

Evaluasi Kinerja Crushing Plant P12 di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat

Performance Evaluation of P12 Crushing Plant at PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Citeureup District, Bogor Regency, West Java province

¹Deantyo Nugroho ²Linda Pulungan, ³Sriyanti.

^{1,2}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116
e-mail: deangrhzl@gmail.com*

Abstract. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk is cement company located in Citeureup, Bogor, West Java. Based on the production of P12 crushers achieved by PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk on August 2018 8.475,11 tons month/shift from the target 12.966 tons/month/shift. The mining activity is using open mining system. Limestone result of blasting needs to be carried out in a size comminution process with a crusher to produce limestone in accordance with factory demand, the crusher used by the crushing unit P12 is the double shaft hammer crusher. The results showed that from the crushing unit P12 working time of 123 hours/month/shift it was not maximal nor the work efficiency was 64,83%. There are few obstacles who can be minimized so that time and productivity will increase. For example, the grate bar is damaged, the length of time the lane is waiting, and the 15 minute earlier return homes. To improve the work efficiency of the tool can be done by evaluating the performance of the tool and analyzed the time of the obstacles that occur, then do the optimization in the form of improving the time of obstacles that can be avoided. Then for production after optimization efforts increased to 225,060 tons / month / shift, with work efficiency of 91.49%.

Keywords: Crusher, Productivity, Work Efficiency, Crusher Obstacle

Abstrak. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk merupakan perusahaan industri semen yang berada di Citeureup, Bogor, Jawa Barat. Berdasarkan hasil produksi *crusher* P12 yang dicapai PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk pada bulan Agustus 2018 yaitu 8.475,11 ton/bulan/shift dari target 12.966 ton/bulan/shift. Batu gamping dari peledakan perlu dilakukan proses kominusi ukuran dengan alat peremuk agar memproduksi batu gamping yang sesuai dengan permintaan pabrik, alat peremuk yang dipakai oleh unit *crushing* P12 adalah *double shaft hammer crusher*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari waktu kerja unit *crushing* P12 sebesar 123 jam/bulan/shift belum maksimal, begitu juga dengan efisiensi kerjanya sebesar 64,83%. Faktor-faktor yang menghambat unit proses pengolahan salah satunya adalah efektivitas kerja dari operator dan alat-alat. Ada beberapa hambatan antara lain *grate bar* patah, lamanya waktu tunggu jalur, dan pulang lebih awal 15 menit. Untuk meningkatkan efisiensi kerja alat dapat dilakukan dengan mengevaluasi kinerja alat serta dianalisis waktu hambatan yang terjadi, lalu dilakukan optimalisasi berupa perbaikan waktu hambatan yang dapat dihindari. Kemudian untuk hasil produksi setelah dilakukan upaya optimalisasi meningkat menjadi 225.060 ton/bulan/shift, dengan efisiensi kerja sebesar 91,49 %.

Kata Kunci: Crusher, Produktivitas, Efisiensi Kerja, Hambatan CrusherA.

A. Pendahuluan

Program pembangunan infrastruktur pemerintahan Republik Indonesia saat ini sangat berkembang pesat, seperti pembangunan bandara, PLTU, jalan tol lintas provinsi, dan bangunan penunjang lainnya yang bertujuan untuk mendukung konektivitas nasional diberbagai lini seluruh pelosok daerah di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan program

pembangunan tersebut sangat dibutuhkan bahan campuran konstruksi yang sangat vital yaitu semen.

Dengan kebutuhan semen yang terus meningkat sebesar 7,6% setiap tahunnya, maka keberadaan industri semen sangat penting salah satunya adalah **PT Indocement Tunggal Prakasa (Persero) Tbk** selanjutnya disingkat (PT ITP). Perseroan ini menguasai pasar domestik mencapai 39,3% di tahun 2017, menunjukkan

keunggulan reputasi yang mencerminkan kualitas produksi, kekuatan *corporate*, dan *brand image* perusahaan.

