

**PENGARUH KEKUATAN BATUAN DAN KOMPOSISI SILIKA TERHADAP  
TINGKAT KEAUSAN MATA GARU (*RIPPER*) DALAM PROSES  
PEMBONGKARAN LAPISAN OVERBURDEN TAMBANG BATUBARA PT.  
MUARA ALAM SEJAHTERA KABUPATEN LAHAT SUMATERA  
SELATAN**

**THE IMPACT OF ROCK STRENGTH AND SILICA COMPOSITION  
AGAINST LEVEL OF RIPPER TIPS IN THE PROCESS REMOVED THE  
OVERBUDEN FROM COAL MINE MUARA ALAM SEJAHTERA  
COMPANY REGENCY OF LAHAT SOUTH SUMATERA**

**Muhammad Abduh<sup>1</sup> Syamsul Komar<sup>2</sup> dan Mukiat<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,  
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang, 30139, Indonesia  
Email : abduhmallira@gmail.com*

**ABSTRAK**

*Sebelum melakukan penggalian batubara pada tambang terbuka, terlebih dulu dilakukan pengupasan lapisan tanah penutup. Pengupasan lapisan tanah penutup ini biasanya dapat dilakukan dengan metode penggaruan atau peledakan. Dalam kenyataannya metode penggaruan kurang efektif dengan waktu dan biaya operasi yang tinggi. Walaupun penggaruan merupakan metode yang kurang efektif pada aktivitas pertambangan namun tetap menjadi sesuatu yang terus dikembangkan. Penelitian ini difokuskan pada tiga jenis batuan yang digaru yaitu silty claystone, silty sandstone, dan sandstone. Batuan silty claystone memiliki nilai kuat tekan 87,7 KPa, silty sandstone 95,7 KPa, sandstone 100,8 Kpa dan nilai kuat geser 257,7 Kpa pada batuan silty claystone, 288 KPa pada batuan silty sandstone dan 316 KPa pada batuan sandstone. Sedangkan komposisi silika pada batuan silty claystone 58,5%, silty sandstone 60,2%, dan batuan sandstone 62,4%. Berdasarkan dari ketiga karakteristik batuan tersebut, didapat tingkat keausan mata garu paling tinggi terjadi pada batuan sandstone yaitu 5,79 cm/jam, silty sandstone 1,49 cm/jam, dan paling rendah pada batuan silty claystone 0,16 cm/jam. Untuk usia pakai optimal mata garu pada batuan sandstone selama 4,8 jam, silty sandstone 26 jam dan silty claystone 250 jam.*

Kata kunci: Tips Ripper, silty claystone, silty sandstone, sandstone

## **1. PENDAHULUAN**

Kegiatan yang pertama kali akan dilakukan pada penambangan secara terbuka akan dilakukan adalah pembersihan vegetasi (tumbuh-tumbuhan) diatas permukaan atau yang disebut dengan istilah *land clearing*. *Land clearing* ini biasanya dilakukan dengan menggunakan alat penggusur bulldozer. Setelah dilakukan kegiatan *land clearing* barulah dimulai kegiatan eksploitasi. Pada awal kegiatan ini akan dilakukan penggalian lapisan tanah penutup (overburden). Lapisan tanah penutup adalah semua lapisan tanah/batuan yang berada di atas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga [1], sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dapat menggali bahan galian berharga tersebut.

Penggalian overburden ini bisa dilakukan secara langsung tanpa pembongkaran terlebih dahulu apabila material bersifat lunak (soft), metode penggalian ini biasa disebut *direct digging* atau gali langsung. Apabila material bersifat keras, ada baiknya terlebih dahulu sebelum dilakukannya proses penggalian. Pembongkaran bisa dilakukan dengan proses

penggaruan (*ripping*) maupun peledakan (*blasting*). Penggaruan lapisan tanah penutup maupun peledakan tidak dilakukan serta merta begitu saja saat menjumpai material keras. Namun perlu ada analisis teknis maupun ekonomis untuk menentukan metode pembongkaran yang sesuai dengan sifat-sifat batuan maupun kondisi lapangan. Pembongkaran lapisan tanah penutup dengan menggunakan penggaruan lebih ekonomis dibandingkan dengan pemboran dan peledakan [2]. Namun tidak semua lapisan tanah penutup dapat dibongkar dengan penggaruan karena sangat tergantung pada sifat-sifat material penyusunnya terutama sifat kuat tekan, struktur, dan pelapukan batuan tersebut [3].

