

**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GARU (*RIPPER*)
BERDASARKAN KEKUATAN BATUAN PT. KITADIN
SITE EMBALUT KECAMATAN TENGGARONG
SEBERANG KUTAI KARTANEGARA
PROPINSI KALIMANTAN TIMUR**

Oleh :

Tri Budi Amperadi ¹ dan Edward Andi Ashari Sinaga ²

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji penggaruan berdasarkan pada tingkat produktivitas *ripper* dan kekuatan uniaksial batuan, yaitu mengetahui tingkat produktivitas alat garu dan mengetahui nilai kuat tekan batuan. Setelah keduanya didapatkan maka akan dilakukan uji regresi untuk mengetahui hubungan antara tingkat produktivitas alat garu dengan kekuatan uniaksial batuan dengan menggunakan SPSS.

Metodelogi penelitian dalam melakukan penelitian di PT. Kitadin site Embalut ialah dengan melakukan tahap persiapan, pengamatan dan pengukuran langsung dilapangan. Tingkat produktivitas *ripper* dihitung dengan metode *volume by length*. Parameter yang diukur ialah kedalaman penetrasi, lebar penggaruan, panjang lintasan dan waktu penggaruan. Untuk mengetahui kekuatan batuan dilakukan uji kuat tekan uniaksial batuan dilaboratorium geotek. Uji kuat tekan uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength*) mengacu pada SNI 2825:2008. Jumlah sampel uji minimal adalah 3 buah dengan dimensi sampel $2 < l/d < 2.5$ dimana sampel-sampel tersebut diambil secara acak dari hasil garuan. Analisis regresi linier perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat hubungan antara dua variabel dan seberapa besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya.

Hasil penelitian mengenai evaluasi produktivitas alat garu (*ripper*) berdasarkan kekuatan batuan PT. Kitadin maka didapatkan, tingkat produktivitas *ripper* (*Caterpillar D8R*) rata-rata di lokasi penelitian yaitu 315.74 m³/jam untuk batulanau (*Siltstone*) sedangkan untuk batupasir (*sandstone*) 250.09 m³/jam. Dari uji kuat tekan uniaksial (UCS) kekuatan batuan rata-rata di lokasi penelitian yaitu 7.27 Mpa untuk batulanau (*Siltstone*) sedangkan untuk batupasir (*sandstone*) 11.75 Mpa. Hasil analisis regresi linier antara kekuatan batuan yang didapat berdasarkan perhitungan kuat tekan uniaksial batuan (UCS) memiliki hubungan yang sangat erat dan signifikan dengan tingkat produktivitas. Untuk batulanau diperoleh nilai korelasi (r) -0.968 dan batupasir -0.934. Untuk nilai persamaan regresi untuk batulanau $Y=417.322-13.961X$ dan batupasir $Y=487.591-20.203X$ Hubungan keduanya saling berbanding terbalik. Evaluasi *rippabilitas* dipergunakan untuk menentukan apakah penggaruan yang dilakukan layak dan sesuai berdasarkan kekuatan batuan dan tingkat produktivitas.

^{1.} Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara

^{2.} Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. Kitadin adalah perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Pada kegiatan pengambilan bahan galian perlu dilakukan pembongkaran material penutup (*overburden*), jika material yang akan di bongkar bersifat lunak maka penggalian dapat langsung dilaksanakan dengan alat muat (*direct digging*), akan tetapi jika material tersebut keras maka perlu ada pembongkaran material tersebut agar dapat di muat dan kemudian diangkut.

Penggaruan (*ripping*) merupakan metode pembongkaran massa batuan secara mekanis, prinsip kerjanya ialah dengan melakukan penetrasi *shank* (gigi *ripper*) kedalam massa batuan lalu ditarik oleh *bulldozer* dengan arah dan jarak tertentu. Dalam mekanisme penggaruan, penetrasi gigi *ripper* kedalam massa batuan sangat menentukan apakah suatu massa batuan dapat digaru. Apabila penetrasi dapat dilakukan, maka *ripper* dapat ditarik oleh *bulldozer*, sehingga batuan dapat terbongkar. Semakin dalam penetrasi, maka semakin besar volume batuan yang terbongkar dan tingkat produktivitas *ripper* meningkat. Semakin keras massa batuan yang digaru maka penetrasi semakin dangkal dan tingkat produktivitas *ripper* menurun sehingga perlu dilakukan evaluasi penggaruan.

