

Perancangan *Crushing Plant* Batu Andesit di PT Nurmuda Cahaya Desa Batujajar Timur Kecamatan Batujajar Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat

Maulana Okta Saputra^{*}, Linda Pulungan, Sriyanti

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

*maulanaokta21@gmail.com

Abstract. PT Nurmuda Cahaya is one of the companies engaged in mining with andesite quarry materials. The company is located in Batujajar Timur Village, Batujajar District, West Bandung Regency, West Java Province. In an effort to meet market needs and also optimize minerals (andesite), PT Nurmuda Cahaya is expanding its mining business licenses to continue to increase production of andesite. To improve the quantity of andesite stones from the results of mining activities PT Nurmuda Cahaya designed a crushing plant with production target 300 ton/hr. Andesite stone processing activities at PT Nurmuda Cahaya, s crushing plant unit consist of four stage : feeding using a vibrating feeder, primary crushing using a jaw crusher, secondary crushing using a cone crusher and sizing using a vibrating screen. The crushing plant unit is also assisted by supporting tools such as hoopers and conveyor belts. Incoming feed as much as 360 tons/hour with a material size of 50 cm with the assumption that the material will undergo a proses of processing of 85% and 15% of the materials is assumed as tailing. The tools used in the crushing plant unit are one hooper with 217 m³ capacity, 1 ZSW600x130 vibrating feeder, 1 PE-870x1060III jaw crusher, 1 PYB-1750II cone crusher, 1 3YK1854 vibrating screen and 7 conveyor belts. The final product is divided into 4 types namely split 1 (-3 + 2 cm), split 2 (-2 + 1 cm), split 3 (-1 + 0,5 cm), and stone ash (-0,5 cm) with the number production of 303,69 tons/hour. The results of the crushing plant design can meet the production target of 300 tons / hour.

Keywords: *Crushing Plant, Production, Jaw Crusher, Vibrating Screen, Conveyor belts.*

Abstrak. PT Nurmuda Cahaya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dengan komoditas bahan galian batu andesit. Perusahaan ini terletak di Desa Batujajar Timur, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Dalam upaya memenuhi kebutuhan pasar dan juga mengoptimalkan bahan galian (batu andesit), PT Nurmuda Cahaya melakukan perluasan izin usaha pertambangan agar terus dapat meningkatkan produksi batu andesit. Untuk meningkatkan kuantitas batu andesit dari hasil kegiatan penambangan PT Nurmuda Cahaya melakukan perancangan *crushing plant* dengan target produksi 300 ton/jam. Kegiatan pengolahan batu andesit pada unit *crushing plant* PT Nurmuda Cahaya terdiri dari empat tahapan yaitu pengumpanan menggunakan *vibrating feeder*, *primary crushing* dengan menggunakan *jaw crusher*, *secondary crushing* dengan

menggunakan *cone crusher* dan *sizing* menggunakan *vibrating screen*. Unit *crushing plant* juga dibantu oleh alat penunjang yaitu *hooper* dan *belt conveyor*. Feed yang masuk sebanyak 360 ton/jam dengan ukuran material sebesar 500 mm dengan asumsi material yang akan mengalami proses pengolahan sebesar 85% dan 15% dari material diasumsikan sebagai pengotor. Alat yang digunakan pada unit *crushing plant* yaitu, satu buah hopper dengan kapasitas 217 m³, 1 buah *vibrating feeder* ZSW600x130, 1 buah *jaw crusher* type PE-870x1060III, 1 buah *cone crusher* type PYB-1750II, 1 buah *vibrating screen* 3YK1854, dan 7 buah *belt conveyor*. Produk akhir dibagi menjadi 4 jenis yaitu split 1 (-3+2 cm), split 2 (-2+1 cm), split 3 (-1+0,5 cm) dan abu batu (-0,5 cm) dengan jumlah produksi sebesar 303,69 ton/jam. Hasil Perancangan *crushing plant* dapat memenuhi target produksi 300 ton/jam.

