

**SKRIPSI**

**KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT* PADA UNIT  
PENGOLAHAN BIJIH EMAS UNTUK MENCAPAI  
TARGET PRODUKSI 17.000 TON/HARI DI PT.  
*AGINCOURT RESOURCES*, BATANG TORU,  
TAPANULI SELATAN, SUMATERA UTARA**



**OLEH**

**DAUD AMIN SIREGAR  
03021181320071**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

# SKRIPSI

## **KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT* PADA UNIT PENGOLAHAN BIJIH EMAS UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI 17.000 TON/HARI DI PT. *AGINCOURT RESOURCES*, BATANG TORU, TAPANULI SELATAN, SUMATERA UTARA**

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



**OLEH**

**DAUD AMIN SIREGAR**

**NIM 03021181320071**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

**KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT* PADA UNIT PENGOLAHAN BIJIH EMAS UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI 17.000 TON/HARI DI PT. *AGINCOURT RESOURCES*, BATANG TORU, TAPANULI SELATAN, SUMATERA UTARA**

## SKRIPSI

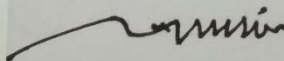
Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**DAUD AMIN SIREGAR**  
03021181320071

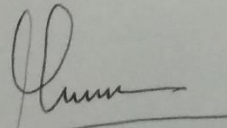
Disetujui untuk Jurusan Teknik  
Pertambangan oleh pembimbing:

Pembimbing I,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Taufik Arief'.

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

Pembimbing II,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hartini Iskandar'.

**Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.**  
NIP. 194812071978062001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

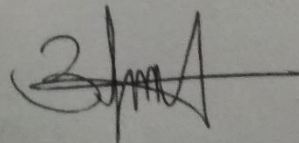
Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DAUD AMIN SIREGAR  
NIM : 03021181320071  
Judul : KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT* PADA UNIT  
PENGOLAHAN BIJIH EMAS UNTUK MENCAPAI TARGET  
PRODUKSI 17.000 TON/HARI DI PT. *AGINCOURT  
RESOURCES*, BATANG TORU, TAPANULI SELATAN,  
SUMATERA UTARA

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan 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.

**Inderalaya, Januari 2018**



**Daud Amin Siregar**  
**NIM 03021181320022**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Daud Amin Siregar

NIM : 03021181320071

Judul : KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT* PADA UNIT PENGOLAHAN BIJIH EMAS UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI 17.000 TON/HARI DI PT. *AGINCOURT RESOURCES*, BATANG TORU, TAPANULI SELATAN, SUMATERA UTARA

Menyatakan bahwa Laporan Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*Plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau *Plagiat* dalam Laporan Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Inderalaya, Januari 2018



**Daud Amin Siregar**  
NIM 03021181320071

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Kajian Teknis *Crushing Plant* Pada Unit Pengolahan Bijih Emas Untuk Mencapai Target Produksi 17.000 ton/hari di PT. *Agincourt Resources*, Batangtoru, Tapanuli Selatan, Sumatera Utara”. Tugas Akhir ini dilaksanakan pada tanggal 1 Maret sampai dengan 23 April 2017.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada Ir. A. Taufik Arief, MS. dan Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si. sebagai dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini serta kepada:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT. dan Bochori, ST., MT., IPM., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Staf dosen di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Staf pegawai di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Ir. Altur Tambun, selaku pembimbing lapangan di PT. *Agincourt Resources*.
6. Staf karyawan *Process Plant Department* dan *Mining Department* PT. *Agincourt Resources*.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dari Laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu diharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun untuk laporan ini. Demikianlah, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Inderalaya, Januari 2018

Penulis,

## RINGKASAN

KAJIAN TEKNIS *CRUSHING PLANT* PADA UNIT PENGOLAHAN BIJIH EMAS UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI 17.000 TON/HARI DI PT. *AGINCOURT RESOURCES*, BATANG TORU, TAPANULI SELATAN, SUMATERA UTARA

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Januari 2018

Daud Amin Siregar : Dibimbing oleh Ir. A. Taufik Arief, MS. dan Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.