Tujuan :

Tujuan dilakukannya penelitian tentang evaluasi produktivitas alat garu (*ripper*) berdasarkan kekuatan batuan di PT. Kitadin ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tingkat produktivitas alat garu (*ripper*)
2. Mengetahui nilai kuat tekan batuan.
3. Mengetahui hubungan tingkat produktivitas dan kekuatan batuan

Rumusan Masalah :

Berdasarkan uraian diatas maka evaluasi produktivitas alat garu berdasarkan kekuatan batuan di PT. Kitadin meliputi, tingkat produktivitas alat garu dengan menggunakan metode *volume by length* seperti yang diterapkan oleh Basarir dan Karpuz (2004). Kuat tekan batuan yang didapatkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2825:2008 dan pengolahan data statistika dengan menggunakan SPSS untuk mengetahui hubungan tingkat produktivitas dan kekuatan batuan.

Batasan Masalah :

Sebagai pertimbangan dalam penelitian tentang evaluasi produktivitas alat garu (*ripper*) berdasarkan kekuatan batuan di PT. Kitadin dibatasi dengan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Uji kekuatan batuan dilakukan dengan uji Uniaxial Compressive Strength (UCS) yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia 2825 : 2008.
2. Perhitungan tingkat produktivitas *ripper* dilakukan dengan metode *Volume by length* seperti yang diterapkan oleh Basarir dan Karpuz (2004).
3. Pengamatan hanya dilakukan untuk *bulldozer* Cat D8.
4. Pengolahan data statistika (uji regresi, korelasi) menggunakan software SPSS 19.

Metodelogi Dalam Penelitian :

Penelitian yang dilakukan di PT. Kitadin site embalut ada dua data yang diambil yaitu data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data primer yang diambil untuk menunjang penelitian yaitu kedalaman penggaruan, lebar penggaruan, panjang lintasan dan pengambilan sampel *ripping* dilapangan

Data kedalaman penggaruan, lebar penggaruan dan panjang lintasan diambil untuk mendapatkan nilai produktivitas ripper. Perhitungan produktivitas dilakukan dengan metode *volume by length*. Produktivitas ripper dihitung sebagai ukuran kemampuan *ripper* dalam membongkar material yang kemudian dinyatakan dalam volume per satuan waktu, umumnya m^3/jam .

Sampel adalah conto atau wakil dari suatu populasi yang cukup besar jumlahnya atau satu bagian dari keseluruhan yang dipilih dan representatif sifatnya. Sampel digunakan sebagai objek penelitian untuk mendapatkan data yang mewakili dari keseluruhan populasi batuan yang ada disuatu daerah penelitian. Sampel yang diperoleh kemudian akan di bentuk menjadi silinder di laboratorium (*coring*). Sesudah sampel berbentuk silinder maka sampel disiapkan dengan dimensi yang telah ditentukan dengan standard yang akan diuji. Pengujian dilakukan secara langsung yaitu dengan menggunakan uji kuat tekan Mortar. Masing-masing sampel diuji satu-persatu dengan berdasarkan Standart Nasional Indonesia 2825 : 2008 mengenai cara uji kuat tekan batu uniaxial.

Analisis data meliputi analisis korelasi dan regresi linier sederhana. Kekuatan batuan yang diperoleh dari hasil uji laboratorium kemudian dikorelasikan terhadap tingkat produktivitas ripper. Hubungan keduanya dapat digambarkan dalam bentuk grafik, kemudian dihitung koefisien korelasi, koefisien determinasi, uji t dan analisis regresi dengan menggunakan SPSS.

