

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN DAYA
LISTRIK PADA *HAMMER CRUSHER*
BERDASARKAN UKURAN FRAGMENTASI
BATUKAPUR DI UNIT TUBAN 1 PT SEMEN
INDONESIA (PERSERO), TBK, KABUPATEN TUBAN,
JAWA TIMUR**



RYAN ANTONIUS

03021381621084

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA *HAMMER CRUSHER* BERDASARKAN UKURAN FRAGMENTASI BATUKAPUR DI UNIT TUBAN 1 PT SEMEN INDONESIA (PERSERO), TBK, KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Oleh:

RYAN ANTONIUS

03021381621084

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN DAYA LISTRIK
PADA *HAMMER CRUSHER* BERDASARKAN UKURAN
FRAGMENTASI BATUKAPUR DI UNIT TUBAN 1 PT
SEMEN INDONESIA (PERSERO), TBK, KABUPATEN
TUBAN, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RYAN ANTONIUS

03021381621084

Indralaya, Agustus 2020

Pembimbing I



Ir. A. Taufik Arief, M.S.
NIP. 196309091989031002

Pembimbing II



Ir. H. Abuamat HAK., M.Sc.IE
NIP. 194812131979031001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan**



Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko H. S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ryan Antonius
NIM : 03021381621084
Judul : Analisis Efisiensi Penggunaan Daya Listrik Pada *Hammer Crusher* Berdasarkan Ukuran Fragmentasi Batukapur di Unit Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, Kabupaten Tuban, Jawa Timur

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2020



Ryan Antonius
NIM. 03021381621084

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Ryan Antonius
NIM : 03021381621084
Judul : Analisis Efisiensi Penggunaan Daya Listrik Pada *Hammer Crusher* Berdasarkan Ukuran Fragmentasi Batukapur di Unit Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, Kabupaten Tuban Jawa Timur.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi oleh tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Agustus 2020



Ryan Antonius
NIM. 03021381621084

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Efisiensi Penggunaan Daya Listrik Pada *Hammer Crusher* Berdasarkan Ukuran Fragmentasi Batukapur di Unit Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, Kabupaten Tuban, Jawa Timur” dari tanggal 01 Oktober 2019 sampai 31 Oktober 2019 dapat tersusun dan selesai.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ir. A. Taufik Arief, MS. dan Ir. H. Abuamat HAK., M.Sc.IE., selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S. Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT, dan Bochori, ST. MT, selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dosen, pegawai, dan karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
4. Ardy Zailani, ST selaku Kepala Seksi Operasi Tambang sekaligus pembimbing lapangan serta seluruh staf dan karyawan PT. Semen Indonesia (Persero), Tbk yang telah berkenan mengizinkan dan memfasilitasi dalam rangka melaksanakan penelitian Tugas Akhir.

Penyelesaian Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan nantinya. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Riwayat Hidup	v
Halaman Persembahan	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	viii
Summary	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Batukapur	4
2.2. Geometri Peledakan.....	5
2.2.1. <i>Burden (B)</i>	6
2.2.2. <i>Spacing (S)</i>	7
2.2.3. <i>Stemming (T)</i>	7
2.2.4. <i>Subdrilling (J)</i>	8
2.2.5. Kedalaman Lubang Ledak (H)	8
2.2.6. Tinggi Jenjang (L)	9
2.2.7. <i>Power Charge (PC)</i>	9
2.2.8. <i>Loading Density (de)</i>	9
2.2.9. Berat Bahan Peledak dalam Lubang Ledak (E).....	10
2.3. Fragmentasi	10
2.3.1. Model Prediksi Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan dengan Metode Kuz-Ram	10
2.3.2. Indeks Kemampuledakan Batuan	12
2.4. Kominusi	13
2.5. <i>Hammer Crusher</i>	17
2.6. Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja.....	19
2.7. Produktivitas Unit <i>Hammer Crusher</i>	20

