

# EVALUASI SISTEM BELT CONVEYOR DAN ANALISIS SISTEM CRUSHING PADA COAL CRUSHING PLANT

Romansius Limbong Damanik<sup>1</sup>, Nurhakim<sup>2</sup>, Riswan<sup>2\*</sup>, Azwar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>3</sup> PT Pamapersada Nusantara distrik KCMB

e-mail: \*riswan@unlam.ac.id

## ABSTRAK

Kecepatan, daya, dan tegangan belt conveyor perlu dilakukan optimasi apabila terjadi masalah pada *power factory*nya. Selain pertimbangan pada *power factory*nya. Selain pertimbangan pada *power factor*, optimasi juga dilakukan atas pertimbangan produktivitas. Sistem *crushing* pada PT Pamapersada Nusantara ditrik KCMB saat ini dapat dilakukan perbaikan. Perbaikan tersebut dilakukan guna memaksimalkan primary crusher sebagai salah satu kompoen sistem *crushing*. Optimasi yang dilakukan pada sistem *crushing* saat ini berdasar pertimbangan aspek teknis seperti *power factor* dan produktivitas.

Penelitian ini dilakukan pendekatan secara teoritis menggunakan referensi tentang belt conveyor. Selain itu juga menggunakan data yang secara langsung diambil dari lapangan yang kemudian guna dilakukan perhitungan dan analisa untuk ditentukan evaluasi terhadap hasil penelitian.

Belt conveyor pada sistem *crushing* PT Pamapersada Nusantara distrik KCMB sebaiknya dilakukan optimasi guna memperbaiki nilai *power factor* yang kecil. Perbaikan dapat dilakukan dengan menambah daya yang tersedia pada motor penggerak pulley. Sistem *crushing* juga dapat dilakukan perbaikan dengan menambah komponen-komponen sistem *crushing* guna mengoptimalkan kinerja tiap-tiap komponen tersebut.

**Kata-kata kunci:** Belt conveyor, *power factor*, optimasi, sistem *crushing*

## PENDAHULUAN

Belt conveyor merupakan alat yang digunakan untuk mengangkut material, baik berupa unit load atau bulk material secara mendatar ataupun miring. Alat ini terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada belt ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit, ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan-bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas. Seperti kebanyakan alat mekanis yang lain, belt conveyor memiliki berbagai aspek yang dapat menentukan baik tidaknya alat tersebut, misalnya dari segi kecepatan, tegangan, dan daya yang optimum, mampu memenuhi target produksi, serta memiliki ketahanan (dalam segi *power factor*) yang baik.

Pada *crushing* plant PT Pamapersada Nusantara distrik KCMB, terdapat sebuah sitem *crushing* yang ada peluang untuk di-improve. Hal ini disebabkan pada sistem tersebut tidak terdapatnya pemilahan ukuran butir pada hopper, sehingga material yang berukuran lebih kecil dari bukaan bawah primary roll crusher dapat masuk ke crusher tersebut. Oleh karena itu, maka diperlukannya sebuah sistem *crushing* yang baru untuk meningkatkan keefektifan kerja sistem *crushing* yang sudah ada.

Permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini meliputi : optimasi kecepatan pada produktivitas maksimum dalam pencapaian target produksi, pengecekan dan perawatan belt conveyor dalam hal perbaikan *power factory*nya, perbaikan *power factor* terhadap daya, tegangan, dan kecepatan dalam pencapaian produksi, optimasi pada sistem *crushing* saat ini dalam pemcapaian target dan peningkatan produksi, pertimbangan aspek teknis pada optimasi sistem *crushing* saat ini. Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini dibatasi pada optimasi kecepatan pada produktivitas maksimum untuk belt feeder dan kecepatan tetap optimum untuk conveyor 1, 2, dan stacker; perhitungan *power factor*  $\geq 2$  untuk

optimasi tiap-tiap belt conveyor; hubungan antara optimasi *power factor* terhadap daya tegangan, dan kecepatan dalam pencapaian produksi; perhitungan rancangan untuk optimasi sistem *crushing*; pembahasan aspek teknis untung rancangan sistem *crushing*.

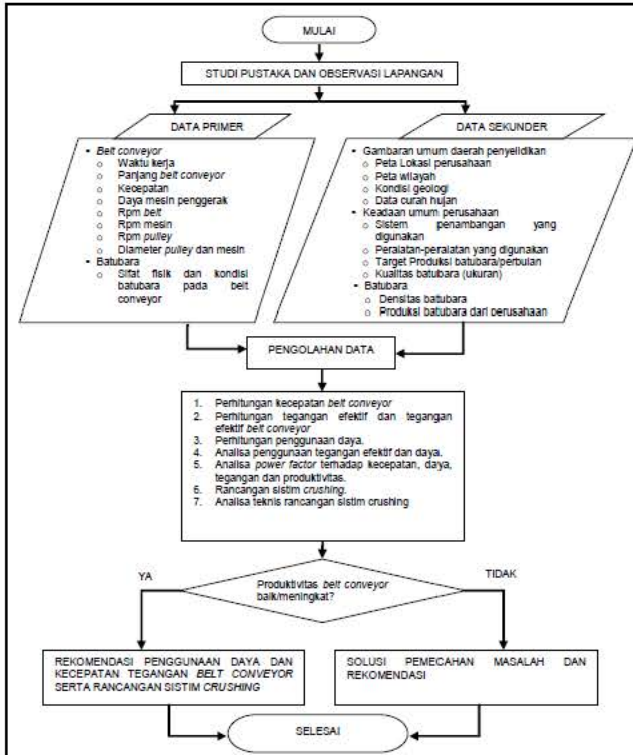
Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi tentang kecepatan, tegangan, daya, dan *power factor* belt covveyor, dan perancangan sistem *crushing*. Bagi perusahaan, hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tegangan efektif dan daya penggerak belt; menentukan kecepatan optimal belt conveyor dalam mencapai target produksi dan waktu untuk perawatan ataupun perbaikan sehingga tidak mengganggu produksi dan waktu untuk perawatan ataupun perbaikan sehingga tidak mengganggu produksi; mengetahui bagaimana melakukan perbaikan pada sistem *crushing* yang telah ada.