Kata Kunci: *Crushing Plant, Production, Jaw Crusher, Vibrating Screen, Conveyor belts.*

1. Pendahuluan

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2019 pertumbuhan ekonomi Indonesia masih berada pada angka 5,05% secara tahunan, hal ini menyebabkan Indonesia masih berada dalam kategori negara berkembang. Indonesia sebagai negara berkembang setiap saat terus melakukan pembangunan infrastruktur seperti pembangunan jalan tol, pembangunan kereta cepat, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Pembangunan infrastruktur tersebut mengakibatkan kebutuhan akan batu andesit terus meningkat karena memanfaatkan agregat dari batu andesit sebagai bahan baku dalam pembuatan beton dan juga dapat memanfaatkan abu batu andesit sebagai bahan campuran dalam pembuatan keramik.

PT Nurmuda Cahaya merupakan perusahaan yang bergerak dalam sektor industri pertambangan bahan galian batuan (batu andesit). Dalam upaya memenuhi kebutuhan-kebutuhan bahan galian (batu andesit), PT Nurmuda Cahaya melakukan perluasan izin usaha pertambangan agar terus dapat meningkatkan produksi batu andesit.

Untuk meningkatkan kualitas batu andesit dari hasil kegiatan penambangan maka diperlukan suatu kegiatan pengolahan. Oleh sebab itu perlu dilakukannya suatu rancangan *crushing plant* batu andesit, dalam perancangannya perlu memperhatikan pemilihan alat yang digunakan agar target produksi dari kegiatan pengolahan tersebut sesuai dengan yang direncanakan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut : “Bagaimana menentukan tipe alat sesuai dengan target produksi 300ton/jam?”, “Berapa nilai ketersediaan mekanis dan fisik dari mesin *crusher* berdasarkan dari asumsi data hambatan?”, “Berapa produksi per jam dari setiap produk yang mampu dihasilkan oleh unit pengolahan?”, “Berapa nilai indeks produksi dari mesin *crusher* berdasarkan dari asumsi produksi per jam?”. Selanjutnya, tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Memilih dan menentukan jenis dan tipe alat yang akan digunakan;
2. Mengetahui nilai ketersediaan mekanis dan fisik dari mesin *crusher* berdasarkan asumsi dari waktu hambatan;
3. Mengetahui jumlah produksi per jam dari masing – masing produk *crushing plant* berdasarkan metode *beltcut* dari unit *crushing plant* yang sudah ada;
4. Mengetahui nilai indeks produksi dari mesin *crusher* berdasarkan dari asumsi produksi per jam.

2. Landasan Teori

Crushing plant adalah area pengolahan yang terdapat rangkaian yang berkesinambungan dengan tujuan untuk mereduksi ukuran material. Pada umumnya, proses *crushing plant* untuk

material kering dilakukan dengan 3 tahapan yaitu *primary crushing*, *secondary crushing* dan *sizing*. *Crushing plant* ini disesuaikan dengan penggunaannya dengan maksud untuk mereduksi ukuran material dari ROM agar sesuai dengan kebutuhan konsumen. Untuk kegiatan pengecilan ukuran ini dilakukan dengan menggunakan unit peremukan (*crushing plant*).

1. Primary Crushing

Merupakan peremukan tahap pertama pada proses *crushing plant*. Tujuan *primary crushing* ini yaitu untuk mereduksi material yang berasal dari ROM dengan ukuran <1,5m menjadi lebih kecil (10-20 cm) sehingga dapat ditransportasikan menuju tahapan selanjutnya. Material dengan kapasitas tinggi dan sulit untuk dipecahkan biasanya menggunakan *jaw crusher*. *Feed* yang digunakan berasal dari ROM dengan ukuran yang disesuaikan pada *feed opening* dari *jaw crusher*.

2. Secondary Crushing

Merupakan peremukan tahap kedua dari proses *crushing*, tujuan dari tahapan ini yaitu mengecilkan ukuran material yang telah diproses pada tahapan *primary crushing* sehingga menjadi lebih seragam. *Feed* maksimum yang masuk dalam tahapan ini berukuran <15 cm. Mesin peremuk yang umum digunakan untuk material kering pada tahapan ini adalah *cone crusher*.