Data Sekunder

Data yang diketahui dari pihak perusahaan untuk membantu dalam pengolahan data primer sehingga data menjadi satu kesatuan yang akan diolah. Selain itu, data skunder diperlukan untuk data pendukung dalam penyusunan laporan hasil penelitian. Data sekunder ini berupa : peta lokasi penelitian, peta kesampaian daerah, profil perusahaan, data spesifikasi alat garu serta alat bahan yang diperlukan dilapangan (palu geologi dan meteran).

2. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Material Yang Digaru :

Penelitian dilaksanakan di Pit S12GN PT. KITADIN site Embalut. Dilokasi penelitian terdapat dua material pembongkaran yaitu batulanau (*siltstone*) dan batupasir (*sandstone*) dimana pembongkaran dilakukan dengan menggunakan alat garu (*ripper*). Dalam pembongkaran batuan alat yang digunakan yaitu *buldozzer* Caterpillar tipe D8R yang dilengkapi dengan *ripper* (*giant/single shank ripper*) dalam proses penggaruan (pembongkaran masa batuan). Tipe *ripper* yang digunakan untuk pembongkaran yaitu *adjustable parallelogram* dimana *tooth*

dapat diatur sesuai dengan kondisi material yang ada (*variatif*). *Single shank (giant)* merupakan tipe *shank* yang digunakan dilokasi untuk melakukan pembongkaran dengan *maximum digging depth* 1.22 m dengan tipe *tip* yang digunakan yaitu *long tip*.



Gambar 1. Proses *Ripping* Batupasir



Gambar 2. Proses *Ripping* Batulanau

Tingkat Produktivitas *Ripper* :

Perhitungan tingkat produktivitas dilakukan dengan metode *volume by length*. Produktivitas *ripper* dihitung sebagai ukuran kemampuan *ripper* dalam membongkar material yang kemudian dinyatakan dalam volume per satuan waktu, umumnya m^3/jam . Perhitungan tingkat produktivitas berdasarkan *Volume by length*, dimana dalam metode ini sebuah *ripper* akan menyelesaikan satu garis lintasan yang terukur kemudian dicatat berapa waktu yang dibutuhkan, dimulai dari awal *point ripper* mulai mulai di tancapkan ke lapisan batuan sampai selesai penggaruan satu lintasan. Volume material dihitung berdasarkan lebar jejak penggaruan, kedalaman penetrasi dan panjang lintasan penggaruan. Pada pengamatan yang dilakukan selama 10 hari dengan 10 kali pengamatan dengan tipe batuan yang berbeda yaitu batupasir (*sandstone*) dan batulanau (*siltstone*).

Tabel 1. Hasil pengambilan data produktivitas *ripper*

No	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Time (s)	Nama Batuan
1	11.50	0.83	0.70	30.12	Batulanau
2	11.50	0.83	0.71	29.45	Batulanau
3	11.50	0.83	0.70	27.56	Batulanau
4	11.50	0.83	0.70	28.90	Batulanau
5	11.50	0.83	0.73	28.00	Batulanau
6	11.80	0.83	0.70	31.10	Batulanau
7	11.80	0.83	0.69	30.80	Batulanau
8	11.80	0.83	0.70	30.20	Batulanau
9	11.8	0.83	0.7	29.2	Batulanau
10	11.8	0.83	0.7	27.23	Batulanau
Avg	11.65	0.83	0.70	29.26	Batulanau

(Pit S12GN, 9 Juni 2016)

Untuk contoh perhitungan sebagai berikut :

- Panjang Lintasan : 11.50 (m)
- Lebar Penggaruan : 0.83 (m)
- Kedalaman Penggaruan : 0.70 (m)
- Waktu Penggaruan : 30.12 (Detik)

- Produktivitas / Siklus $q = \frac{0.70 \times 0.83}{2} \times 11.50$
= 3.34 M³/Siklus

- Produktivitas/Jam $Q = \frac{3.34 \times 3600}{30.12} \times 0.75$
= 299.47 M³/Jam