TECHNICAL STUDY OF CRUSHING PLANT AT GOLD ORE PROCESSING UNIT FOR PRODUCTION TARGET 17.000 TON/DAYS IN PT. AGINCOURT RESOURCES, BATANG TORU, SOUTH TAPANULI, NORTH SUMATERA

xiv + 71 halaman, 19 gambar, 7 tabel, 9 lampiran

### RINGKASAN

PT. *Agincourt Resources* merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan dengan menerapkan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan kombinasi alat antara *excavator* jenis *back hoe* sebagai alat gali muat, *dump truck* sebagai alat angkut, dan *bulldozer* sebagai alat bantu pengupasan.

Produksi kumulatif pada unit *crushing plant* di PT. *Agincourt Resources* pada saat dilakukannya penelitian yaitu pada bulan Maret 2017 sebesar 15.927 ton/hari atau baru tercapai 94% dan April 2017 sebesar 15.439 ton/hari atau baru tercapai 91% dari target produksi yang ditargetkan perusahaan sebesar 17.000 ton/hari.

Alternatif yang dapat dilakukan untuk mencapai target produksi dengan cara mengurangi waktu hambatan dari segi *stanby hour* oleh faktor operasional yang disebabkan oleh jenis hambatan *levelling stockpile*. Jenis hambatan tersebut dapat meningkatkan waktu kerja efektif *crushing plant* sebesar 70 jam 43 menit selama waktu pengamatan dengan solusi pemindahan jadwal operasi *levelling stockpile* ke jadwal *maintanance* sehingga tidak membutuhkan waktu khusus untuk melakukan kedua jenis hambatan tersebut.

Setelah dilakukan upaya perbaikan, waktu efektif operasi naik dari sebelumnya 16 jam 56 menit/hari menjadi 18 jam 19 menit/hari sehingga efisiensi kerja meningkat dari sebelumnya 70.54% menjadi 76.33% dan produktifitas juga mengalami peningkatan dari 15.736 ton/hari menjadi 17.028 ton/hari. Hal ini menandakan bahwa dengan dilakukannya perbaikan maka target produksi yang direncanakan telah tercapai.

Alternatif solusi lain yang bisa dilakukan untuk mencapai target produksi sebesar 17.000 ton/hari adalah mempercepat laju *feeder* dari rata-rata *speed feeder* 35% yang menghasilkan produksi *crusher* sebesar 15.736 ton/hari ditingkatkan menjadi 38% sehingga target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 17.000 ton/hari dapat tercapai.

## SUMMARY

TECHNICAL STUDY OF CRUSHING PLANT AT GOLD ORE PROCESSING UNIT FOR PRODUCTION TARGET 17.000 TON/DAYS AT PT. AGINCOURT RESOURCES, BATANG TORU, SOUTH TAPANULI, NORTH SUMATERA

Scientific Paper in the form of Skripsi, Januari 2018

Daud Amin Siregar: Supervised by Ir. A. Taufik Arief, MS. and Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.

TECHNICAL STUDY OF CRUSHING PLANT AT GOLD ORE PROCESSING UNIT FOR PRODUCTION TARGET 17.000 TON/DAYS IN PT. AGINCOURT RESOURCES, TORU BATANG, SOUTH TAPANULI, NORTH SUMATERA

xiv + 71 pages, 19 images, 7 tables, 9 attachments

### SUMMARY

PT. Agincourt Resources is one of the companies engaged in the mining industry by applying an open mining system with which is a combination of tools between back hoe excavators as a dug truck, dump truck as a conveyance, and bulldozer as a tool stripping.

Cumulative production at crushing plant unit at PT. Agincourt Resources at the time of the research that is in March and April 2017 amounted to 15,927 and 15,439 tons / day. The production shows that the production target that has been set by the company is 17.000 ton / day or only reached 94% and 91% of the planned production target.