Dalam beberapa kegiatan penggaruan ini sering terjadi patahnya alat garu (*ripper*) dan tingkat keausan alat garu yang sangat tinggi. Akibatnya kegiatan penggaruan ini dirasa kurang optimal sehingga biaya yang diperlukan tidak menjadi ekonomis dan banyak perusahaan yang lebih memilih pembongkaran dengan pemboran dan peledakan dengan alasan lebih efisien. Ditambah lagi adanya variasi hasil penggaruan pada berbagai jenis batuan. Maka dari itu perlu diteliti bagaimana cara mengoptimalkan penggaruan pada berbagai lapisan batuan penutup guna mendapatkan hasil pembongkaran yang lebih optimal. Sehingga nantinya dapat diketahui pada jenis batuan paling optimal dilakukan penggaruan dengan *ripper* bulldozer “X”.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keausan mata garu (*ripper*) faktor faktor yang menyebabkan terjadinya keausan pada mata garu (*riper*) Permasalahan saat ini adalah meningkatnya keausan mata garu (*ripper*) dan faktor faktor apa saja yang menyebabkan tingkat keausan mata garu (*ripper*). Adapun manfaat dilakukannya penelitian kali ini adalah untuk mengoptimalkan produktivitas alat garu serta meminimalisir kegiatan peledakan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Muara Alam Sejahtera (MAS) Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Bulldozer Caterpillar tipe D9R (Gambar 1) yang digunakan pada pembongkaran lapisan overburden. Penelitian ini menggunakan dua pendekatan yaitu pengujian kekuatan batuan dan kandungan silika pada laboratorium, sedangkan untuk penelitian lapangan ditujukan untuk melihat tingkat keausan mata garu. Pada penelitian ini difokuskan meneliti 3 jenis batuan penutup yaitu *silty claystone*, *silty sandstone* dan *sandstone*.

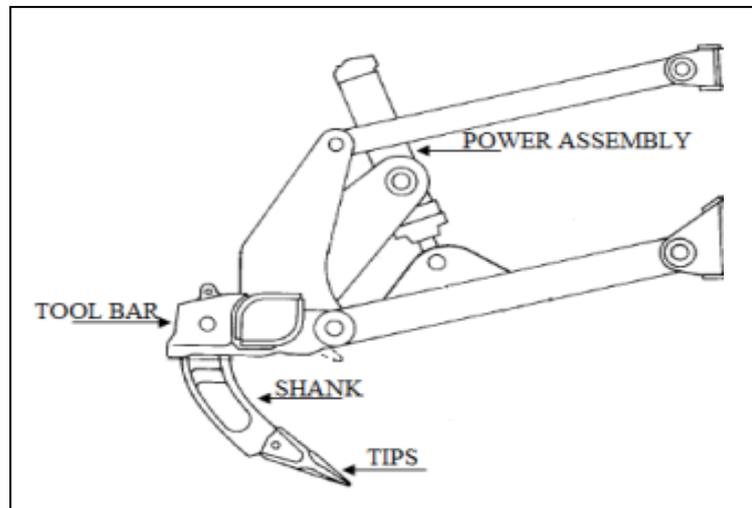
*Ripper* merupakan alat garu yang terbuat dari baja, terpasang dibagian belakang *bulldozer* selama proses penggalian batuan [4]. *Ripper* berfungsi sebagai alat garu material yang ditarik oleh *bulldozer*. Kemampuan *ripper* tergantung pada kemampuan giginya untuk masuk ke dalam tanah dan kekuatan mesin penarik *ripper* tersebut (*bulldozer*). Berdasarkan jumlah gigi (*shank*), *ripper* dapat dikelompokan *single shank ripper* dan *multi shank ripper* [5]. Terdapat dua metode yang bertujuan agar hasil *ripping* dapat sesuai dengan yang diinginkan dan dapat mempermudah alat muat melakukan pemuatan material ke alat angkut, yaitu metode *ripping* berdampingan dan metode *ripping* silang siur [6]. Pada Bulldozer Caterpillar D9R terdapat 4 komponen yang ditunjukkan (Gambar 2) komponen tersebut terdiri dari power assembly, toolbar, shank, dan tips. Tips (mata garu) merupakan komponen yang langsung berhubungan dengan tanah. Terdapat 6 macam jenis tips, PT. MAS menggunakan tipe long penetration tips pada bulldozer D9R. Tips ini cocok untuk pembongkaran lapisan batuan yang memiliki kekerasan yang rendah [7].