## METODOLOGI

Cara pengumpulan data-data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengambilan data primer dan sata sekunder. Data primer melalui wawancara dengan instruktur lapangan serta orang-orang yang berkompeten dengan bahasan belt conveyor, meliputi data daya mesin penggerak, kapasitas maksimal crusher, panjang belt conveyor, panjang frame conveyor, teknik perhitungan produktivitas crusher, RPM mesin penggerak. Data primer yang diambil melalui observasi lapangan terdiri dari RPM belt conveyor, waktu kerja sistem *crushing*, *troughing angle*, jenis dan ukuran material, RPM pulley, lebar belt conveyor, putaran belt per menit, diameter pulley mesin penggerak, dan diameter pulley reducer. Data sekunder diambil dari literatur cetak maupun elektronik tentang belt conveyor.

Analisis data berupa perhitungan kecepatan, produktivitas, tegangan, daya penggerak, dan daya belt conveyor agar diketahui pengaruhnya terhadap produktivitas serta terhadap *power factor* belt conveyor.

Selanjutnya dilakukan tinjauan perancangan untuk perbaikan dan peningkatan produktivitas sistem *crushing* saat ini. Untuk menentukan rancangan belt conveyor, maka dilakukan perhitungan yang sama dengan perhitungan produktivitas. Namun sebagai tambahan, diperlukan perhitungan peningkatan produktivitas dan perhitungan produktivitas tiap-tiap conveyor tambahan (additional conveyor). Semua tahapan penelitian terangkum pada Gambar-1.



Gambar-1. Diagram penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini dijabarkan sebagai berikut.

1. Spesifikasi alat belt conveyor yang terdiri dari segmen, panjang belt, lebar belt, tinggi frame, jumlah lapisan, tensile strength, idler, RPM motor penggerak, dan bagian-bagian conveyor yang lain.
2. Waktu kerja sistem *crushing* per shift adalah 9 jam, dari pukul 07.00 – 17.00, dengan waktu istirahat dari pukul 12.00 – 13.00.
3. Berat jenis curah batubara tiap ukuran : 0.88 ton/m<sup>3</sup> untuk batubara yang berukuran 100 – 500 mm (ukuran mine run); 0.8 ton/m<sup>3</sup> untuk batubara yang berukuran 50 – 100 mm (ukuran lump); 0.78 ton/m<sup>3</sup> untuk batubara yang berukuran ≤ 50 mm (ukuran 2 inch screening).
4. Kemiringan tiap belt conveyor disebutkan berurutan dari belt feeder, conveyor 1, conveyor 2, dan conveyor stacker sebesar 17°, 14°, 9°, dan 15°.
5. Sistem *crushing* yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem head drive pulley, yang artinya pulley yang berhubungan langsung dengan motor penggerak adalah head pulley.
6. Diameter drive pulley disebutkan secara berurutan dari belt feeder, conveyor 1, conveyor 2, dan conveyor stacker sebesar 83 cm, 60 cm, 55 cm, dan 50 cm.
7. Setiap belt conveyor memiliki besar wrap angle 180° dan nilai drive factor 1.14. Nilai ini digunakan karena

setiap belt conveyor hanya memiliki 2 pulley, yaitu head pulley dan tail pulley.

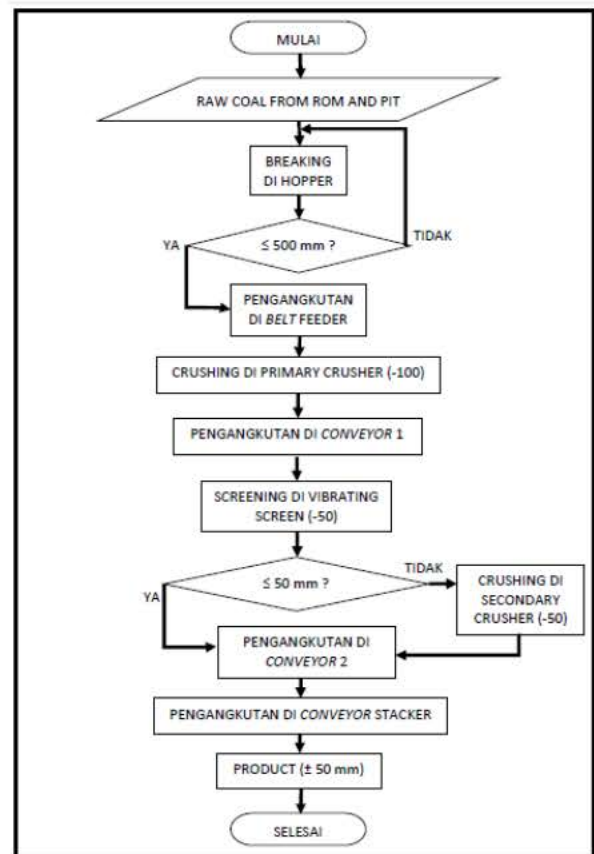
8. Berat belt per meter ( $W_1$ ) dan berat bagian-bagian yang berputar ( $W$ ) tergantung dari lebar beltnya : lebar belt 1800 mm (belt feeder)  $W_1 = 46$  kg/m dan  $W = 154$  kg/m; lebar belt 1200 mm (conveyor 1, conveyor 2, dan conveyor stacker)  $W_1 = 26$  kg/m dan  $W = 90$  kg/m.
9. RPM drive pulley masing-masing belt conveyor : belt feeder 15 – 17 rpm tergantung rpm motor penggerak; conveyor 1 sebesar 88 rpm; conveyor 2 sebesar 85.5 rpm; conveyor stacker sebesar 111 rpm.

