

**EVALUASI KINERJA UNIT *COAL FIRING* 3
DI PT. ANEKA TAMBANG UBP NIKEL POMALAA,
KABUPATEN KOLAKA, SULAWESI TENGGARA**

SKRIPSI

Oleh:

**AAN KURNI NURYANTO
112180110**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2022**

**EVALUASI KINERJA UNIT *COAL FIRING* 3
DI PT. ANEKA TAMBANG UBP NIKEL POMALAA,
KABUPATEN KOLAKA, SULAWESI TENGGARA**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik dari
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Oleh:

**AAN KURNI NURYANTO
112180110**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2022**

**EVALUASI KINERJA UNIT *COAL FIRING* 3
DI PT. ANEKA TAMBANG UBP NIKEL POMALAA,
KABUPATEN KOLAKA, SULAWESI TENGGARA**

Oleh:

**AAN KURNI NURYANTO
112180110**



Disetujui untuk

Program Studi Teknik Pertambangan

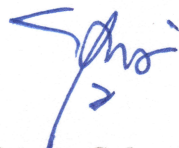
Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknologi Mineral

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

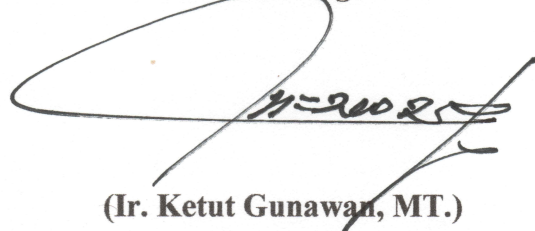
Tanggal : 21 Desember 2022

Pembimbing I



(Ir. Untung Sukamto, MT.)

Pembimbing II



(Ir. Ketut Gunawan, MT.)

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Skripsi ini dipersembahkan kepada kedua Orang Tua saya, Saudara saya, dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat serta doa.

***“Allah Tidak Membebani Seseorang Melainkan Sesuai Dengan kesanggupannya”
(Q.S. Al-Baqarah ayat 286)***

ABSTRAK

Kegiatan *Coal Firing* yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara yaitu bertujuan untuk mengkondisikan batubara sebagai bahan bakar utama pada proses pemanasan bijih nikel di *Rotary Dryer* dan *Rotary Kiln*. Pada kegiatan ini batubara akan direduksi ukurannya dari ukuran -40 mm menjadi -100 μm menggunakan *Grinding Mill*, selain itu juga terjadi reduksi kadar air pada batubara dengan menggunakan udara panas yang terdapat di dalam *Grinding Mill*.

PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara Unit *Coal Firing 3* mempunyai target produksi *pulverized coal* pada bulan Desember 2021 sebesar 6.320 ton, sedangkan jumlah umpan *raw coal* pada bulan tersebut hanya sebesar 24,66 ton/jam sehingga produksi *pulverized coal* pada bulan tersebut hanya sebesar 5.451 ton, dengan demikian sasaran produksi *pulverized coal* yang dibutuhkan pada bulan Desember 2021 belum dapat tercapai.

Berdasarkan hasil penelitian, untuk mencapai target produksi yang sudah ditetapkan menggunakan Unit *Coal Firing 3* maka perlu dilakukannya upaya untuk dapat meningkatkan produksi Unit *Coal Firing 3*. Alternatif yang pertama yaitu dengan mengupayakan pengurangan waktu hambatan kerja selama 3,58 jam/hari pada Unit *Coal Firing 3* akibat dari penumpukan material produk *pulverized coal* dengan cara penambahan tempat penyimpanan produk berupa silo. Penambahan *Silo Rotary Dryer* berdiameter 7 m dengan tinggi 10 m dan *Silo Rotary Kiln* berdiameter 10 m dengan tinggi 10 m serta *Screw Conveyor* dengan panjang 20 m, diharapkan dengan upaya ini dapat meningkatkan jam kerja efektif dari 19,60 jam/hari menjadi 23,18 jam/hari.

Alternatif yang kedua yaitu dengan melakukan penambahan jumlah umpan *raw coal* menjadi 28,68 ton/jam, dengan dilakukannya penambahan umpan *raw coal* maka dapat meningkatkan produksi *pulverized coal* menjadi 204,42 ton/hari atau 6.337 ton/bulan, dengan demikian sasaran produksi *pulverized coal* pada bulan Desember 2021 dapat terpenuhi.

Kata Kunci: Serbuk Batubara, Target Produksi, Penggerusan, Silo.

ABSTRACT

Coal Firing activities are operated by PT. Aneka Tambang UBP Nickel Southeast Sulawesi intended to use coal as the main fuel for heating nickel ores in the Rotary Dryer and Rotary Kiln. In this process, coal will be reduced from -40 mm to a size of -100 μ m using a Grinding Mill, moreover, there will also be a reduction of the moisture content of the coal in the grinding zone of the mill by hot air.

PT. Aneka Tambang UBP Nickel Southeast Sulawesi Coal Firing Unit 3 has set the target of pulverized coal production for December 2021 at 6,320 tons, while the amount of raw coal was fed at about 24.66 tons/hour so the pulverized coal production in that month was nearly 5,451 tons, thus the production target in December has not been achieved.

Based on the research results, it is necessary to make efforts to increase production to achieve the production target that has been set by the Coal Firing Unit 3. The first alternative is to minimize time off 3.58 hours/day at the Coal Firing Unit 3 as a result of the accumulation of pulverized coal products by adding silo storage. The addition includes a Silo Rotary Dryer with a diameter of 7 m and length of 10 m, a Silo Rotary Kiln with a diameter of 10 m and a length of 10 m, and a Screw Conveyor with a length of 20 m, it is hoped that it can increase the effective working hours from 19.60 hours/day to 23.18 hour/day.

The second alternative is to increase the amount of raw coal feed to 28.68 tons/hour, with the addition of raw coal feed can increase the pulverized coal production to 204.42 tons/day or 6,337 tons/month, thus the production target in December 2021 can be fulfilled.

Keywords: Pulverized Coal, Production Target, Grinding, Silo.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Dalam laporan ini membahas mengenai “Evaluasi Kinerja Unit *Coal Firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara”. Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 2 Februari 2022 hingga tanggal 18 April 2022. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dengan telah tersusunnya Skripsi ini, maka saya selaku penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Muhammad Irhas Effendi, M.Si., Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sutarto, MT., Dekan Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si, MT., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
4. Ibu Ir. Wawong Dwi Ratminah, MT., Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan.
5. Bapak Ir. Untung Sukamto, MT., Selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Ir. Ketut Gunawan, MT., Selaku Dosen Pembimbing II.
7. Bapak Ir. Dwi Poetranto Waloejo A., MT., Selaku Dosen Pembahas I.
8. Bapak Dr. Drs. Nur Ali Amri, MT., Selaku Dosen Pembahas II.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pada umumnya dan khususnya ilmu pertambangan.

Yogyakarta, November 2022

Penyusun

(Aan Kurni Nuryanto)

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB	
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	5
1.7. Diagram Alir Penelitian	5
II. TINJAUAN UMUM	
2.1. Sejarah PT. Aneka Tambang UBPN Sultra	6
2.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah	7
2.3. Endapan Laterit Nikel di Pomalaa.....	12
2.4. Bahan Bakar Pulverized Coal.....	14
2.5. Tahapan Kegiatan Penambangan	15
2.6. Tahapan Pengolahan	17
2.7. Pengapalan	19
2.8. Diagram Alir <i>Feronickel Plant</i> di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara.....	16
2.9. Diagram Alir <i>Coal Firing</i> di PT. Aneka Tambang UB Nikel Sulawesi Tenggara.....	18
III. DASAR TEORI	
3.1. Peralatan Unit <i>Coal Firing</i>	21
3.2. <i>Reduction Ratio</i>	27

3.3.	Persen <i>Yield</i>	28
3.4.	Efisiensi Kerja	29
3.5.	Produktivitas	31
3.6.	Efektivitas Penggunaan Alat	31
3.7.	Ketersediaan dan Penggunaan Alat	31
IV. HASIL PENELITIAN		
4.1.	Proses Kerja <i>Coal Firing 3</i>	33
4.2.	Pengambilan Contoh Material dan Pengumpulan Data	39
4.3.	Kondisi Material Umpan <i>Raw Coal</i>	39
4.4.	Persen <i>Yield</i>	40
4.5.	Hasil Produksi pada Unit <i>Coal Firing 3</i>	40
4.6.	Efektivitas Unit <i>Coal Firing 3</i>	42
4.7.	Waktu Produksi Efektif dan Efisiensi Waktu Kerja	43
4.8.	Kesediaan dan Penggunaan Alat	44
4.9.	Penumpukan Material <i>Pulverized Coal</i>	45
4.10.	Diagram Alir <i>Coal Firing 3</i> Sebelum Perbaikan di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara	46
V. PEMBAHASAN		
5.1.	Penilaian Ketersediaan Alat terhadap Produksi Unit <i>Coal Firing 3</i>	48
5.2.	Penilaian Teknik terhadap Produksi Unit <i>Coal Firing 3</i> ..	50
5.3.	Alternatif Perbaikan pada Unit <i>Coal Firing 3</i>	52
5.4.	Diagram Alir <i>Coal Firing 3</i> Setelah Perbaikan di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara	56
VI. KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1.	Kesimpulan	57
6.2.	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
DAFTAR LAMPIRAN		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penelitian	5
2.1. Peta Kesampaian Daerah PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara	8
2.2. Profil Endapan Laterit Nikel di Pomalaa	9
2.3. Kegiatan Penambangan dan Pengangkutan	12
2.4. <i>Stockyard</i> Bijih Nikel	12
2.5. <i>Rotary Dryer</i>	13
2.6. <i>Rotary Kiln</i>	13
2.7. Proses Peleburan	14
2.8. Proses <i>Loading</i> Produk Feronikel	15
2.9. Diagram Alir <i>Feronickel Plant</i> PT. Aneka Tambang UBPN Sulawesi Tenggara.....	16
2.10. Diagram Alir Unit <i>Coal Firing</i>	18
3.1. <i>Grizzly Feeder</i>	22
3.2. <i>Weigher Feeder</i>	23
3.3. <i>Belt Conveyor</i>	24
3.4. <i>Inclined Conveyor</i>	24
3.5. <i>Screw Conveyor</i>	25
3.6. Komponen Utama <i>Vertical Roller Mill</i>	26
3.7. <i>Vertical Roller Mill</i>	27
4.1. Pemuatan <i>Raw Coal</i> ke <i>Hopper</i>	34
4.2. <i>Hopper</i>	34
4.3. <i>Grizzly Feeder</i>	35
4.4. <i>Belt Conveyor</i>	35
4.5. <i>Inclined Conveyor</i>	35
4.6. <i>Raw Coal Bin</i>	36

4.7.	<i>Weigher Feeder</i>	37
4.8.	<i>Vertical Roller Mill</i>	37
4.9.	<i>Filter Bag</i>	38
4.10.	<i>Screw Conveyor</i>	38
4.11.	Diagram Alir Unit <i>Coal Firing</i> 3 Sebelum Perbaikan	46
5.1.	Diagram Alir Unit <i>Coal Firing</i> 3 Setelah Perbaikan	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Data Analisis Batubara Arutmin 5500	10
3.1. Penggolongan Efisiensi Waktu Kerja Peralatan	30
4.1. Distribusi Umpan <i>Raw Coal</i> pada <i>Hopper</i>	40
4.2. Distribusi Umpan <i>Raw Coal</i> pada <i>Grinding Mill</i>	41
4.3. Distribusi Produk <i>Pulverized Coal</i>	42
4.4. Efektivitas Unit <i>Grinding</i> pada Bulan Desember 2021	43
4.5. Waktu Hambatan Kerja <i>Grizzly Feeder</i> , <i>Belt Conveyor</i> , dan <i>Inclined Conveyor</i>	44
4.6. Waktu Hambatan Kerja <i>Weigher Feeder</i> , <i>Grinding Mill</i> , <i>Screw Conveyor</i>	44
4.7. Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat <i>Grizzly Feeder</i> , <i>Belt Conveyor</i> , dan <i>Inclined Conveyor</i>	45
4.8. Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat <i>Weigher Feeder</i> , <i>Grinding Mill</i> , <i>Screw Conveyor</i>	45
4.9. Waktu <i>Standby Grinding Mill</i>	45
5.1. Peningkatan Produksi pada Unit Coal Firing 3	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Target Produksi <i>Pulverized Coal</i> 3 PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara	62
B. Spesifikasi Peralatan	63
C. Perhitungan Kapasitas <i>Hopper</i> Dan <i>Raw Coal Bin</i>	67
D. Perhitungan Efektivitas Unit <i>Coal Firing</i> 3	68
E. Perhitungan <i>Reduction Ratio</i>	70
F. Waktu Hambatan Produksi dan Jam Kerja Efektif	73
G. Perhitungan Ketersediaan Alat	76
H. Perhitungan Jumlah Produksi Dan Persen <i>Yield</i>	78
I. Perhitungan Dimensi <i>Silo</i> , Peningkatan Jam Kerja Efektif dan Nilai Ketersediaan Alat	83
J. Perhitungan Peningkatan Produksi Pada Unit <i>Coal Firing</i> 3	88
K. Desain Rancangan <i>Pulverized Coal Silo</i>	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara garis besar tahapan dari kegiatan dalam usaha pertambangan meliputi, eksplorasi, studi kelayakan, persiapan penambangan dan pembangunan, eksploitasi, pengangkutan, pengolahan, pemurnian serta pemasaran.