Dalam proses pengolahan batu gamping yang telah ditambang perlu dilakukan proses pengecilan ukuran karena batu gamping tersebut masih dalam bentuk bongkahan. Untuk memenuhi permintaan pabrik dengan spesifikasi ukuran yang diinginkan maka perlu dilakukan *crushing*. Salah satu *crusher* utama yang dioperasikan untuk memenuhi target produksi PT ITP adalah unit P12 yang memiliki kapasitas produksi 2000 ton/jam. Target produksi bulan Agustus 2018 sebesar 816.872 ton/bulan belum tercapai, sehingga perlu dilakukan evaluasi produktivitas *crusher* P12. Evaluasi kinerja unit *crushing plant* dilakukan dengan menganalisa produktivitas, *management* waktu, dan masalah teknis operasional. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Faktor apakah yang menghambat laju produksi *crusher* selama bulan Agustus 2018?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui hasil produksi unit *crushing plant* P12 bulan Agustus 2018 selama pengamatan.
2. Mengetahui waktu efektif dan efisiensi kerja satu *shift* unit *crushing plant* P12 selama pengamatan.
3. Mengetahui beberapa faktor penghambat utama laju produksi, sehingga target produksi tidak tercapai.
4. Mengevaluasi faktor penghambat *crushing plant* dalam upaya peningkatan produksi.

B. Landsan Teori

1. Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian merupakan suatu proses pemisahan mineral berharga dari pengotornya yang tidak berharga dengan memanfaatkan perbedaan sifat fisik dari mineral-mineral tersebut, tanpa mengubah identitas kimiawi dan fisiknya. Proses pengolahan bahan galian ini secara umum dapat dipisahkan kedalam beberapa bagian atau beberapa langkah yang di antaranya ialah sebagai berikut :

- a. *Comminution*.
- b. *Sizing*.
- c. *Concentration*.
- d. *Dewatering*.

2. *Double Shaft Hammer Crusher*

Double shaft hammer crusher merupakan alat mekanis yang banyak digunakan pada industri semen. Prinsip kerjanya sama dengan *impact crusher* yaitu *reduction size* terjadi karena *impact*, hanya pada *double shaft hammer* tidak digunakan impeler, jenis *crusher* ini lebih tahan pada material basah campur tanah dan produk ukuran material akan relatif sama karena mempunyai saringan (*grate bar*). Untuk menghitung kapasitas *double hammer crusher* dapat menggunakan rumus berikut (*Cement Data Book Vol3 H Duda Walter*)

$$Q = (30 \div 45) \cdot D \cdot L$$

Keterangan:

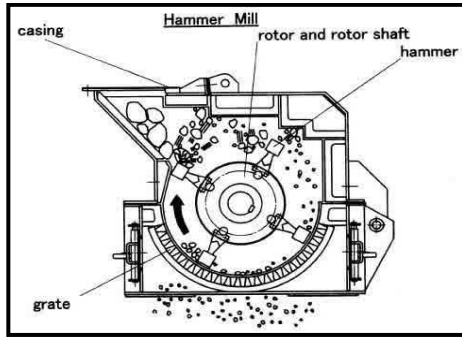
Q = Kapasitas (m³/h)

D = Diameter Rotor (m)

L = Panjang Rotor (m)

*Untuk *limestone*/batu gamping

Q = 40.D.L



Gambar 1. *Double Shaft Hammer Crusher*

Kapasitas nyata alat peremuk merupakan kemampuan alat peremuk tersebut berdasarkan sistem produksi yang diterapkan, yang diketahui dari hasil pengambilan sampel produk. Menurut (Currie, 1973) kapasitas alat peremuk dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$TR = Ta \times Kc \times Km \times Kf$$

Keterangan:

Tr = Kapasitas *crusher* (ton/jam)
 Ta = ton/jam batuan yang diremuk pada kondisi Kc, Km, dan Kf

Kc = Faktor kekerasan batuan (*dolomite*=1 *andesite*=0,9 *quartzite*=0,8)

Km = Faktor kandungan air (kering=1 dan basah=0.10-0.75)

Kf = Faktor pengumpan material (*continue*=1)

2. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan waktu kerja efektif terhadap waktu yang tersedia. Dengan menghitung hambatan yang ada maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$We = Wp - Wh$$

Keterangan :

We = Waktu kerja efektif (jam).