3. Sizing

Proses *sizing* bertujuan untuk mengelompokkan material hasil dari proses *crushing* sesuai dengan ukuran butir yang ditentukan berdasarkan permintaan konsumen. Alat yang digunakan pada proses ini adalah *vibrating screen* yang terdiri dari beberapa *deck* yang sesuai dengan ukuran yang dirancang.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Target Produksi

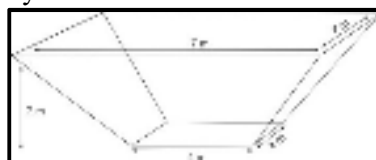
Material yang digunakan sebagai *feed* pada proses pengolahan adalah batu berangkal andesit yang berukuran <50 cm, material tersebut diangkut langsung dari ROM, laju pengumpanan dari ROM ditargetkan sebesar 360 ton/jam. Selanjutnya dilakukan pengolahan sebesar 85% dari jumlah material yang berasal dari ROM yaitu sebesar 306 ton/jam dan 15% diasumsikan sebagai pengotor yaitu sebesar 54 ton/jam.

Rancangan Proses Pengumpanan

Kegiatan pengumpanan dilakukan untuk mendistribusikan *feed* yang sebelumnya diangkut dari ROM sehingga *feed* akan masuk secara teratur melalui *hopper* ke *feeder* yang kemudian akan didistribusikan ke dalam alat peremuk. Proses pengangkutan material andesit dari ROM dilakukan dengan menggunakan *dumptruck* dengan kapasitas 13,9 m³.

Hooper

Hopper berfungsi untuk menampung material umpan yang berasal dari tambang dikisarkan berukuran <500 mm,. *Hopper* yang digunakan memiliki bentuk *obelisk* dengan kapasitas tampung 217 m³. Jumlah umpan yang ditumpahkan dalam *hopper* yaitu sebesar 360 ton/jam atau 211,76 m³, volume yang terpakai sebanyak 97,5% dari kapasitas *hooper*, sehingga dibutuhkan 15 kali *dumping* dalam satu jamnya



Gambar 1. Sketsa Hopper

Vibrating Feeder

Vibrating feeder digunakan untuk memisahkan material berangkal beserta pengotornya. Pengotor material biasanya terdiri dari batuan berukuran kecil yang bercampur dengan tanah maupun pasir. Material yang berukuran <50 mm akan tersaring oleh *vibrating feeder* yang kemudian akan langsung diangkut menuju *stockpile base course*. Jumlah material pengotor

diasumsikan sebesar 15% dari produksi yang diangkut dari ROM berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada *unit crushing plant* yang lainnya yaitu sebesar 54 ton/jam dengan waktu efektif selama 6,7 jam. Selain untuk memisahkan material pengotor, *vibrating feeder* juga digunakan untuk mendistribusikan material dari *hopper* menuju alat *crusher*. *Vibrating Feeder* yang digunakan yaitu *type ZSW600x130* dengan kapasitas pengumpanan sebesar 400–560 ton/jam.

Tabel 1. Spesifikasi Vibrating Feeder ZSW600x130

Type	ZSW600x130
Max. FeedingSize (mm)	800
Capacity (t/h)	400 – 560
Weight (t)	7,5

Rancangan Proses *Primary Crushing*

Tahap *primary crushing* merupakan tahapan awal dalam pengolahan batu andesit, yaitu peremukan material berangkal dengan ukuran $-500 \text{ mm} + 50 \text{ mm}$. Proses ini menggunakan alat *jaw crusher* jenis *single toggle* dengan *type PE-870x1060III*. *Feed* maksimum sebesar 500 mm dan kapasitas produksi sebesar 288-384 tph. Ukuran produkta *jaw crusher* ditentukan dari *close side setting* (CSS) dari *jaw crusher* tersebut. CSS *jaw crusher* ditetapkan sebesar 200 mm yang berarti ukuran produkta *jaw crusher* adalah -200 mm . Ukuran CSS disesuaikan dengan ukuran *feed* maksimum dari mesin *secondary crushing*. Material hasil pengolahan *primary crushing* akan diangkut oleh BCV-02 menuju tahapan *secondary crushing*. Jumlah *feed jaw crusher* ditentukan sebanyak 85% dari material hasil penambangam yaitu sebesar 306 ton/jam.