## HASIL DAN DISKUSI

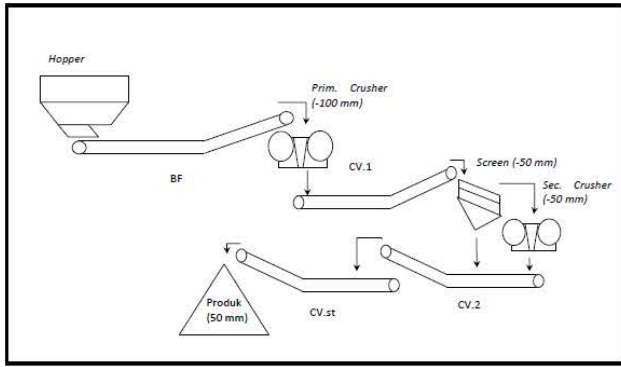
Sistem *crushing* pada penelitian ini akan dilakukan untuk optimasi. Optimasi dilakukan untuk memastikan material yang berukuran produk dapat langsung menuju stockpile tanpa harus dilakukan *crushing*. Hal ini dilakukan untuk meringankan kerja primary crusher yang bekerja dengan material yang berukuran tidak sesuai.

### Kondisi Aktual

Pada kondisi aktual, skema material flow dan rancangan sistem *crushing* dapat dilihat pada Gambar-2 dan Gambar-3. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa primary crusher mengalami kerja yang kurang efektif. Fungsi utama primary crusher sendiri ialah mereduksi ukuran material batubara dari  $500 \geq \phi \geq 100$  mm menjadi  $\phi < 100$  mm. Namun pada kondisi aktualnya, material batubara yang direduksi primary crusher berukuran  $\phi \leq 500$  mm, sehingga masih ada material yang tidak perlu mengalami proses *crushing*, yaitu material dengan ukuran  $\phi < 100$  mm. Dari kasus ini, maka yang terjadi ialah kerja berlebih ada primary crusher.

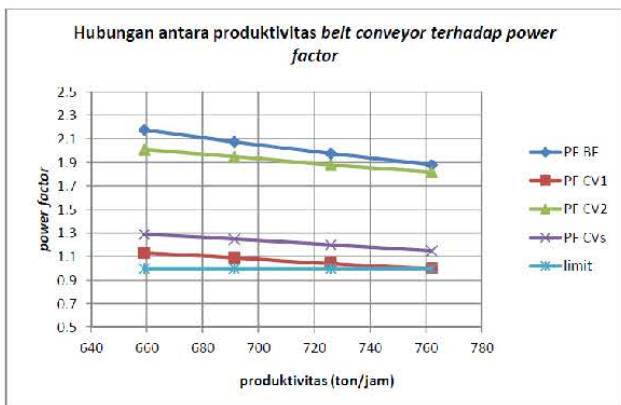


Gambar-2. Skema material flow sistem *crushing* saat ini

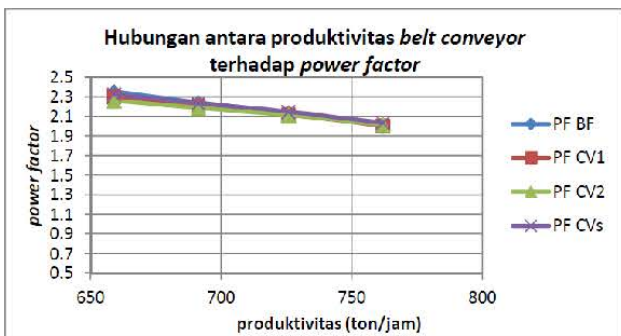


Gambar-3. Skema rancangan sistem crushing saat ini

Power factor pada kondisi aktual khususnya untuk conveyor 1 perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan adalah pada RPM belt feeder 675 (produktivitas belt conveyor paling besar). Hal ini disebabkan pada RPM tersebut power factor di conveyor 1 bernilai kecil. Perbaikan dilakukan guna mendapatkan nilai kecepatan, tegangan, kebutuhan daya, dan produktivitas di mana nilai power factor belt conveyor sudah dapat dikatakan baik. Gambar-4 menunjukkan nilai power factor untuk tiap conveyor pada kondisi aktual, dan dapat dilihat bahwa untuk conveyor 1, nilai power factornya kecil, sehingga perlu dilakukan perbaikan. Hasil perbaikan dapat dilihat pada Gambar-5.



Gambar-4. Hubungan antara produktivitas dan power factor sistem crushing aktual



Gambar-5. Hubungan antara produktivitas dan power factor sistem crushing setelah perbaikan

### Rancangan 1

Rincian penambahan alat/komponen untuk rancangan 1 terdiri dari:

- a) Belt feeder dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- Bagian 1 (dari hopper – vibrating gizzly) dengan panjang frame sekitar 7 meter, belt ini membawa material berukuran  $\phi \leq 500$  mm.
- Bagian 2 (dari vibrating grizzly – primary crusher) dengan panjang frame sekitar 7.2 meter. Belt ini membawa material berukuran  $500 \text{ m} \geq \phi > 100$  mm.

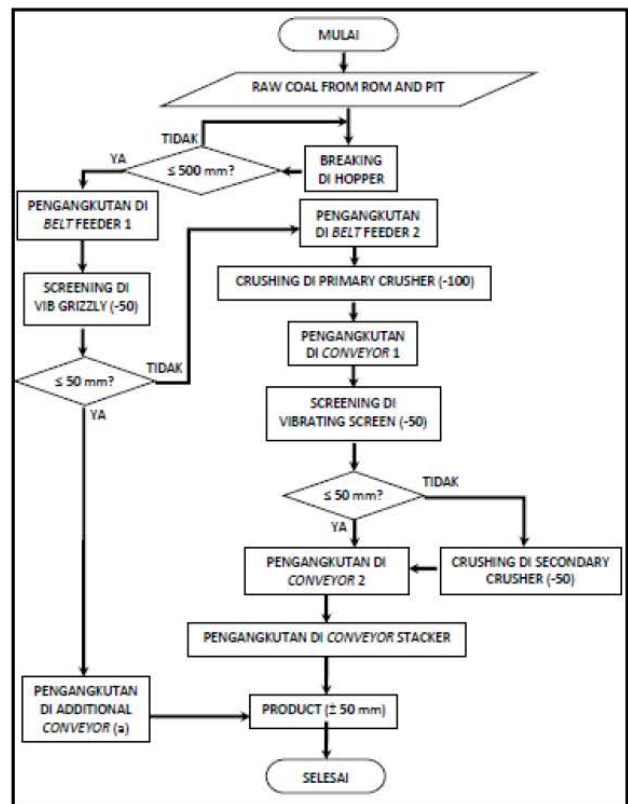
- b) Additional conveyor a

- Panjang frame belt conveyor ini sekitar 90.18 meter. Belt ini membawa material berukuran produk ( $\phi < 50$  mm) dari vibrating grizzly dan langsung menuju stockpile.
- Panjang belt conveyor a sekitar 210 meter.

