

## Evaluasi Kinerja Crushing Plant Menggunakan Metode OEE dan Hubungannya dengan Production Rate Index (PRI) di PT Gunung Lagadar Abadi, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Firman Firdaus Has<sup>\*</sup>, Solihin, Rully Nurhasan

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\* pirdaus.firman@gmail.com, solihin@unisba.ac.id, rully.mp354@gmail.com

**Abstract.** PT Gunung Lagadar Abadi has a problem with tools that are less effective in achieving production, in order to be able to streamline the performance of these tools, it is necessary to do an assessment of the problems, one of which is in the mining processing area where in a crushing plant unit there is a crusher consisting of 3 jaw primary crusher, secondary jaw crusher and tertiary cone crusher parts. Based on the calculation results of the overall equipment effectiveness (OEE) value, which is 49.29%, it can be diagnosed that the overall equipment working on the crushing plant unit is not effective because it is far from an acceptable benchmark value of 85%, there are three components (availability, performance, rate of quality product) which is the biggest problem, one of which is the rate of quality product which is less than 85% so that the resulting production rate index (PRI) is small because the mechanical equipment to produce production does not work in accordance with its capacity, which at least works up to 85%, meanwhile the availability parameter is not a problem because the resulting value is more than 95% as well as the performance parameter.

**Keywords:** *Crushing Plant, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Production Rate Index (PRI).*

**Abstrak.** PT Gunung Lagadar Abadi memiliki permasalahan alat yang kurang efektif dalam mencapai produksi, guna untuk dapat mengefektifkan kinerja alat tersebut, perlu dilakukannya pengkajian terhadap permasalahan – permasalahan yang salah satunya berada pada area pengolahan tambang dimana pada suatu unit crushing plant terdapat alat peremuk yang terdiri dari 3 bagian jaw primary crusher, jaw secondary crusher dan tertiary cone crusher. Berdasarkan hasil perhitungan nilai overall equipment effectiveness (OEE) yaitu sebesar 49,29%, sehingga dapat didiagnosa bahwa keseluruhan alat yang bekerja pada unit crushing plant tidak efektif dikarenakan jauh dari nilai standar yang dapat diterima yaitu sebesar 85%, terdapat tiga komponen (availability, performance, rate of quality product) yang menjadi permasalahan terbesar salah satunya pada rate of quality product yang kurang dari 85% sehingga nilai production rate index (PRI) yang dihasilkan kecil karena alat mekanis untuk menghasilkan produksi tidak bekerja sesuai dengan kapasitasnya yang setidaknya alat bekerja mencapai 85%, sementara itu parameter availability tidak menjadi permasalahan dikarenakan nilai yang dihasilkan lebih dari 95% begitu pula dengan parameter performance.

**Kata Kunci:** *Crushing Plant, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Production Rate Index (PRI).*

## A. Pendahuluan

PT Gunung Lagadar Abadi merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan dengan melakukan kegiatan penambangan bahan baku utama yaitu batuan andesit sebagai pendukung terhadap kebutuhan konsumen dalam pembangunan nasional. Banyaknya permintaan material terhadap proyek pembangunan tentunya berdampak terhadap peningkatan jumlah produksi batuan andesit yang akan dihasilkan. PT Gunung Lagadar Abadi memiliki permasalahan alat yang kurang efektif dalam mencapai produksi, guna untuk dapat mengefektifkan kinerja alat tersebut, perlu dilakukannya penelitian terhadap permasalahan yang berada pada area pengolahan tambang dimana pada suatu unit crushing plant terdapat alat pengecilan ukuran yang terdiri dari 3 bagian jaw primary crusher, jaw secondary crusher dan tertiary cone crusher. Alat tersebut memiliki kesinambungan dalam suatu sistem kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdulraman S. O dan Ozigis I. I, 2019 dengan judul crushing plant performance evaluation using overall equipment effectiveness (OEE) yang melakukan penelitian pada tambang granit di Nigeria memiliki masalah dalam mencapai tingkat produksi yang dipengaruhi oleh kinerja alat yang kurang baik dikarenakan tidak pernah dilakukannya evaluasi terhadap kondisi alat yang sering menyebabkan kerusakan (Abdulraman, 2019). Penelitian lain yang dilakukan oleh Rd Firlan Firmansyah, terkait Analisis kinerja crushing plant dan hubungannya dengan production rate index (PRI) dalam penelitian tersebut menjelaskan efisiensi kerja produksi menggunakan alat mekanis untuk menunjukkan seberapa besar kemampuan alat dalam berproduksi dengan batasan kapasitas maksimal dari alat tersebut.