Wp = Waktu kerja produktif (jam).

Wh = Waktu hambatan.

Waktu produksi efektif yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi kerja dengan rumus :

$$E = \frac{We}{Wp} \times 100 \%$$

Keterangan :

E = Efisiensi kerja (%).

We = Waktu efektif (jam).

Wp = Waktu produktif (jam).

3. *Hopper*

Hopper merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menampung material dari tambang (*run of mine*) sebelum material tersebut dimasukan ke (*crusher*). Dengan menggunakan rumus di bawah ini volume *hopper* dapat ditentukan sebagai berikut :

$$V = \left(\frac{(La+Lb)+\sqrt{La \times Lb}}{3} \right) \times T$$

Keterangan :

La : Luas atas (m)

Lb : Luas bawah (m)

T : Tinggi (m)

4. *Apron Feeder*

Fungsi utama feeder adalah mengatur aliran bahan batuan yang masuk ke dalam pemecah batu (*crusher*) dengan kecepatan konstan agar material yang ditumpahkan menuju *hammer crusher* tidak mengalami penumpukan



Sumber : Pengamatan Lapangan, 2018

Gambar 3. Apron Feeder

Untuk menghitung kapasitas teoritis pengumpan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan CEMA (Conveyor Equipment Manufactures Association, Belt Conveyor for Bulk Materials, Second Edition, 1979)

$$Q = V \times T \times L \times d \times 60$$

Keterangan :

Q: Kapasitas *feeder* (ton/jam)

V: Kecepatan angkut *feeder* (m/menit)

T: Tinggi tumpukan material diatas *feeder* (m)

L: Lebar *feeder* (m)

d : Densitas material (ton/m³)

5. *Belt conveyor*

Berfungsi sebagai alat pemindah bahan dari mulai bahan baku sampai menjadi bahan jadi. Kapasitas nyata sabuk berjalan dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Sumber: Kurimoto.Ltd *Crushing and Grinding*)

$$P = (60 \times V \times G) / (1000 \times L)$$

Keterangan:

P=Produksi nyata sabuk berjalan (ton/jam)

V=Kecepatan sabuk berjalan (m/menit)

G = Berat material conto (kg)

L = Panjang pengambilan conto pada sabuk (m)

Selain rumus diatas juga dapat digunakan rumus berat linear per meter *belt conveyor*, perhitungan produksi *belt* sebagai berikut:

$$Q \text{ (actual)} = \frac{60 \times V \times Q_g}{1000}$$

Keterangan:

Q_g = Berat material per linear meter (kg/m)

V = Kecepatan sabuk berjalan (m/menit)

$$Q_g = \frac{L_v \times \rho}{3,6 \times v}$$

Keterangan:

L_v = Berat material per linear meter (kg/m)

V = Kecepatan sabuk berjalan (m/menit)

P = *Density* (ton/m³)

c. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Produksi

Total produksi *unit crusher* P12 selama bulan Agustus sebesar 8.475,11 ton/bulan/*shift* dari target produksi 12.966 ton/bulan/*shift* (**Tabel 1**), target yang dicapai hanya 65%. Setelah dianalisis lebih lanjut, ternyata faktor penghambat utama yang menyebabkan produksi batugamping tidak tercapai diantaranya adalah waktu *maintenance*, persiapan awal, waktu pulang awal lebih cepat 15 menit, dan waktu pindah jalur.

Hambatan Kerja

Berdasarkan data hasil pengamatan, waktu efektif kerja akan berkurang dari waktu kerja yang tersedia karena hambatan-hambatan yang menyebabkan produksi *crusher* menurun, salah satu faktor penghambat utama diantaranya adalah *grate bar* patah, persiapan awal, masalah *belt*

Tabel 1. Data Produksi *Crusher* P12

Month	Ton/Month		Ton/Days		Ton/Shift/Day	
	Plan	Act	Plan	Act	Plan	Act
Jan	777.586	619.995	35.345	25.833	11.782	8.611
Feb	632.503	515.279	31.625	23.422	10.542	7.807
Mar	730.959	604.503	34.808	23.250	11.603	7.750
Apr	889.447	724.603	44.472	24.986	14.824	8.329
May	575.318	482.021	28.766	21.910	9.589	7.303
Jun	487.140	395.233	28.655	21.957	9.552	7.319
Jul	633.844	524.717	28.811	21.863	9.604	7.288
Aug	816.872	672.010	38.899	22.400	12.966	8.475
TOTAL	5.543.669	4.538.360	271.381	185.622	90.460	62.882