PT. Aneka Tambang adalah salah satu perusahaan pertambangan badan usaha milik negara (BUMN) yang melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi mineral logam di Indonesia. PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara merupakan salah satu unit bisnis pertambangan nikel yang dimiliki oleh PT. Aneka Tambang berada di Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Proses pengolahan bijih nikel diawali dengan proses penambangan bijih nikel yang dilakukan oleh PT. ANTAM UBPN Sultra yang dilakukan di dua tempat yang kaya akan nikel yaitu Pomalaa dan Halmahera Timur. Metode yang dilakukan dalam kegiatan penambangan bijih nikel yaitu dengan sistem penambangan *open pit* dan *open cast*.

Dalam upaya meningkatkan nilai jual hasil komoditas tambang diperlukan suatu proses yang disebut pengolahan mineral. Melalui proses ini komoditas tambang diolah sedemikian rupa agar dapat mengurangi kandungan *gangue* (mineral tak berharga) sehingga dapat meningkatkan hasil kandungan mineral berharga. PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara memiliki empat unit pengolahan Feronikel (FeNi), yaitu FeNi 1, FeNi 2, FeNi 3, dan FeNi 4. Proses produksi FeNi pada keempat unit secara umum sama, akan tetapi terdapat perbedaan pada spesifikasi mesin sehingga mempengaruhi komposisi *ore* yang akan diolah pada setiap unit FeNi *Plant*.

Dalam kegiatan pengolahan bijih nikel di PT. ANTAM UBPN Sultra pada proses pengolahannya dibutuhkan batubara yang telah melalui tahap *coal firing* menggunakan *vertical roller mill* dengan tujuan menghasilkan produk berupa *pulverized coal*. *Pulverized coal* akan digunakan sebagai bahan bakar pengolahan bijih nikel pada tahap *ore drying* dan kalsinasi menggunakan alat *rotary dryer* dan *rotary kiln*.

Dalam kegiatan pengolahan bijih nikel yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara FeNi 3 memiliki satu unit *coal firing* dengan tipe alat *grinding* berupa *vertical roller mill*. Untuk dapat memenuhi kegiatan proses *ore drying* dan kalsinasi, maka PT. Aneka tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara pada bulan desember 2021 menetapkan target produksi *pulverized coal* unit *coal firing* 3 sebesar 6.320 ton/bulan. Produk *pulverized coal* yang dicapai unit *coal firing* 3 pada bulan desember 2021 yaitu sebesar 5.451 ton/bulan. Dengan melihat kapasitas desain dari unit *coal firing* 3, maka seharusnya sasaran produksi pada bulan desember 2021 dapat terpenuhi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukannya evaluasi kinerja dari unit *coal firing* 3 untuk dapat meningkatkan dan memenuhi target produksi yang telah ditentukan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai ketersediaan alat pada unit *coal firing* 3?
2. Bagaimana pencapaian produksi dan efektivitas alat pada unit *coal firing* 3?
3. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk dapat meningkatkan produksi alat?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis nilai ketersediaan alat pada unit *coal firing* 3.
2. Menganalisis pencapaian produksi dan efektivitas alat unit *coal firing* 3.
3. Mengupayakan alternatif perbaikan untuk dapat meningkatkan kegiatan produksi pada unit *coal firing* 3.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan dalam kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Pasokan material umpan *raw coal* selalu tersedia.
2. Penelitian hanya dilakukan pada unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara.
3. Penelitian hanya membahas kinerja unit dan faktor penghambat yang mempengaruhi produksi pada unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara.

1.5. Metode Penelitian

Dalam kegiatan penelitian yang dilakukan, metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1.5.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang berkaitan dengan kegiatan penelitian. Bahan-bahan pustaka tersebut dapat diperoleh antara lain dari:

1. Buku-buku di perpustakaan yang terkait dengan bidang pertambangan khususnya kegiatan kominusi batubara.
2. Brosur alat yang berhubungan dengan kegiatan proses kominusi yang dilakukan.
3. Peraturan atau perundang-undangan yang berlaku.
4. Laporan-laporan terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian.

1.5.2. Observasi Lapangan

Kegiatan ini dilakukan untuk dapat mengetahui keadaan kondisi lapangan secara aktual berupa tata letak peralatan, penanganan peralatan, serta kondisi kerja peralatan yang ada. Kegiatan ini dilakukan dengan bimbingan *staff processing and engineering*.

1.5.3. Pengambilan Data

Pengambilan data dilapangan yakni kegiatan pengumpulan data yang berkaitan dengan kegiatan penelitian, data tersebut dikelompokkan sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari lapangan, data tersebut berupa:

- a. Dimensi unit *coal firing* 3.
- b. Fragmentasi ukuran butir umpan dan produk unit *coal firing* 3.
- c. Kapasitas nyata setiap alat pada unit *coal firing* 3.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan baik dari data perusahaan maupun literatur yang berkaitan dengan kegiatan penelitian yang dilakukan, data tersebut berupa:

- a. Data spesifikasi setiap alat pada unit *coal firing* 3.
- b. Data jumlah waktu kerja yang tersedia dan hambatan waktu kerja.
- c. Densitas batubara.
- d. Keadaan geologi lokasi penelitian.
- e. Data iklim dan curah hujan lokasi penelitian.
- f. Target produksi.
- g. Peta daerah penelitian.

1.5.4. Pengolahan Data

Dari data yang telah diperoleh kemudian dilakukan proses pengolahan data yang berkaitan dengan kegiatan penelitian yang dilakukan. Pengolahan data yang dilakukan menggunakan rumus-rumus yang telah ada pada literatur maupun rumus-rumus umum. Dari hasil pengolahan data yang dilakukan maka didapatkan nilai *reduction ratio* dan persen *yield* dari unit *coal firing* 3, kapasitas nyata dan desain dari alat yang digunakan serta efektivitas dari setiap peralatan yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam upaya menganalisis dan meningkatkan kinerja dari unit *coal firing* 3.

1.5.5. Analisis Data

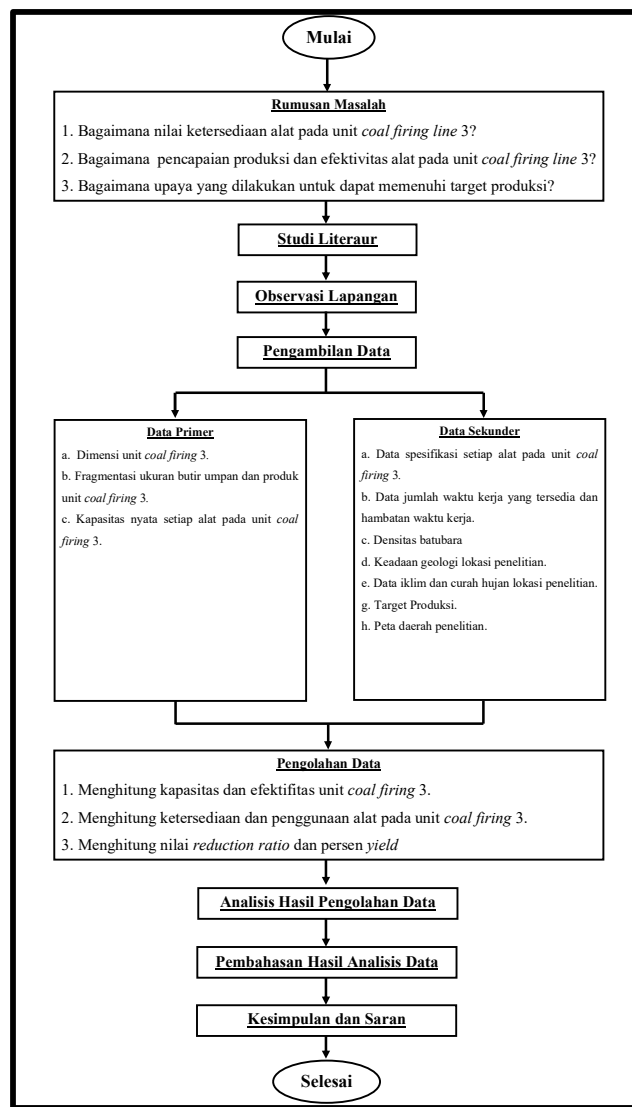
Dari hasil analisis pengolahan data yang dilakukan maka diperoleh data berupa efektivitas dan efisiensi dari setiap peralatan yang digunakan pada unit *coal firing* 3. Dari data tersebut kemudian dilakukan identifikasi faktor teknis yang menghambat kegiatan produksi dan kemudian dicari upaya untuk dapat meningkatkan produksi dari unit *coal firing* 3.

1.6. Manfaat Penelitian

Melalui evaluasi kinerja yang dilakukan pada unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara maka diharapkan dapat menjadi pedoman maupun acuan untuk dapat meningkatkan kemampuan produksi unit *coal firing* 3, sehingga sasaran produksi yang telah ditetapkan dapat terpenuhi.

1.7. Diagram Alir Penelitian

Urutan penelitian dari kegiatan penelitian yang dilakukan pada unit *coal firing* 3 dapat dilihat dari bagan alir penelitian pada (Gambar 1.1).



Gambar 1.1
Diagram Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Sejarah PT. Aneka Tambang UBPB Sultra

Perusahaan Perseroan PT. Aneka Tambang Tbk, didirikan pada tanggal 5 Juli 1968 berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 1968, dengan nama “Perusahaan Negara (PN) Aneka Tambang”, dan diumumkan dalam tambahan No. 36, Berita Negara No. 56, tanggal 5 Juli 1968. Pada saat pembentukannya perusahaan ini merupakan penggabungan dari tujuh perusahaan negara yaitu BPU Perusahaan-perusahaan Tambang Umum Negara Jakarta, PN Tambang Emas Cikotok Banten Selatan, PN Pertambangan Bauksit Kijang Pulau Bintan, PN Logam Mulia Jakarta, PT. Pertambangan Nikel Indonesia Sulawesi Tenggara, Proyek Pertambangan Intan Martapura Kalimantan Selatan, dan Proyek Emas Logas Pekanbaru Riau.

Pada tanggal 14 Juni 1974, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 1974, status perusahaan diubah dari perusahaan negara menjadi perusahaan negara perseroan terbatas “perusahaan perseroan” dan sejak itu dikenal sebagai “Perusahaan Perseroan (Persero) PT. Aneka Tambang Tbk”.