Oleh karena itu, penelitian di atas merupakan acuan dalam melakukan kegiatan penelitian di PT Gunung Lagadar Abadi, dengan cara melakukan evaluasi kinerja crushing plant terhadap alat pengolahan yang berada di tambang menggunakan overall equipment effectiveness (OEE) untuk dapat meningkatkan kinerja efektifitas mesin dengan menghitung nilai kumulatif dari availability, performance dan rate of quality production sehingga alat akan mampu bekerja dengan baik dalam berproduksi dan memiliki hubungannya mengenai efektifitas alat dengan production rate index (PRI) guna menunjukkan nilai seberapa besar kemampuan alat dalam berproduksi dengan kapasitas maksimal dari alat pengolahan tambang andesit di PT Gunung Lagadar Abadi yang digunakan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Apakah perlu dilakukan evaluasi kinerja crushing plant untuk menentukan titik permasalahan pada rangkaian alat agar produksi dapat tercapai?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui hambatan – hambatan yang mempengaruhi kinerja alat pada crushing plant.
2. Mengetahui nilai availability dari alat crushing plant.
3. Mengetahui losses umpan selama proses pengecilan ukuran pada alat crushing plant.
4. Mengevaluasi kinerja alat crushing plant dengan menggunakan overall equipment effectiveness (OEE) dan hubungannya dengan production rate index (PRI).

## B. Metodologi Penelitian

Data primer yang digunakan dalam mengevaluasi kinerja crushing plant yaitu pengambilan data secara langsung di lapangan dengan cara mengamati dan mencatat data – data aktual seperti waktu produktif, ritase, waktu hambatan, jenis hambatan, waktu efektif, beltcut, ukuran feed dan produkta serta yang didapatkan dari hasil pengamatan yang dilakukan dilapangan serta wawancara terhadap pekerja yang berada pada divisi pengolahan batuan andesit. Data sekunder yang digunakan dalam mengevaluasi kinerja crushing plant yaitu proses pengambilan data – data secara tidak langsung di lapangan dan sebagai penunjang kegiatan di lapangan seperti spesifikasi alat dan serta literatur yang berkaitan dengan data primer yang didapatkan dilapangan. Teknis analisis data dilakukan dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan production rate index (PRI).

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Waktu Kerja

Upaya untuk mengetahui waktu kerja pada crushing plant dilakukan pengamatan dengan cara menghitung waktu kerja produktif dan waktu efisiensi kerja. Hari kerja yang berada pada kegiatan crushing plant di PT Gunung Lagadar Abadi dilakukan pada hari senin sampai dengan sabtu. Adapun jadwal kerja yang terdapat untuk menjalankan crushing plant, sebagai berikut.

**Tabel 1.** Waktu Kerja

Kegiatan	Waktu (WIB)			
	Senin-Kamis & Sabtu	Durasi (Menit)	Jum'at	Durasi (Menit)
Persiapan	07.00 - 08.00	60	07.00 - 08.00	60
Kerja	08.00 - 12.00	240	08.00 - 11.00	180
Istirahat	12.00 - 13.00	60	11.00 - 13.00	120
Kerja	13.00 - 17.00	240	13.00 - 17.00	240
Waktu Tersedia		600		600
Waktu Kerja Produktif		480		420
Waktu Kerja Produktif Rata-Rata		470 Menit/Hari		