Tabel 2. Hasil perhitungan tingkat produktivitas *ripper* dan klasifikasinya oleh Basarir dan Karpuz (2004)

No	Tanggal	Produksi (m ³ /h)	Tipe Batuan	Klasifikasi
1	6/9/2016	314.26	Batulanau	Difficult
2	6/10/2016	321.50	Batulanau	Difficult
3	6/11/2016	228.20	Batupasir	Very Difficult
4	6/12/2016	309.04	Batulanau	Difficult
5	6/13/2016	268.03	Batupasir	Difficult
6	6/15/2016	247.20	Batupasir	Very Difficult
7	6/16/2016	313.04	Batulanau	Difficult
8	6/18/2016	242.10	Batupasir	Very Difficult
9	6/19/2016	264.92	Batupasir	Difficult
10	6/20/2016	320.86	Batulanau	Difficult

(Pit S12GN, 8- 22/06/2016)

Dari hasil perhitungan yang diperoleh dapat diketahui bahwa tingkat produktivitas *ripper* rata-rata pada batulanau (*siltstone*) lebih tinggi daripada tingkat produktivitas *ripper* terhadap batupasir (*sandstone*). Pengamatan dilapangan menunjukkan bahwa batulanau (*siltstone*) memiliki kekuatan yang lebih rendah dari batupasir (*sandstone*), hal ini dapat terlihat pada saat proses penggruan yang sangat sulit dan memakan waktu yang cukup lama untuk menyelesaikan 1 kali lintasan. Pengamatan dilapangan juga menunjukkan tipe *tip* yang dipergunakan untuk melakukan penggaruan kedua material itu sama yaitu tipe *long tip*, dimana menurut rekomendasi dari caterpillar untuk material yang keras direkomendasikan untuk menggunakan tipe *short tip*.

Pengambilan dan Pengujian Sampel Batuan :

Sampel yang akan diuji merupakan hasil dari bongkahan penggaruan, kemudian akan dilakukan *coring* di laboratorium untuk mendapatkan sampel dalam bentuk silinder. Sampel yang diambil merupakan sampel yang terganggu, peneliti memberikan perlakuan semaksimal mungkin agar tidak terjadi perubahan

fisik dari sampel batuan tersebut, misalnya dengan membungkus sampel batuan dengan plastik elastis agar dapat mengurangi penguapan air pada batuan, dan sesegera mungkin melakukan uji batuan dilaboratorium setelah sampel diambil.



Gambar 3. Sampel Hasil Bongkaran Alat Garu

Uji Kekuatan Batuan (*Uniaxial Compressive Strength*) :

Pada tahap ini batuan sampel yang telah disiapkan dengan dimensi yang telah ditentukan dengan standard yang akan diuji. Pengujian dilakukan secara langsung yaitu dengan menggunakan uji kuat tekan Mortar. Masing-masing sampel diuji satu-persatu. Hasil yang diperoleh pada perhitungan kuat tekan selanjutnya dilakukan koreksi perhitungan kuat tekan. Koreksi ini dimaksudkan untuk mencari nilai kekuatan sebenarnya, hal ini dikarenakan pada saat proses preparasi sampel yang dilakukan secara manual sulit untuk didapatkan ukuran dimensi yang tepat atau memiliki ketelitian yang tinggi.

Tabel 3. Hasil pengujian Kuat Tekan sampel *ripping*

No	Diameter (d) (mm)	Luas (A) (mm ²)	Panjang (l) (mm)	l/d	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (σ_{ca}) (Mpa)	Kuat Tekan Terkoreksi (σ_c) (Mpa)
SS1	54.13	2300.09	108.07	2.0	31.03	13.490	13.487
SS2	54.11	2298.40	108.05	2.0	23.26	10.120	10.118
SS3	54.12	2299.24	108.03	2.0	22.76	9.900	9.898
SS4	54.12	2299.24	108.03	2.0	29.91	13.010	13.007
SS5	54.12	2299.24	108.04	2.0	23.87	10.380	10.378
SS6	54.11	2298.40	108.06	2.0	36.03	15.675	15.672
SS7	54.12	2299.24	108.04	2.0	25.51	11.097	11.095
SS8	54.13	2300.09	108.06	2.0	36.70	15.957	15.953
SS9	54.12	2299.24	108.04	2.0	30.28	13.168	13.165
SS10	54.13	2300.09	108.05	2.0	37.65	16.369	16.365