- c) Grizzly

- Grizzly dibuat single deck dengan bukaan bagian bawah -50 mm
- Grizzly ditempatkan pada belt feeder dengan lebar yang hampir sama dengan lebar belt feeder
- Grizzly yang digunakan adalah jenis vibrating grizzly
- Panjang vibrating grizzly 2-3 meter
- Kapasitas maksimum 2500 ton/jam

Gambar/skema rancangan perbaikan sistem crushing versi 1 dapat dilihat pada Gambar-6 yang berupa skema material flow dan Gambar-7 yang berupa skema sistem crushing.

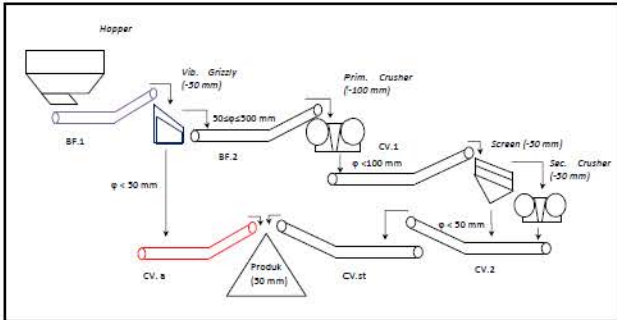


Gambar-6. Skema material flow peningkatan sistem crushing versi rancangan 1

Sistem crushing versi 1 menggunakan peralatan sebagai berikut.

- Hopper dengan ukuran (500 mm)
- Belt feeder dibagi menjadi dua bagian yaitu, bagian pertama dengan ukuran panjang 24,6, lebar 1,8 meter, dan tinggi pengangkutan 2 meter. Bagian kedua dengan

ukuran panjang 22.6 meter, lebar 1.8 meter, dan tinggi pengangkutan 6.7 meter.



Gambar-7. Skema rancangan sistem crushing versi rancangan 1

Di antara dua belt feeder diletakkan vibrating grizzly dengan ukuran mesh (-50 mm).

- Conveyor a dengan ukuran panjang sekitar 185 meter, lebar 1.4 meter, dan tinggi pengangkutan 7.8 meter.
- Primary roll crusher dengan bukaan bawah (-100 mm)
- Conveyor 1 dengan ukuran panjang 85 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 9.5 meter.
- Vibrating screen dengan bukaan (-50 mm)
- Secondary roll crusher dengan bukaan bawah (-50 mm)
- Conveyor 2 dengan panjang 36 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 2.3 meter
- Conveyor stacker dengan panjang 2 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 7.8 meter

Sebelum memasuki primary roll crusher, material terlebih dahulu mengalami pengayakan pada vibrating grizzly, sehingga material berukuran produk ( $\phi < 50$  mm) akan menuju primary roll crusher. Kerja primary roll crusher belum sepenuhnya efektif, karena masih ada material yang berukuran di bawah ukuran bukaan crusher yang ikut terproses (-100 mm).

Dari data sebelumnya, didapatkan material berukuran  $500 \geq \phi > 50$  mm sebanyak 38.13% dan material berukuran  $\phi \pm 50$  mm sebanyak 61.87%. Sehingga beratnya pada frame efektif masing-masing adalah 1.75 ton/16.2 meter dan 2.85 ton/16.2 meter. Pada belt feeder, jumlah material  $500 \geq \phi > 50$  mm pada frame adalah 38.13% (1.75 ton/16.2 meter). Bila ingin ditingkatkan menjadi 4.60 ton/16.2 meter, maka menambahkan material yang sama sebesar 2.85 ton/16.2 meter. Cara yang dapat dilakukan ialah mempercepat produktivitas pengumpanan sesuai target yang diinginkan.

Perhitungan hasil perencanaan untuk conveyor a ( $\phi \pm 50$  mm), untuk frame conveyor a 90.18 meter. Maka nilai berat material pada frame efektif conveyor a adalah 15.84 ton/90.18 meter. Kecepatannya direkomendasikan 2.5 m/s karena frame conveyor a yang panjang dan agak lebar. Nilai produktivitasnya diperoleh 1580.44 ton/jam. Frame belt feeder diperpendek menjadi 7.2 meter. Berat materialnya menjadi 0.78 ton/7.2 meter. Agar mendapatkan nilai produktivitas minimum 700 ton/jam, maka nilai kecepatannya 1.8 m/s. Produktivitas belt feeder awal (pengumpan) merupakan penjumlahan dari produktivitas belt feeder dan conveyor a, sehingga bernilai 2280.44 ton/jam. Karena frame efektif belt feeder awal diperpendek menjadi 7 meter, sehingga berat material rancangan adalah 2.29 ton/7 meter. Kecepatan pengumpanan menjadi 1.93 m/s untuk mencapai target produktivitas sebesar 2280.44 ton/jam.

Setelah perancangan dilakukan, dapat pula ditentukan besarnya daya yang diperlukan untuk menggerakkan sistem crushing pada rancangan tersebut. Besarnya nilai daya merupakan hal juga harus diperhatikan dalam perancangan, agar tidak terjadi kesalahan dalam penentuan besarnya kebutuhan daya dan ketersediaan daya yang ada. Besarnya kebutuhan daya berdasarkan pertimbangan *power factor* 2 dan efisiensi motor 94% pada rancangan 1 dapat dilihat pada Tabel-1.

