

**INVENTARISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATUGAMPING DI KOTA JAYAPURA, KABUPATEN JAYAPURA DAN KABUPATEN KEEROM**

**PATRICK MARCELL FANDY**

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih  
Email : patrick.fandy@ft.uncen.ac.id

**ABSTRAK**

Batugamping banyak tersebar di seluruh wilayah Papua, terlebih khusus daerah yang akan dilakukan penelitian antara lain Entrop, Polimak, Yakonde, Waena, Arso. Penggunaan batugamping untuk kegiatan konstruksi yaitu perkerasan jalan, pengecoran, peleburan dan banyak lagi kegunaannya. Oleh sebab itu untuk mengetahui secara tepat penggunaannya atau jenis batugamping perlu dilakukan penyelidikan sifat fisik dan mekanik. Penyelidikan Sifat fisik dan Mekanik antara lain, *bobot isi, berat jenis, derajat kejenuhan, kadar air dan porositas* sedangkan sifat mekanik yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan (*point load*). Penelitian ini bertujuan memberikan informasi sifat fisik dan mekanik batugamping yang tersebar di wilayah kota dan kabupaten jayapura juga di wilayah kabupaten Keerom sehingga apabila ada pekerjaan konstruksi maupun rekayasa batuan seperti pembuatan lereng jalan, talud dan lainnya telah ada informasi tentang sifat batuan tersebut.

Sifat fisik batugamping antara lain Bobot isi alami ( $\gamma_n$ ) batugamping daerah Yakonde, Waena, Entrop, Arso 1 yaitu: 1,62 gr/cm<sup>3</sup> 2,24 gr/cm<sup>3</sup> 4,06 gr/cm<sup>3</sup> 2,00 gr/cm<sup>3</sup>. Bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) 1,62 gr/cm<sup>3</sup> 2,33 gr/cm<sup>3</sup> 4,061 gr/cm<sup>3</sup> 2,00 gr/cm<sup>3</sup>. Bobot isi jenuh ( $\gamma_s$ ) yaitu: 1,81 gr/cm<sup>3</sup> 2,48 gr/gr/cm<sup>3</sup> 3,56 gr/cm<sup>3</sup> 2,15 gr/cm<sup>3</sup>. App specific density (G) yaitu : 1,62 2,33 4,05 2,00. True specific density gamping yaitu: 2,01 2,75 2,73 2,36. Kadar air asli gamping yaitu : 0,30 % 3,88% 0,16 % 2,71 %. Kadar air jenuh gamping yaitu: 11,81 % 6,42 % 6,39 % 7,68 %. Derajat kejenuhan : 3,62 % 44,94 % 11,1 % 52,11 %. Porositas gamping yaitu: 19,122 % 14,749 % 49,324 % 15,300 %. Void ratio gamping yaitu: 0,24 % 0,18 % 0,17 % 0,18 %. Uji sifat mekanik yang dilakukan yaitu menggunakan metode *Point Load Index (PLI)* dengan nilai kuat tekan ( $\sigma_c$ ) Daerah penelitian Yakonde 9,20 MPa, Perumnas 3 Waena 22,88 MPa, Entrop 27,75 MPa dan Arso 1 8,254 MPa

*Kata kunci : Sifat fisik batuan, sifat mekanik batuan, batugamping,*

**PENDAHULUAN**

Secara Geologi Papua memiliki sumber daya mineral termasuk bahan galian konstruksi yang sangat besar. Bahan baku kontruksi mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Secara khusus Kota Jayapura, Kabupaten Jayapura dan Kabupaten Keerom memiliki bahan galian non logam di antaranya batu gamping yang cukup melimpah yang tersebar di Entrop, Polimak, Koya Koso, Arso. Pengolahan tambangnya sangat ditentukan oleh rencana pemanfaatan atau

penggunaan antara lain bahan bangunan, jalan raya dan pertanian.