Kantor pusat perusahaan berlokasi di Gedung Aneka Tambang Jl. Letjen T.B. Simatupang No. 1, Lingkar Selatan, Tanjung Barat, Jakarta, Indonesia. Disamping itu, perusahaan juga memiliki Kantor Perwakilan Makassar yang berada di Jalan DR.Ratulangi No. 60, yang membantu pembelian persediaan barang dan pendistribusian produk nikel.

Pada saat ini PT. Aneka Tambang Tbk, memiliki tujuh unit operasi, yaitu Unit Pertambangan Nikel Pomalaa Sulawesi Tenggara, Unit Pertambangan Nikel Gebe Maluku, Unit Pertambangan Nikel Konawe Utara, Unit Pertambangan Emas Pongkor Jawa Barat, Unit Pertambangan Bauksit Tayar Kalimantan Barat, Unit Pengolahan dan Pemurnian Logam Mulia Jakarta, dan Unit Geologi Jakarta.

Penambangan bijih nikel di Pomalaa, Sulawesi Tenggara dimulai sekitar tahun 1909 oleh perusahaan E.C. Abendanon, saat itu hasil eksplorasi menunjukkan endapan bijih nikel di wilayah ini berkadar 3% - 3,5%. Kemudian pada tahun 1961 perusahaan ini berada dalam lingkungan Badan Pimpinan Umum Perusahaan-Perusahaan Tambang Umum (BPU PERTAMBUN). Pada tahun 1974 PN Aneka Tambang berubah menjadi PT. Aneka Tambang. Persiapan dan pekerjaan-pekerjaan konstruksi sehubungan dengan pembangunan pabrik tersebut telah dimulai akhir tahun 1973. Dalam waktu 2 tahun keseluruhan pembangunan pabrik telah dapat diselesaikan dan pada tanggal 29 november 1975 dapur listrik dengan kekuatan 20.000 KVA mulai dihidupkan sebagai tanda dimulainya pabrik pengolahan bijih nikel menjadi feronikel di Pomalaa.

Pabrik unit FeNi *plant* 2 mulai dibangun pada tanggal 2 November 1992 dan sekitar bulan Februari 1995 sudah mulai produksi. Pabrik FeNi *plant* 2 diresmikan oleh presiden RI Soeharto pada tanggal 11 Maret 1996. Pabrik FeNi *plant* 3 dibangun pada bulan Desember 2003, dan mulai diproduksi secara komersial pada tahun 2007. Kemudian FeNi *plant* 4 merupakan modernisasi dari FeNi *plant* 1 yang dilakukan pada tahun 2014.

Tahapan kegiatan penambangan PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara meliputi kegiatan eksplorasi, pengupasan tanah penutup, penambangan, pengangkutan, penumpukan/penyimpanan bijih, pengolahan bijih nikel, dan pemasaran.

2.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

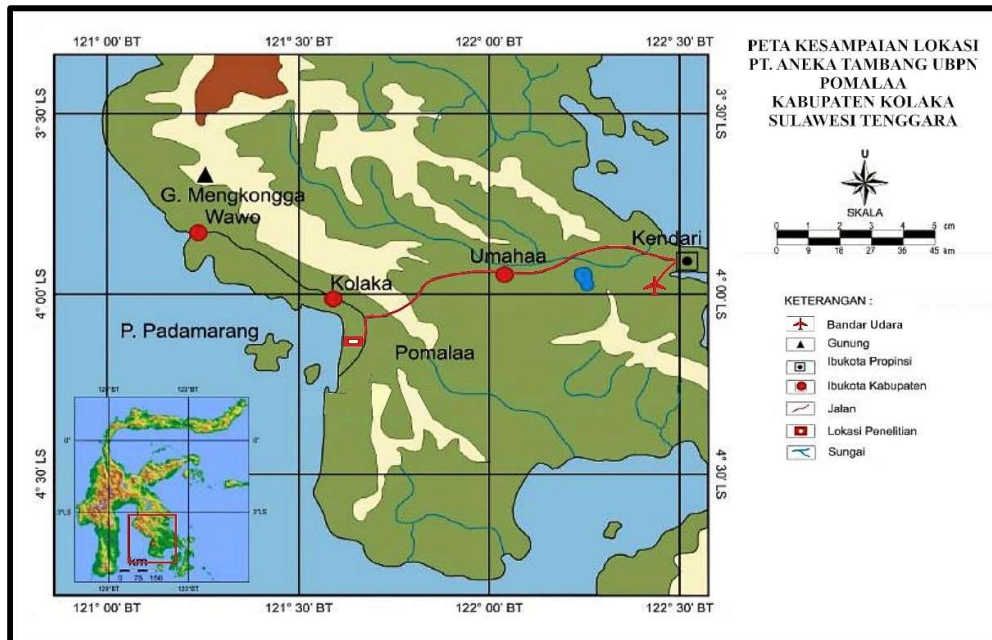
Secara administrasi letak dan posisi lokasi PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara terletak di Jalan Jend. Ahmad Yani No. 5, Pomalaa, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara dengan luas Wilayah Izin Usaha Pertambangan sebesar 6.324,00 Ha. Dengan batas wilayah:

1. Sebelah Utara : Desa Dawi-dawi, Kecamatan Pomalaa
2. Sebelah Barat : Teluk Bone
3. Sebelah Selatan : Desa Tambea, Kecamatan Pomalaa
4. Sebelah Timur : Desa Pesauha, Kecamatan Pomalaa

Lokasi penelitian yang dilakukan di lokasi PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara terletak sekitar $\pm 104,63$ km ke arah barat daya dari Kota Kendari. Daerah tersebut dapat dicapai dari Yogyakarta dengan menggunakan rute sebagai berikut :

1. Dari Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta (Bandar Udara Internasional Yogyakarta) perjalanan ditempuh dengan menggunakan pesawat terbang tujuan *transit* Kota Makassar (Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin) yang dapat ditempuh selama 1 jam 25 menit. Kemudian dari Kota Makassar menuju tujuan Kota Kendari (Bandar Udara Haluoleo) yang dapat ditempuh selama 55 menit.
2. Dari Bandar Udara Haluoleo di Kota Kendari kemudian dilanjutkan dengan perjalanan menggunakan kendaraan roda empat melalui Jalan Poros Unaaha Pondidaha sejauh 174 km dengan waktu tempuh selama ± 3 jam.

Secara geografis lokasi administrasi PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara terletak pada koordinat $4^{\circ}11'32.4''$ LS dan $121^{\circ}35'53.0''$ BT. Dapat dilihat pada (Gambar 2.1).



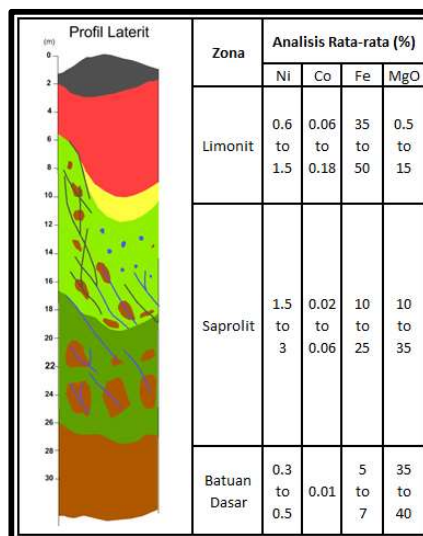
Gambar 2.1
Peta Kesampaian Daerah PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara

2.3. Endapan Laterit Nikel di Pomalaa

Proses laterisasi adalah proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan silika pada profil laterit pada lingkungan yang bersifat asam dan lembab serta membentuk konsentrasi endapan hasil pengkayaan proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni dan Co. (Nushantara, 2002).

Endapan laterit nikel di Pomalaa terbentuk dari pelapukan batuan asal ultramafik yang didominasi oleh harzburgit yang umumnya telah mengalami serpentinisasi. Proses lateritisasi berlangsung dengan baik terutama pada topografi yang cenderung lebih landai, yaitu 10° sampai dengan 15°, yang memungkinkan terbentuknya lateritisasi yang cukup dalam dengan zona saprolit yang tebal.

Secara vertikal lateritisasi membentuk zonasi laterit yang lengkap yang terdiri atas (i) tanah penutup; (ii) zona *red* limonit; (iii) zona transisi (*yellow* limonit); (iv) zona saprolit; dan (v) batuan dasar. Zona limonit merupakan zona yang mengandung pengayaan besi residual pada profil laterit yang utamanya disusun oleh oksida besi terhidrasi. Materialnya sangat lunak dan didominasi oleh mineral lempung. Zona ini memiliki kisaran ketebalan 3 meter sampai dengan 7 meter, dengan kadar nikel berkisar antara 0,6 % sampai dengan 1,5 % Ni. Zona mineralisasi pengkayaan nikel supergen utamanya dijumpai pada zona saprolit. Zona ini memiliki kisaran ketebalan 2 meter sampai dengan 7 meter, dengan kisaran kadar 1,5% sampai dengan 3% Ni.



Gambar 2.2
Profil Endapan Laterit Nikel di Pomalaa

2.4. Bahan Bakar *Pulverized Coal*

Batubara memiliki karakteristik dan jenis yang berbeda. Faktor-faktor yang menentukan karakter dari batubara antara lain jenis tumbuhan penyusun dan pengotor yang terdapat pada batubara tersebut, yang nantinya akan mempengaruhi kadar abu pada batubara. Selain itu, suhu dan tekanan serta lama waktu pembentukan merupakan faktor penting dalam pembentukan batubara. Tahap awal pada pembentukan batubara diawali dengan perubahan material tumbuhan menjadi gambut, yang kemudian berubah menjadi lignit. Seiring dengan bertambahnya suhu dan tekanan, lignit mengalami perubahan secara bertahap menjadi batubara sub-bituminus, kemudian bituminus dan sebagai peringkat tertinggi menjadi antrasit. Batubara dengan peringkat yang lebih tinggi umumnya lebih keras, memiliki kandungan karbon yang lebih banyak, tingkat kelembaban yang lebih rendah, dan menghasilkan energi yang lebih banyak.

Pulverized coal adalah bahan bakar berupa batubara halus/serbuk yang disemprotkan ke dalam ruang bakar (*Chamber*) melalui *combustion fan*. *Pulverized Coal* yang digunakan oleh PT. Aneka Tambang UBPN Pomalaa berasal dari PT. Arutmin Indonesia dengan jenis batubara yaitu Subbituminous dengan kode Arutmin 5500. Batubara ini akan diolah di unit *Coal Firing 3* sehingga menghasilkan produk berupa *pulverized coal*.

Tabel 2.1
Data Analisis Batubara Arutmin 5500

<i>Total Moisture</i>	20 %	ARB
<i>Moisture</i>	11 %	ADB
<i>Ash</i>	8 %	ADB
<i>Volatile Matter</i>	41 %	ADB
<i>Fixed Carbon</i>	40 %	ADB
<i>Sulfur</i>	0,65 %	ADB
<i>Gross Air Dried</i>	6119 kcal/kg	
<i>Gross as Received</i>	5500 kcal/kg	
<i>Net as Received</i>	5178 kcal/kg	

2.5. Tahapan Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan ekspor bijih nikel dan umpan balik feronikel. Alur kegiatannya sebagai berikut:

a. Eksplorasi

Dalam usaha mencari cadangan bijih nikel dilakukan penyelidikan baik secara umum (geologi permukaan), eksplorasi pendahuluan, eksplorasi detail, sampai perhitungan cadangan dengan maksud untuk mengetahui seberapa jauh kandungan Ni yang ada pada daerah tersebut. Upaya ini dilakukan dengan cara melakukan pengambilan contoh menggunakan alat bor.

b. Pembersihan Lahan Tambang

Clearing adalah kegiatan pembersihan pohon-pohon yang ada di atas bijih yang akan ditambang yang pelaksanaannya tergantung pada kondisi topografi lahan yang akan dibersihkan serta kondisi pohon yang akan dibersihkan. Adapun alat yang digunakan yaitu *bulldozer* BD. 85 E, agar kerja *bulldozer* lebih efektif maka diusahakan memperpendek jarak dorong. Untuk daerah datar dan cukup luas pembersihan dimulai dari tengah-tengah.

c. Pengupasan Tanah Penutup

Tanah penutup (*overburden*) adalah material bagian atas yang menutupi kadar bijih yang tinggi (kadar bijih yang memenuhi kebutuhan pabrik atau ekspor), yaitu diatas 2,2 %, tanah penutup dapat berupa, tanah (*top soil*) dan bijih kadar rendah dengan tebal *overburden* 0 – 6 meter.