Tabel-1. Hasil analisa kebutuhan daya, kecepatan, dan besar tegangan komponen rancangan 1

Rancangan 1	BF awal	BF	Cv 1	Cv 2	Cv st	Cv a
Kebutuhan Daya minimum (KW)	27,34	11,44	27,9	11,4	24,32	57,93
Tegangan efektif pada daya minimum (ton)	1,44	0,65	1,02	0,49	0,83	2,36
Kecepatan minimum (m/s)	1,932	1,8	2,801	2,393	2,974	2,5
Kebutuhan Daya minimum (KW)	30,45	12,25	30,46	12,28	26,47	63,46
Tegangan efektif pada daya minimum (ton)	1,44	0,69	1,11	0,52	0,91	2,59
Kecepatan maksimum (m/s)	2,156	1,8	2,801	2,393	2,974	2,5
Daya penggerak (KW)	65	26	62	26	54	135
Daya vibrating grizzly (KW)				92		
Total kebutuhan daya (KW)				460		

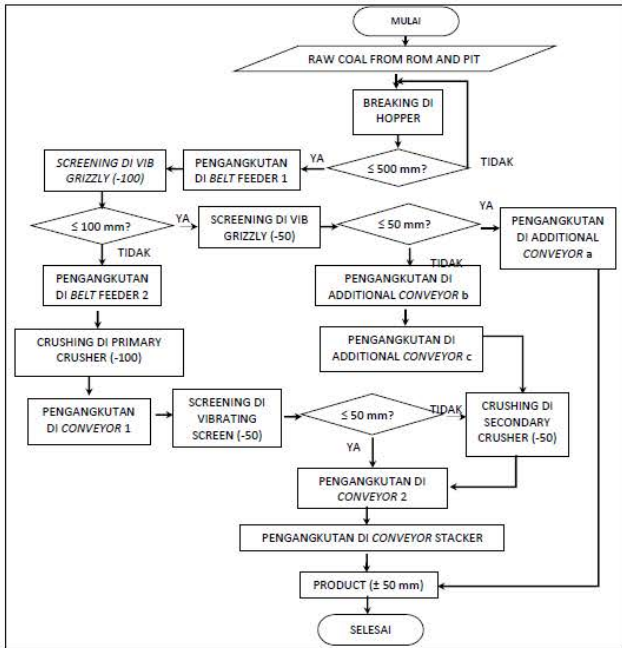
### Rancangan 2

Rincian penambahan alat/komponen untuk rancangan 2 terdiri dari:

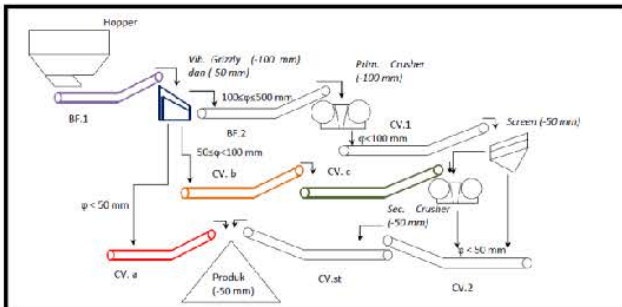
- Belt feeder dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:
  - Bagian 1 (dari hoper – vibrating grizzly) dengan panjang frame sekitar 7 meter, belt ini membawa material berukuran  $\phi \leq 500$  mm.
  - Bagian 2 (dari vibrating grizzly – primary crusher) dengan panjang frame sekitar 7.2 meter. Belt ini membawa material berukuran  $500 \text{ mm} \geq \phi > 100$  mm.
- Additional conveyor a
  - Panjang frame belt conveyor ini sekitar 90.18 meter. Belt ini membawa material berukuran produk ( $\phi < 50$  mm) dari vibrating grizzly dan langsung menuju stockpile.
  - Panjang belt conveyor a sekitar 210 meter.
- Additional conveyor b
  - Panjang frame sekitar 12.04 meter. Belt ini membawa material berukuran  $100 \geq \phi > 50$  mm dari vibrating grizzly menuju additional conveyor c.
  - Panjang belt conveyor b sekitar 35 meter.
- Additional conveyor c
  - Panjang frame sekitar 32.71 meter. Belt ini meneruskan material dari additional conveyor b menuju secondary crusher.
  - Panjang belt conveyor c sekitar 75 meter.
- Grizzly
  - Grizzly dibuat single deck dengan bukaan bagian bawah -50 mm
  - Grizzly ditempatkan pada belt feeder dengan lebar yang hampir sama dengan lebar belt feeder
  - Grizzly yang digunakan adalah jenis vibrating grizzly
  - Panjang vibrating grizzly 2-3 meter

- Kapasitas maksimum 2500 ton/jam

Gambar/skema rancangan perbaikan sistem *crushing* versi 2 dapat dilihat pada Gambar-8 yang berupa skema material flow dan Gambar-9 yang berupa skema sistem *crushing*.



Gambar-8. Skema material flow peningkatan sistem *crushing* versi rancangan 2



Gambar-9. Skema rancangan sistem *crushing* versi rancangan 2

Sistem *crushing* versi 2 menggunakan peralatan sebagai berikut.

- Hopper dengan ukuran 500 mm
- Belt feeder dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian pertama dengan ukuran panjang 24.6 meter, lebar 1.8 meter, dan tinggi pengangkutan 2 meter. Bagian kedua dengan ukuran panjang 22.6 meter, lebar 1.8 meter, dan tinggi pengangkutan 6.7 meter.
- Di antara dua belt feeder diletakkan vibrating grizzly dengan bukaan -100 mm dan -50 mm.
- Conveyor a dengan ukuran panjang sekitar 185 meter, lebar 1.4 meter, dan tinggi pengangkutan 7.8 meter.
- Conveyor b dengan ukuran panjang sekitar 35 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 4 meter.
- Conveyor c dengan ukuran panjang sekitar 32.71 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 8.5 meter.
- Primary roll crusher dengan bukaan bawah -100 mm
- Conveyor 1 dengan ukuran panjang 85 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 9.5 meter.
- Vibrating screen dengan bukaan -50 mm
- Secondary roll crusher dengan bukaan bawah -50 mm

- Conveyor 2 dengan panjang 36 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 2.3 meter
- Conveyor stacker dengan panjang 72 meter, lebar 1.2 meter, dan tinggi pengangkutan 7.8 meter

Sebelum memasuki primary roll crusher, material terlebih dahulu mengalami pengayakan pada vibrating grizzly, sehingga material berukuran produk < 50 mm akan langsung dibawa menuju stockpile oleh conveyor a, material  $50 \geq \phi > 100$  mm akan menuju conveyor b, conveyor c, hingga secondary roll crusher dan material  $\phi \geq 500$  mm pada belt feeder akan menuju primary roll crusher.