$$\begin{aligned}
 W_p \text{ (Senin-Kamis, dan Sabtu)} &= WP1 + WP2 \\
 &= 180 \text{ menit} + 240 \text{ menit} \\
 &= 480 \text{ menit} \\
 W_p \text{ (Jum'at)} &= Wp1 + Wp2 \\
 &= 180 \text{ menit} + 240 \text{ menit} \\
 &= 420 \text{ menit} \\
 W_p \text{ rata rata (Senin - Sabtu)} &= ((W_p \text{ (Senin - Kamis, dan Sabtu, Minggu)} \times 5 \text{ hari}) \\
 &\quad + W_p \text{ (Jum'at)}) / 6 \\
 &= ((480 \text{ menit} \times 5 \text{ hari}) + 420) / 6 \text{ hari} \\
 &= (470 \text{ menit/ hari}) / 60 \text{ menit} \\
 &= 7,86 \text{ jam/ hari}
 \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Waktu Efektif Tahapan *Crushing Plant*

Tahapan	Waktu Produktif (Menit/Hari)	Stand By (Menit/Hari)	Repair (Menit/Hari)	Waktu Efektif (Menit/Hari)
<i>Primary Crushing</i>	470	19,59	15,15	435,26
<i>Secondary Crushing</i>	470	22,27	10,58	437,15
<i>Tertiary Crushing</i>	470	6,72	6,29	456,99
<i>Rata-Rata</i>	470	16,19	10,67	443,14

### Availability

Berdasarkan data waktu efektif, waktu repair dan waktu standby masing- masing alat primary crusher, secondary crusher, dan tertiary crushing diperoleh nilai MA (Machanical Availabillity), PA (Physical Availabillity), UA (Use of Availabillity) dan EU (Efective of Utilization) didapatkan nilai availability sebagai berikut.

**Tabel 3.** Perhitungan MA, PA, UA dan EU

Parameter Ketersediaan	Jaw Crusher 1	Jaw Crusher 2	Cone Cruhser
Waktu Efektif (Menit/Hari)	435,26	437,15	456,99
Stand By (Menit/Hari)	19,59	22,27	6,7
Repair (Menit/Hari)	15,15	10,58	6,29
MA (%)	96,64	97,64	98,64

Parameter Ketersediaan	Jaw Crusher 1	Jaw Crusher 2	Cone Crusher
PA (%)	96,78	97,75	98,66
UA (%)	95,69	95,15	98,55
EU (%)	92,61	93,01	97,23

Menurut Partanto (1995) dalam klasifikasinya dimana ketersediaan alat apabila alat dikatakan baik memiliki nilai 83% - 92%, Sedang 75% - 83%, kurang baik 67% - 75% dan buruk kurang dari 67%. Berdasarkan data perhitungan, maka kondisi alat di tempat penelitian didapatkan hasil untuk setiap parameternya termasuk kedalam kondisi yang baik.

### Produktivitas Belt Conveyor dengan Metode Beltcut

Upaya untuk menghitung besar produksi belt conveyor aktual digunakan metode beltcut, berikut merupakan hasil perhitungan dari produksi belt conveyor.

**Tabel 4.** Perhitungan Kapasitas Produksi *Belt Conveyor*

No	Jenis	Panjang (m)	Kecepatan (m/s)	Berat Sampel (Kg/m)	Kapasitas (Ton/Hari)
1	BC1 ( <i>Base Coarse</i> )	22	0,8	0,54	11,51
2	BC2 ( <i>Jaw Primary-Jaw Sekunder</i> )	27	0,94	16,6	415,69
3	BC3 ( <i>Jaw Sekunder - BC 4</i> )	9	1,12	13,92	415,33
4	BC4 ( <i>BC4 - Vibrating Screen</i> )	22	1,1	14,15	414,65
5	BC5 ( <i>Vibrating Screen - Cone Crusher</i> )	22	1,13	13,78	414,82
6	BC6 Split 17	12	1,13	4,2	126,43
7	BC7 Split 1/2	12	0,98	4,1	107,04
8	BC8 Screening	12	1,1	3,5	102,56
9	BC9 Abu Batu	12	0,9	2,8	67,13
<b>Total Per Hari</b>					<b>414,68</b>

### Material Balance

Material Balance digunakan untuk mengetahui aliran umpan yang masuk dan lolos dalam satu proses pengecilan ukuran menghasilkan produk. Umpan yang masuk ke dalam satu unit crushing plant akan sama beratnya setelah melewati beberapa tahap pengecilan ukuran. Selain itu hal ini digunakan dalam mendapatkan berapa jumlah kehilangan umpan pada saat rangkaian pengecilan ukuran dalam satu unit crushing plant berlangsung.