Sebelum batugamping diambil dan diolah, perlu dilakukan penambangan yaitu pembongkaran, penggalian dan kemudian akan diangkut untuk digunakan. Pembongkaran dan penggalian yang dilakukan secara konvensional sangat membutuhkan waktu yang lama, oleh sebab itu perlu direncanakan penambangan yang baik dengan menggunakan peralatan mekanis. Peralatan mekanis seperti *Bulldozer, Excavator, Truck* memiliki kemampuan dan spesifikasi masing-



masing, sebagai contoh untuk memindahkan material batugamping sebesar 1000 m<sup>3</sup>/hari diperlukan alat-alat mekanis yang sesuai dengan kemampuannya. Maka untuk mensinkronkan kemampuan alat dan material yang akan di tambang perlu dilakukan penyelidikan sifat fisik dan mekanik batugamping sehingga penggunaan peralatan lebih efektif. Disamping itu penyelidikan sifat fisik dan mekanik batugamping mempunyai peranan penting dalam penentuan penggunaan bahan baku antara lain pembuatan semen Portland, pondasi, peleburan, pembuatan kapur tohor dan lainnya.

Untuk mengetahui sifat mekanik batugamping dilakukan beberapa percobaan antara lain uji kuat tekan uniaksial (Point load) dan untuk mengetahui sifat fisik batuan di lakukan berbagai macam pengujian, antara lain Natural Density, Dry Density, Saturate Density, App Specific Density, True specific Density, Natural water content, Saturated water content, Degree of saturation, Porositas, Void ratio.

## LANDASAN TEORI

Untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik dari batugamping, perlu dilakukan pengujian sebagai berikut :

### 1. Uji Sifat Fisik Batuan

Uji sifat fisik untuk mendapatkan sifat fisik batuan di laboratorium dengan peralatan yang tersedia. Sifat Fisik batuan diperlukan untuk mengetahui karakteristik batuan secara fisik, pengaruhnya terhadap air dan curah hujan, sehingga didapat kemampuan galian batuan oleh alat penambangan yang ada.

Untuk mendapat hasil dari sifat fisik yaitu :

$$\text{Natural density} = W_n / (W_w - W_s)$$

$$\text{Dry density} = W_o / (W_w - W_s)$$

$$\text{Saturated density} = W_w / (W_w - W_s)$$

$$\text{Apparent specific density} = W_o / (W_w - W_s)$$

per bobot isi air

$$\text{True specific gravity} = W_o / (W_o - W_s)$$

per bobot isi air

$$\text{Natural water content} = [(W_n - W_o) / W_o] \times 100\%$$

$$\text{Saturated water content} = [(W_w - W_o) / W_o] \times 100\%$$

Keterangan :  $W_n$  = Berat Alami,  $W_w$  = Berat Jenuh,  $W_s$  = Berat Dalam Air,  $W_o$  = Berat Kering.

### 2. Uji Sifat Mekanik Batuan dengan Point Load Index (PLI)

Uji mekanik (Uji point load) ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik suatu batuan dan untuk mengetahui kekuatan (strength)dari batuan secara tidak langsung di lapangan dengan bentuk sampel batuan yang bentuk silinder .Pentingnya data mengenai properties dari batuan sangat menunjang aktivitas penambangan, terutama dalam hal pengambilan keputusan, contohnya dalam perencanaan apakah perlu dilakukan penyangaan atau tidak, maupun dalam penentuan besarnya kemiringan lerengjenjang (slope). Untuk mensupportkebutuhan akan data tersebut dengan cepat, maka dapat dilakukan dengan uji index. Salah satunya adalah uji point load, dimana nilai indexnya (Index Franklin(Is)) dapat merepresentasikan besarnya nilai kuat tekan dari properties batuan tersebut.

Dari pengujian Point Load ini dapat ditentukan/diperoleh:

Indeks Point Load (Is) Is = P/De  
Dimana: Is = Point Load Strength Index (index Franklin), P = Beban maksimum sampai sampel pecah, De = Jarak antara dua konus penekan

## METODE PENELITIAN

Adapun urutan penelitian adalah yaitu:

### Tahapan persiapan



Tahapan persiapan yaitu kegiatan yang diawali dilakukan sebelum pengumpulan data tahapan persiapan berupa:

1. Studi literatur

Studi literatur ini yang dilakukan dengan mencari bahan pustaka yang menunjang penelitian antara lain:

a. Peta lokasi

b. Dokumentasi

c. Informasi

d. laporan penelitian dengan topik yang sama

2. Administrasi

Mengurus

administrasi perijinan untuk dapat melakukan penelitian.