Alternative that can be done to achieve the production target by reducing the time barriers in terms of stanby hour by operational factors caused by the type of resistance leveling stockpile. Both types of barriers can increase the crushing plant's effective working time of 70 hours 43 minutes during observation time with the solution of moving the stockpile schedule to the maintance schedule so it does not take special time to do both types of barriers.

After the corrective action, the effective operation time increased from the previous 16 hours 56 minutes / day to 18 hours 19 minutes / day so that the work efficiency increased from 70.54% to 76.33% and the productivity also increased from 15.736 tons / day to 17.028 tons / day . This indicates that with the improvement of the planned production target has been achieved.

Another alternative solution that can be done to achieve the production target of 17,000 tons / day is to accelerate the feeder speed of the average 35% feeder speed resulting in crusher production of 15,736 tons / day increased to 38% so that the production target has been set by the company of 17,000 tons / day can be achieved.



## DAFTAR ISI

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Halaman Judul .....                                                        | i         |
| Halaman Pengesahan .....                                                   | ii        |
| Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....                             | iii       |
| Halaman Pernyataan Integritas .....                                        | iv        |
| Kata Pengantar.....                                                        | v         |
| Ringkasan .....                                                            | vi        |
| Summary .....                                                              | viii      |
| Daftar Isi.....                                                            | x         |
| Daftar Gambar .....                                                        | xii       |
| Daftar Tabel.....                                                          | xiii      |
| Daftar Lampiran.....                                                       | xiv       |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                                             | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                    | 1         |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                                | 2         |
| 1.3 Pembatasan Masalah.....                                                | 2         |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                                                | 2         |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                               | 3         |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                         | <b>4</b>  |
| 2.1 Aktivitas Penambangan di PT. <i>Agincourt Resources</i> .....          | 4         |
| 2.1.1 Proses Pengolahan Bijih Emas di PT. <i>Agincourt Resources</i> ..... | 5         |
| 2.2 Kominusi .....                                                         | 21        |
| 2.2.1 <i>Jaw Crusher</i> .....                                             | 21        |
| 2.2.2 Bagian Umum <i>Jaw Crusher</i> .....                                 | 23        |
| 2.2.3 Proses Peremukan ( <i>Crushing Process</i> ) .....                   | 25        |
| 2.2.4 Efisiensi Kerja.....                                                 | 26        |
| 2.2.5 Ketersediaan Alat ( <i>Availability</i> ).....                       | 26        |
| <b>BAB 3 METODELOGI PENELITIAN .....</b>                                   | <b>29</b> |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....                                       | 29        |
| 3.2 Metode Penelitian .....                                                | 31        |
| 3.2.1 Studi Literatur.....                                                 | 31        |
| 3.2.2 Orientasi Lapangan.....                                              | 31        |
| 3.2.3 Pengambilan Data.....                                                | 32        |
| 3.2.4 Pengolahan Data.....                                                 | 32        |
| 3.2.5 Kesimpulan dan Saran .....                                           | 34        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                    | <b>36</b> |