Terdapat faktor – faktor yang mempengaruhi kemampugaruan, kekuatan batuan termasuk kedalam faktor yang mempengaruhi kemampugaruan. Pada proses penggaruan, batuan terbongkar karena adanya gaya *compressive* dan *tensile* yang bekerja sehingga dalam penaksiran kemampugaruan tidak lepas dari uji kekuatan batuan. Kuat tarik dianggap memilki peranan lebih penting daripada kuat tekan dalam klasifikasi kemampugaruan batuan [8]. Parameter dalam menggores permukaan material lain. Singh telah mengusulkan sistem klasifikasi abrasivitas berdasarkan mineral pembentuk batuan, derajat kebundaran mineral (*mineral angularity*), kekuatan material perekat (*cementing material*), cechar index dan indeks kekerasan batuan (*toughness*) [9].

Analisis regresi sederhana merupakan hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas (*variable independen*) dan variabel tak bebas (*variabel dependen*). Tujuan utama regresi adalah untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel (*variabel dependen*) jika nilai variabel yang lain yang berhubungan dengannya (variabel lainnya) sudah ditentukan [10].



Gambar 1. Bulldozer Caterpillar D9R



Gambar 2. Komponen Ripper

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik batuan yang diamati adalah sifat mekanik dan komposisi silika batuan. Sifat mekanik yang diteliti adalah nilai kuat tekan batuan dan nilai kuat geser. Nilai kuat tekan ini diperoleh dengan pengujian *triaxial*, untuk kuat geser dilakukan pengujian *direct shear*, untuk pengujian kekuatan batuan dilakukan dilaboratium beserta pengujian kandungan silika pada masing masing batuan. Adapun batuan yang digaru terdapat tiga jenis batuan yaitu *silty claystone*, *silty sandstone* dan *sandstone*. Dari nilai kuat tekan batuan, nilai kuat geser dan komposisi silika pada masing-masing jenis batuan yang digaru tersebut akan dilihat pengaruhnya terhadap tingkat keausan mata garu (usia pakai *ripper*). Sehingga diketahui hubungan antara karakteristik batuan dengan tingkat keausan mata garu.

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkanlah tingkat keausan mata garu (*ripper*) rata – rata saat jam kerja, dijelaskan pada (Tabel 1). Dapat dilihat pada tabel tersebut menunjukkan bahwa batuan *sandstone* paling besar menyebabkan keausan pada mata garu (*ripper*).

Dari tabel diatas dapat digambarkan menjadi grafik (Gambar 3) yang dihubungkan dengan jam kerja pada PT. Muara Alam Sejahtera yaitu 10jam/shift. Sehingga dapat kita lihat bahwa pada saat dilakukan penggaruan pada lapisan batuan *sandstone*, mata garu harus diganti dengan yang baru kurang dari 7 jam kerja. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa penggaruan optimal terjadi pada batuan *silty claystone* karena tingkat keausan mata garu jauh lebih rendah dibandingkan batuan yang lain.

Terdapat faktor yang mempengaruhi tingkat keausan mata garu (*ripper*) yaitu kuat tekan batuan, kuat geser batuan dan kandungan silika, ketiga parameter tersebut merupakan tujuan dari penelitian ini. Kuat tekan batuan mempengaruhi penetrasi awal *ripper* kedalam tanah, kuat geser batuan mempengaruhi penarikan *ripper* pada saat proses pembongkaran overburden. Untuk batuan yang mengandung silika memiliki sifat abrasivitas yang dapat mengakibatkan mata garu (*ripper*) menjadi aus ataupun tidak optimal untuk digunakan kembali.

Tabel 1. Tingkat Keausan Pada Masing – Masing Batuan.

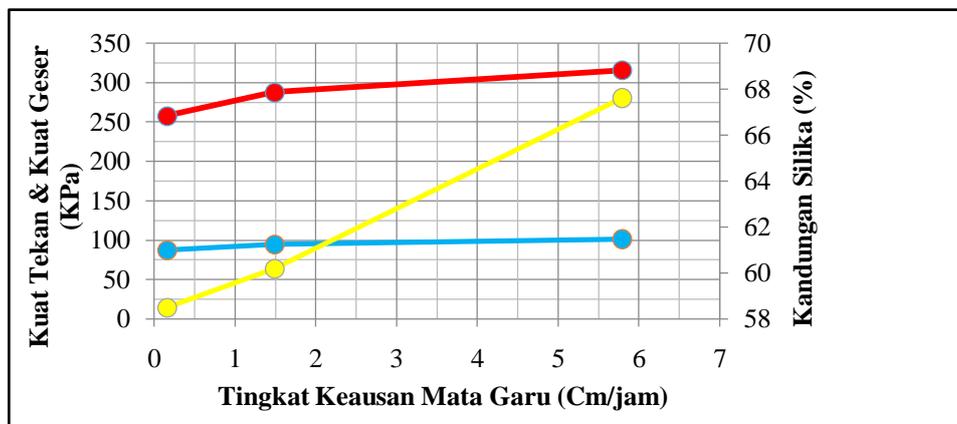
Lapisan Batuan	Tingkat Keausan (cm/jam)
Silty Claystone	0,16
Silty Sandstone	1,49
Sandstone	5,79