(Lab. ITM Geotechnical Centre, 15 Juni 2016)

Untuk contoh perhitungan sebagai berikut :

- Diameter Sampel : 54.13 (mm)
- Panjang : 108.07 (mm)
- Area : 2300.09 (mm²)

- Beban Maksimum : 31.03 kN
- Kuat Tekan : 13.490 Mpa
- Kuat Tekan Terkoreksi = $\frac{13.490}{0.88 + (0.24 \times (\frac{54.13}{108.07}))}$
= 13.487 Mpa



Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Sebelum dan Sesudah Pengujian

Dari 10 kali pengukuran, diambil sampel sebanyak 100 buah dari dua tipe batuan, 50 sampel batulanau (*siltstone*), dan 50 sampel batupasir (*sandstone*). Hasil pengujian seperti pada table diatas. Batuan yang memiliki kekuatan terbesar yaitu batupasir (*sandstone*) kekuatan batuan tertinggi pada tanggal 15 juni 2016 dimana kekuatannya yaitu mencapai 16.365 Mpa. Sedangkan untuk batulanau (*Siltstone*) kekuatan tertinggi yaitu pada pengamatan tanggal 17 Juni 2016 diketahui kekuatannya mencapai 10.398 Mpa

Tabel 4. Deskripsi dan klasifikasi kekuatan batuan di lokasi penelitian

No	Tanggal	Tipe Batuan	UCS (Mpa)	Klasifikasi
1	6/10/2016	Batulanau	7.247	Hard ripping
2	6/13/2016	Batulanau	6.831	Hard ripping
3	6/15/2016	Batupasir	12.914	Very hard ripping
4	6/17/2016	Batulanau	7.758	Hard ripping
5	6/20/2016	Batupasir	11.103	Very hard ripping
5	6/21/2016	Batupasir	11.403	Very hard ripping
6	6/22/2016	Batulanau	7.513	Hard ripping
7	6/23/2016	Batupasir	12.142	Very hard ripping
8	6/24/2016	Batupasir	11.215	Very hard ripping
9	6/25/2016	Batulanau	7.032	Hard ripping

(Lab. ITM Geotechnical Centre)

Pengujian Hubungan UCS Batulanau dengan Tingkat Produktivitas Ripper:

Untuk memperoleh nilai hubungan antara UCS batulanau dengan tingkat produktivitas alat garu (*ripper*), maka dilakukan pengujian data rata-rata selama pengujian.

Tabel 5. Data input analisis regresi linier sederhana antara Kuat Tekan Uniaksial dengan Produktivitas pada batulanau.

No	Tanggal	Produksi (m3/h)	Tipe Batuan	UCS (Mpa)
1	6/9/2016	314.261	Batulanau	7.247
2	6/10/2016	321.498	Batulanau	6.831
3	6/12/2016	309.042	Batulanau	7.758
4	6/16/2016	313.044	Batulanau	7.513
5	6/20/2016	320.856	Batulanau	7.032