|                                  |                                                                                                        |     |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1                              | Analisis Hambatan Operasi <i>Jaw Crusher</i> Pada Unit <i>Crushing Plant</i> .....                     | 36  |
| 4.2                              | Alternatif Pencapaian Target Produksi <i>Jaw Crusher</i> .....                                         | 41  |
| 4.3                              | Nilai Efisiensi dan Produktifitas <i>Jaw Crusher</i> .....                                             | 433 |
| 4.4                              | Dampak Peningkatan Produktifitas <i>Crushing Plant</i> Terhadap Suplai<br><i>Ore ke Grinding</i> ..... | 455 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN ..... |                                                                                                        | 46  |
| 5.1                              | Kesimpulan.....                                                                                        | 46  |
| 5.2                              | Saran .....                                                                                            | 47  |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                               | Halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| 2. 1 Proses Penambangan di PT. Agincourt Resources .....      | 4       |
| 2. 2 Bagan Alir Pengolahan Bijih Emas .....                   | 6       |
| 2. 3 Hopper .....                                             | 8       |
| 2. 4 Feeder .....                                             | 9       |
| 2. 5 Vibrating Grizzly .....                                  | 9       |
| 2. 6 Jaw Crusher .....                                        | 10      |
| 2. 7 SAG Mill & Ball Mill .....                               | 11      |
| 2. 8 Kolom Leach dan CIL .....                                | 13      |
| 2. 9 Adsorpsi Emas dan Perak .....                            | 14      |
| 2. 10 Kolom Carbon In Leach di PT. AGINCOURT RESOURCES .....  | 16      |
| 2. 11 Kolom Acid Wash .....                                   | 17      |
| 2. 12 Proses Smelting .....                                   | 20      |
| 2. 13 Tipe Jaw Crusher .....                                  | 22      |
| 2. 14 Jaw Crusher Metso C200 .....                            | 23      |
| 2. 15 Bagian Umum Jaw Crusher Metso C200 .....                | 24      |
| 3. 1 Peta Kesampaian Daerah .....                             | 30      |
| 3. 2 Bagan Alir Prosedur Penelitian .....                     | 35      |
| 4. 1 Persentase Grafik Hambatan Jaw Crusher .....             | 36      |
| 4. 2 Grafik Produktifitas Sebelum dan Sesudah Perbaikan ..... | 43      |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                          | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian .....                                                    | 29      |
| 4.1. Jumlah Hambatan Mechanical Pada Unit Crushing Plant Selama 51 Hari Pengamatan ..... | 37      |
| 4.2. Jumlah Hambatan Electrical Pada Unit Crushing Plant Selama 51 Hari Pengamatan ..... | 39      |
| 4.3. Jumlah Hambatan Operational Pada Unit Crushng Plant Selama 51 Hari Pengamatan.....  | 40      |
| 4.4. Kondisi Crushing Plant Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....                           | 45      |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                  | Halaman |
|--------------------------------------------------|---------|
| A. Data Feed dan Product .....                   | 49      |
| B. Waktu Kerja Produktif dan Non Produktif.....  | 51      |
| C. Nilai Laju Pengumpanan dan Produktifitas..... | 54      |
| D. Distribusi Ore .....                          | 57      |
| E. Ukuran Fragmentasi Feed dan Product .....     | 59      |
| F. Feeder Speed.....                             | 63      |
| G. Deskripsi Hambatan.....                       | 65      |
| H. Faktor dan Code Jenis Hambatan .....          | 68      |
| I. Nilai Ketersediaan Alat .....                 | 69      |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertambangan merupakan kegiatan yang padat modal, padat keterampilan dan padat teknologi, sehingga kegiatan pertambangan mempunyai banyak resiko. Secara garis besar tahap-tahap kegiatan dalam usaha pertambangan meliputi Penyelidikan Umum, eksplorasi, studi kelayakan, *development*, eksploitasi, pengolahan, pemurnian, pengangkutan dan pemasaran.

PT. *Agincourt Resources* menerapkan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit*. Aktivitas penambangan di PT. *Agincourt Resources* dimulai dari pembersihan lahan dan pengupasan tanah penutup. Selanjutnya pembongkaran material yang meliputi dua tahapan yaitu pengeboran (*drilling*) dan peledakan (*blasting*), hal ini bertujuan untuk membongkar bahan galian tersebut sehingga mempunyai ukuran/fragmentasi sesuai yang diharapkan. Sehingga lebih memudahkan untuk aktifitas selanjutnya yaitu penggalian (*digging*), pemuatan (*loading*), dan pengangkutan (*dumping*) oleh bantuan *dump truck* agar dapat diangkut ke alat peremuk atau *crusher*. Pengecilan ukuran material merupakan kegiatan awal yang pada umumnya dilakukan dalam pengolahan bahan galian. Proses pengecilan ukuran bertujuan menghasilkan padatan/material dengan ukuran maupun spesifik permukaan tertentu, juga memecahkan bagian mineral atau kristal dari persenyawaan kimia yang terpaut dalam padatan tertentu. Proses pengecilan ukuran ini biasa disebut dengan kominusi yang dilakukan dengan bantuan alat *crusher*.