Tabel 2. Spesifikasi Jaw crusher PE-870x1060III

Type	PE-870x1060III
Max. FeedingSize (mm)	670
CSS (mm)	200 – 260
Capacity (t/h)	288 – 384
Weight (t)	28,7

Rancangan Proses *Second Crushing*

Tahapan ini merupakan lanjutan dari tahapan awal dimana ukuran material akan lebih dkecilkan dengan menggunakan *cone crusher*. Ukuran material yang masuk ke dalam *cone crusher* merupakan produkta *jaw crusher* dengan ukuran -200 mm . *Cone crusher* yang digunakan yaitu *type PYB-1750II* dengan kapasitas produksi sebesar 280 – 480 tph. CSS *cone crusher* ditetapkan sebesar 30 mm yang disesuaikan dengan produk akhir yang akan dihasilkan. Produkta *cone crusher* dengan ukuran material -30 mm akan diangkut menuju proses *sizing* menggunakan BCV-03.

Tabel 3. Spesifikasi Cone Crusher PYB1750II

Type	PYB-1750II
Max. Feeding Size (mm)	215
CSS (mm)	25 – 60
Capacity (t/h)	280 – 480
Weight (t)	50,3

Rancangan Proses *Sizing*

Proses *sizing* merupakan proses akhir dari tahapan pengolahan batu andesit dengan menggunakan *vibrating screen*. Proses ini dilakukan untuk menyeragamkan ukuran hasil dari *secondary crushing*. Proses penyeragaman ukuran ini dilakukan dengan getaran yang ada pada *screen* kemudian material akan tumpah ke dalam *deck* dengan ukuran-ukuran tertentu. *Vibrating*

screen (Gambar 4.5) yang digunakan yaitu *type 3YK1854* (Lampiran D) dengan kapasitas 51 – 496 tph. *Screen* ini terdiri dari 3 *deck* dengan ukuran saringan tiap *deck* berikut:

1. *Deck 1* = 20 mm;
2. *Deck 2* = 10 mm
3. *Deck 3* = 5 mm.

Tabel 4. Spesifikasi Vibrating Screen

Type	3YK1854
Max. Feeding Size (mm)	400
Cap (t/h)	51 – 496
Dimensi LxWxH (m)	6200×3326×3393

Rancangan *Belt Conveyor*

Belt conveyor digunakan untuk mengangkut material *feed* maupun produkta dalam tahapan pengolahan batu andesit. Unit *crushing plant* ini merangkai 7 buah *belt conveyor* dengan kegunaan yang berbeda, berikut adalah deskripsi dari *belt conveyor* (Tabel 5).

Tabel 4. Deskripsi Belt Conveyor

No Belt	Keterangan
BCV-01	Mengangkut material dari <i>Girzly feeder</i> menuju <i>Stockpile Base course</i>
BCV-02	Mengangkut material dari <i>Jaw Crusher</i> menuju <i>Cone Crusher</i>
BCV-03	Mengangkut material dari <i>Cone Crusher</i> menuju <i>Screen</i>
BCV-04	Mengangkut material dari <i>Screen</i> menuju <i>Stockpile Split 1</i>
BCV-05	Mengangkut material dari <i>Screen</i> menuju <i>Stockpile Split 2</i>
BCV-06	Mengangkut material dari <i>Screen</i> menuju <i>Stockpile Split 3</i>
BCV-07	Mengangkut material dari <i>Screen</i> menuju <i>Stockpile Abu</i>

Setiap *belt conveyor* memiliki dimensi dan kecepatan yang berbeda, spesifikasi ini dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan dari *crushing plant* itu sendiri. Kemiringan dari *belt conveyor* ditentukan berdasarkan dari maksimum kemiringan (Manual Book of Bridgestone) sehingga dari kemiringan tersebut didapatkan nilai kecepatan yang sesuai dari jenis material yang diangkut. Berikut adalah spesifikasi *belt conveyor* yang digunakan (Tabel 6).

Tabel 5. Spesifikasi Belt Conveyor

No Belt	Panjang (m)	Lebar (m)	Kemiringan (°)	Angle of Repose (°)	Surcharge Angle (°)	Trough Angel (°)
BCV-01	12	0,5	15	10	20	30
BCV-02	12	1,2	15	10	20	30
BCV-03	12	1,2	15	10	20	30
BCV-04	10	0,8	15	10	10	30
BCV-05	10	0,5	15	10	10	30
BCV-06	10	0,5	15	10	10	30
BCV-07	10	0,5	15	10	10	30

Kondisi Peralatan Mekanis

Berdasarkan data waktu hambatan yang telah diamati maka dapat digunakan untuk mencari waktu efektif pada saat proses produksi bahan galian andesit dengan cara mengurangi waktu produktif dengan waktu hambatan yang ada. Berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai *Availability Index* (AI), *Physical Availability* (PA), *Use of Availability* (UA), *Effective Utilization* (EU).