Pengupasan yang dilakukan pada tanah penutup, biasanya dilakukan bersama-sama dengan *clearing* dengan menggunakan *bulldozer*. Pekerjaan ini dimulai dari tempat yang tinggi dan tanah penutup di dorong ke bawah ketempat yang lebih rendah sehingga alat dapat bekerja dengan bantuan gaya gravitasi.

d. Penambangan dan Pengangkutan

Penambangan termasuk klasifikasi tambang terbuka (sistem berjenjang) dengan menggunakan alat-alat produksi sebagai berikut, *bulldozer* sebagai alat dorong, *backhoe* sebagai alat gali dan muat, dan *dump truck* sebagai alat angkut. Alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* yang berkapasitas antara 15-30 ton.



Gambar 2.3
Kegiatan Penambangan dan Pengangkutan

e. Penumpukan atau Penyimpanan Bijih

Bijih nikel baik untuk umpan pabrik maupun untuk penjualan domestik ditumpuk di *stockyard* masing-masing, bijih nikel akan diumpankan ke dalam pabrik pengolahan FeNi sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.4
Stockyard Bijih Nikel

2.6. Tahapan Pengolahan

Proses pengolahan nikel di Pomalaa melalui proses ELKEM. Secara garis besar proses pengolahan bijih nikel ini dibagi dalam 3 tahap yaitu:

a. Tahap Praolahan

Bijih basah dicampur (*blending*) untuk mendapatkan komposisi yang sesuai. Campuran bijih (*blended ore*) akan dikeringkan menggunakan alat pengering yaitu *rotary dryer* sehingga kadar air menjadi 20%. Selanjutnya bijih setengah kering (*conditioned ore*) hasil dari *rotary dryer* akan mengalami proses kalsinasi di dalam *rotary kiln*. Kalsinasi adalah pemanasan di bawah temperatur leburnya tanpa penambahan reagen, hal ini bertujuan untuk menghilangkan air kristal yang terdapat pada bijih. Sekaligus menguraikan senyawa karbonat pada batu gamping.



Gambar 2.5
Rotary Dryer



Gambar 2.6
Rotary Kiln

b. Tahap Peleburan

Pada tahap ini *calcined ore* dari unit *rotary kiln* akan dilebur dan direduksi di dalam dapur listrik dengan menggunakan tenaga listrik berkapasitas 40 MW untuk FeNi 3. Sebagai bahan pereduksi digunakan batubara.

Pada proses peleburan akan terbentuk *slag* pada bagian atas karena densitasnya yang lebih kecil dari *crude metal* dan akan dikeluarkan dengan cara *skimming*. Proses reduksi ini menghasilkan *crude metal* yang akan dimurnikan pada tahap pemurnian, sedangkan bahan yang tidak tereduksi berupa *slag* dikeluarkan dari dapur listrik pada waktu-waktu tertentu kemudian dipindahkan ke tempat penimbunan *slag* untuk dapat dimanfaatkan lebih lanjut.



Gambar 2.7
Proses Peleburan

c. Tahap Pemurnian dan Pencetakan

Tahap pemurnian bertujuan untuk memurnikan *crude metal* menjadi *metal feni* sesuai dengan standar produk yang telah ditetapkan. Proses pemurnian melalui dua proses, yaitu proses desulfurisasi dengan menambahkan kalsium karbida dan soda *ash* untuk mengurangi kandungan sulfur. Kemudian dilakukan proses oksidasi menggunakan bahan oksigen dan batu kapur untuk mengurangi kandungan karbon sekaligus juga mengurangi kandungan Si, P, dan Cr. Untuk membuat produk feronikel berbentuk butiran (*shot*), metal cair ini dicetak pada unit *shot making*. Butiran (*shot*) diproduksi dalam dua jenis, yaitu *high carbon* dan *low carbon*.

2.7. Pengapalan

PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara memiliki pelabuhan yang dijadikan sebagai tempat bongkar muat feronikel yang nantinya akan diekspor ke negara tujuan dan dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- a. Pemuatan tidak langsung dengan menggunakan tongkang yang ditarik oleh kapal tunda (*tug boat*) ke kapal (*ore ship*) untuk bijih nikel dan feronikel.
- b. Pemuatan yang masih merupakan bahan baku diekspor ke Jepang sebagai konsumen utama, sedangkan feronikel diekspor ke berbagai negara.

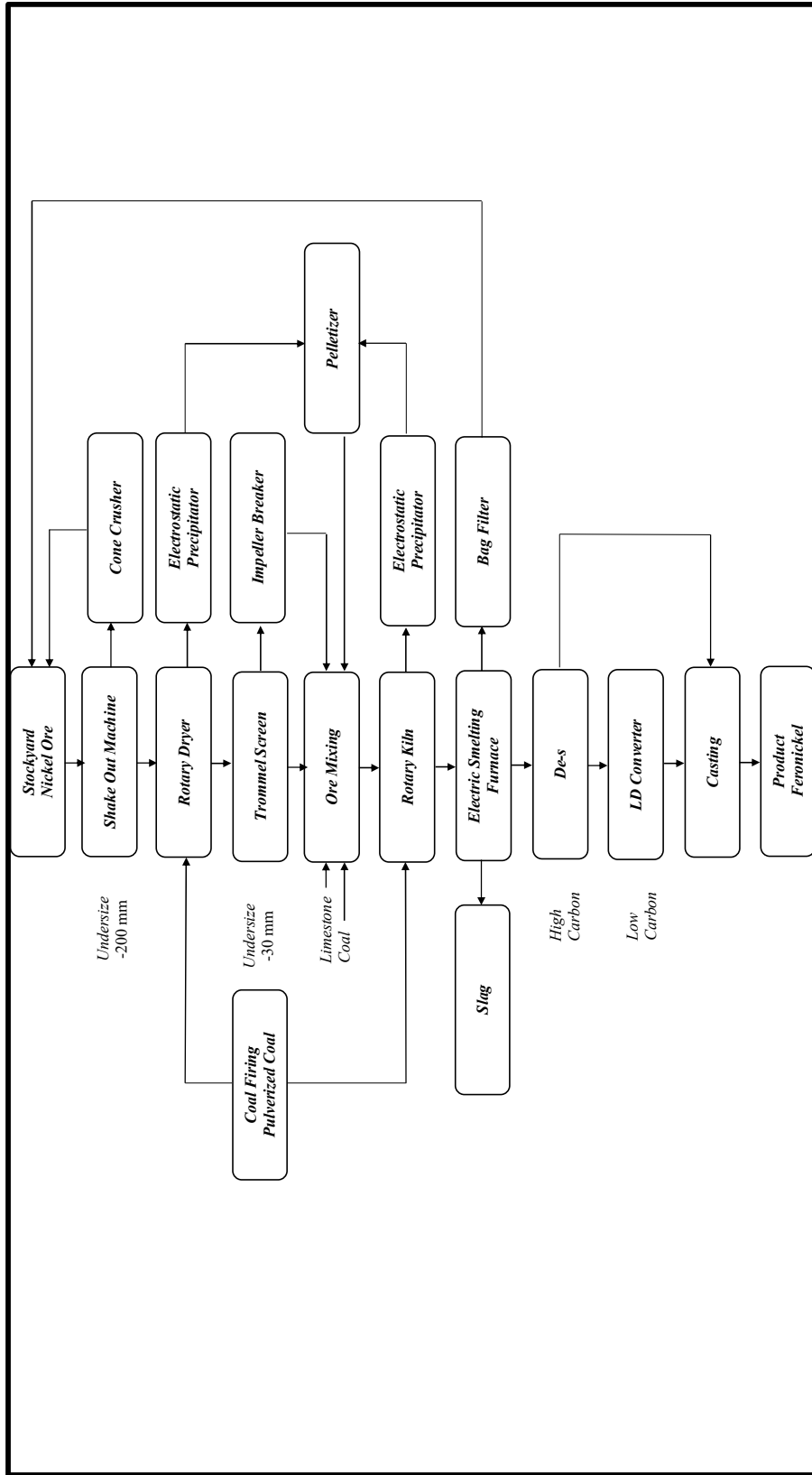


Gambar 2.8
Proses *Loading* Produk Feronikel

2.8. Diagram Alir *Feronickel Plant* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara

Produk-produk yang dihasilkan PT Antam UBPN Sultra adalah *Feronikel* dan *Slag*. *Feronikel* digunakan sebagai bahan baku untuk beragam industri seperti baterai, elektronik, industri antariksa, dan turbin gas; sedangkan slag digunakan untuk bahan bangunan. PT Antam UBPN Sultra memiliki empat pabrik *feronikel*, yakni pabrik *FeNi Plant I*, pabrik *FeNi Plant II*, pabrik *FeNi Plant III*, dan pabrik *FeNi Plant IV*. Kapasitas terpasang di keempat pabrik tersebut adalah 26.000 ton Ni dengan mengasumsikan beban puncak 42 MW.

Diagram Alir Unit *Feronickel Plant* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara dapat dilihat pada (Gambar 2.9).



Gambar 2.9
 Diagram Alir Feronickel Plant PT. Aneka Tambang UBPN Sulawesi Tenggara

Pada tahap awal kegiatan produksi feronikel di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara material bijih nikel diangkut menggunakan *wheel loader* menuju ke *shake out machine* (SOM) untuk memisahkan *oversize* dan *undersize* dengan ukuran 200 mm, untuk material yang tertahan diangkut menuju ke *cone crusher* untuk dilakukannya kominusi menjadi ukuran -20 mm dan akan diangkut kembali menuju SOM, sedangkan untuk material bijih nikel yang lolos akan diangkut menuju ke *rotary dryer* untuk dilakukan *drying*.

Material akan dipanaskan dengan suhu 400-800°C hingga kadar air material bijih nikel turun dari 35% menjadi 20%, untuk material padatan kemudian diangkut menuju ke *tromel screen*, sedangkan untuk debu dan gas akan menuju ke *electrostatic precipitator* (EP) untuk dipisahkan antara debu dengan udara panas. Bahan bakar dalam proses pemanasan berupa *pulverized coal* yang disediakan dari unit *coal firing*.

Pada *tromel screen* material bijih nikel akan dilakukan pemisahan dengan ukuran 30 mm, untuk material *oversize* akan diangkut menuju ke *impeller breaker* untuk dilakukan kominusi menghasilkan produk dengan ukuran -30 mm.

Material bijih nikel dengan ukuran -30 mm dan pellet debu yang dihasilkan dari *pelletizer* akan di *mixing* dengan *limestone* dan *coal* berguna sebagai pengikat kotoran nantinya dalam proses pemisahan pada *electric smelting furnace*.