Dalam pengolahan bahan galian salah tahap yang perlu dilakukan adalah proses pengecilan ukuran butir, sehingga pada pengolahan bijih emas memegang peranan penting dalam penentu dari kualitas produk yang dihasilkan yang dalam prakteknya banyak kendala yang dihadapi terkait proses pengecilan ukuran butir (*crushing*).

Produksi kumulatif pada bulan Maret-April produksi kumulatif *crushing plant* sebesar 15.927 dan 15.439 ton/hari atau baru tercapai sekitar 94% (Maret) dan

91% (April) dari target produksi yang direncanakan sebesar 17.000 ton/hari. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukan suatu kajian teknis kegiatan pengolahan khususnya *crushing plant* guna optimalisasi produksi untuk mencapai target produksi yang telah direncanakan oleh perusahaan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada Penelitian ini hal yang jadi rumusan masalah adalah:

1. Hambatan-hambatan apa saja yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi pada unit *crushing plant*?
2. Alternatif atau solusi apa yang dapat dilakukan untuk mencapai target produksi unit *crushing plant*?
3. Bagaimana nilai efisiensi dan produktifitas pada unit *crushing plant*?
4. Apa dampak peningkatan produktifitas *crushing plant* terhadap suplai *ore* ke *grinding*?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini ruang lingkup permasalahan yang dibahas meliputi produktifitas, efektivitas, kendala atau hambatan unit *crushing plant* serta penilaian terhadap faktor kesediaan alat dan upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai sasaran target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan pada unit *crushing plant* di PT. *Agincourt Resources*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menganalisis hambatan-hambatan yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi pada unit *crushing plant*.
2. Melakukan kajian terhadap upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai target produksi pada *unit crushing plant*.
3. Menghitung nilai efisiensi dan produktifitas sebelum dan sesudah dilakukan upaya perbaikan pada unit *crushing plant*.
4. Mengetahui dampak peningkatan produktifitas *crushing plant* terhadap suplai *ore* ke *grinding*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Akademis
  - a. Meningkatkan wawasan mengenai ilmu pertambangan khususnya dalam pengolahan bijih emas.
  - b. Mengetahui hasil produksi serta faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dari unit *crushing plant*.
2. Manfaat Praktis
  - a. Sebagai acuan untuk kegiatan operasi produksi peremukan bijih emas di unit *crushing plant* di PT. *Agincourt Resources*.
  - b. Memberikan suatu evaluasi terhadap peningkatan waktu kerja efektif & produktifitas pada *crushing plant*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2014). Arsip Data Departemen Processing PT Agincourt Resources, Batang Toru, Tapanuli Selatan, Sumatera Utara.
- Currie, J. M. (1973). *Unit Operation In Mineral Processing*. Columbia : CSM Press Columbia.
- Drzymala, J. (2007). *Mineral Processing, Foundations of Theory and Practice of Minerallurgy*. Poland : Wraclow University Technology.
- Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta : Penerbitan Seri Tambang Umum Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Metso. (2006). *Crushing and Screening Handbook*. Finland : Kirja Paino Hermes.
- Meysiko, M. N. (2016). Optimalisasi Penggunaan Lime Stone Crusher Sebagai Alat Peremuk Batugamping di PT. Semen Padang Kecamatan Lubuk Kilangan Kotamadya Padang Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung* Vol 2(1).
- Normansya. (2016). Optimalisasi Alat Crushing Plant Untuk Memenuhi Target Produksi. *Jurnal Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung* Vol 2(1).
- Rochmanhadi. (1982). *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum
- Taggart, A.F. (1967). *Handbook Of Mineral Dressing 9*. Orland : Industrial Minerals Willey Handbook Series.
- Wills, B. A. dan Tim, J. N. M. (2006). *Mineral Processing Technology Edition: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. Australia : Elsevier Science And Technology Books.