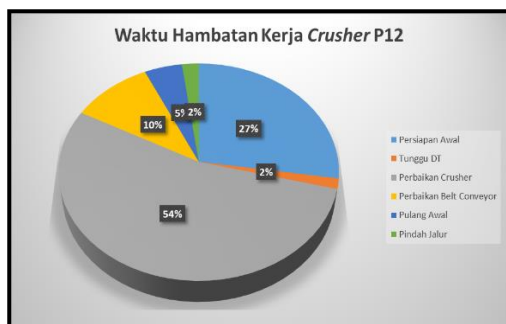
Sumber: Dept-Mining Division PT ITP, 2018

coveyor, dan pulang kerja lebih awal. Sehingga total waktu produktif adalah 123 jam/bulan dan waktu kerja efektif sebesar 79,74 jam/ bulan.

Tabel 2. Hambatan Unit *Crusher* P12

Jenis Hambatan	Total Hambatan/ Bulan (Jam)	Presentase (%)
Persiapan Awal	11,87	27,44
Tunggu DT	0,66	1,53
Perbaikan <i>Crusher</i>	23,32	53,92
Perbaikan <i>Belt Conveyon</i>	4,42	10,22
Pulang Awal	2,06	4,76
Pindah Jalur	0,92	2,13
Total	43,26	100

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018



Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018

Gambar 4. Grafik Waktu Hambatan Kerja Unit *Crusher* P12

Setelah total waktu hambatan, waktu produktif, dan waktu efektif diketahui, keadaan fisik, mekanis, penggunaan, serta efektifitas kerja alat didapatkan hasil sebagai berikut (**Tabel 5.3**).

Tabel 3. Ketersediaan Unit *Crusher* P12

MA	PA	UA	EU
0,74214	0,77474	0,83679	0,6483

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018

Crusher

Berdasarkan hasil pengamatan ritase *dump truck* menunjukkan, bahwa banyaknya *feed* yang masuk unit *crusher* tidak selalu mencapai target per harinya. Rata - rata hasil produksi batugamping bulan Agustus 2018 yang tercapai sebesar 8.475 ton/*shift*/hari dari target yang ditentukan sebesar 12.966 ton/*shift*/hari (**Tabel 1**), sehingga perlu ditargetkan 216 rit/*shift*/hari agar target produksi tercapai. Sedangkan ritase yang tercapai sebesar 173 rit/*shift*/hari .Dikarenakan terkendala oleh waktu hambatan dari unit *dump truck* dan *whell loader* yang sering sekali terjadi kerusakan saat *loading* dan *hauling*. Sehingga *cycle time* alat muat angkut menjadi lebih besar menyebabkan target ritase alat angkut yang diharapkan masih belum tercapai.

Total hambatan *crusher* yang diperoleh dari hasil pengamatan adalah 23,32 jam/bulan. Hambatan terbesarterjadi karena *grate bar* patah yang patah akibat menerima pengumpanan material yang berukuran melebihi kemampuan *double shaft hammer crusher*; yaitu 1500 mm. (**Tabel 4**).

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas aktual *feeder*, diperoleh angka 1770,81 ton/jam. Hal ini dianggap tidak menjadi masalah, karena tidak melebihi nilai kapasitas produksi maksimal unit yaitu 2000 ton/jam.