Dari data sebelumnya, didapatkan material berukuran  $500 \geq \phi > 100$  mm sebanyak 31.82%, material berukuran  $100 \geq \phi > 50$  mm sebanyak 6.31%, dan material berukuran  $\phi \pm 50$  mm sebanyak 61.87%. Sehingga beratnya pada frame efektif masing-masing adalah 1.46ton/16.2 meter, 0.29 ton/16.2 meter, dan 2.85 ton/16.2 meter. Pada belt feeder, jumlah material  $500 \geq \phi > 100$  mm pada frame adalah 31.82% (1.46 ton/16.2 meter). Bila ingin ditingkatkan menjadi 4.60 ton/16.2 meter, maka menambahkan material yang sama sebesar 3.145 ton/16.2 meter. Cara yang dapat dilakukan ialah mempercepat produktivitas pengumpanan sesuai target yang diinginkan.

Perhitungan hasil perencanaan untuk conveyor a ( $\phi \pm 50$  mm), untuk frame conveyor a 90.18 meter. Maka nilai berat material pada frame efektif conveyor a adalah 15.84 ton/90.18 meter. Kecepatannya direkomendasikan 2.5 m/s karena frame conveyor a yang panjang dan agak lebar. Nilai produktivitasnya diperoleh 1580.44 ton/jam. Frame conveyor b adalah 12.04 meter. Beban material pada conveyor b menjadi 0.22 ton/12.04 meter. Frame conveyor b pendek, sehingga kecepatannya direkomendasikan 3 m/s. Kecepatan conveyor c minimum harus sama dengan kecepatan minimum conveyor b karena conveyor c hanya meneruskan dari conveyor b. Nilai produktivitas keduanya sama sama 193.31 ton/jam. Berat material di conveyor c 0.02 ton/meter dengan panjang frame 32.71 meter. Frame belt feeder diperpendek menjadi 7.2 meter. Berat material pada frame efektif menjadi 0.65 ton/7.2 meter. Agar mendapatkan nilai produktivitas minimum 700 ton/jam, maka nilai kecepatannya 2.15 m/s. Produktivitas belt feeder awal (pengumpan) merupakan penjumlahan dari produktivitas belt feeder dan conveyor a dan conveyor b, sehingga bernilai 2473.75 ton/jam. Karena frame efektif belt feeder awal diperpendek menjadi 7 meter, sehingga berat material rancangan adalah 2.29 ton/7 meter. Kecepatan pengumpanan menjadi 2.1 m/s untuk mencapai target produktivitas sebesar 2473.75 ton/jam.

Tab el-2. Hasil analisa kebutuhan daya, kecepatan, dan besar tegangan komponen rancangan 2

Rancangan 2	BF awal	BF	Cv 1	Cv 2	Cv st	Cv a	Cv b	Cv c
Kebutuhan Daya minimum (KW)	29,07	12,27	27,9	11,4	24,32	57,93	7,56	11,37
Tegangan efektif pada daya minimum (ton)	1,44	0,56	1,02	0,49	0,83	2,36	0,20	0,39
Kecepatan minimum (m/s)	2,1	2,15	2,801	2,363	2,974	2,5	3	3
Kebutuhan Daya maksimum (KW)	33,05	13,03	30,48	12,28	26,47	63,48	7,9	12,01
Tegangan efektif pada daya maksimum (ton)	1,44	0,52	1,11	0,52	0,91	2,56	0,27	0,41
Kecepatan maksimum (m/s)	2,338	1,8	2,801	2,363	2,974	2,5	3	3
Daya penggerak (KW)	71	26	62	26	54	135	17	26
Daya vibrating grizzly (KW)					92			
Total kebutuhan daya (KW)					511			

**Tabel-3.** Hasil perhitungan dan rencana peningkatan produktivitas dengan menambah additional belt feeder, conveyor a, b, dan c

Rancangan	Belt feeder awal	Belt feeder	Conveyor a	Conveyor b	Conveyor c
Aktual					
Kecepatan (m/s)	-	0,759	-	-	-
Berat pada muatan (ton/m)	-	4,5977/16,2	-	-	-
Produktivitas (ton/jam)	-	775,2	-	-	-
% peningkatan	0%				
Versi 1					
Kecepatan	1,935	1,8	2,5	-	-
Berat pada muatan (ton/m)	2,2925/7	0,7791/7,2	15,836/90,18	-	-
Produktivitas	2280,439	700	1580,439	-	-
% peningkatan	194,17%				
Versi 2					
Kecepatan	2,1	2,15	2,5	3	3
Berat pada muatan (ton/m)	2,2925/7	0,6502/7,2	15,836 /90,18	0,2155/12,04	0,5855/32,71
Produktivitas	2473,745	700	1580,439	193,306	193,306
% peningkatan	219,11%				

Seperti pada rancangan 1, pada rancangan 2 juga diperlukan analisa besarnya daya yang diperlukan untuk menggerakkan sistem *crushing* pada rancangan ini. Besarnya kebutuhan daya berdasarkan pertimbangan *power factor* 2 dan efisiensi motor 94% pada rancangan 1 dapat dilihat pada Tabel-2. Tabel-3 menunjukkan bahwa perbaikan sistem *cushing* akan meningkatkan produksi menjadi 194.17% dan 219.11%.

### Kecepatan Belt Conveyor

Nilai kecepatan belt conveyor merupakan nilai perbandingan antara panjang belt conveyor terhadap waktu berputar 1 kali putaran. Kecepatan belt conveyor dapat dipengaruhi oleh :

- RPM motor penggerak, semakin besar RPM motor belt akan bergerak semakin cepat
- Target produktivitas, semakin besar target yang ingin dicapai, maka kecepatan yang diperlukan juga semakin besar
- Faktor kondisi kerja, misalnya cuaca, peralatan alat, dan sebagainya. Faktor ini membuat kecepatan belt conveyor harus disesuaikan dengan kondisi kerja, dengan pertimbangan ini dapat diketahui kecepatan optimum belt conveyor pada kondisi-kondisi tertentu.