2.8. Ketersediaan Alat Mekanis.....	20
2.8.1. <i>Mechanical Availability</i> (MA).....	20
2.8.2. <i>Physical Availability</i> (PA).....	20
2.8.3. <i>Use of Availability</i>	21
2.8.4. <i>Effective Utilization</i> (EU).....	21
2.9. Beban Produksi Per Jam <i>Hammer Crusher</i>	21
2.10. Persamaan Energi <i>Crusher</i>	22
2.10.1. Hukum Rittinger (1867)	22
2.10.2. Hukum Kick (1885).....	23
2.10.3. Hukum Bond	23
2.11. <i>Reduction Ratio</i>	24
2.12. Penelitian Terdahulu.....	24

BAB III METODE STUDI

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	28
3.2. Metode Penelitian	29
3.2.1. Studi Literatur.....	29
3.2.2. Survei Lapangan.....	29
3.2.3. Pengambilan data	30
3.2.4. Pengolahan dan Analisis Data.....	31
3.2.5. Kesimpulan dan Saran.....	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Ukuran Fragmentasi Batukapur Hasil Peledakan.....	35
4.1.1. Karakteristik Batukapur PT Semen Indonesia (Persero) Tbk	35
4.1.2. Sistem Pengeboran	36
4.1.3. Sistem Peledakan.....	37
4.1.3.1. Perhitungan Ukuran Hasil Fragmentasi Berdasarkan Persamaan Kuz-Ram.....	39
4.1.4. Penanganan Hasil Fragmentasi Peledakan	45
4.1.5. Proses <i>Crushing Plant</i>	46
4.2. Kinerja <i>Hammer Crusher</i>	51
4.2.1. Hambatan-Hambatan Unit <i>Crushing Plant</i>	51
4.2.2. Nilai Efisiensi Kerja Aktual	54
4.2.3. Nilai Ketersediaan Alat Aktual.....	56
4.2.4. Nilai Beban Produksi Per Jam <i>Hammer Crusher</i>	58
4.2.5. Produktivitas Aktual <i>Hammer Crusher</i>	58
4.2.6. <i>Reduction Ratio</i>	59
4.3. Penggunaan Daya Listrik Pada Proses <i>Size Reduction</i> Alat <i>Hammer Crusher</i>	60
4.3.1. Penggunaan Daya Listrik Aktual	60
4.3.2. Perbaikan Penggunaan Daya Listrik Alat <i>Hammer Crusher</i>	63
4.3.2.1. Perbaikan Ukuran Fragmentasi	63
4.3.2.2. Perbaikan Kinerja <i>Hammer Crusher</i>	65
4.3.2.3. Perhitungan Penggunaan Daya dan Energi Listrik Setelah Perbaikan	70

