik.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Greminger, M. 1982. *Experimental studies of the influence of rock anisotropy on size and shape effects in point load testing.* International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstract, 19, hal. 241-246.

[2] Hawkins, A. B. and McConnell, B. J. 1992. *Sensitivity of Softrock and deformability to changes in moisture content*. Quarterly Journal of Engineering Geology, 25, 1992, hal. 115-130.

[3] International Society for Rock Mechanics (ISRM). 1985. *Suggested methods for determining point load strength*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstract, 22, hal. 53-60.

[4] Loren A. R. 2002. *The Study of Igneous, Sedimentary and Metamorphic Rocks*. hal – 389.

[5] Rai, M. A., dkk. 2011. *TA-311 Mekanika Batuan*. Bandung: ITB.