Pada hasil perhitungan dapat dilihat bahwa ada belt feeder, ahl domina yang mempengaruhi adalah RPM motor penggerak, di mana pada saat penggunaan RPM motor 675 RPM akan menghasilkan kecepatan lebih besar dari 600, 625, dan 650 RPM. Pada conveyor 1, conveyor 2, dan conveyor stacker, hal yang berpengaruh ialah beban belt conveyor. Ketiga belt tersebut dirancang dengan RPM motor yang tetap yaitu sebesar 1490 RPM.

Nilai kecepatan belt conveyor yang berubah-ubah diakibatkan oleh kondisi material yang dibawanya, di mana pada saat material kering (cuaca cerah), kecepatan belt conveyor bernilai lebih besar daripada kecepatan belt conveyor pada saat kondisi material basah (saat hujan). Pemilihan kecepatan pada belt feeder yang dipengaruhi oleh factor cuaca dilakukan untuk menanggulangi ketidakmampuan conveyor 1, conveyor 2, ataupun conveyor stacker dalam membawa material dalam keadaan basah. Penurunan kecepatan ini dirasa perlu kendati dapat menurunkan nilai produktivitas belt conveyor itu sendiri. Apabila kecepatan belt feeder yang dipengaruhi oleh faktor cuaca dilakukan untuk menanggulangi ketidakmampuan conveyor 1, conveyor 2, ataupun conveyor stacker dalam membawa material dalam keadaan basah. Penurunan kecepatan ini dirasa perlu kendati dapat

menurunkan nilai produktivitas belt conveyor itu sendiri. Apabila kecepatan belt feeder tidak diturunkan pada saat kondisi hujan, maka yang dikhawatirkan ialah terjadi berhenti mendadak pada 3 conveyor yang lain karena beban yang berlebihan.

### Produktivitas Belt Conveyor

Produktivitas belt conveyor merupakan nilai yang menunjukkan perbandingan antara banyaknya muatan atau material yang telah diangkutnya terhadap waktu kerjanya. Produktivitas belt conveyor sendiri dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu :

- Cross sectional area*, merupakan luasan penampang belt conveyor apabila disayat secara tegak lurus terhadap arah panjang belt conveyor. Besar kecilnya *Cross sectional area* sendiri dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu *throughing angle*, *aurchage angle* material, *edge distance* dan lebar belt. Semakin lebar belt atau semakin besar nilai *Cross sectional area* suatu belt, maka produktivitasnya juga akan lebih besar dibandingkan dengan belt yang lebih sempit walaupun dengan kecepatan yang sama.
- Kecepatan belt conveyor, semakin cepat belt conveyor membawa muatan, maka produktivitasnya juga akan semakin besar.
- Berat jenis curah material, nilai berat jenis curah material tergantung dari jenis material dan kondisi material itu sendiri, misalnya material dengan ukuran butir lebih kecil akan memiliki berat jenis curah lebih kecil daripada material dengan ukuran butir lebih besar, karena material ini telah terberaikan, sehingga dengan berat yang sama namun memiliki volume lebih besar. Dengan nilai berat material yang besar, maka produktivitas belt conveyor juga akan besar.
- Kemiringan (inklinasi belt conveyor), conveyor dengan inklinasi yang besar membawa muatan/material lebih sedikit daripada conveyor dengan inklinasi kecil atau datar.

Pada hasil pengamatan diketahui bahwa nilai *Cross sectional area*, berat jenis curah material dan inklinasi belt adalah tetap. Nilai *Cross sectional area* 0.37 m<sup>2</sup> pada belt feeder, 0.17 m<sup>2</sup> pada conveyor 1 dan conveyor stacker dan 0.18 m<sup>2</sup> pada conveyor 2. Berat jenis curahnya, pada belt feeder membawa material dengan ukuran material ≤ 100 mm 0.8 ton/m<sup>3</sup> dan conveyor 2 dan conveyor stacker dengan ukuran material ± 50 mm 0.78 m<sup>3</sup>.

### Power factor Belt Conveyor

*Power factor* belt conveyor pada kondisi aktual belum dapat dikatakan baik, terutama pada belt conveyor 1 di mana nilai *power factor* pada produktivitas maksimumnya mendekati 1. Perbaikan untuk tiap-tiap belt conveyor dilakukan guna meningkatkan *power factor* agar pada produktivitas maksimum bernilai ≥ 2. Setelah dilakukan perbaikan pada tiap-tiap belt conveyor, maka dihasilkan produktivitas maksimum naik dari 761.99 ton/jam menjadi 775.2 ton/jam. Pada perhitungan batas maksimum produktivitas sistem *crushing*, dapat ditentukan berdasarkan produktivitas belt conveyor 1 sebesar 928.25 ton/jam yang bernilai lebih kecil dari produktivitas belt yang lain. Pada nilai produktivitas tersebut, didapat nilai *power factor* untuk tiap-tiap belt

conveyor adalah belt feeder sebesar 1.67, conveyor 1 sebesar 1.72, conveyor 2 sebesar 1.77 dan conveyor stacker sebesar 1.75.

### Daya Penggerak Belt Conveyor

Kebutuhan daya penggerak belt conveyor, nilainya tergantung besar kecepatan belt conveyor, panjang belt, dan produktivitasnya. Semakin besar kecepatan maka semakin besar produktivitasnya sehingga memerlukan daya penggerak yang besar pula. Conveyor yang berukuran panjang akan memerlukan daya penggerak lebih besar daripada conveyor dengan ukuran yang lebih pendek. Setelah dilakukan perhitungan, maka daya yang diperlukan untuk menggerakkan conveyor dalam kondisi "aman" masih kurang, sehingga harus dilakukan perbaikan. Nilai daya yang telah diperbaiki merupakan nilai daya yang menyatakan *power factor* belt conveyor bernilai >1.

