

Kajian Pengaruh *Cone Crusher Tertiary* terhadap Persentase Hasil Produksi dengan Menggunakan Uji *Beltcut* untuk Mendapatkan Hasil yang Optimal pada Tambang Quarry di PT Mandiri Sejahtera Sentra (MSS), Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat

Kajian Pengaruh Cone Crusher Tertiary terhadap Persentase Hasil Produksi dengan Menggunakan Uji Beltcut untuk Mendapatkan Hasil yang Optimal pada Tambang Quarry di PT Mandiri Sejahtera Sentra (MSS), Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat

¹Arip Saepul Rahman, ²Sri Widayati, ³Sriyanti

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari no.1 Bandung 40116

Email: ¹Arifsaepul170393@gmail.com

Abstrak. Crushing plant merupakan suatu unit terpenting khususnya dalam tambang quarry andesit, karena produk akhir yang dihasilkan dan siap dipasarkan kepada konsumen harus melewati unit crushing dengan tujuan untuk memperkecil ukuran material batuan tersebut sesuai dengan spesifikasi mutu yang diinginkan konsumen. Unit crushing plant terbagi menjadi beberapa bagian diantaranya yaitu primary crusher dan secondary crusher. PT MSS menggunakan alat crushing jenis jaw crusher untuk primary crusher dan cone crusher untuk secondary crusher (yang menjadi fokus penelitian). Dilakukan beberapa kali penyelidikan pada cone tertiary untuk mengetahui berapa persentase produk yang dihasilkan dari cone crusher tersebut dengan melakukan salah satu uji kapasitas yaitu uji beltcut pada produk dari cone secondary dan cone tertiary. Berdasarkan data hasil uji beltcut dapat diketahui bahwa cone secondary menghasilkan produk split 24%, abu batu 9%, dan material oversize 66%. Dan setelah ditambahkan dengan produk dari cone tertiary maka produk yang dihasilkan untuk split 75%, abu batu 25%. Itu berarti kontribusi dari cone tertiary untuk produk split sebanyak 51% dan untuk abu batu sebanyak 16% dari total umpan (feed), dengan rekomendasi setingan CSS yang menghasilkan produk paling optimal yaitu untuk cone secondary yaitu 52mm, untuk cone tertiary 1 yaitu 25mm, cone tertiary 2 yaitu 25mm.

Kata Kunci : Crushing Plant, Cone Secondary, Cone Tertiary, Uji Beltcut

Abstrak. Crushing plant merupakan suatu unit terpenting khususnya dalam tambang quarry andesit, karena produk akhir yang dihasilkan dan siap dipasarkan kepada konsumen harus melewati unit crushing dengan tujuan untuk memperkecil ukuran material batuan tersebut sesuai dengan spesifikasi mutu yang diinginkan konsumen. Unit crushing plant terbagi menjadi beberapa bagian diantaranya yaitu primary crusher dan secondary crusher. PT MSS menggunakan alat crushing jenis jaw crusher untuk primary crusher dan cone crusher untuk secondary crusher (yang menjadi fokus penelitian). Dilakukan beberapa kali penyelidikan pada cone tertiary untuk mengetahui berapa persentase produk yang dihasilkan dari cone crusher tersebut dengan melakukan salah satu uji kapasitas yaitu uji beltcut pada produk dari cone secondary dan cone tertiary. Berdasarkan data hasil uji beltcut dapat diketahui bahwa cone secondary menghasilkan produk split 24%, abu batu 9%, dan material oversize 66%. Dan setelah ditambahkan dengan produk dari cone tertiary maka produk yang dihasilkan untuk split 75%, abu batu 25%. Itu berarti kontribusi dari cone tertiary untuk produk split sebanyak 51% dan untuk abu batu sebanyak 16% dari total umpan (feed), dengan rekomendasi setingan CSS yang menghasilkan produk paling optimal yaitu untuk cone secondary yaitu 52mm, untuk cone tertiary 1 yaitu 25mm, cone tertiary 2 yaitu 25mm.