**Tabel 5.** Perhitungan *Losses* Material

Tahapan Pengecilan ukuran	Umpan Masuk (Ton/Hari)	Umpan Keluar (Ton/Hari)	Jumlah <i>losses</i> Material (Ton/Hari)	<i>Losses</i> Terhadap <i>Feed</i> (%)
<i>Primary Crushing</i>	415,990	415,691	0,299	0,072
<i>Secondary Crushing</i>	415,691	415,328	0,362	0,087
<i>Tertiary Crushing</i>	414,822	414,652	0,170	0,041
<b>Total</b>			<b>0,832</b>	<b>0,2</b>

*Losses* pada produksi pengolahan batuan andesit tidak dapat dihindari, hal ini diakibatkan adanya material yang berterbangan sehingga adanya material yang jatuh. Kehilangan dalam suatu produksi akan mempengaruhi kepada jumlah produk dari proses

pengolahan tersebut, dalam hal ini faktor kehilangan pada saat produksi berlangsung harus di periksa secara berkala agar dapat meminimalisirkan kehilangan material yang terjadi pada setiap alatnya. Dimana total losses pengolahan pada tahapan crushing plant berkisar 0,832 ton/hari dengan total losses terhadap feed yaitu 0,2% dari umpan yang masuk.

### Production Rate Index (PRI)

*Production Rate Index* adalah nilai yang menentukan seberapa besar kemampuan dari alat *crusher* dalam melakukan produksi dari batasan serta maksimal dari alat itu sendiri.

**Tabel 6.** Production Rate Index (PRI)

Tahapan	Produktivitas Aktual (ton/jam)	Produktivitas Teoritis (ton/jam)	PRI (%)
<i>Primary Crusher</i>	56,20	160	35,10
<i>Secondary Crusher</i>	56,14	60	93,56
<i>Tertiary Crusher</i>	56,03	168	33,35

Nilai di atas dipengaruhi oleh dua parameter yaitu produktivitas aktual dan produktivitas teoritis, dimana selama jumlah umpan yang masuk secara terus menerus atau kontinu serta jumlah material yang disuplai dapat mendekati nilai produktivitas teoritis sehingga target *production rate index* akan dapat mendekati.

### Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan suatu perhitungan yang dilakukan untuk menentukan nilai efektivitas mesin atau peralatan yang tersedia.

**Tabel 7.** Overall Equipment Effectiveness (OEE)

<b>Jaw Primary Crusher</b>	
<i>Availability of the plant</i>	94,79
<i>Plant Utilization</i>	95,61
<i>Plant Efficiency</i>	30,20
<b>OEE 1</b>	<b>27,37</b>
<b>Jaw Secondary Crusher</b>	
<i>Availability of the plant</i>	97,20
<i>Plant Utilization</i>	96,47
<i>Plant Efficiency</i>	93,57
<b>OEE 2</b>	<b>87,74</b>
<b>Cone Crusher</b>	
<i>Availability of the plant</i>	98,97
<i>Plant Utilization</i>	99,27
<i>Plant Efficiency</i>	33,35
<b>OEE 3</b>	<b>32,77</b>
<b>OEE Keseluruhan</b>	<b>49,29</b>

Nilai OEE yang dihasilkan sebesar 49,29%. tidak sesuai atau kurang dari nilai patokan yang diterima untuk industri yaitu sekitar 85% sehingga crushing plant yang ada harus dievaluasi, dimana tiga komponen availability, performance dan rate of quality product nilainya harus setidaknya pada nilai 95%. Nilai OEE yang dihasilkan di perusahaan tidak berjalan optimal, apabila dilihat dari tiga komponen terdapat satu komponen yang tidak maksimal yaitu dari rate of quality product atau plant efficiency dengan mengoptimalkan kapasitas alat aktual yang dihasilkan mendekati kapasitas alat teoritis

### Hubungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Production Rate Index (PRI)

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan perhitungan didapatkan nilai overall equipment effectiveness 49,29%, sehingga dapat di diagnose keadaan alat dalam satu sistem kerja tidak efektif dikarenakan standar untuk manufaktur karena kurang dari 85%, apabila dilihat dari beberapa parameter availability, performance dan rate of quality product, salah satu nilai yang kurang dari standar terdapat pada rate of quality product yang berpengaruh terhadap parameter lainnya menyebabkan tingkat efektifitas dalam satu sistem kerja termasuk tidak efektif. Berdasarkan diagnosa kinerja alat menggunakan metode overall equipment effectiveness, terdapat satu parameter yang mempengaruhi nilai OEE tidak sesuai dengan standar yaitu pada rate of quality product, hal ini berhubungan dengan produksi yang didapatkan dimana nilai production rate index (PRI) terdapat nilai yang rendah pada proses primary crusher yang hanya 35,10% dan tahapan tertiary crusher sebesar 33,35%, sehingga dari kedua alat tersebut dapat dikatakan tidak efektif karena tidak mendekati standar kapasitas teoritis alat.

### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Hambatan yang terjadi selama proses pengecilan ukuran pada unit crushing plant terbagi menjadi dua hambatan yaitu repair dan standby. Waktu standby pada tahapan primary crushing sebesar 28,55 menit/hari dan waktu repair 15,15 menit/hari sehingga hambatan total sebesar 43,69 menit/hari. Pada tahap secondary crushing, waktu standby pada tahapan ini sebesar 22,27 menit/hari dan waktu repair 10,58 menit/hari sehingga hambatan total sebesar 32,85 menit/hari. Pada tahap tertiary crushing, waktu standby pada tahapan primary crushing sebesar 6,72 menit/hari dan waktu repair 6,29 menit/hari sehingga hambatan totalnya sebesar 13,01 menit/hari.
2. Berdasarkan hasil perhitungan nilai availability alat crusher (Mechanical Availability) nilai kondisi alat mekanis pada alat jaw crusher primary sebesar 96,64%, jaw crusher secondary sebesar 97,64%, dan cone crusher sebesar 98,64%. Nilai keadaan fisik (physical availability) dari alat jaw crusher primary sebesar 96,78%, jaw crusher secondary sebesar 97,75%, dan cone crusher sebesar 98,66%. Nilai ketersediaan pemakaian fisik (use of availability) dari alat jaw crusher primary sebesar 95,69%, jaw crusher secondary sebesar 95,15%, dan cone crusher sebesar 98,55%. Nilai efisiensi kerja (effective of utilization) dari alat jaw crusher primary sebesar 92,61%, jaw crusher secondary sebesar 92,61%, jaw crusher secondary sebesar 93,01%, dan cone crusher sebesar 97,23%, dari hasil yang didapatkan tersebut dapat diartikan bahwa kondisi kerja alat baik berdasarkan nilai efisiensinya lebih dari 83% (Partanto,1993).
3. Losses materials terbagi menjadi 3 tahapan, pada tahap pengecilan ukuran primary crushing losses material sebesar 0,29 ton/hari dengan persentase 0,072%, pada tahapan secondary crushing jumlah losses materials sebesar 0,36 ton/hari dengan persentase 0,087% dan pada tahap tertiary crushing jumlah losses materials sebesar 0,17 ton/hari dengan persentase 0,041%. Pada tahap secondary crushing menjadi loose materials yang besar diakibatkan oleh kondisi belt conveyor yang memiliki kemiringan yang tinggi berbeda dengan lainnya dikarenakan kemiringan tersebut sehingga batuan jatuh adanya keluar produk basecoat sehingga material yang masuk ke tahap secondary crushing berkurang.
4. Berdasarkan hasil perhitungan nilai overall equipment effectiveness (OEE) yaitu sebesar 49,29%, sehingga dapat didiagnosa bahwa keseluruhan alat yang bekerja pada unit crushing plant tidak efektif dikarenakan jauh dari nilai patokan yang dapat diterima yaitu sebesar 85%, terdapat tiga komponen (availability, performance, rate of quality product) yang menjadi permasalahan terbesar salah satunya pada rate of quality product yang kurang dari 85% sehingga nilai production rate index (PRI) yang dihasilkan kecil karena alat mekanis untuk menghasilkan produksi tidak bekerja sesuai dengan kapasitasnya yang setidaknya alat bekerja mencapai 85%, sementara itu parameter availability tidak menjadi permasalahan dikarenakan nilai yang dihasilkan lebih dari

95% begitu pula dengan parameter performance.