### Tegangan Efektif dan Tegangan Maksimum Belt Conveyor

Nilai tegangan efektif aktual belt conveyor pada conveyor 1, 2, dan conveyor stacker berbeda-beda, tergantung nilai produktivitasnya. Namun pada belt feeder nilainya tetap sama, hal ini diakibatkan kecepatan pada belt feeder yang dapat disesuaikan dengan kondisi, sehingga produktivitasnya juga menyesuaikan dengan kecepatan tersebut. Dengan dilakukannya penyesuaian kecepatan dan produktivitas, maka tegangan efektifnya bernilai tetap. Tegangan maksimum sendiri merupakan nilai tegangan efektifnya antara belt dan pulley yang menyatakan kekuatan rangka sebuah belt, apabila nilai tegangan belt melebihi tegangan maksimum, maka belt tidak bekerja dengan semestinya. Nilai tegangan maksimum nilainya dipengaruhi oleh tegangan efektif dan sistem pulley, di mana pada sistem *crushing* PT Pampersada Nusantara site KCMB, menggunakan sistem 2 pulley dengan head drive pulley. Seperti halnya daya penggerak, apabila *power factor* ingin ditingkatkan, maka nilai tegangan efektif dan tegangan maksimum juga harus diperbaiki. Setelah dilakukan perbaikan yaitu meningkatkan *power factor* sehingga sistem dalam keadaan aman, maka nilai-nilai kecepatan, produktivitas, daya penggerak, dan tegangan juga harus disesuaikan.

### KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Besar kecepatan belt conveyor dapat ditentukan dari besarnya RPM penggerak belt conveyor, besarnya target produktivitas oleh belt conveyor, dan kondisi kerja. Semakin besar RPM motor penggerak dan target produktivitas, maka kecepatan angkut belt conveyor juga semakin besar. Namun apabila kondisi tidak memungkinkan, maka kecepatan dapat diturunkan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. Besarnya produktivitas belt conveyor dapat ditentukan oleh besarnya kecepatan, *cross sectional area*, kemiringan conveyor, dan densitas material. Apabila nilai-nilai tersebut semakin besar, maka produktivitas juga semakin besar.
2. Nilai *power factor* belt conveyor dapat ditentukan dari besarnya daya yang tersedia oleh motor penggerak

terhadap daya yang dibutuhkan oleh belt conveyor untuk mengangkut muatannya. Semakin besar kebutuhan dayanya, maka semakin kecil *power factor*nya. Perbaikan terhadap *power factor* dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan daya yang dibutuhkan oleh belt conveyor dan atau menyesuaikan daya yang tersedia oleh motor penggerak terhadap kebutuhan daya.

3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perubahan kebutuhan daya sebelum dan sesudah optimasi adalah sebesar 1.8% hingga 3.6%. Tegangannya sebesar 29%, 8%, dan 26% untuk masing-masing conveyor 1, 2, dan stacker. Tegangan belt feeder tidak mengalami perubahan karena menggunakan kecepatan yang berbeda-beda tiap produktivitasnya. Pengaruh perbaikan *power factor* antara lain dapat mengoptimalkan penggunaan daya, tegangan, dan kecepatannya sehingga tidak berlebihan ketika produktivitas bukan maksimum dan kekurangan ketika produktivitas maksimum.
4. Optimasi rancangan sistem *crushing* dilakukan dengan tujuan dapat mencapai atau meningkatkan produksi. Optimasi yang dilakukan berupa penambahan komponen seperti belt conveyor dan vibrating grizzly.
5. Dari hasil perhitungan dan analisis secara teknis, didapatkan peningkatan produktivitas pada rancangan 1 meningkat sebesar 197.17% dengan total daya penggerak yang diperlukan untuk komponen perbaikan adalah sebesar 460 kW. Pada rancangan 2 didapatkan peningkatan produktivitas sebesar 219.11% dengan total daya penggerak yang diperlukan untuk komponen perbaikan adalah sebesar 511 kW.

Adapun saran yang dapat saya sampaikan pada penelitian ini adalah :

1. Perbaikan pada sistem *crushing* saat ini sebaiknya dilakukan, karena *power factor* belt conveyor bernilai kecil, sehingga belum dapat dikatakan "baik".
2. Sebaiknya ditambahkan alat vibrating grizzly pada belt feeder/hopper, agar material yang menuju primary crusher atau secondary crusher berukuran sesuai dengan crushernya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2002. *Belt Conveyors for Bulk Materials 5<sup>th</sup> Edition*. Conveyor Equipment Manufacturers Association. USA. 106.
- [2] Anonim, 2004. *Dunlop Conveyor Belt Design Manual*. Dunlop Belting. Denmark. 14.
- [3] Anonim, 2006. *Bridgestone Conveyor Belt Design Manual Handbook*. Bridgestone Tire Co. Ltd. Japan. 8-19.
- [4] Anonim, 2008. *Handbook of Conveyor and Elevator Belting*. Apex Belting Company Ltd. UK. 2-11 to 2-12.
- [5] Anonim, 2009a. *Conveyor Handbook*. Fenner Dunlop. Australia. 2-7 to 2-9.

- [6] Anonim, 2009b. *Crushing and Screening Handbook 4<sup>th</sup> Edition*. Metso's Mining and Construction Technology. Finlandia. 9-1.
- [7] Anonim, 2010. *Pama Distrik PMM (KCMB), Job Site Overview*. PT Pamapersada Nusatara Distrik KCMB. Rantau Nangka.
- [10] Curch, H. K., 1981. *Excavation Handbook*. McGraw-Hill Inc. USA. 13-91 to 13-108.
- [11] Indonesianto, Y., 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung. 49-65.
- [12] Prodjosumarto, P., 1989. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran". Yogyakarta. 80.
- [13] Pielder, E.P., 1972. *Surface Mining*. The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers Inc. New York. 589 – 591.
- [14] Peurifoy, R.L., 1970. *Construction Planning, Equipment, and Methods*. McGraw-Hill Inc, USA. 313-319.
- [15] Sikumbang dan Heryanto, 1994. *Peta Geologi Bersistim Indonesia Lembar Banjarmasin*. PT Pesona Khatulistiwa. Bandung.
- [16] Speight, L.G., 2005. *Handbook of Coal Analysis*. John Wiley and Sons Inc. New Jersey. 117.
- [17] Toha, J. 2002. Perancangan, Pemasangan, dan Perawatan Konveyor Sabuk dan Peralatan Pendukung. PT Junto Engineering, Bandung. 1.1-7.3.