Dari hasil analisis regresi linier yang dilakukan antara kuat tekan uniaksial batulanau (*Siltstone*) dengan tingkat produktivitas *ripper* diperoleh hasil koefisien korelasi (r) -0.968 dapat disimpulkan hubungan keduanya ada pada kategori sangat kuat. Selain itu dari perhitungan diperoleh nilai koefisien korelasi -0.968 , nilai negatif yang diperoleh ini dapat disimpulkan bahwa hubungan keduanya berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai kuat tekan uniaksial batuan semakin kecil pula tingkat produktivitas yang diperoleh. Koefisien determinasi (r^2) 0.938 , hal ini dapat disimpulkan bahwa kuat tekan uniaksial batulanau (*Siltstone*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat produktivitas *ripper* dan dapat diartikan juga bahwa kuat tekan uniaksial batuan memiliki kontribusi sebesar 93.8% terhadap perubahan tingkat produktivitas *ripper* sedangkan 6.2% disebabkan oleh faktor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini. Persamaan regresi $Y=417.322-13.961X$ yang berarti apabila variabel kuat tekan uniaksial (Y) dianggap konstan atau tanpa ada penambahan, maka tingkat produktivitas akan bernilai 417.322 dan jika terjadi penambahan kuat tekan uniaksial batuan sebesar 1 satuan maka tingkat produktivitas akan turun sebesar 13.961 dan dari uji t diperoleh nilai t hitung -6.733 sedangkan untuk t tabel -3.182 yang berarti H_0 ditolak. Dan karena nilai t hitung negatif, berarti kuat tekan uniaksial batuan (UCS) berhubungan negatif (berbanding terbalik) dan signifikan terhadap tingkat produktivitas *ripper*. Adapun tabel hasilnya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil analisis korelasi dan regresi linier sederhana antara Kuat Tekan Uniaksial dengan Produktivitas pada batulanau.

Tipe Batuan	r		R ²		Persamaan Regresi
	Nilai	Tingkat Hubungan	Nilai	Tingkat Hubungan	
Batulanau	-0,968	Sangat Kuat	0,938	Sangat Kuat	$Y=417.322-13.961X$

Pengujian Hubungan UCS Batupasir dengan Tingkat Produktivitas *Ripper*:

Untuk memperoleh nilai hubungan antara UCS batupasir dengan tingkat produktivitas alat garu (*ripper*), maka dilakukan pengujian data rata-rata selama pengujian.

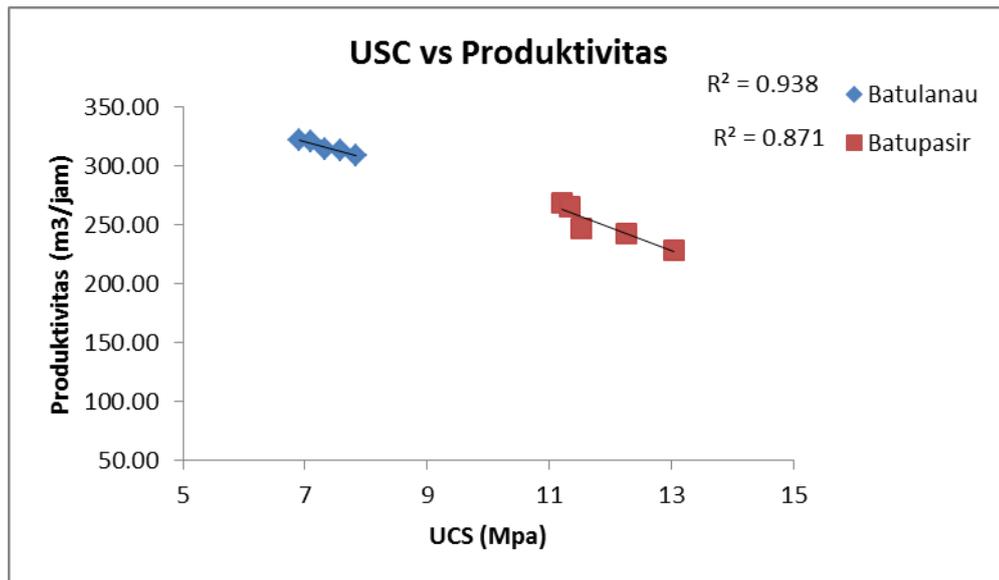
Tabel 7. Data input analisis regresi linier sederhana antara Kuat Tekan Uniaksial dengan Produktivitas pada batupasir.