Tabel 4. Hambatan Unit *Crusher* P12

No	Jenis Hambatan	Total Hambatan/Bulan (Jam)
1	Pemeriksaan Hopper (Oversize Materials)	0,04
2	Grate Bar Patah	21,37
3	On Lototo (Elektrik)	0,21
4	Electrical Bearing R II	0,59
5	Bearing B II overheat (electric)	0,84
6	Reset Rotor Bearing HC II	0,27
Total (Jam)		23,32

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018
Belt Conveyor

Faktor yang menghambat ketercapaian produksi unit *belt conveyor* adalah terjadinya beberapa jenis hambatan di lapangan seperti penumpukan material yang jatuh dari *splitter*, sehingga material yang lama kelamaan akan menimbun bagian *roller* dan *belt* akan sobek, karena bergesekan dengan *roller* yang tidak berputar. Selain itu kurangnya pengawasan dengan operator utama rangkaian *conveyor* dalam hal mengatur kecepatan setiap rangkaian *belt* saat pengoperasian mengakibatkan masalah seperti *belt drive* dan *chutting*.

Tabel 5. Hambatan Unit *Belt Conveyor*

No	Jenis Hambatan	Total Hambatan/Bulan (Jam)
1	Problem <i>Dumper</i>	0,25
2	<i>Belt Tension</i>	2,67
3	<i>Belt Drive</i>	1,39
4	Perbaikan <i>Belt</i> BC 3.6 Terkelupas	0,11
Total (Jam)		4,42

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018

Peningkatan Waktu Kerja dan Efisiensi Kerja

Upaya yang harus dilakukan untuk meminimalisir waktu hambatan agar mencapai target produksi yang diharapkan sebesar 816.872 ton/bulan adalah:

1. Memilih dimensi material yang sesuai dengan kemampuan unit *crusher* oleh pihak pengawas lapangan kepada operator *whell loader*, agar tidak terjadi hambatan pada *crusher* akibat *grate bar* patah.
2. Memberi toleransi waktu untuk persiapan awal kurang lebih selama 30-40 menit.
3. Pengawasan lebih ditekankan lagi terhadap operator utama *belt conveyor* saat pengoperasian dan mengawasi keadaan area utama jalur *belt conveyor* pada *splitter* dan *tripper*.
4. Meningkatkan disiplin kerja operator agar tercipta manajemen waktu yang baik, salah satunya menghindari waktu pulang lebih awal 15 menit.
5. Melakukan penanganan yang cepat oleh pihak mekanik jika terjadi suatu unit rusak.

Jika faktor-faktor diatas tadi telah dilakukan optimalisasi, maka waktu efektif kerja yang diperoleh sebesar 111,80 jam/ bulan. Sehingga efektif kerja naik, 26,66% dari 64,83% menjadi 91,49 %.

Tabel 6. Waktu Kerja Setelah Optimalisasi

Unit	Jam/Bulan			
	We	R	S	Wp
<i>Crusher</i> P12	112,53	0	10,47	123

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018

Tabel 7. Ketersediaan Unit *Crusher* P12 Setelah Optimalisasi

%			
MA	PA	UA	EU
100	100	91,49	91,49

Sumber: Pengamatan Lapangan, 2018

Optimalisasi Unit Alat Gali Muat dan Angkut

Produksi *feed* dipengaruhi oleh jumlah unit *dump truck* yang *dumping* menuju *crusher*. Masalah yang terjadi ketika di lapangan adalah faktor mekanik, Karena dalam proses *hauling* kondisi *dump truck* ataupun *loader* dapat terjadi kerusakan. Karena satu *loader* yang seharusnya melayani 3 *dump truck* menjadi 8 *dump truck*. Sehingga *cycle time* alat menjadi lebih besar dan akan berpengaruh terhadap banyaknya ritase yang ditargetkan, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan alat muat dan angkut agar produksi *feed* dapat optimal sesuai target yang diharapkan.

Optimalisasi Unit *Crusher*

Hal ini dapat dilakukan koordinasi pengawas lapangan dan operator *loader* pada saat *loading* material dengan cara memilih dimensi material yang menyesuaikan kemampuan unit *crusher* (<1500 mm).