Kata Kunci : Crushing Plant, Cone Secondary, Cone Tertiary, Uji Beltcut

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara yang kaya akan sumber daya alam (SDA) dan sumber daya manusia (SDM) nya yang bisa dijadikan bahan untuk kemajuan dari negara itu sendiri. Salah satu aspek yang menjadi penunjang pada kemajuan suatu Negara diantaranya yaitu pembangunan infrastruktur, baik itu bangunan umum, jalan, maupun jembatan-jembatan penghubung. Untuk kemajuan pembangunan tersebut salah satunya diperlukan bahan dasar hasil pertambangan seperti batuan Andesit yang akan digunakan sebagai bahan utamanya.

Sebelum bahan baku tersebut dipasarkan, terdapat tahap pengolahan yaitu berupa pengecilan ukuran dengan metode penghancuran (*crushing*) dengan alat yang digunakan yaitu *jaw crusher (primary crusher)*, *cone crusher (secondary dan tertiary crusher)* agar sesuai dengan kebutuhan konsumen. dengan target dari perusahaan yaitu 68% harus menjadi produk dari total *feed* yang masuk kedalam unit crusher

Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu mengupayakan pemilihan setingan alat pada cone crusher sehingga mendapatkan hasil produk akhir yang paling optimal. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji persentase feed (umpan) material yang masuk kedalam unit secondary crusher dengan produk akhir yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan tersebut.
2. Mengkaji persentase material yang keluar dari tiap alat (cone crusher secondary dan cone crusher tertiary) dengan uji Beltcut.
3. Mengkaji parameter yang berpengaruh untuk peningkatan persentase produk yang dihasilkan dari kinerja alat cone crusher tertiary.
4. Merekomendasikan setingan alat cone crusher agar mencapai hasil yang optimum setelah dilakukannya beberapa pengujian.

B. Landasan Teori

Crusher merupakan mesin yang dirancang untuk mereduksi ukuran batu dari yang asalnya besar seperti (boulder) menjadi ukuran yang lebih kecil seperti kerikil atau debu batu, *Crushing* dibagi dalam beberapa tahap diantaranya yaitu *Prymary crushing*, *secondary crushing*.

1. Primary Crushing

Primary crusher merupakan penghancuran atau pengecilan ukuran batuan pada tahap pertama, alat peremuk yang biasanya digunakan pada tahap ini adalah *Jaw Crusher*. Gaya-gaya yang ada pada *jaw crusher* yaitu Gaya tekan (aksi), gesek, gravitasi, gaya yang menahan (reaksi)

Kapasitas Crusher menurut Taggart:

$$T = 0,6 L \cdot S$$

Keterangan : T = kapasitas (ton/jam), L = Panjang lubang penerimaan (inch), S = Lebar lubang pengeluaran (inch)

2. Secondary Crusher

Secondary Crusher merupakan penghancuran atau pengecilan ukuran batuan tahap kedua, alat peremuk yang biasa digunakan adalah *Cone Crusher*. Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi produktivitas dari alat cone crusher (*module crushing basics, Heidelberg Cement Aggregates Academy, jilid-2*), diantaranya yaitu Umpan (*Feed*), stroke, *closed Side Setting (CSS)*

3. Belt Conveyor

Belt conveyor adalah salah satu komponen dari system *transport* yang berfungsi untuk membawa material dari area penambangan menuju lokasi tujuan selanjutnya. *Beltcut* merupakan salah satu jenis pengujian kapasitas alat pada *belt conveyor*, dengan tujuannya untuk mengetahui jumlah (tonase) dan efisiensi dari alat *Crushing Plant* (kuantitas dan kualitas) baik itu dari *jaw crusher*, *cone crusher*, *belt conveyor*, *alat screen*, dll.