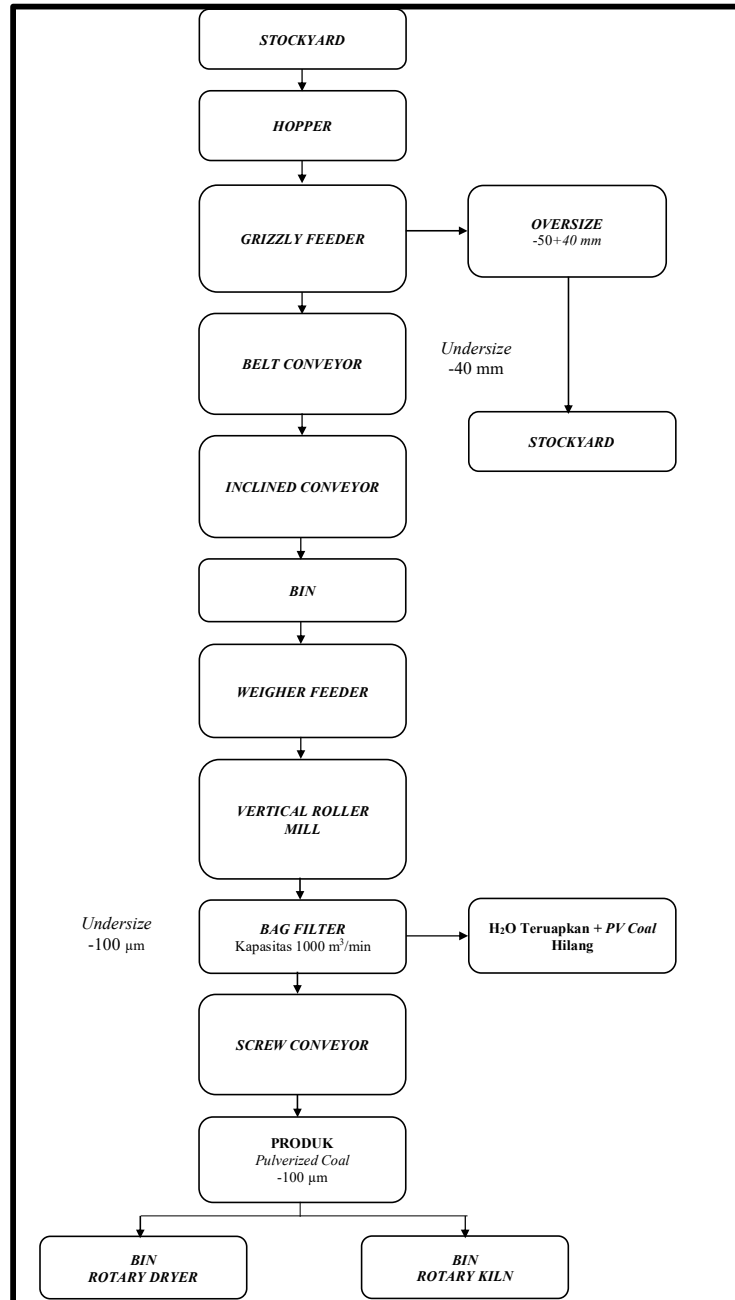
Material yang telah di *mixing* kemudian diangkut menuju ke *rotary kiln* untuk dilakukan kalsinasi menghasilkan produk berupa *calcine* dengan kadar air 0%. Suhu dalam proses ini mencapai 750-900°C dan bahan bakar dalam proses pemanasan berupa *pulverized coal* yang disediakan dari unit *coal firing*.

Calcine kemudian diangkut menuju ke *electric smelting furnace* untuk dilakukan proses peleburan. Pada proses ini akan menghasilkan produk berupa gas, slag dan *crude metal*. Gas akan menuju ke *bag filter* untuk memisahkan debu dengan gas. *Slag (tailing)* akan dipisahkan kemudian didinginkan.

Crude metal akan dibawa menuju ke unit pemurnian untuk dilakukan desulfurisasi dengan menambahkan karbit sehingga kadar sulfur dapat dikurangi menghasilkan produk FeNi *high carbon*. Sedangkan produk FeNi *low carbon* perlu dilakukan pemurnian tahap lanjut pada *LD Converter* dengan menambahkan oksigen dan batubara sehingga kadar karbon dapat dikurangi.

2.9. Diagram Alir Coal Firing di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara

Diagram Alir Unit *Coal Firing* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara dapat dilihat pada (Gambar 2.10).



Sumber: Data PT. Antam UBPN Sultra

Gambar 2.10
Diagram Alir Unit *Coal Firing*

Pada tahap awal kegiatan produksi pada unit *coal firing* material *raw coal* diangkut dari *stockyard* menuju ke *hopper* menggunakan *wheel loader* sehingga dapat dilakukan pengumpanan dan pemisahan menggunakan *grizzly feeder* dengan ukuran *opening* 40 mm. Material *oversize* kemudian dapat dipisahkan dan akan digunakan pada tahap pengolahan bijih nikel. Sedangkan untuk *undersize* akan lolos dan jatuh menuju ke *belt conveyor*.

Material akan diangkut menggunakan *belt conveyor* dan *inclined conveyor* menuju ke *bin* sebagai tempat penyimpanan sementara material *raw coal* sebelum dialakukannya *grinding* pada *vertical roller mill*.

Dari *bin* material akan diumpankan menuju ke *vertical roller mill* menggunakan *weigher feeder*, pengumpanan dilakukan secara kontinu ke dalam *vertical roller mill*.

Di dalam *vertical roller mill* material akan mengalami proses *grinding* dan juga pemanasan untuk mereduksi ukuran material dari 40 mm menjadi 100 μm dan reduksi kadar air dari 11% menjadi 2% yang bertujuan untuk meningkatkan nilai kalori batubara.

Material yang telah mengalami *grinding* dan juga pemanasan kemudian menuju ke *bag filter* untuk dilakukan pemisahan antara padatan dan juga udara, padatan kemudian jatuh dan diangkut menggunakan *screw conveyor* menuju ke *bin rotary dryer* dan *rotary kiln* untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar pemanasan bijih nikel.

BAB III

DASAR TEORI

Kominusi adalah proses mereduksi ukuran butir sehingga menjadi lebih kecil dari ukuran semula. Selain untuk mereduksi ukuran butir, kominusi juga untuk meliberasi bijih, yaitu proses melepaskan mineral bijih dari ikatannya yang merupakan *gangue* mineral. Terdapat dua macam proses kominusi yaitu peremukan (*crushing*) dan penggerusan (*grinding*) (Adjie, 2001).

Grinding atau penggerusan merupakan tahap akhir dari operasi pengecilan ukuran material batubara dalam proses kominusi. Pada tahap ini bijih dikecilkan ukurannya sesuai dengan ukuran yang diinginkan pada pada proses selanjutnya.

Coal firing system adalah suatu sistem pengkondisian bahan bakar batubara yang berfungsi untuk mengkondisikan batu bara sebagai bahan bakar utama berupa *pulverized coal* yang ada didalam *bin* penampung *pulverized coal* menuju ruang bakar dalam proses pemanasan bijih nikel di *rotary dryer* dan *rotary kiln*. Dalam kegiatannya, batubara akan mengalami proses penggerusan/penghalusan dan juga reduksi *moisture content* atau kandungan air oleh udara panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar *industrial diesel oil* pada *hot air generator*, hal tersebut dilakukan agar material dapat digunakan sebagai bahan bakar pada proses pemanasan bijih nikel.

Batubara bubuk (*pulverized coal*) adalah bahan bakar berupa batubara halus/serbuk yang akan disemprotkan ke dalam ruang bakar melalui *combustion fan* sehingga hasil bakarnya akan menyerupai pemanasan dengan bahan bakar minyak. Batubara yang digunakan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara berasal dari batubara dengan jenis sub bituminous yang diperoleh dari produsen batubara PT. Arutmin Indonesia. Batubara akan diolah pada unit *coal firing* dengan cara batubara dimasukan ke dalam *raw coal bin*, kemudian dimasukan ke dalam *grinding mill* untuk dihaluskan dan dipanaskan, setelah melalui proses penghalusan

dan pemanasan kemudian *pulverized coal* masuk ke dalam *filter bag* sehingga terpisah dari udara, *pulverized coal* akan masuk kedalam *pulverized coal bin* dan akan digunakan sebagai bahan bakar *rotary dryer* dan *rotary kiln*.

Dalam proses pemanasan yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara *pulverized coal* merupakan bahan bakar yang paling sering digunakan, faktor penyebab hal tersebut yaitu:

1. Faktor Finansial

Dalam penggunaannya bahan bakar *pulverized coal* dianggap lebih ekonomis karena harga beli yang lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak, dapat diketahui berdasarkan harga acuan batubara pada bulan Desember 2021 yaitu Rp2.299.304,00/ton sedangkan harga MFO yaitu Rp12.700.000,00 per m³ atau 0,91 ton.

2. Faktor Kuantitas

Indonesia mempunyai persediaan batubara yang cukup melimpah dengan minyak bumi dan gas alam. Kelangkaan minyak bumi dan gas alam tentunya akan berdampak pada proses produksi yang dilakukan. Dengan menggunakan batubara diharapkan ketergantungan terhadap minyak bumi dan gas alam dapat ditekan, sehingga sekaligus juga untuk menghemat sumber daya alam terbatas.

3.1. Peralatan Unit Coal Firing

Peralatan yang digunakan pada unit *coal firing* dalam penelitian ini adalah *hopper, grizzly feeder, belt conveyor, inclined conveyor, raw coal bin, weigher feeder, vertical roller mill, filter bag, screw conveyor, pulverized coal bin*.

3.1.1. *Hopper*

Hopper merupakan alat yang digunakan untuk menampung sementara material *raw coal* yang akan dilakukan proses pengumpanan untuk dapat diangkut menuju *raw coal bin*. *Hopper* yang digunakan berbentuk trapesium terpancung sehingga volume *hopper* dapat dihitung menggunakan rumus (Trisna, 2008):

$$V_h = \frac{1}{3}t(L_{\text{atas}} + L_{\text{bawah}} + \sqrt{L_{\text{atas}} + L_{\text{bawah}}}) \dots\dots\dots(1)$$

Setelah volume *hopper* diketahui, maka kapasitas *hopper* tersebut adalah:

$$K = V_h \times B_i$$

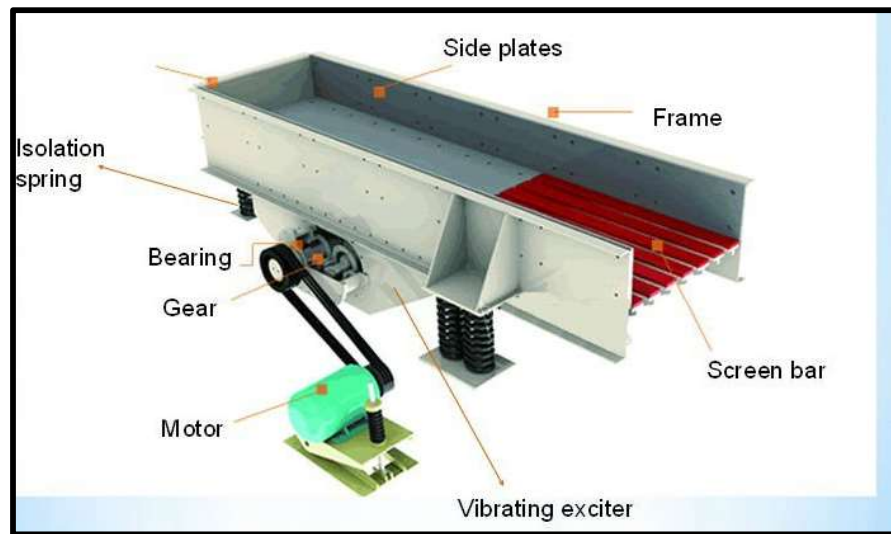
Keterangan:

Bi = Bobot isi material (ton/m³)

3.1.2. Feeder

Feeder digunakan sebagai penyedia sarana kontrol untuk penarikan material curah dari unit penyimpanan, seperti *silo*, *bin* dan *hopper*. Fungsi kontrol ini dapat dilakukan dengan benar hanya selama sebagai bahan curah mengalir dengan gravitasi ke *feeder* secara seragam dan tanpa gangguan (Fuerstenau, 2003). Jenis *feeder* yang digunakan pada unit *coal firing* yaitu *grizzly feeder* dan *weigher feeder*.

Grizzly Feeder adalah *feeder* yang disusun oleh saringan yang disusun dengan jarak tertentu. Ukuran jarak tersebut juga menjadi celah untuk lewatnya material yang lebih kecil. Feeder jenis ini bekerja dengan menerima gerakan berupa getaran. Material berukuran lebih kecil dari jarak bukaan antara saringan akan jatuh dan berukuran lebih besar akan tertahan di atas saringan. (Gambar 3.1).