3. Observasi

Lapangan

Observasi

lapangan bertujuan untuk mengamati dan menentukan titik atau lokasi penelitian kegiatan ini dilakukan langsung di lapangan dan di laboratorium

4. Pengumpulan data

Dalam tahapan pengumpulan data antara lain:

a. Mengambil data kordinat

b. Pengambilan sampel

c. Melakukan pengamatan di lapangan

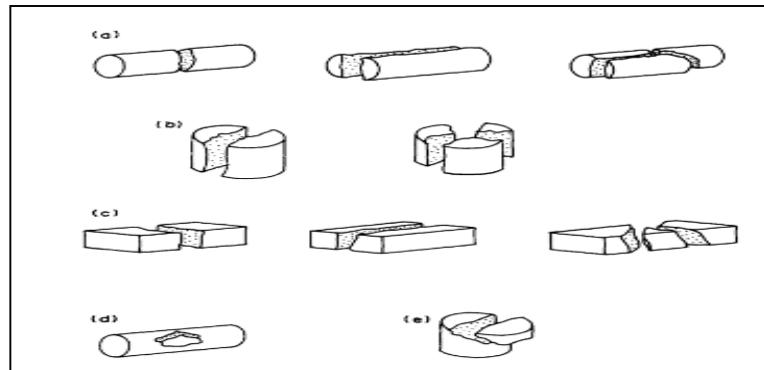
d. Mengambil dokumentasi daerah penelitian pengambilan sampel

5. Pengolahan data

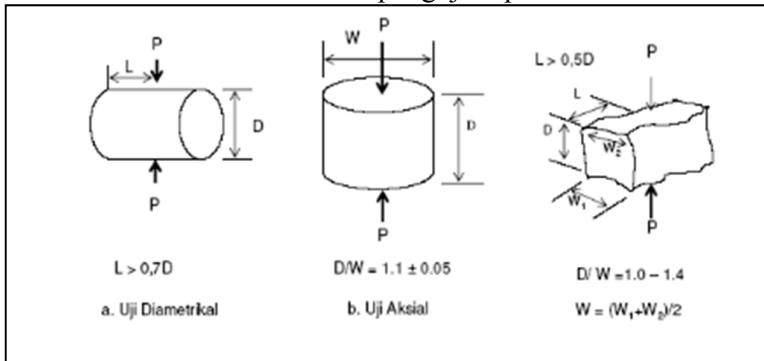
Perhitungan ini diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus yang telah ditentukan. Hasil pengolahan data berupa pengujian sifat fisik dan mekanik

a. Hasil pengolahan data sifat fisik  
Hasil data pengukuran sifat fisik berupa data:

- Natural density
- Dry density
- Saturated density



Gambar 1. Metode pengujian point load



Gambar 2. Bentuk bentuk pecah batuan uji point load

- App specific density
- True specific density
- Natural water content
- Saturated water content
- Degree of saturation
- Porosity
- Void ratio
- b. Hasil pengolahan data sifat mekanik.  
Hasil data pengukuran sifat mekanik berupa data:
- Uji kuat tekan (*point load*)

*Pembahasan*

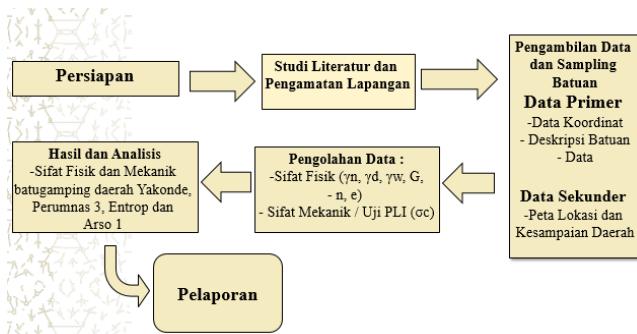
Kemudian dari hasil pengolahan data kita akan mendapatkan massa batuan dan kekuatan batuan dari setiap pengambilan sampel yang berbeda di kota dan kabupaten jayapura.