- Rumus uji beltcut

$$\text{Beltcut } (Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) \text{ (Tph)}$$

Keterangan: Q = Kapasitas (Tph),
V = Kecepatan (m/s),
L = Panjang Sampel Pada *Belt Conveyor* (m),
W = Berat Material (kg/m)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Optimalisasi Persentase Produksi Poduk Utama Berdasarkan Setingan CSS *Cone Crusher*

Berikut ini merupakan tabel data dan perhitungan hasil uji *beltcut* (data sekunder) sebelum dilakukannya penelitian di PT Mandiri Sejahtera Sentra dalam upaya peningkatan persentase produksi *cone crusher* dari target minimal perusahaan yaitu 68% menjadi produk utama (split) berdasarkan perubahan setingan CSS pada alat tersebut. Dilakukan pengujian sebanyak dua kali dengan setingan dari tiap alat berbeda-beda akan tetapi masih masuk dalam batas dari spesifikasi alat tersebut. Diantaranya sebagai berikut:

Pada pengujian (data sekunder) pertama dilakukan dengan menggunakan setingan CSS untuk *cone secondary* yaitu 47mm dan *cone tertiary* yaitu 24mm, didapat data sebagai berikut.

Tabel 1. Lokasi Uji *Beltcut* Kapasitas *Cone Crusher*

Lokasi Pengambilan Sampel	Berat Sampel (Kg)	Berat Sampel (Ton)	Panjang Pengambilan Sampel (m)	Kecepatan Belt Conveyor (m/s)	Kecepatan Belt Conveyor (m/jam)
CV04	38.5	0.038	1	1.77	6372
CV 10	82	0.082	1	1.66	5976
CV14	38	0.038	1	2.3	8280
CV16	24	0.024	1	1.66	5976

- CV14M01 (Aggregate coarse)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) \text{ (Tph)}$
 $= (38/1000)(2.3 \times 1 \times 3600) \text{ (Tph)}$
 $= 314.64 \text{ (Tph)}$
- CV16M01 (Dust)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) \text{ (Tph)}$
 $= (24/1000)(1.66 \times 1 \times 3600) \text{ (Tph)}$
 $= 143.424 \text{ (Tph)}$

- CV04M01 (Scalping)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 $= (38.5/1000)(1.77 \times 1 \times 3600)(Tph)$
 $= 245.322(Tph)$
- CV10M01 (Oversize)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 $= (82/1000)(1.66 \times 1 \times 3600)(Tph)$
 $= 490.032(Tph)$

Tabel 2. Sampel Hasil Pengujian Kapasitas *Cone Crusher*

Cone	Closed side setting (CSS)	Amphere	Total Produk (Tph)	Nama Produk	Ukuran Produk (mm)	Tonase (Tph)	Persentase (%)
Secondary (SANDVIX)	47	380	458.0	Oversize	+30 mm	-	-
Tertiary 1 (TRIMAX)	24	240		Split (CV14 & CV15)	-30mm +20 mm	314.5	68
Tertiary 2 (TRIMAX)	24	240			-20mm +6mm		
				Dust (CV16)	-6mm	143.4	32

Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh perusahaan dengan setingan alat sebagai berikut:

- *Cone Secondary* (CSS 47mm)
- *Cone Tertiary 1* (CSS 24mm)
- *Cone Tertiary 2* (CSS 24mm)

Didapatkan data persentase produk sebagai berikut:

- Split (*Coarse aggregate*) = 68%
- Abu Batu (*Dust*) = 32%

Hasil yang didapatkan dengan setingan tersebut belum optimal, maka dilakukan kajian dengan mengubah setingan css pada *cone crusher* sebagai berikut:

- *Cone Secondary* (CSS 52mm)
- *Cone Tertiary 1* (CSS 25mm)
- *Cone Tertiary 2* (CSS 25mm)

Dilakukan uji beltcut kembali pada alat *cone crusher* tersebut untuk mengetahui persentase produk yang dihasilkan,

Tabel 3. Lokasi Uji *Beltcut* Kapasitas *Cone Crusher*

Lokasi Pengambilan Sampel	Berat Sampel (Kg)	Rata-Rata (Kg)	Berat Sampel (Ton)	Panjang Pengambilan Sampel (m)	Kecepatan Belt Conveyor (m/s)	Kecepatan Belt Conveyor (m/jam)
CV04	24.1	24.85	0.025	1	1.77	6372
	25.6					
CV 05	149	149	0.149	1	2.3	8280
CV 10	71.5	71.95	0.072	1	1.66	5976
	72.4					
CV14	44.3	42.2	0.042	1	2.3	8280
	40.1					
CV15	22.7	23	0.023	1	2.3	5400
	23.3					
CV16	31.7	30.6	0.031	1	1.66	5976
	29.5					

Contoh perhitungan *beltcut* untuk produk akhir pada pengujian ke-1 di PT Mandiri Sejahtera Sentra.