Gambar 3. Hubungan Tingkat Keausan Mata Garu (*Ripper*) Terhadap Jam Kerja Alat

Tabel 2. Nilai Kuat Tekan, Nilai Kuat Geser Dan Kandungan Silika Batuan

Jenis Batuan	Nilai Kuat Tekan	Nilai Kuat Geser	Kandungan Silika	Tingkat Keausan (cm/jam)
Silty Claystone	87,7	257,7	58,5	0,16
Silty Sandstone	95	288	60,2	1,49
Sandstone	100,8	316	67,6	5,79



Gambar 4. Hubungan Nilai Kuat Tekan, Nilai Kuat Geser Dan Kandungan Silika Terhadap Tingkat Keausan Mata Garu (*Ripper*).

Berdasarkan (Tabel 2) dapat digambarkan grafik (Gambar 4) menunjukkan bahwa tingkat kandungan silika memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap tingkat keausan mata garu (hubungan linear). Hal ini terlihat dari sudut yang dibentuk garis linier (warna kuning) terhadap bidang datar (sumbu x). Semakin besar sudut yang dibentuk tersebut, maka semakin cepat tingkat keausan mata garu. Sedangkan faktor kuat tekan batuan (warna biru) dan kuat geser batuan (warna merah) memiliki sudut yang lebih kecil dibandingkan dengan faktor kandungan Silika. Ini menunjukkan bahwa faktor kuat tekan batuan dan kuat geser batuan memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan faktor kandungan silika terhadap tingkat keausan mata garu. Kandungan Silika menjadi faktor yang paling besar membuat mata garu (*ripper*) menjadi aus karena sifat abrasivitas nya yang tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Terdapat 3 jenis batuan pada overburden yang menjadi sample yaitu, silty claystone, silty sandstone dan sandstone. Batuan Sandstone lah yang paling besar mengakibatkan keausan mata garu (*ripper*)
- b. Nilai kuat tekan batuan, nilai kuat geser batuan dan kandungan silika pada batuan merupakan faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat keausan mata garu (*ripper*)
- c. Semakin tinggi nilai kuat tekan batuan, nilai kuat geser batuan dan kandungan silika, maka tingkat keausan mata garu juga semakin tinggi pada saat pengupasan lapisan overburden (hubungan linier). Tingkat keausan mata garu yang paling tinggi disebabkan kandungan silika.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peurifoy, R. L., (1970). *Construction Planning, Equipment, and Methods. First Edition*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha Ltd.
- [2] Sahu, R. K., (2012). *Application Of Ripper-Dozer Combination In Surface Mines: Its Applicability And Performance Study*. Rourkela: Department Of Mining Engineering National Institute Of Technology.
- [3] Mohamad, E. T., S. V. A. N. Khaili, A., and Rosli, S., (2011). *Challenges of Excavation by Ripping Work in Weathered Sedimentary Zone. Vol: 16*, Bund O. Malaysia: EJGE.
- [4] Macgregor, F., Phd. The Rippability of Rock. *Thesis Summary*.
- [5] Tenriajeng, A. T., (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis. Edisi Pertama*. Jakarta: Gunadarma.
- [6] Hasan, H., 2008. Penggunaan Ripper dalam Membantu Excavator Pada Pengupasan Overburden Tanpa Peledakan (Blasting) Pada Tambang Batubara Skala Kecil. *Jurnal Aplika*. 8(1), 29 -33.
- [7] Caterpillar. *Caterpillar Performance Handbook*. Edition 29.
- [8] Singh R. N., Denby B & Egretli I., (1986). Development Of A New Rippability Index For Measure Excavations. *Proceedings Of The 28th US Symposium On Rock Mechanics*. Eds. I W Farmer, J J K Daemen, C S Desai, C E Glass & S P Neuman. America: University of Arizona
- [9] Singh, R.N., (1983). *Testing Of Rock Samples from Underwater Trenching Operations of Folkstone for the Central Electricity Generating Board*. America: University of Arizona.
- [10] Hasan, Iqbal., 2010. *Pokok – Pokok Materi Statistik 2*. Jakarta : Bumi Aksara.