Tabel 7. Kondisi Alat Crusher

Alat	Waktu Kerja Produktif (Menit)	Waktu Standby (Menit)	Waktu Repair (Menit)	Waktu Kerja Efektif (Menit)	A.I (%)	P.A (%)	U.A (%)	E.U (%)
Jaw Crusher	400	35	40	325	89,04	90	90,27	81,25
Cone Crusher	400	35	40	325	89,04	90	90,27	81,25

Produksi Berdasarkan Asumsi Beltcut

Produksi dari unit *crushing plant* dihitung dengan metode *beltcut*, yaitu hasil perkalian antara berat sampel dalam 1 m *belt conveyor* dengan kecepatan dari *belt conveyor* itu sendiri. Nilai yang menunjukkan berat dan kecepatan *belt conveyor* didapatkan dengan menggunakan interpolasi antara hasil *beltcut* dari perusahaan yang telah melakukan penelitian dan kapasitas teoritis *belt conveyor* dari *Shanbao*. Berikut merupakan perhitungan berat dan kecepatan *belt conveyor* dengan cara interpolasi :

$$\begin{aligned} \text{interpolasi X} &= a_1 - \left(\frac{b_1 - b}{b_1 - b_2} \right) \times (a_1 - a_2) \\ \text{Kecepatan BCV-01} &= 76,8 \text{ m/min} - \left(\frac{64 \text{ tph} - 54 \text{ tph}}{64 \text{ tph} - 19,91 \text{ tph}} \right) \times (76,8 - 70,6 \text{ m/min}) \\ &= 75,39 \text{ m/min} \\ \text{Berat BCV-01} &= 13,89 \text{ kg} - \left(\frac{64 \text{ tph} - 54 \text{ tph}}{64 \text{ tph} - 19,91 \text{ tph}} \right) \times (13,89 - 4,7 \text{ kg}) \\ &= 11,81 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 8. Parameter Interpolasi

No Belt	Manual Book			Produksi acuan		
	Berat (kg/m)	Kecepatan (m/min)	Produksi (Tph)	Berat (kg/m)	Kecepatan (m/min)	Produksi (Tph)
BCV-01	13,89	76,8	64	4,7	70,6	19,91
BCV-02	66,67	96	384	25,2	94	142,13
BCV-03	66,67	96	384	19,9	92,3	110,21
BCV-04	34,72	76,8	160	4	73	17,52
BCV-05	13,89	76,8	64	5,2	71,2	21,36
BCV-06	13,89	76,8	64	2,3	70,5	9,73
BCV-07	13,89	76,8	64	3,4	71,4	14,57

Setelah mendapatkan nilai berat dan kecepatan dari setiap belt, maka dilakukan perhitungan produksi dengan metode *beltcut*

Tabel 9. Parameter Interpolasi

No Belt	Produksi Hasil Interpolasi		
	Berat (kg/m)	Kecepatan (m/min)	Produksi (Tph)
BCV-01	11,81	75,39	53,40
BCV-02	53,30	95,36	304,93
BCV-03	53,35	94,95	303,90
BCV-04	29,25	76,12	133,61
BCV-05	12,46	75,90	56,72
BCV-06	12,42	76,00	56,64
BCV-07	12,43	76,05	56,72

Material Balance

Material Balance adalah suatu neraca kesetimbangan pada pengolahan bahan galian, jumlah partikel umpan yang masuk dalam alat pengolahan jumlahnya akan sama dengan jumlah material yang keluar. Jumlah *loose* material dihitung berdasarkan jumlah *feed* masuk dan produkta hasil pengolahan, perhitungan *loose* dibagi berdasarkan dari tahapan *crushing plant*. Rumus perhitungan *loose* yang digunakan yaitu:

$$\text{Loose} = \text{Feed} - \text{Produkta}$$

1. Primary Crushing
 - Feed = 360 ton/jam – 54 tonjam
 - = 306 ton/jam
 - Produkta = 304,93 ton/jam
 - Loose = 306 ton/jam – 304,93 ton/jam
 - = 1,07 ton/jam
2. Secondary Crushing
 - Feed = 304,93 ton/jam
 - Produkta = 303,90 ton/jam
 - Loose = 304,93 ton/jam - 303,90 ton/jam
 - = 1,03 ton/jam
3. Sizing
 - Feed = 303,90 ton/jam
 - Produkta = 303,68 ton/jam
 - Loose = 303,90 ton/jam – 303,68 ton/jam
 - = 0,22 ton/jam