- CV15 (Aggregate coarse)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) (\text{Tph})$
 $= (65.2/1000)(2.3 \times 1 \times 3600) (\text{Tph})$
 $= 539.8 (\text{Tph})$
- CV16 (Dust)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) (\text{Tph})$
 $= (30.6/1000)(1.66 \times 1 \times 3600) (\text{Tph})$
 $= 182.8 (\text{Tph})$
- CV04 (Scalping)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) (\text{Tph})$
 $= (24.85/1000)(1.77 \times 1 \times 3600) (\text{Tph})$
 $= 158.3 (\text{Tph})$
- CV05
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) (\text{Tph})$
 $= (149/1000)(2.3 \times 1 \times 3600) (\text{Tph})$
 $= 1233.7 (\text{Tph})$
- CV10 (Oversize)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600) (\text{Tph})$
 $= (71.95/1000)(1.66 \times 1 \times 3600) (\text{Tph})$
 $= 429.9 (\text{Tph})$

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kapasitas *Cone Crusher*

Cone	Closed side setting (CSS)	Amphere	Total Produk (Tph)	Nama Produk	Ukuran Produk (mm)	Tonase (Tph)	Persentase (%)
Secondary (SANDVIX)	52	350	722.7	Oversize	+30 mm	-	-
Tertiary 1 (TRIMAX)	25	230		Split (CV14 & CV15)	-30mm +20 mm	539.8	75
Tertiary 2 (TRIMAX)	25	220			-20mm +6mm		
				Dust (CV16)	-6mm	182.8	25

Dari hasil pengujian yang dilakukan kembali dengan setingan alat yang dirubah sebagai berikut:

- *Cone Secondary* (CSS 52mm)
- *Cone Tertiary 1* (CSS 25mm)
- *Cone Tertiary 2* (CSS 25mm)

Didapatkan data persentase produk sebagai berikut:

- Split (*Coarse aggregate*) = 75%
- Abu Batu (*Dust*) = 25%

Setelah dilakukannya perubahan pada setingan CSS dari alat *cone crusher* tersebut, untuk *cone secondary* dari CSS asalnya 47mm menjadi 52mm, dan *cone tertiary* dari CSS 24mm menjadi 25mm dapat memberikan penambahan persentasi produk yang dihasilkan, untuk produk split yang asalnya 68% menjadi 75%, dan abu batu yang asalnya 32% menjadi 25%. Sehingga mencapai target persentasi produk yang diharapkan oleh perusahaan (68%) bahkan melebihinya.

Perhitungan Kontribusi Dari Penambahan *Cone Crusher Tertiary* Terhadap

Persentase Produksi

Untuk mengetahui kontribusi dari penambahan *cone crusher tertiary* terhadap persentase produksi dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap persentase produk dari *cone secondary* dibandingkan dengan persentase produk dari *cone crusher secondary* setelah ditambah dengan *cone tertiary*. Berikut data hasil uji *beltcut* yang telah dilakukan:

Adapun data perhitungan *beltcut* pada pengujian ke-1 pada alat *cone crusher secondary*.