No	Tanggal	Produksi (m ³ /h)	Tipe Batuan	UCS (Mpa)
1	6/11/2016	228.203	Batupasir	12.914
2	6/13/2016	268.030	Batupasir	11.103
3	6/15/2016	247.204	Batupasir	11.403
4	6/18/2016	242.103	Batupasir	12.142
5	6/19/2016	264.921	Batupasir	11.215

Hasil analisis regresi linier yang dilakukan antara kuat tekan uniaksial batupasir (*sandstone*) dengan tingkat produktivitas *ripper* diperoleh nilai koefisien korelasi (r) -0.934 dapat disimpulkan hubungan keduanya ada pada kategori sangat kuat. Selain itu dari perhitungan diperoleh nilai koefisien korelasi -0.934, nilai negatif ini dapat disimpulkan bahwa hubungan keduanya berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai kuat tekan uniaksial batuan semakin kecil pula tingkat produktivitas yang diperoleh. Nilai koefisien determinasi (r^2) 0.871 hal ini dapat disimpulkan bahwa kuat tekan uniaksial batuan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat produktivitas *ripper* dan dapat diartikan juga bahwa kuat tekan uniaksial batuan memiliki kontribusi sebesar 87.1% terhadap perubahan tingkat produktivitas *ripper* sedangkan 12.9% disebabkan oleh faktor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini. Persamaan regresi $Y=487.591-20.203X$ yang berarti apabila variabel kuat tekan uniaksial (Y) dianggap konstan atau tanpa ada penambahan, maka tingkat produktivitas akan bernilai 487.591 dan jika terjadi penambahan kuat tekan uniaksial batuan sebesar 1 satuan maka tingkat produktivitas akan turun sebesar 20.203. Dari uji t diperoleh nilai t -4.511 sedangkan t tabel -3.182 yang berarti H_0 ditolak, dan karena nilai t hitung negatif, berarti kuat tekan uniaksial batuan (UCS) berhubungan negatif (berbanding terbalik) dan signifikan terhadap tingkat produktivitas *ripper*. Adapun tabel hasil nya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Hasil analisis korelasi dan regresi linier sederhana antara Kuat Tekan Uniaksial dengan Produktivitas pada Batupasir

Tipe Batuan	r		R^2		Persamaan Regresi
	Nilai	Tingkat Hubungan	Nilai	Tingkat Hubungan	
Batupasir	-0,934	Sangat Kuat	0,871	Sangat kuat	$Y=487.591-20.203X$

Gambar 5. Grafik Hubungan UCS dan tingkat produktivitas *ripper*

Evaluasi Kekuatan Batuan dan Tingkat Produktivitas :

Berdasarkan data perhitungan produktivitas dan pengujian kekuatan batuan maka dapat dilakukan evaluasi tingkat kemampuan dilokasi penelitian dan faktor-faktor pendukungnya. Data selengkapnya seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah.

Pada batulanau terlihat pada pengamatan tanggal 12 Juni tingkat produktivitas 309.04 m³/jam dengan kekuatan uniaksial (UCS) batulanau yaitu 7.758 Mpa, dimana pada kondisi seperti menurut Basarir & Karpuz (2004) termasuk kedalam klasifikasi batuan yang sulit untuk digaru (*hard ripping*) sehingga menurunkan tingkat produktivitas alat garu.

Tabel 9. Perhitungan Produktivitas, Uji sifat mekanik, dan Klasifikasi Kemampuan

No	Tanggal	Produksi (m ³ /h)	Tipe Batuan	UCS (Mpa)	Klasifikasi
1	6/9/2016	314.26	Batulanau	7.247	Hard ripping
2	6/10/2016	321.50	Batulanau	6.831	Hard ripping
3	6/11/2016	228.20	Batupasir	12.914	Very hard ripping
4	6/12/2016	309.04	Batulanau	7.758	Hard ripping
5	6/13/2016	268.03	Batupasir	11.103	Very hard ripping
6	6/15/2016	247.20	Batupasir	11.403	Very hard ripping
7	6/16/2016	313.04	Batulanau	7.513	Hard ripping
8	6/18/2016	242.10	Batupasir	12.142	Very hard ripping
9	6/19/2016	264.92	Batupasir	11.215	Very hard ripping
10	6/20/2016	320.856	Batulanau	7.032	Hard ripping