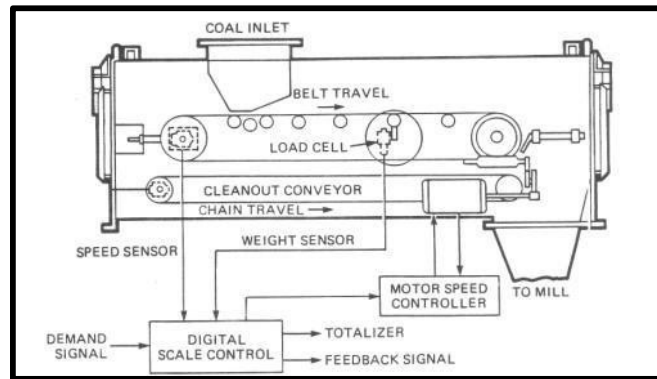


Sumber: Trisna, (2018)

Gambar 3.1
Grizzly Feeder

Weigher Feeder adalah yang berfungsi mengatur laju umpan *raw coal* yang masuk ke dalam *grinding mill* untuk dapat dihaluskan. Untuk mengukur laju aliran pada *weigher feeder*, *weigher feeder* memiliki dua sensor, yakni sensor berat yang biasa disebut *load cell* dan sensor kecepatan disebut dengan *tachometer*. Sensor berat ditempatkan di tengah *conveyor*, sedangkan sensor kecepatan diletakkan pada motor penggerak *conveyor*. *Raw coal* dari *bin* akan dialirkan menuju *weigher feeder*

sehingga *weigher feeder* akan mengukur berat *raw coal* yang masuk dengan jarak tertentu, yakni sampai sensor berat ditempatkan sehingga akan didapatkan berat umpan per meter *conveyor*. Kecepatan *conveyor* akan diatur dengan menggunakan motor yang dipasang sensor kecepatan sehingga akan diketahui berapa kecepatan konveyor dalam memindah *raw coal* menuju *grinding mill*. Apabila hasil ukur kecepatan motor penggerak *conveyor* dikalikan dengan berat per meter *conveyor*, maka akan didapat laju alir umpan *raw coal*. (Gambar 3.2).



Sumber: Pratiwi, (2019)

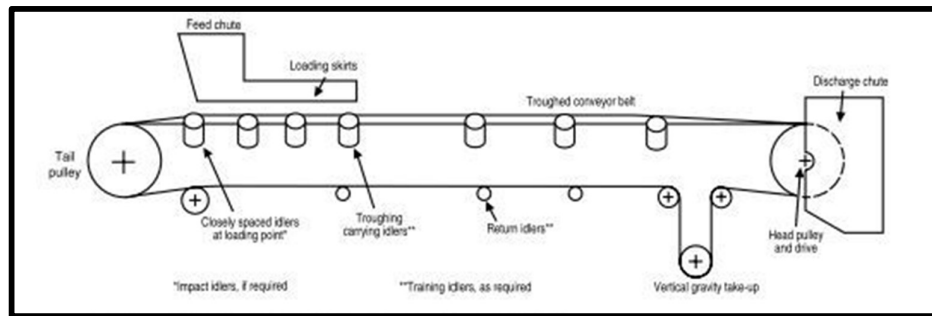
Gambar 3.2
Weigher Feeder

3.1.3. *Conveyor*

Conveyor adalah bagian umum dari peralatan penanganan material mekanis yang bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain. Sistem pengangkutan menggunakan *conveyor* memungkinkan transportasi material dapat dilakukan secara cepat dan efisien. Dalam unit *coal firing conveyor* yang digunakan yaitu *belt conveyor*, *inclined conveyor*, dan juga *screw conveyor*.

Belt conveyor sering digunakan secara luas dalam bidang pelaksanaan konstruksi dan produksi, dimana sistem ini memberikan cara paling memuaskan dan hemat dalam mengangkut antara lain bahan tambang, dengan aliran material terangkut terus menerus dalam kecepatan tinggi, maka sabuk berjalan mempunyai kapasitas tinggi. Bagian-bagian utama sabuk berjalan meliputi sabuk (*belt*), roda-roda antara (*idlers*), alat penggerak, puli penggerak (*pulley*), alat pengencang, dan suatu konstruksi penyangga. Sabuk dibuat dengan menyatukan beberapa lapis anyaman kapas, atau nilon, rayon, kabel baja, menjadi konstruksi tulangan yang memberikan kekuatan yang perlu untuk menahan tarikan dalam sabuk. Lapisan itu

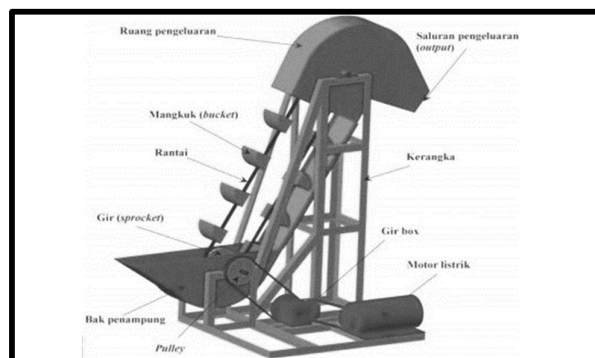
ditutup dengan perekat terbuat dari karet yang kemudian menggabungkannya menjadi struktur yang menyatu (Peurifoy, 1998). (Gambar 3.3).



Sumber: CEMA, (2002)

Gambar 3.3
Belt Conveyor

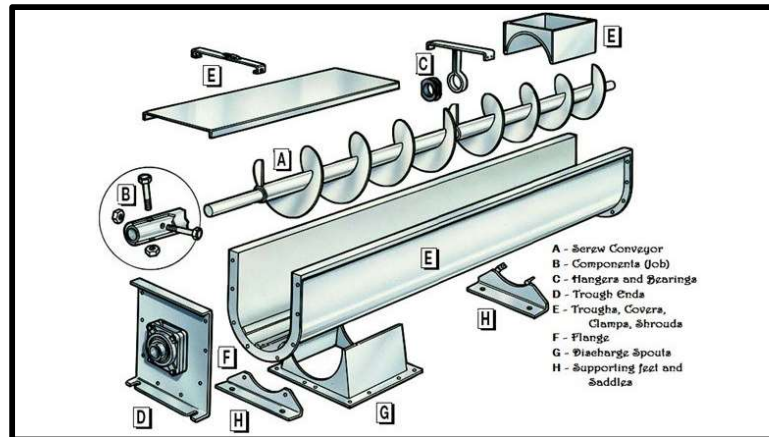
Belt conveyor hanya dapat mengangkat material dengan sudut paling besar yaitu 35° sehingga diperlukan *conveyor* khusus yang dapat beroperasi pada kemiringan yang curam yaitu *inclined conveyor*. *Inclined conveyor* yang digunakan berupa *bucket conveyor*. *Bucket conveyor* dapat memindahkan hasil pertambangan dalam jumlah yang sangat besar, sama seperti ketika kita menggunakan *belt conveyor* tambang. *Bucket conveyor* merupakan jenis *belt conveyor* yang dipasangkan sebuah *bucket* agar dapat mengangkat material ke tujuan yang diinginkan. Ketika *bucket* telah berada di posisi yang kita inginkan maka material yang sebelumnya diangkat dengan *bucket* akan dituangkan ke tempat tujuan, kembali lagi ke posisi semula, dan memulai proses pengangkutan material dari awal. (Gambar 3.4).



Sumber: Suhendri, (2014)

Gambar 3.4
Bucket Conveyor

Screw conveyor adalah jenis *conveyor* yang paling tepat untuk dapat mengangkut bahan padat berbentuk halus atau bubuk. Alat ini pada dasarnya terbuat dari bilah pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya mirip dengan sekrup. Bilah pisau yang berpilin ini disebut dengan *flight*. Jenis *flight* yang digunakan pada *screw conveyor* unit *coal firing* yaitu *cast iron flight* yang dimana dapat digunakan pada suhu dan tingkat kerusakan yang tinggi akibat proses *coal firing* (Siregar, 2004). (Gambar 3.5).



Sumber : Wable, (2015)

Gambar 3.5
Screw Conveyor

3.1.4. *Bin dan Silo*

Bin dan silo merupakan sebuah alat penyimpanan untuk menyimpan material zat padat agar terhindar dari pengaruh cuaca, udara, air, dan zat padat lainnya sehingga dapat menjaga keadaan dari material. Tempat penyimpanan ini berupa wadah dengan material berbahan baja dan memiliki penutup yang kuat. Dengan rumus perhitungan volume yaitu (Ramadhani, 2020):

$$V = \frac{\pi \times \frac{D}{2} \times (D^2 + D_o^2 + D \times D_o)}{12} + \frac{\pi \times D^2}{4} \times h \dots\dots\dots (2)$$

Setelah volume diketahui, maka kapasitas *bin* tersebut adalah:

$$K = V \times B_i$$

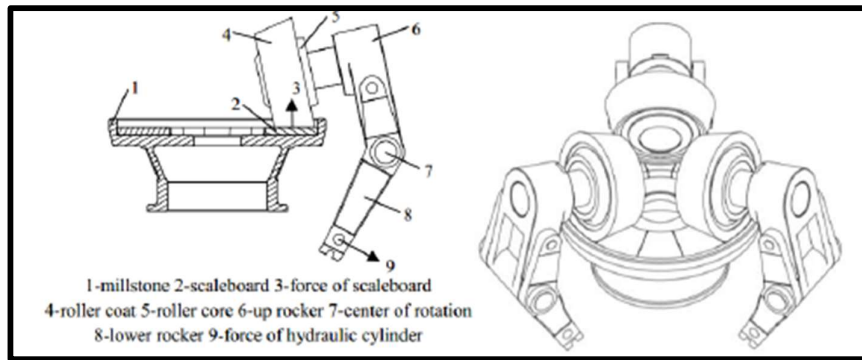
Keterangan:

- B_i = Bobot isi material (ton/m³)
- D = Diameter (m)
- h = Tinggi *vessel* (m)
- D_o = Diameter *outlet* (m)

3.1.5. Grinding Mill

Proses reduksi ukuran atau *comminution* pada industri pengolahan mineral sangat diperlukan dimana ukuran yang dibutuhkan untuk proses selanjutnya agar berjalan dengan efektif sehingga menghasilkan produk yang lebih halus. *Vertical roller mill* banyak ditemukan pengaplikasiannya pada proses penggilingan di industri semen seperti pada proses bahan mentah, penggilingan akhir, dan pada penggilingan batubara. Pada saat proses penggilingan merupakan gabungan dari penghancuran, penggilingan, klasifikasi, dan memungkinkan juga dapat dilakukan proses pengeringan sehingga dapat mengurangi jumlah peralatan yang diperlukan dalam unit penggilingan (Reza, 2017).

Vertical roller mill adalah kombinasi antara sistem pada *millstone* dan *rocker arm*, pada prosesnya *millstone* digerakkan oleh motor sehingga dapat berputar seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 3.6), dan material masuk melalui bagian tengah dari *millstone* dengan adanya gaya sentrifugal material yang berada di atas *millstone* digiling oleh *roller* yang diberikan tekanan oleh *hydraulic cylinder bears* sehingga material dapat tergerus (Cheng, 2011).