Tabel 5. Lokasi Uji Beltcut *Cone Crusher Secondary*

Lokasi Pengambilan Sampel	Berat Sampel (Kg)	Berat Sampel (Ton)	Panjang Pengambilan Sampel (m)	Kecepatan Belt Conveyor (m/s)	Kecepatan Belt Conveyor (m/jam)
CV04	23.3	0.023	1	1.77	6372
CV 05	63.3	0.063	1	2.3	8280
CV 10	74	0.074	1	1.66	5976
CV14	15	0.015	1	2.3	8280
CV15	4.5	0.004	1	2.3	8280
CV16	9.8	0.009	1	1.66	5976

Contoh perhitungan beltcut untuk produk akhir dari cone crusher secondary pada pengujian ke-1 di PT Mandiri Sejahtera Sentra.

- CV14 + CV15 (Aggregate coarse)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 $= (19.5/1000)(2.3 \times 1 \times 3600) (Tph)$
 $= 161.6(Tph)$
- CV16 (Dust)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 $= (9.8/1000)(1.66 \times 1 \times 3600) (Tph)$
 $= 58.56(Tph)$
- CV04 (Scalping)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 $= (23.3/1000)(1.77 \times 1 \times 3600) (Tph)$
 $= 148.4(Tph)$
- CV10 (Oversize)
 $(Q) = (W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 $= (74/1000)(1.66 \times 1 \times 3600) (Tph)$
 $= 442.2(Tph)$

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kapasitas *Cone Crusher (Secondary)*

Cone	Closed side setting(CSS)	Amphere	Total Produk(Tph)	Nama Produk	Ukuran Produk(mm)	Tonase (Tph)	Persentase(%)
Secondary (SANDVIK)	52	350	662.3	Oversize	+30 mm	442.2	67
				Split (CV14 & CV15)	-30mm +20 mm	161.6	24
					-20mm +6mm		
				Dust (CV16)	-6mm	58.5	9

Berikut merupakan contoh data hasil pengujian *beltcut* untuk produk *cone crusher secondary* setelah ditambah *cone crusher tertiary*. Dapat dilihat pada tabel kapasitas dibawah ini.

Tabel 7. Lokasi Uji *Beltcut* Kapasitas *Cone Crusher*

Lokasi Pengambilan Sampel	Berat Sampel(Kg)	Rata-Rata(Kg)	Berat Sampel(Ton)	Panjang Pengambilan Sampel(m)	Kecepatan Belt Conveyor(m/s)	Kecepatan Belt Conveyor(m/jam)
CV04	24.1	24.85	0.025	1	1.77	6372
	25.6					
CV 05	149	149	0.149	1	2.3	8280
CV 10	71.5	71.95	0.072	1	1.66	5976
	72.4					
CV14	44.3	42.2	0.042	1	2.3	8280
	40.1					
CV15	22.7	23	0.023	1	2.3	5400
	23.3					
CV16	31.7	30.6	0.031	1	1.66	5976
	29.5					

Contoh perhitungan beltcut untuk produk akhir di PT Mandiri Sejahtera Sentra.

- CV15 (Aggregate coarse)
 - (Q) = $(W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 - = $(65.2/1000)(2.3 \times 1 \times 3600)$ (Tph)
 - = 539.8(Tph)
- CV16 (Dust)
 - (Q) = $(W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 - = $(30.6/1000)(1.66 \times 1 \times 3600)$ (Tph)
 - = 182.8(Tph)
- CV04 (Scalping)
 - (Q) = $(W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 - = $(24.85/1000)(1.77 \times 1 \times 3600)$ (Tph)
 - = 158.3(Tph)
- CV05
 - (Q) = $(W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 - = $(149/1000)(2.3 \times 1 \times 3600)$ (Tph)
 - = 1233.7(Tph)
- CV10 (Oversize)
 - (Q) = $(W/1000)(V \times L \times 3600)(Tph)$
 - = $(71.95/1000)(1.66 \times 1 \times 3600)$ (Tph)
 - = 429.9(Tph)

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Kapasitas *Cone Crusher*

Cone	Closed side setting (CSS)	Amphere	Total Produk (Tph)	Nama Produk	Ukuran Produk (mm)	Tonase (Tph)	Persentase (%)
Secondary (SANDVIX)	52	350	722.7	Oversize	+30 mm	-	-
Tertiary 1 (TRIMAX)	25	230		Split (CV14 & CV15)	-30mm +20 mm	539.8	75
Tertiary 2 (TRIMAX)	25	220			-20mm +6mm		
				Dust (CV16)	-6mm	182.8	25