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	72
 DAFTAR PUSTAKA	 73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Geometri Peledakan (R.L. Ash, 1963).....	5
2.2. Kemampuan Aplikasi Alat Kominusi	15
2.3. <i>Hammer Crusher</i>	18
3.1. Peta kesampaian daerah PT Semen Indonesia (Persero) Tbk	28
3.2. Bagan Alir Penelitian	34
4.1. Furukawa Rock Drill PCR200 dan Compressor Airman PDS750S	37
4.2. Furukawa Rock Drill HCR1500.....	37
4.3. Fragmentasi Hasil Peledakan	44
4.4. Hubungan Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi.....	44
4.5. <i>Hopper</i>	46
4.6. <i>Wobbler Feeder</i>	47
4.7. <i>Hammer Crusher</i> Tampak Luar	48
4.8. <i>Belt Conveyor</i>	49
4.9. <i>Correction Pile</i>	50
4.10. <i>Mix Pile</i>	50
4.11. <i>Flowchart size reduction</i> PT Semen Indonesia (Persero) Tbk	50
4.12. Nilai Ketersediaan Alat Aktual Rata-rata 25 September – 25 Oktober 2019 ..	57
4.13. Distribusi Fragmentasi Batukapur Berdasarkan Geometri Usulan	65
4.14. Perbandingan Nilai Ketersediaan Alat	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Spesifikasi Batukapur Untuk Pembuatan Semen.....	4
2.2. Bobot Batuan (<i>Lilly,1987</i>).....	13
2.3. Penilaian kondisi kerja berdasarkan nilai efisiensinya (<i>Partanto, 1993</i>).....	19
2.4. <i>Selection Of Bond Work Index</i> (<i>Wills, 2016</i>).....	24
3.1. Matriks Permasalahan	32
4.1. Klasifikasi Kekerasan dan Kekuatan Batuan (<i>Jimeno dkk, 1995</i>).....	35
4.2. Geometri Peledakan Aktual 25 September-25 Oktober 2019.....	38
4.3. Ukuran Fragmentasi Hasil Peledakan 25 September-25 Oktober 2019.....	42
4.4. Hambatan Mekanis <i>Crushing Plant</i> Unit Tuban 1 Tanggal 25 September – 25 Oktober 2019.....	52
4.5. Hambatan Non-Mekanis <i>Crushing Plant</i> Unit Tuban 1 Tanggal 25 September – 25 Oktober 2019	54
4.6. Penggunaan Daya Listrik Aktual	61
4.7. Waktu Hambatan <i>Hammer Crusher</i> Setelah Perbaikan	66
4.8. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan	71
A.1. Jam Operasi per minggu Unit <i>Crushing Plant</i> Tuban 1.....	75
B.3. Pembobotan Massa Batuan	79
B.4. Persentase Ukuran Fragmentasi Batuan Berdasarkan Geometri Aktual	81
B.5. Persentase Ukuran Fragmentasi Batuan Berdasarkan Geometri Usulan.....	84
D.1.Rekapitulasi Waktu Kerja Unit <i>Crushing Plant</i> Tuban 1 25 September–25 Oktober 2019	88
D.2.Waktu Hambatan (Downtime) <i>Crushing Plant</i> Tuban 1 Sebelum Perbaikan.	94
D.3.Waktu Hambatan (Downtime) <i>Crushing Plant</i> Tuban 1 Setelah Perbaikan..	96
F.1. Pemakaian Listrik Aktual <i>Hammer Crusher</i>	101
G.1.Data Ukuran Produk <i>Hammer Crusher</i>	104
G.2.Distribusi Ukuran Produk <i>Crushing Plant</i>	105
H.2. Distribusi Densitas Contoh Batukapur.....	107

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Jam Operasi Unit <i>Crushing Plant</i> Tuban 1	75
B. Ukuran Fragmentasi Hasil Peledakan	76
C. Perhitungan Perbaikan Geometri Peledakan	85
D. Waktu Hambatan Unit <i>Crushing Plant</i> Tuban 1	88
E. Nilai Ketersediaan Alat <i>Hammer Crusher</i>	98
F. Besar Pemakaian Listrik <i>Hammer Crusher</i> Tuban 1 25 September – 25 Oktober 2019.....	101
G. Ukuran Produk <i>Crushing Plant</i>	104
H. Karakteristik Batukapur PT Semen Indonesia (Persero) Tbk	106

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA *HAMMER CRUSHER* BERDASARKAN UKURAN FRAGMENTASI BATUKAPUR DI UNIT TUBAN 1 PT SEMEN INDONESIA (PERSERO), TBK, KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR

R. Antonius¹, A. Taufik Arief²

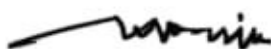
*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia
Telp/fax: (0711) 850137 ; E-mail: ryanantonius45@yahoo.com*

ABSTRAK

PT Semen Indonesia (Persero), Tbk melalui Unit Tuban 1 menyediakan batukapur untuk produksi semen menggunakan sistem *crushing plant* dengan teknologi *hammer crusher* yang digerakkan energi listrik. Permasalahan yang timbul adalah besarnya energi listrik yang digunakan untuk menghasilkan ukuran produk dinilai belum efisien apabila dilihat dari ukuran *feed* yang diremuk masih banyak yang berbentuk bongkah. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji dan mengevaluasi fragmentasi batukapur hasil peledakan, menganalisis kinerja *hammer crusher* dan menganalisis penggunaan daya listrik *hammer crusher*. Rata-rata ukuran fragmentasi batukapur berdasarkan perhitungan kuz-ram sebesar 41,17 cm dengan distribusi ukuran fragmentasi yang >75 cm sebesar 15,93%. Hasil ini belum memenuhi target yang diinginkan perusahaan. *Hammer crusher* bekerja secara efektif selama 6,655 jam/hari (efisiensi sebesar 31,64%) dengan produksi sebesar 8.987,78 ton/hari dan ukuran produk rata-rata 11,68 cm. Efisiensi dinilai masih rendah dan target produksi tidak tercapai. Besarnya penggunaan daya listrik aktual rata-rata sebesar 268 Kw dengan energi yang digunakan sebesar 0,198 Kwh/ton. Penggunaan daya listrik masih bisa diefisienkan dengan memberikan saran rancangan geometri peledakan untuk memperbaiki ukuran fragmentasi dan meningkatkan kinerja *hammer crusher* dengan mengurangi waktu hambatan sehingga didapatkan laju pengumpanan yang baik. Dari hasil perbaikan, setelah dihitung dengan persamaan Bond didapat penggunaan daya listrik untuk mencapai ukuran produk 10 cm sebesar 259,7 Kw atau energi yang digunakan sebesar 0,193 Kwh/ton.