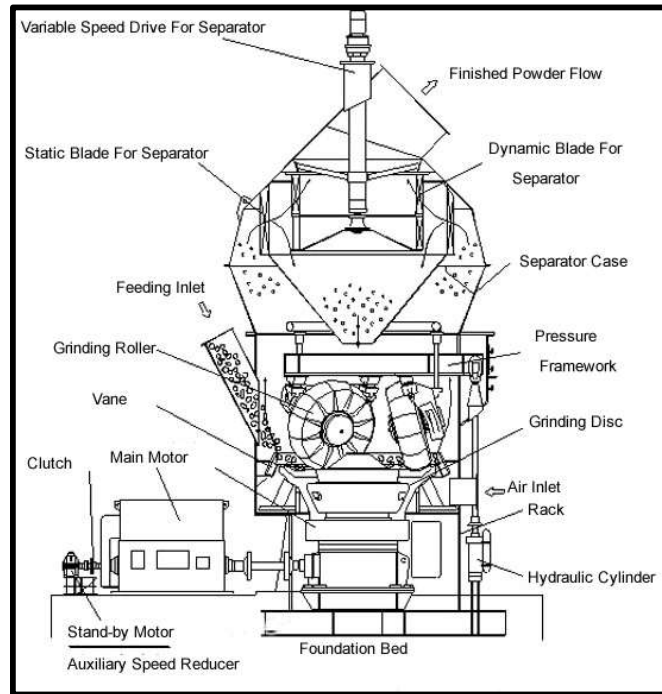


Sumber : Reza, (2017)

Gambar 3.6
Komponen Utama *Vertical Roller Mill*

Pada *vertical roller mill* material yang masuk melalui *weigher feeder* yang kemudian akan jatuh pada bagian tengah *grinding bed*. Material bergerak di atas *grinding table* dipengaruhi oleh gaya sentrifugal, dan akan digiling oleh *roller* penggiling. Material yang telah digiling, dan ukurannya sudah mencukupi akan jatuh diantara *grinding bed* dan *roller*. *Roller* bergerak naik dan turun menyesuaikan dengan perputaran *grinding bed*.

Pada proses *grinding* dilakukan dengan penerapan gaya tekan, sejumlah kecil gaya geser membantu pergeseran lapisan kristalin pada bahan baku. Hal ini terjadi melalui *roller* yang berbentuk kerucut dengan sudut kemiringan 15° dengan lintasan *grinding track*. Tekanan yang lebih besar biasanya digunakan untuk menggiling batubara (Reza, 2017).



Sumber: Reza, (2017)

Gambar 3.7
Vertical Roller Mill

3.2. *Reduction Ratio*

Merupakan perbandingan antara ukuran umpan dengan produk pada operasi kominusi dilakukan pada batuan. Nilai *reduction ratio* menentukan keberhasilan dalam suatu proses kominusi, karena besar kecilnya nisbah reduksi ditentukan oleh kemampuan dari alat yang digunakan. Nilai *reduction ratio* yang baik pada proses kominusi untuk *primary crushing* adalah 4-7, untuk *secondary crushing* adalah 14-20 dan untuk *fine crushing* adalah lebih dari 50. *Limiting Reduction Ratio*, *Working Reduction Ratio* dan *Apparent Reduction Ratio* digunakan dalam tahap desain sedangkan *Reduction Ratio* 80 dapat digunakan dalam tahap desain dan nyata. Ada 4 macam *Reduction Ratio*, yaitu (Currie, 1973):

3.2.1. *Limiting Reduction Ratio*

Limiting Reduction Ratio merupakan perbandingan antara tebal umpan terbesar (t_F) atau lebar umpan terbesar (w_F) dengan tebal produk terbesar (t_P) atau lebar produk terbesar (w_P). Besarnya nilai *Limiting Reduction Ratio* dirumuskan :

$$RL = \frac{t_F}{t_P} \dots\dots\dots (3)$$

3.2.2. *Working Reduction Ratio*

Working Reduction Ratio adalah perbandingan antara tebal umpan (t_F) yang terbesar dengan *setting effective* (Se) peremuk. Nilai *Working Reduction Ratio* dinyatakan dengan rumus :

$$RW = \frac{t_F}{Se} \dots\dots\dots (4)$$

3.2.3. *Apparent Reduction Ratio*

Apparent Reduction Ratio adalah perbandingan antara *effective gape* (G) dengan *setting effective* (Se) peremuk. Nilai *Apparent Reduction Ratio* dinyatakan dengan rumus :

$$RA = \frac{0,85G}{Se} \dots\dots\dots (5)$$

3.2.3. *Reduction Ratio 80 (RR 80)*

Reduction Ratio 80 (RR 80) adalah perbandingan antara lubang ayakan umpan (W_{80f}) dengan lubang ayakan produk (W_{80p}) pada kumulatif 80%. Besarnya *Reduction Ratio* dapat dihitung dengan rumus :

$$RR_{80} = \frac{W_{80f}}{W_{80p}} \dots\dots\dots (6)$$

3.3. **Persen Yield**

Yield yaitu perbandingan antara jumlah output produksi dengan input produksi yang menggambarkan nilai efisiensi produksi. Efisiensi suatu industri adalah kemampuan industri untuk memproduksi sejumlah output tertentu dengan menggunakan input dalam jumlah minimal. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut (Ramadhanti, 2019):

$$\% Yield = \frac{\text{Berat Hasil}}{\text{Berat Umpan}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

3.4. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Dalam perhitungannya digunakan pengertian persentase kerja efektif (%). Beberapa faktor yang mempengaruhi adalah (Irfansyah, 2019):

3.4.1. Kondisi tempat kerja

Kondisi tempat kerja dalam hal ini adalah lokasi daerah penambangan dan kondisi jalan angkut sangat berpengaruh pada efisiensi kerja peralatan mekanis dalam kegiatan penambangan. Dengan kondisi tempat kerja yang baik maka alat mekanis dapat bekerja dengan optimal, lain halnya dengan kondisi tempat kerja yang buruk akan mengakibatkan alat tidak dapat bekerja secara optimal.

3.4.2. Kondisi cuaca

Dalam keadaan cuaca yang panas dan banyak debu sangat mengganggu kerja dari operator, sehingga dapat mempengaruhi kelincahan gerak peralatannya. Pada waktu musim hujan, kondisi tempat kerja dan jalan angkut yang tidak diperkeras akan menjadi berlumpur, sehingga peralatan mekanis yang dioperasikan tidak dapat bekerja secara optimal.

3.4.3. Faktor manusia

Faktor manusia sangat mempengaruhi efisiensi kerja penambangan, dalam hal ini adalah kedisiplinan dalam kegiatan pekerjaan. Dengan bekerja pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan diharapkan efisiensi akan semakin meningkat. Sebaliknya dengan pekerja yang tidak disiplin maka efisiensi sangat berkurang sehingga sasaran produksi tidak tercapai. Selain itu operator yang terampil dan terlatih akan lebih pandai mengoperasikan dan menempatkan alat pada posisi yang benar, sehingga alat yang dioperasikan dapat leluasa bergerak dan tidak mengganggu alat lain yang sedang dioperasikan. Peralatan mekanis akan menghasilkan efisiensi yang tinggi apabila alat tersebut dioperasikan oleh operator yang terampil dan berpengalaman.

3.4.4. Waktu tunda

Waktu tunda dapat meliputi hambatan yang terjadi akibat faktor manusia maupun alat selama dilakukan kegiatan operasi. Hal tersebut dapat mempengaruhi waktu kerja efektif.

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kerja atau waktu kerja yang tersedia yang sudah dikurangi dengan hambatan kerja. Sedangkan waktu kerja tersedia adalah waktu yang diberikan dalam satu shift kerja secara keseluruhan tanpa memperhitungkan hambatan yang terjadi. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut (Irfansyah, 2019):

$$We = Wt - (Wtd + Whd) \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- We = Waktu kerja efektif, menit
- Wt = Waktu kerja tersedia, menit
- Wtd = Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari, menit
- Whd = Waktu hambatan yang dapat dihindari, menit

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja (waktu kerja efektif) dengan waktu kerja yang tersedia dan dinyatakan dalam persen. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut:

$$EK = \frac{We}{Wt} \times 100 \% \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

- Ek = Efisiensi kerja, %.
- We = Waktu kerja efektif, menit.
- Wt = Waktu Kerja yang tersedia, menit.

Efisiensi alat peremuk dapat digolongkan menjadi beberapa penggolongan seperti yang ditunjukkan pada (Tabel 3.1).

Tabel 3.1
Penggolongan Efisiensi Waktu Kerja Peralatan

Effisiensi (%)	Penggolongan
83 – 92	Baik
75 – 83	Rata-rata
67 – 75	Sedang
< 67	Buruk

3.5. Produktivitas

Produktivitas unit *coal firing* dibedakan menjadi dua macam yaitu produktivitas desain dan produktivitas nyata (*actual productivity*). Produktivitas desain merupakan kemampuan produksi yang seharusnya dicapai oleh alat tersebut dan dapat diketahui dari spesifikasi alat yang dibuat oleh pabrik, sedangkan produktivitas nyata merupakan kemampuan produksi alat peremuk sesungguhnya yang didasarkan pada sistem produksi yang diterapkan. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut (Heizer dan Render, 2015):

$$\text{Produktivitas Nyata} = \frac{\text{Produksi (ton)}}{\text{Waktu Operasi (Jam)}} \dots\dots\dots (10)$$

3.6. Efektivitas Penggunaan Alat

Untuk mengetahui sampai sejauh mana tingkat penggunaan dan kemampuan yang dicapai peralatan tersebut yaitu dengan membandingkan antara kapasitas yang dicapai saat ini atau kapasitas nyata dengan kapasitas desainnya. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut (Heizer, 2015):

$$E_p = \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

Dari efektifitas ini dapat menunjukkan apakah suatu peralatan sudah bekerja dengan baik. Jika efektifitas suatu peralatan terlalu rendah maka peralatan tersebut masih dapat diberikan tambahan beban.

3.7. Ketersediaan dan Penggunaan Alat

Ketersediaan alat dikatakan baik apabila persen ketersediaan alat berkisar antara 83-92%, dikatakan sedang apabila berkisar antara 75-83%, dikatakan kurang baik apabila berkisar 67-75% dan dikatakan buruk (kecil) apabila kurang dari 67%. Efisiensi alat mekanis merupakan perbandingan waktu alat tersebut bekerja memproduksi material terhadap waktu total alat tersebut siap untuk digunakan bekerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan alat yaitu (Partanto, 1993):

a. *Mechanical Availability*

Mechanical Availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau

gangguan alat (*mechanical reason*). Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut:

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

W = *Worked hours*, jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan kepada suatu alat dalam kondisi yang dapat dioperasikan (mesin dan bagian-bagian lain siap dipakai operasi) artinya kondisi alat tersebut tidak dalam keadaan rusak dan termasuk tiap waktu hambatan yang ada (*delay time*).

R = *Repairs hours*, jumlah jam untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang serta waktu untuk perawatan.

b. *Physical Availability*

Physical Availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut:

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan, akan tetapi alat tersebut tidak dalam keadaan rusak dan siap untuk dioperasikan.

c. *Use of Availability*

Angka *Use of Availability* biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

d. *Effective Utilization*

Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut:

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\%$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Pada proses *coal firing* 3 yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan suplai bahan bakar *rotary dryer* 3 dan *rotary kiln* 3. Analisis yang dilakukan untuk menilai kinerja dari unit *coal firing* 3 meliputi kinerja masing-masing bagian unit, distribusi ukuran umpan dan produk, persen *yield* dan juga kapasitas nyata masing-masing alat yang digunakan dalam proses *coal firing* 3.

4.1. Proses Kerja *Coal Firing* 3

Pada proses produksi *coal firing* 3 PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan satu sama lain. Tahapan tersebut meliputi dari pemuatan *raw coal* dengan alat angkut *wheel loader* ke dalam *hopper*. Pengumpanan dan pengangkutan *raw coal* menuju ke *raw coal bin* menggunakan *grizzly feeder*, *belt conveyor* dan *inclined conveyor*. Pengumpanan *raw coal* ke dalam *vertical roller mill* menggunakan *weigher feeder*. Penggerusan dan reduksi kadar air *raw coal* terjadi di dalam *vertical roller mill*, kemudian pemisahan *pulverized coal* dengan udara menggunakan *filter bag*, material dari *filter bag* kemudian diangkut menuju ke *pulverized coal bin rotary dryer* dan *pulverized coal bin rotary kiln* menggunakan *screw conveyor*.

4.1.1. Pemuatan *Raw Coal* ke *Hopper*

Raw coal dari *stockyard* dimuat ke dalam *hopper* menggunakan alat *wheel loader* Komatsu WA380-3 berkapasitas 3 m^3 atau 2,87 ton dengan densitas material sebesar $0,96 \text{ ton/m}^3$. (Gambar 4.1).