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat persentase produk yang dihasilkan dari tiap alat *cone crusher* yang digunakan di PT Mandiri Sejahtera Sentra. Data yang didapatkan sebagai berikut:

- *Cone crusher secondary* (CSS 52mm) :
 - Split (*Coarse aggregate*) = 24%
 - Abu Batu (*Dust*) = 9%
 - Material *Oversize* = 67%
- *Cone crusher secondary* (CSS 52mm) dan *Cone crusher tertiary 1* (CSS 25mm), *Cone crusher tertiary 2* (CSS 25mm)
 - Split (*Coarse aggregate*) = 75%
 - Abu Batu (*Dust*) = 25%
 - Material *Oversize* = -

Dari data persentase produk yang dihasilkan *cone crusher* diatas, kontribusi dari *cone crusher tertiary* yaitu:

- Split (*Coarse aggregate*) = 51%
- Abu Batu (*Dust*) = 16%

D. Kesimpulan

4. 100% umpan (722.7 Tph) yang masuk kedalam unit *secondary crusher* dan *tertiary crusher* menjadi produk seluruhnya, dengan persentase 75% (539.8 Tph) split dan 25% (182.8 Tph) abu batu.
5. *Cone crusher secondary* menghasilkan produk split 24%, abu batu (*dust*) 9% dan *oversize* 66%. Dan setelah adanya penambahan alat *cone crusher tertiary* sebanyak dua unit, terjadi penambahan persentasi produk split menjadi 75% dan abu batu (*dust*) yaitu 25%. Itu berarti *cone crusher tertiary* berkontribusi memberikan penambahan persentase produk untuk split 51% dan untuk abu batu (*Dust*) 16%.
6. Angka *close side setting* (CSS) merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam peningkatan produksi karena dengan setingan css yang berbeda terlihat perbedaan persentase feed yang menjadi produknya. Setelah dilakukannya perubahan pada setingan CSS dari alat *cone crusher* tersebut, untuk *cone secondary* dari CSS asalnya 47mm menjadi 52mm, dan *cone tertiary* dari CSS 24mm menjadi 25mm dapat memberikan penambahan

persentasi produk yang dihasilkan, untuk produk split yang awalnya 68% menjadi 75%, dan abu batu yang awalnya 32% menjadi 25%. Sehingga mencapai target persentasi produk yang diharapkan oleh perusahaan (68%) bahkan melebihinya.

7. Untuk rekomendasi angka *Closed side setting* (CSS) yang paling optimal:
 - *cone secondary* 52 mm
 - *cone tertiary* 25 mm.
 Karena dengan dengan setingan angka CSS tersebut menghasilkan produk
 - split (*coarse Aggregate*) 75%,
 - abu batu (*dust*) 25%
8. Sudah melebihi target yang ditetapkan oleh PT Mandiri Sejahtera Sentra yaitu 68% feed harus jadi produk split.

Daftar Pustaka

- Anonim,(2014), *Crushing Basic*. Heidelberg Cement, module Aggregate Academy, jilid-2.
- Suryadharna, Hendra dan Yoso Wigroho, Haryanto, (1998). *Pengolahan*.Yogyakarta: Universitas Atmajaya
- Partanto Prodjosumarto, (1990), RM, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ardra, (2005). *Rancangan Pengolahan Bijih*”, Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran
- Anonim, (2007). *Belt Conveyor For Bulk Material*. Published by module the Conveyor Equipment manufacturers Association. Florida
- Taggart, Af, (1953). *Handbook Of Mineral Dressing*, John Wiley and son, inc, New York.
- Currie John.M. (1973), *Unit Operasi In Mineral Processing CSM Press*, Columbia.
- Normansyah, 2015.*Optimalisasi Alat Crushing Plant untuk Memenuhi Target Produksi*. Bandung: Universitas Islam Bandung.