Kata-kata kunci: *Hammer crusher*, fragmentasi, daya listrik

Pembimbing I,



Ir. A. Taufik Arief, MS.
NIP. 196309091989031002

Pembimbing II,



Ir. H. Abuamat HAK., M.Sc.H.E.
NIP. 194812131979031001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan**



Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko H., S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. sebelumnya bernama PT Semen Gresik (Persero) Tbk. merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri semen dengan lokasi pabrik terletak di Desa Sumber arum, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban. Diresmikan di Gresik pada tanggal 7 Agustus 1957 oleh Presiden RI pertama dengan kapasitas terpasang 250.000 ton semen per tahun. Tanggal 07 Januari 2013 Perseroan resmi berperan sebagai *Strategic Holding Company* yang membawahi 3 perusahaan yang bergerak di industri semen yaitu PT Semen Padang, PT Semen Gresik dan PT Semen Tonasa. Untuk memenuhi kebutuhan semen dalam negeri PT Semen Gresik di Tuban menjadi salah satu perusahaan yang diandalkan dengan kapasitas terpasang 14 juta ton semen per tahun.

Dalam proses pembuatan semen bahan baku utama yang dibutuhkan adalah batukapur. Batukapur di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk diproduksi dengan sistem penambangan terbuka (kuari). Kegiatan utama pada penambangan tersebut terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup, pembongkaran dengan peledakan, pemuatan, pengangkutan, dan pengolahan material. Tahapan pengolahan awal batukapur hasil peledakan adalah dengan mereduksi ukuran batukapur di unit *crushing plant*. PT Semen Indonesia memiliki 4 pabrik *crushing plant* yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan batuakpur yang digunakan untuk memproduksi semen, yang salah satunya yaitu pabrik Tuban 1. Teknologi yang digunakan untuk meremukkan batuan pada pabrik Tuban 1 adalah *single shaft hammer crusher*.

Sumber energy listrik yang digunakan *hammer crusher* menggunakan energi listrik yang berasal dari PLN. Permasalahan yang timbul adalah besarnya energi listrik yang digunakan untuk menghasilkan ukuran produk dinilai belum efisien apabila dilihat dari ukuran *feed* yang digerus. Fragmentasi hasil peledakan dinilai masih belum sesuai, hal ini dibuktikan dengan ukuran fragmentasi yang masih banyak berbentuk bongkah. Salah satu faktor yang menjadi penyebabnya adalah

geometri peledakan yang belum sesuai. Semakin besar ukuran *feed* yang masuk berbanding lurus dengan besarnya daya listrik yang digunakan oleh *hammer crusher*. Dan semakin tingginya daya yang digunakan juga berbanding lurus pada besarnya energi yang digunakan. Namun, besarnya daya dan energi yang digunakan *hammer crusher* tidak menjamin tercapainya target ukuran produk. Hal ini dapat dilihat pada kasus yang terjadi pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, dimana ukuran produk rata-rata yang dihasilkan dari *feed* yang masuk sebesar 11,68 cm. Hasil ini belum memenuhi target ukuran produk yang ditetapkan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk sebesar 10 cm.

Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis tingkat efisiensi penggunaan daya listrik pada *hammer crusher* dalam proses *size reduction feed* untuk menghasilkan ukuran produk yang diinginkan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana fragmentasi hasil peledakan batukapur di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk?
2. Bagaimana kinerja alat *hammer crusher* di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk?
3. Bagaimana penggunaan daya listrik pada proses *size reduction* alat *hammer crusher* di PT Semen Indonesia (Persero), Tbk?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi permasalahan hanya mengkaji kinerja dari *hammer crusher* berdasarkan jam kerja dan ukuran *feed* serta produk yang dihasilkan untuk menentukan penggunaan listrik yang digunakan pada *hammer crusher* di Unit Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dari Tanggal 25 September 2019 – 25 Oktober 2019.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. Mengkaji dan mengevaluasi fragmentasi batukapur hasil peledakan di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk
2. Mengetahui dan menganalisis kinerja alat *hammer crusher* di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk
3. Menganalisis penggunaan daya listrik pada proses *size reduction* alat *hammer crusher* di PT Semen Indonesia (Persero), Tbk.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini untuk perusahaan dan akademisi adalah:

1. Akademis

Manfaat penelitian ini adalah menjadi referensi bagi para akademisi dalam menambah ilmu pengetahuan mengenai pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi peledakan, kinerja unit *hammer crusher*, dan pengaruh fragmentasi peledakan serta kinerja unit *hammer crusher* terhadap penggunaan daya listriknya

2. Praktis

Memberikan saran dan masukan kepada perusahaan memperbaiki ukuran fragmentasi peledakan dan meningkatkan efektifitas waktu kerja dari *hammer crusher* dalam kaitannya untuk efisiensi penggunaan listrik *hammer crusher* di pabrik Tuban 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Armansyah, M., HAK, Abuamat., Asyik, Makmur. (2014). Modifikasi Geometri Peledakan Dalam Upaya Mencapai Target Produksi 80.000 Ton/Bulan dan Mendapatkan Fragmentasi Yang Diinginkan Pada Tambang Granit PT. Kawasan Dinamika Harmonitama Kabupaten Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Teknik*, Vol. 2, No.5, ISSN: 2338-7459.
- Ash, R.L. (1963). *The Mechanics of Rock Breakage*. Pit and Quarry Magazine.
- Boggs, S. (1987). *Principles of sedimentology and stratigraphy*. USA: Pearson Education Inc.
- Handoko, P. (2015). *Kajian Teknis Peremukan Batu Kapur (Size Reduction) pada Unit Crushing Plant untuk Mencapai Target Produksi Sebesar 7000 Ton/Hari di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.
- Hendy. (2016). *Analisis Hubungan Antara Nilai Ketersediaan Alat dan Ukuran Fragmentasi Hasil Peledakan Dengan Besarnya Penggunaan Daya Listrik Pada Hammer Crusher di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk Baturaja Sumatera Selatan*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.
- Indonesianto, Y. (2016). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Seri Tambang Umum UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Jimeno, C. L., Jimeno, E. L., Carcedo, F. S. A., dan Raniro, Y. V. D., (1995). *Drilling and Blasting of Rocks*. Rotterdam: Belanda.
- King, R.P. (2001). *Modeling & Simulation of Mineral Processing Systems*. Utah: University of Utah.
- Koesnaryo. S. (2001). *Teori Peledakan*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara.
- Malau R.R. (2012). *Kajian Teknis Produksi Alat Peremuk pada Peremukan Batu Granit untuk mencapai target Produksi 200.000 ton/bulan di PT. Wira Penta Kencana Tanjung Balai Kabupaten Karimun-Kepulauan Riau*. Skripsi. Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.
- Partanto, P. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan ITB.
- Putera, R.Y. (2018). *Kajian Teknis Perencanaan Size Reduction Batukapur Pada Unit Crushing Plant Pabrik Operasi 1 Untuk Mencapai Target Produksi di*

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk, Baturaja, Sumatera Selatan. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.

Sukandarrumidi. (1998). *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Taggart, A.F. (1987). *HandBook of Mineral Dressing*. New York: John Willey and So

Tobing. (2005). *Pengolahan Bahan Galian (Mineral Dressing)*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral

Willis, B.A., Finch, J.A. (2016). *Mineral Processing Technology, Eight Edition*. UK: Butterworth-Heinemann