*Kesimpulan*

yang di peroleh dari hasil perhitungan dan analisis dari hasil pengambilan data dan pengolahan data yang di peroleh. setelah di lakukan perhitungan dengan permasalahan yang di teliti di laboratorium



Kesimpulannya merupakan yaitu hasil akhir dari pemecahan masalah penelitian



Gambar 3. Diagram alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Lokasi Penelitian

Koordinat lokasi dan ketinggian daerah penelitian sebagai berikut:

- Genyem (Yakonde)** dengan koordinat S 02°34'25,9" dan E140°39'49,5", Elevasi : 186
- Entrop** dengan koordinat S 02°34'51,9" dan E140°40'11,9", Elevasi : 135 m
- Waena (Perumnas 3 waena)** dengan koordinat S 02°34'34,5" dan E 140°39'55,1", Elevasi : 155m
- Arso 1** dengan koordinat S 02°34'27,9" dan E140°39'28,9", Elevasi : 246

### 2. Deskripsi Batuan

Pada 4 lokasi pengamatan dan pengambilan sampel yang berbeda oleh karena itu harus dilakukan deskripsi pada empat sampel tersebut hasil deskripsi sebagai berikut :

#### Batu gamping Yakonde

Warna : Putih

Lapuk : Hitam

Jenis batuan : Sedimen Klastik

Struktur : Masif

Tekstur :

- Ukuran butir : < 1/256(Lempung)
- Sortasi : Baik
- Kemas : Tertutup
- Komposisi Mineral : Mineral karbonat



Gambar 4. Batu gamping Yakonde

Genesa : merupakan batu gamping lembut dengan tekstur sangat halus batuan ini terbentuk dari cangkang berkapur organisme laut seperti foraminifera atau berbagai jenis ganggang laut

#### Batu gamping Waena



Gambar 5. Batugamping Waena

Jenis batuan : batuan sedimen non klastik

Warna : coklat putih

Struktur : olitik

Tekstur : kristalin

Komposisi : kalsium

Genesa : merupakan batu gamping padat dengan ukuran butir halus dan seragam

**Batu gamping Entrop**



Gambar 6. Batugamping Entrop

Jenis batuan : batuan sedimen non klastik  
Warna : coklat putih  
Struktur : olitik  
Tekstur : kristalin  
Komposisi : kalsium  
Genesa : batu gamping kasar yang terbentuk pada daerah pantai

**Batu Gamping Arso 1**

Jenis batuan: sedimen klastik/karbonat  
Struktur : biogenik  
Warna : putih.kecoklatan  
Struktur :primer masif



Gambar 7. Batugamping Arso 1

Tekstur  
-Ukuran pasir-lempung  
-Derajat pembundaran membundar  
-Kemas terbuka  
Komposisi mineral :  
Fragmen:cangkang kerang dan terumbu  
Semen : karbonat  
Genesa : terbentuk di daerah lingkungan pengendapan laut dangkal

**3. Pembahasan**

1. Sifat Fisik Batuan  
Sifat fisika batuan ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

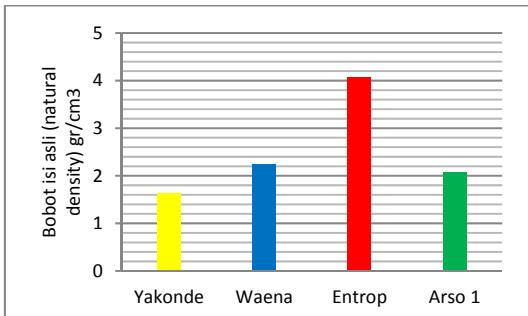
Tabel 1. Data Uji Sifat Fisik Daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 (bagian 1)

Lokasi	natural density (gr/cm <sup>3</sup> )	dry density (gr/cm <sup>3</sup> )	saturate density (gr/cm <sup>3</sup> )	App specific density (gr/cm <sup>3</sup> )	True specific density (gr/cm <sup>3</sup> )
Yakonde	1,625	1,620	1,811	1,620	2,017
Waena	2,243	2,335	2,482	2,335	2,752
Entrop	4,061	4,057	3,563	4,057	2,730
Arso 1	2,001	2,001	2,154	2,001	2,365