### Acknowledge

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Solihin Ir., M.T. dan Bapak Rully Nurhasan R, S.T., M.T. selaku pembimbing yang sudah membimbing dengan memberikan arahan, ilmu pengetahuan dan motivasi kepada penulis sehingga terselesaikannya penelitian ini, penulis juga ucapkan terimakasih kepada orang tua yang telah memberikan do'a dan dukungannya, penulis juga ucapkan terimakasih kepada PT Gunung Lagadar Abadi serta penulis mengucapkan terimakasih untuk rekan – rekan Tambang UNISBA 2017 yang selalu memberi dukungan.

### Daftar Pustaka

- [1] Abdulraman S.O, Ozigis I. I. 2019. “Crushing Plant Performance Evaluation Using OEE”. International Journal OF Scientific Engineering Research Volume 10, Issue 7, July 2019 ISSN 2229-5518
- [2] Abdulraman S.O, Ozigis I. I. 2019. “Quarry Finance and Management, In Proceedings of Nigerian Society of Mining Engineers” (NSME, Kaduna Chapter) National Workshop with the Theme “Modern Trends In Quarry Operations”, pp10-18
- [3] BPS Kecamatan Margaasih, 2021. “Kecamatan Margaasih dalam Angka 2021 ”. BPS kecamatan Margaasih
- [4] CEMA, 2007. “Belt Conveyor for Bulk Material”. ConnveyoR Equipment Manufacture Association, United State Of America.
- [5] David. J. Spottiswood, Errot. G. Kelly. 2012. “Introduction to Mineral Processing”. John Willey and Sons. Publisher : Wiley.
- [6] Eliansyah, M. Hafizh. 2021. Evaluasi Kinerja Crushing Plant di PT X Desa Cipinang, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, Volume 1 No. 2.
- [7] Gustav, Tarjan, 2010, “Mineral Processing Technology”, Akademia Kiado, Budapest.
- [8] Lelyani, Kin Khosama., 2012, “Kuat Tekan Beton Beragregat Kasar Batuan Tuff Merah, Batuan Tuff Putih dan Batuan Andesit”, ISSN 2087-9334 (1-10).
- [9] Madiadipoera T, 1999, “Bahan Galian Industri di Indonesia”. Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- [10] Momoh, O.A and Salihi R.R., 2010, “Availability Analysis of Some Critical Process units in Refining and Petrochemical Plants, Journal of the Institution of Mechanical Engineers, 2 (1). ISSN 2141 2987, Pp. 69-81.
- [11] Projdosumarto, P. 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung
- [12] Sudarsono, Arief. 2011. “Pengolahan Bahan Galian Umum”. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- [13] Sukandarrumidi, 1998, “Bahan Gaalian Industri”. Universitas Gajah Mada.
- [14] Supriatna S, & M. Arifin, 1997, “Bahan Galian Industri”, ISBN ; 979-86641-04-3, Publikasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM).
- [15] Suryantono. 1986. “Peranan Batuan Andesite Dalam Pembangunan”, Puslitbang Teknologi Mineral, Bandung
- [16] Richms, Ansi, 2013. “Manual Book Dasar Teori Bahan Galian”, Institut Teknologi Bandung. Jawa Barat.
- [17] Taggart, Metso, 2008, “Handbook Of Mineral Dressing”, John Willey and Son, Inc, New York, London and Sidney.
- [18] Tobing, 2012, Prinsip Dasar Pengolahan Bahan Galian (Mineral Dressing).
- [19] Toha, Juanda, 2016, “Konveyor Sabuk Dan Peralatan Pendukung”, PT JUNTO Engineering, Bandung, Indonesia.