(Lab. ITM Geotechnical Centre)

Dari data pada table diatas dapat dilihat bahwa dalam satu wilayah dengan batuan yang sama memiliki kekuatan yang berbeda. Seperti pada batupasir dan batulanau, meskipun sesama batupasir dan batulanau akan tetapi memiliki kekuatan yang berbeda-beda. Dari tabel diatas terlihat bahwa batupasir (*sandstone*) memiliki tingkat produktivitas rata-rata 228.20 m³/jam dan kuat tekan uniaksial batuan tertinggi rata-rata 12.914 Mpa (tanggal 11 Juni). Dalam kondisi ini batupasir termasuk dalam klasifikasi yang sangat susah untuk digaru (*very hard ripping*) menurut Basarir & Karpuz (2004). Pada kondisi ini tipe alat yang dipergunakan saat ini kurang tepat, mengingat nilai penggaruan yang dilakukan cukup sulit, hal ini terlihat dari tingkat produktivitas yang cukup kecil serta klasifikasi penggaruan dalam kategori sangat susah di garu (*very hard ripping*). Selain itu, juga perlu diperhatikan tipe *tip* yang dipergunakan. Untuk batuan yang termasuk dalam klasifikasi susah digaru (*very hard ripping*) caterpillar merekomendasikan tipe *short tip* sedangkan tipe *long tip* untuk material mudah digaru (*easy ripping*).

3. KESIMPULAN

Kesimpulan :

Berdasarkan rumusan masalah maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat produktivitas *ripper* rata-rata di lokasi penelitian yaitu 315.74 m³/jam untuk batulanau (*Siltstone*) sedangkan untuk batupasir (*sandstone*) 250.09 m³/jam.
2. Dari uji Kuat Tekan Uniaksial (UCS) kekuatan batuan rata-rata di lokasi penelitian yaitu 7.27 Mpa untuk batulanau (*Siltstone*) sedangkan untuk batupasir (*sandstone*) 11.75 Mpa
3. Tingkat hubungan antara kuat tekan uniaksial batuan dengan tingkat produktivitas *ripper* di lokasi penelitian menunjukkan korelasi yang sangat kuat pada kedua batuan dan signifikan. Untuk batulanau lempungan diperoleh nilai korelasi (r) -0.968 dan batupasir -0.934. Hubungan antara kuat tekan uniaksial batuan dengan produktivitas *ripper* berbanding terbalik (*negatif*), semakin tinggi kuat tekan uniaksial batuan maka semakin menurun (sedikit) tingkat produktivitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1998, *For the Tropical Engineering Field*, Universiti Teknologi Malaysia, Taman Baiduri, hal. 33-49
- Basarir H., Karpuz C, 2004, *A rippability classification system for marls in lignite mines. Journal of Engineering Geology*. Vol. 74, Issues 3-4: 303-318
- Bell FG, 2004, *Engineering Geology and Construction*. Spon Press : London.
- Amin MFM, 2006, *Characterization of Duricrusts For Excavation Purposes*, Taman Baiduri, hal 18
- BSN, 2008, Standar Nasional Indonesia No. 2825 : *Cara Uji Kuat Tekan Batu Uniaxial*, Jakarta
- Caterpillar, 2009. *Caterpillar Performance Handbook*, Edisi 29
- Sahu R K, 2012, *Aplication of Ripper-Dozer Combination in Surface Mines: Its Applicability and Perfomance Study*, National Institute of Technology, Rourkela, hal. 8-23
- Priyanto D, 2013, *Mandiri Belajar Analisis Data Dengan SPSS*, Mediakom, Yogyakarta, hal. 53-59
- Gregor FM,_____, *Thesis Summary: The Rippability of Rock*, 7 September 2015, hal.1-16, https://www.isrm.net/fotos/gca/1156442117rocha_medal_1998_macgregor_summary.pdf