Tabel 2. Data Uji Sifat Fisik Daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 (bagian 2)

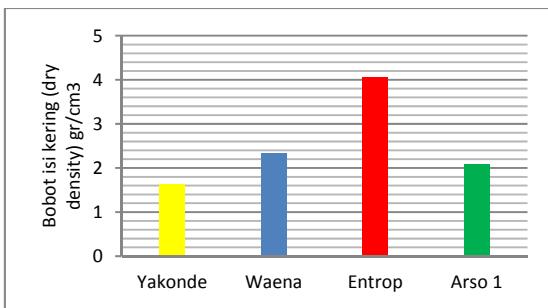
Lokasi	natural water contend (%)	saturated water contend (%)	deggre of saturation (%)	Porositas (%)	Void ratio
Yakonde	0,309	11,818	3,623	19,122	0,245
Waena	3,88	6,426	44,943	14,749	0,182
Entrop	0,11	6,399	11,111	49,324	0,172
Arso 1	2,751	7,682	52,119	2,001	0,182





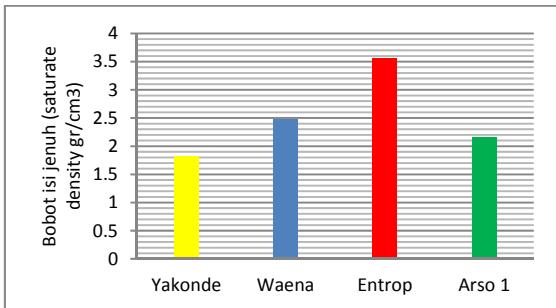
Gambar 1. Bobot isi asli (natural density)  
gr/cm<sup>3</sup>

Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui bobot isi asli ke empat daerah penelitian diketahui bahwa bobot isi asli berkisar antara 1,62 gr/cm<sup>3</sup> (Yakonde) sampai 4,06 gr/cm<sup>3</sup> (Entrop)



Gambar 2. Bobot isi kering (dry density)  
gr/cm<sup>3</sup>

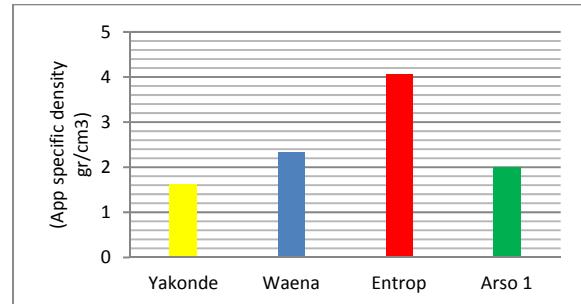
Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui bobot isi kering ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa bobot isi kering berkisar antara 1,62 gr/cm<sup>3</sup> (Yakonde) sampai 4,05 gr/cm<sup>3</sup> (Entrop)



Gambar 3. Bobot isi jenuh (saturated  
density gr/cm<sup>3</sup>)

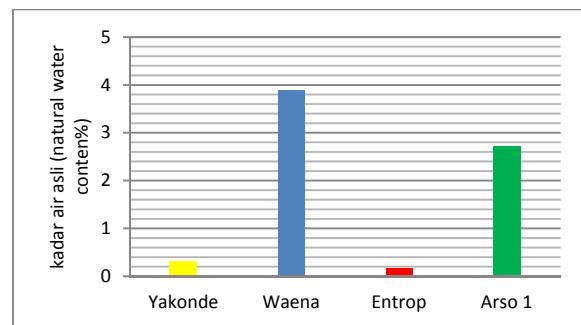
Dari hasil tabel dan diagram di atas di ketahui bobot isi jenuh ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa bobot isi jenuh

berkisar antara 1,62 gr/cm<sup>3</sup> (Yakonde) sampai 4,05 gr/cm<sup>3</sup> (Entrop)