Tabel 10. Loose Material

Keterangan	Feed (tph)	Produkta (tph)	Loose (tph)	% Loose
Primary	306	304,93	1,07	0,35%
Secondary	304,93	303,90	1,03	0,34%
Sizing	303,90	303,69	0,22	0,07%

Production Rate Index

Production rate index (PRI) merupakan faktor yang menunjukkan efisiensi kinerja alat dalam melakukan produksi. Berikut adalah hasil perhitungan PRI:

1. PRI *Jaw Crusher* = $\frac{304,93 \text{ ton/jam}}{384 \text{ ton/jam}} \times 100\%$
= 79,40 %
2. PRI *Cone Crusher* = $\frac{303,90 \text{ ton/jam}}{480 \text{ ton/jam}} \times 100\%$
= 63,31 %

Tabel 11. Production Rate Index

Mesin Crusher	Produksi Asumsi (tph)	Kapasitas Produksi (tph)	PRI
Jaw Crusher	304,93	384	79,40%
Cone Crusher	303,90	480	63,31%

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat yang digunakan pada unit *crushing plant* yaitu *Hopper* dengan kapasitas 217 m³, *Vibrating Feeder* ZSW490x110II, *Jaw Crusher* type PE-870x1060III, *Cone Crusher* type PYB-1750II, *Vibrating Screen* 3YK1854, *Conveyor Belt*.
2. Kondisi dari alat *crusher* dilihat dari nilai *Availability Index (A.I)* yaitu sebesar 89,04%, sedangkan kondisi fisik alat dilihat dari *physichal availability (P.A)* yaitu sebesar 90%.

3. Produksi akhir *crushing plant* terbagi menjadi 4 jenis yaitu split 1; 133,61 ton/jam, split 2; 56,72 ton/jam, split 3; 56,64 ton/jam dan abu 56,72 ton/jam dengan total keseluruhan sebesar 303,69 ton/jam.
4. Nilai PRI dari *jaw crusher* yaitu sebesar 79,40% dan untuk *cone crusher* yaitu sebesar 63,31%. Perancangan *crushing plant* ini dapat memenuhi target produksi 300 ton/jam.

5. Saran

Management perusahaan harus memastikan jumlah material yang disuplai dari *ROM* harus selalu stabil agar produksi *unit crushing plant* dapat maksimal

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2003, Conveyor Belt Design Manual, Bridgestone Corporation. Tokyo, Japan.
- [2] Anonim, 2011, Mineral Processing Handbook, Telsmith, USA.
- [3] Anonim, 2018, Basic in Mineral Processing, Metso Corporation.
- [4] Anonim, 2019, (c), Shanbao Product Brochure, Shanghai, China.
- [5] Anonim, 2019 *Kabupaten Bandung Barat dalam Angka*. Kabupaten Bandung Barat : BPS.
- [6] Anonim, 2017, Provinsi Jawa Barat Dalam Angka, Provinsi Jawa Barat : BPS
- [7] Haris, J. W., 1998, Handbook of Mathematics and Computational Science, Frankfurt.
- [8] Ihsan, I., 2019, Analisis Kinerja Belt Conveyor Untuk Optimasi Produksi Batuan Andesit DI PT Nurmuda Cahaya, Unisba, Bandung
- [9] Kulinowski, P., 2002, Belt Conveyor for Bulk Materials, CEMA, Poland.
- [10] Lowrison, G. C., 1974, Crushing and Grinding, Butterworths, London.
- [11] Nu'man, H., 2013, Perencanaan Tata Letak Fasilitas, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [12] Prodjosumart, P., 1993, Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- [13] Silitonga, P. H., 1973, Peta Geologi Lembar Bandung, Djawa.
- [14] Taggart, F. A., 1945, Handbook of Mineral Dressing, Wiley-Interscience Publication New York.
- [15] Wills, B., 2016, Mineral Processing Technology, Department Mining and Materials Engineering, McGill University, Montreal, Canada.