Optimalisasi Unit *Belt Conveyor*

Dalam pengoperasiannya, kecepatan harus dibatasi agar tidak terjadi *chute plug* dan *belt drive*, terutama pada area *tripper* maupun *splitter* lebih diperhatikan lagi, agar tidak terjadi penumpukan material jatuhnya *tripper* yang akan menimbun bagian *roller*, dan *conveyor* akan terjadi masalah

Hasil Produksi

Setelah dilakukan upaya penurunan waktu hambatan, maka

dengan meningkatnya waktu produksi alat, hasil produksi juga meningkat. Berikut total hasil produksi per bulan *crusher* unit P12 setelah dilakukan upaya optimalisasi adalah:

Produksi = waktu efektif x kapasitas alas

=112,53 jam/bulan × 2000 ton/jam = 225.060 ton/bulan

Maka produksi per hari yang dihasilkan adalah 12.503 ton/hari/*shift*.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Produksi yang dicapai oleh *unit crusher* P12 selama bulan Agustus sebesar 8.475,11 ton/bulan/*shift* dari target produksi 12.966 ton/bulan/*shift*, target yang dicapai hanya 65%, dikarenakan banyaknya waktu hambatan.
2. Berdasarkan data pengamatan lapangan diperoleh waktu efektif kerja 79,74 jam/bulan dari total waktu produktif 123 jam/bulan, sehingga efisiensi kerja diperoleh sebesar 64,83%.
3. Faktor penghambat utama yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi bulan Agustus 2018 pada unit *crusher* P12 sebesar 12.966 ton/bulan adalah:
 - a. *Grate bar* patahTunggu jalur *belt conveyor*
 - b. Pulang awal 15 menit
4. Evaluasi yang harus dilakukan agar waktu kerja dapat dilakukan secara optimal adalah:
 - a. Meningkatkan disiplin kerja operator alat berat agar tercipta kondisi manajemen waktu yang baik.
 - b. Melakukan penanganan yang cepat oleh pihak

mekanik jika terjadi suatu kerusakan unit.

- c. Meningkatkan koordinasi pihak pengawas lapangan dengan operator alat berat dan jalur *conveyor*.
- d. Pengawasan terhadap area kerja terutama area *conveying* lebih diperhatikan lagi.

Jika beberapa faktor diatas telah dilakukan optimalisasi, maka waktu efektif kerja yang diperoleh sebesar 112,53 jam/bulan. Sehingga efektif kerja naik 26,66% dari 64,83% menjadi 91,49 %.

E. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini yaitu :

1. Disiplin kerja perlu ditingkatkan lagi agar tercipta management waktu yang baik.
2. Pergantian *shift* sebaiknya dilakukan langsung di lapangan agar waktu hambatan pulang awal untuk persiapan dapat diminimalisir.
3. Sebaiknya PT ITP divisi *mining* perlu memiliki unit *beaker* yang baru agar material *bolder* dapat diproduksi secara optimal.

Daftar Pustaka

- Arifin M & Adjat S., 1997, "**Bahan Galian Industri**", Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- CEMA, 2007, "**Belt Conveyor For Bulk Material**", Florida, Published by The Conveyor Equipment Manufactures Association.
- Currie, JM, 1973, "**Unit Operation in Mineral Processing**", Burnaby British Columbia.
- Duda, H Walter, 1985, "**Cement Data Book 3rd edition**", Chemical Publishing Co Inc, New York.
- Kawasaki Heavy Industries, 1994, "**PT**

Indocement Tunggal Prakasa Final Specification", Japan.

- Komatsu.Inc., (2003), "**Specifications & Application Handbook Edition 24**", Komatsu Ltd., Japan.
- Kurimoto, 2005, "**Crushing And Grinding**", *Digital Terrain Modeling, Principle and Methodology*, CRC Press, Washington
- Prodjo Sumarto,Partanto, 1993, "**Pemindahan Tanah Mekanis**", Bandung : ITB.
- Sai Haganada, 2016, "**Evaluasi Produktivitas Crushing Plant di PT Semen Padang Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang Sumatera Barat**" ,(Skripsi), Bandung : Teknik Pertambangan Unisba.
- SC. Walker, 1988, "**Mine Winding and Transport**", Elsevier Scine Publishing Company Inc, New York, USA.
- Taggart, Arthur F. 1964, "**Element of Ore Dressing**", New York, USA.
- Tenasuki Andi, 2003, "**Buku Pemindahan Tanah Mekanis**", Gunadarma.
- Zainuri, Muhib. Ach, 2006,"**Material Handling Equipment**", Malang.