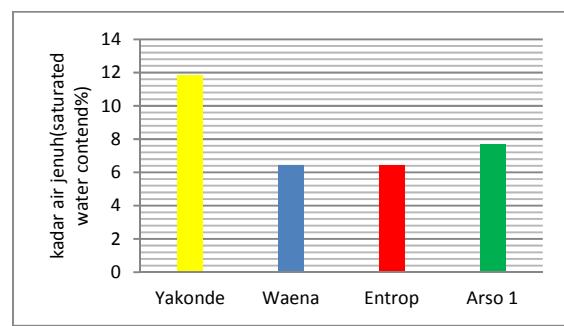
Gambar 4. Berat jenis Semu (App specific  
density gr/cm<sup>3</sup>)

Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui Berat Jenis Semu ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa Berat jenis Semu berkisar antara 1,62 gr/cm<sup>3</sup> (Yakonde) sampai 4,05 gr/cm<sup>3</sup> (Entrop).



Gambar 5. kadar air asli (natural water  
content %)

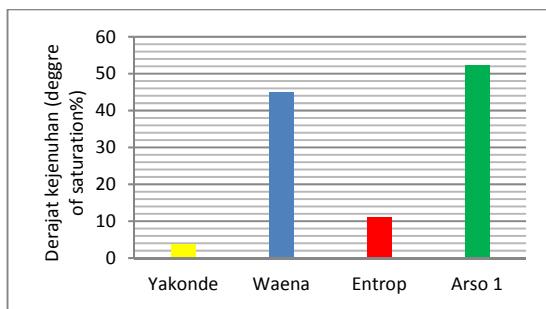
Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui kadar air asli ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa kadar air asli berkisar antara 0,16% (Entrop) Sampai 3,88% (Waena)



Gambar 6. kadar air jenuh( Saturated  
water content %)

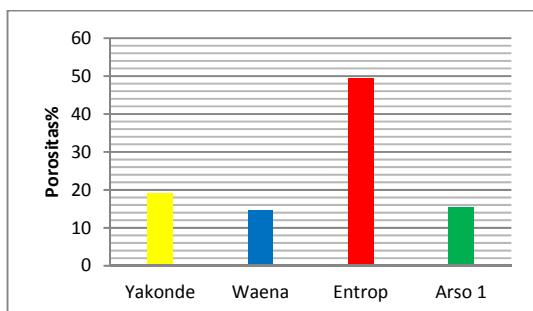


Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui kadar air jenuh ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa kadar air jenuh berkisar antara 6,39 % ( Entrop ) sampai 11.8% (Yakonde)



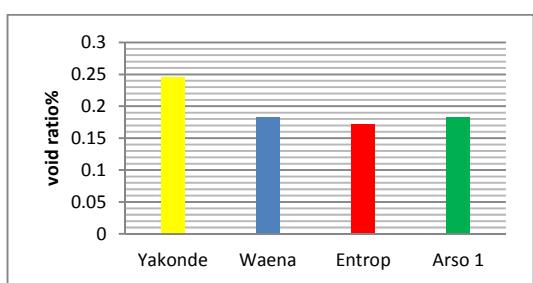
Gambar 7. Derajat kejemuhan (*Deggre of saturation %*)

Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui Derajat kejemuhan ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa Derajat kejemuhan berkisar antara 3,62 % (Yakonde) Sampai 52,1 % (Arso)



Gambar 8. Porositas%

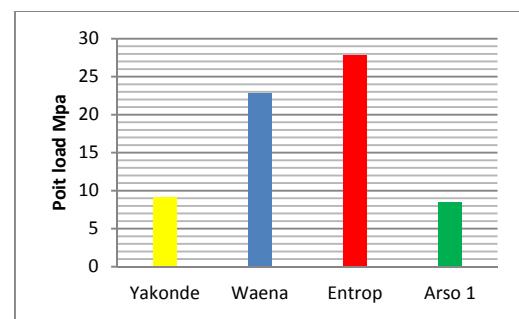
Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui porositas ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa porositas berkisar antara 14,74 % (Waena) sampai 49,32 % (Entrop)



Gambar 9. Angka Pori (Void ratio %)

Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui void ratio ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa void ratio terkecil berada di daerah Waena 0,18 % dan void ratio terbesar adalah daerah Yakonde 0,24%

## 2. *Sifat Mekanik Batuan*



Gambar 10. Uji kuat tekan (*Point load*), Mpa

Dari hasil tabel dan gambar di atas di ketahui uji sifat mekanik (kuat tekan) ke empat daerah penelitian di ketahui bahwa kuat tekan batu gamping berkisar antara 8,454 MPa (Entrop) sampai 27,55 MPa (Arso 1)

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Bobot isi asli gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 1,62 gr/cm<sup>3</sup> 2,24 gr/cm<sup>3</sup> 4,06 gr/cm<sup>3</sup> 2,00 gr/cm<sup>3</sup>.
2. Bobot isi kering gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 1,62 gr/cm<sup>3</sup> 2,33 gr/cm<sup>3</sup> 4,061 gr/cm<sup>3</sup> 2,00 gr/cm<sup>3</sup>.
3. Bobot isi jenuh gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 1,81 gr/cm<sup>3</sup> 2,48 gr/cm<sup>3</sup> 3,56 gr/cm<sup>3</sup> 2,15 gr/cm<sup>3</sup>.
4. Berat jenis semu (*App specific density*) gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 1,62 gr/cm<sup>3</sup> 2,33 gr/cm<sup>3</sup> 4,05 gr/cm<sup>3</sup> 2,00 gr/cm<sup>3</sup>.



5. Berat Jenis Nyata (*True Specific density*) gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 2,01 gr/cm<sup>3</sup> 2,75 gr/cm<sup>3</sup> 2,73 gr/cm<sup>3</sup> 2,36 gr/cm<sup>3</sup>.
6. Kadar air asli gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 0,30 gr/cm<sup>3</sup> 3,88 gr/cm<sup>3</sup> 0,16 gr/cm<sup>3</sup> 2,71 gr/cm<sup>3</sup>.
7. Kadar air jenuh gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 11,81 gr/cm<sup>3</sup> 6,42 gr/cm<sup>3</sup> 6,39 gr/cm<sup>3</sup> 7,68 gr/cm<sup>3</sup>.
8. Derajat kejenuhan daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah: 3,62 gr/cm<sup>3</sup> 44,94 gr/cm<sup>3</sup> 11,1 gr/cm<sup>3</sup> 52,11 gr/cm<sup>3</sup>.
9. Porositas gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 19,122 gr/cm<sup>3</sup> 14,749 gr/cm<sup>3</sup> 49,324 gr/cm<sup>3</sup> 15,300 gr/cm<sup>3</sup> dari kisaran terbesar daerah Entrop dan terkecil daerah Waena.
10. Void ratio gamping daerah Yakonde, Waena, Entrop, arso 1 yaitu: 0,24 gr/cm<sup>3</sup> 0,18 gr/cm<sup>3</sup> 0,17 gr/cm<sup>3</sup> 0,18 gr/cm<sup>3</sup> dari kisaran terbesar daerah Arso 1, Waena dan terkecil daerah Entrop.
11. Kuat Tekan Batugamping Yakonde, Waena, Entrop dan Arso 1 adalah : 9,20 MPa, 22,88 MPa, 27,75 MPa, 8,45 MPa.

#### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih detai tentang sebaran sifat fisik dan mekanik minimal 5 tempat di setiap wilayah kota maupun kabupaten agar data lebih bervariasi.
2. Ketelitian dan kalibrasi alat diperlukan supaya diperoleh data yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Brady B.H.G. dan E.T. Brown, "*Rock Mechanic for Underground Mining*", George Allen & Unwin, London, 1985.

Jumikis, A. R. "*Rock Mechanic*", Second Edition, Trans Tech. Publications, ClausthalZellerfeld, Federal Republic Of Germany, 1983.

Hudson, J. A. dan J.P. Harrison, "*Rock Mechanic, Principles and Application*", Draft 3.0, Imperial College, London, 1990.

Made Astawa rai dan Suseno Kramadibrata, "*Diktat Kuliah Mekanika Batuan*", Penerbit ITB, 1999.