Gambar 4.1
Pemuatan Raw Coal ke Hopper

4.1.2. Penampungan Umpan *Raw Coal* dengan *Hopper*

Hopper yang digunakan pada unit *coal firing* 3 PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara mempunyai dimensi ukuran bagian atas dengan panjang dan lebar sebesar 3 m dan 2 m sedangkan untuk ukuran bagian bawah memiliki panjang dan lebar sebesar 1,6 m dan 0,86 m. Sehingga dapat diketahui bahwa kapasitas dari *hopper* sebesar 6 m³ atau 5,76 ton dengan densitas 0,96 ton/m³. (Gambar 4.2)



Gambar 4.2
Hopper

4.1.3. Pengumpanan *Raw Coal* dengan *Grizzly Feeder*

Kegiatan *feeding raw coal* dilakukan dengan menggunakan alat *grizzly feeder* yang terletak di bagian bawah *hopper* dengan dimensi ukuran panjang dan lebar sebesar 1,6 m dan 0,86 m dengan ukuran *opening* sebesar 40 mm. *Grizzly feeder* berfungsi untuk memisahkan material *oversize* sehingga hanya material *undersize* yang lolos dan menuju *belt conveyor*. (Gambar 4.3).



Gambar 4.3
Grizzly Feeder

4.1.4. Pengangkutan *Raw Coal* dengan *Belt Conveyor* dan *Inclined Conveyor*

Material *raw coal* akan dibawa dan diangkut menuju ke *raw coal bin* menggunakan alat *belt conveyor inclined conveyor*. Spesifikasi dari alat *belt conveyor* dan *inclined conveyor* dapat dilihat pada (Lampiran B).



Gambar 4.4
Belt Conveyor



Gambar 4.5
Inclined Conveyor

4.1.5. Penampungan Umpan *Raw Coal* dengan *Bin*

Bin yang digunakan pada unit *coal firing* 3 PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara mempunyai dimensi ukuran dengan diameter sebesar 4 m dan tinggi 4 m. Sehingga dapat diketahui bahwa kapasitas dari *bin* sebesar 50 m^3 atau 48 ton dengan densitas $0,96 \text{ ton/m}^3$. (Gambar 4.6)



Gambar 4.6
Raw Coal Bin

4.1.6. Pengumpanan *Raw Coal* dengan *Weigher Feeder*

Kegiatan *feeding raw coal* dilakukan dengan menggunakan alat *weigher feeder* yang terletak di bagian bawah *bin* dan bertujuan untuk mengirimkan *raw coal* ke dalam *grinding mill*. Jumlah pengumpanan dapat diatur sedemikian rupa pada ruang kontrol dan pengumpanan dilakukan secara kontinu. (Gambar 4.7).



Gambar 4.7
Weigher Feeder

4.1.7. Proses *Grinding Raw Coal* dengan *Vertical Roller Mill*

Raw coal yang masuk ke dalam *vertical roller mill* akan digerus dengan ukuran umpan -40 mm, kemudian akan menghasilkan produk *pulverized coal* dengan ukuran -100 μm . *Pulverized coal* bersama udara akan dihisap oleh alat *induced fan* dan akan masuk ke dalam *filter bag* untuk dipisahkan. (Gambar 4.8).



Gambar 4.8
Vertical Roller Mill

4.1.8. Proses Pemisahan *Pulverized Coal* dengan *Filter Bag*

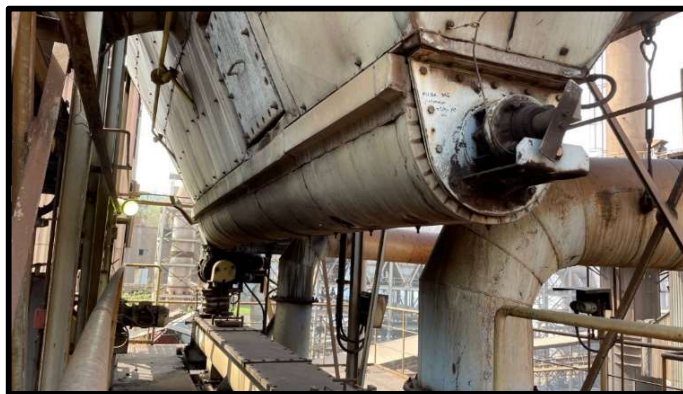
Pulverized coal yang keluar dari *vertical roller mill* akan dipisahkan dengan udara panas pada *filter bag*, dengan kapasitas *filter bag* sebesar $1.000 \text{ m}^3/\text{min}$ pada suhu maksimal 80 deg celsius . (Gambar 4.9).



Gambar 4.9
Filter Bag

4.1.9. Pengangkutan *Pulverized Coal* dengan *Screw Conveyor*.

Pulverized coal hasil penggerusan akan ditransportasikan menggunakan *screw conveyor* menuju ke *pulverized coal bin rotary dryer* dan *pulverized coal bin rotary kiln*. Ukuran material yang diangkut sebesar kurang dari $100 \mu\text{m}$ sehingga proses pengangkutan dilakukan secara tertutup agar dapat menghindari faktor kehilangan akibat tertiuip angin. Diameter dan panjang dari *screw conveyor* sebesar 300 mm dan 12.000 mm , dengan kapasitas sebesar 12 ton/jam . (Gambar 4.10).



Gambar 4.10
Screw Conveyor

4.2. Pengambilan Conto Material dan Pengumpulan Data

Dalam kegiatan penelitian dilakukan proses pengambilan conto dan pengumpulan data yang diperlukan. Pengambilan conto material disesuaikan dengan jenis data yang diperlukan serta yang berhubungan dengan kegiatan penelitian ini.

4.2.1. Pengambilan Conto untuk Mengukur Distribusi Ukuran Butir

Sampling dilakukan dengan pengambilan conto material yang ada di *bin* untuk mengetahui distribusi umpan maupun produk dari alat *grinding mill*. Proses klasifikasi distribusi ukuran *pulverized coal* dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *sieve shaker*.

4.2.2. Pengambilan Conto untuk Mengukur Kadar Air

Sampling dilakukan dengan pengambilan conto material yang ada di *bin* untuk mengetahui kadar air umpan maupun produk dari alat *grinding mill*. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode gravimetri. Dilakukan pengujian secara langsung dengan pemanasan sehingga air dapat dipisahkan dari material dan dihitung kadar air yang hilang.

4.2.3. Pengumpulan Data untuk Mengetahui Kondisi Material

Pengumpulan data berupa jumlah material yang masuk dan keluar dari alat *grinding mill* serta lama operasi kegiatan *coal firing 3* yang dilakukan. Data ini dapat digunakan untuk menghitung kapasitas nyata dari alat *grinding mill, feeder*, serta *conveyor*.

4.3. Kondisi Material Umpan Raw Coal

Material yang digunakan sebagai umpan pada proses *coal firing 3* berupa *raw coal* yang berasal dari *stockyard*. Berdasarkan pada pengukuran yang dilakukan di lapangan diketahui bahwa ukuran umpan bervariasi. Dengan distribusi ukuran umpan (Tabel 4.1). Perhitungan dapat dilihat pada (Lampiran E).

Tabel 4.1
Distribusi Umpan *Raw Coal* pada *Hopper*

DISTRIBUSI UMPAN HOPPER		
SIZE (mm)	OPENNING 40 mm	
	% Oversize	% Undersize
-70+50	2,24	
-50+40	2,00	
-40+30	1,76	7,06
-30+20		11,25
-20+10		11,91
-10,00		63,78
Total	6,00	94,00

4.4. **Persen Yield**

Pada proses *Coal Firing 3* yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara tidak hanya terjadi proses kominusi tetapi juga terjadi proses reduksi kadar air yang terkandung pada *raw coal*. Hal ini bertujuan agar batubara dapat digunakan sebagai bahan bakar *rotary kiln* dan juga *rotary dryer*. Berdasarkan analisa pengolahan data operasi *coal firing 3* yang dilakukan jumlah umpan yang masuk tidak sama dengan jumlah produk yang keluar dari unit *coal firing 3*. Dari hasil perhitungan dan pengolahan data diperoleh persen *yield* dan kadar air rata-rata diketahui sebesar 82,29 % dan 11,85 %. (Lampiran H).

4.5. **Hasil Produksi pada Unit *Coal Firing 3***

Dari hasil pengambilan data primer dan data sekunder yang telah dilakukan kemudian akan diolah untuk mengetahui evaluasi kinerja peralatan-peralatan di unit *coal firing 3* pada bulan desember 2021.

4.5.1. Kapasitas Unit *Coal Firing 3*

Dari data distribusi produk *coal firing 3* yang telah didapatkan, maka dapat ditentukan produksi nyata pada bulan desember 2021 adalah sebesar 8,97 ton/jam (Lampiran H). Dengan ukuran produk *pulverized coal* kurang dari 100 μm .

4.5.2. Produksi *Hopper* dan *Grizzly Feeder*

Hopper yang digunakan mempunyai dimensi berbentuk limas terpancung yang mempunyai volume sebesar 6 m³ atau 5,76 ton. Kemudian material akan melalui *grizzly feeder* dengan kapasitas nyata sebesar 24,66 ton/jam (Lampiran H).

dan *Opening size* sebesar 40 mm. *Oversize* dari *grizzly feeder* akan dipisahkan dan diangkut menuju *stockyard* agar dapat digunakan pada unit lain, sedangkan *undersize* dari *grizzly feeder* akan menuju ke *belt conveyor*. Dari hasil distribusi ukuran umpan diketahui bahwa material yang tertahan sebesar 6 % (Tabel 4.1), dengan efisiensi *screen* sebesar dianggap 98,16 % (Lampiran E).

4.5.3 Produksi *Belt Conveyor* dan *Inclined Conveyor*

Kapasitas nyata dari *belt conveyor* dan juga *inclined conveyor* diperoleh dari hasil pengolahan data yang dilakukan dengan melakukan perbandingan antara jumlah material dan jam kerja alat. Adapun hasil produksi nyata *belt conveyor* dan *inclined conveyor* merupakan besar produk material yang lolos yaitu sebesar 23,18 ton/jam (Lampiran H).

4.5.4. Produksi *Weigher Feeder*

Kapasitas nyata dari *weigher feeder* dapat diatur dan ditentukan sesuai dengan kebutuhan dari *grinding mill*. Jumlah material yang masuk kedalam *weigher feeder* sama dengan *grizzly feeder* akan tetapi memiliki kapasitas nyata yang berbeda dikarenakan jam kerja operasional yang berbeda. Kapasitas nyata dari *weigher feeder* yaitu sebesar 10,91 ton/jam (Lampiran H). Untuk distribusi umpan dari unit *grinding mill* dapat dilihat di (Tabel 4.2).

Tabel 4.2
Distribusi Umpan *Raw Coal* pada *Grinding Mill*

DISTRIBUSI UMPAN GRINDING MILL		
SIZE (mm)	% BERAT	% KUMULATIF
-40+30	7,51	100,00
-30+20	11,97	92,49
-20+10	12,67	80,52
-10,00	67,85	67,85

4.5.5. Produksi *Grinding Mill*

Untuk memperoleh ukuran material yang sesuai dengan keinginan yaitu kurang dari 100 μm maka digunakan alat penggerus berupa *vertical roller mill*.

Kapasitas nyata dari *vertical roller mill* ditentukan berdasarkan besarnya produksi *pulverized coal* yaitu sebesar 8,97 ton/jam, distribusi umpan dari *vertical roller mill* dapat dilihat pada (Tabel 4.1), dan produk dari *vertical roller mill* dapat dilihat pada (Tabel 4.2).

Tabel 4.3
Distribusi Produk *Pulverized Coal*

DISTRIBUSI PRODUK GRINDING MILL		
SIZE (µm)	% BERAT	% KUMULATIF
-100+90	34,08	100,00
-90+70	9,83	65,92
-70+63	35,91	56,09
-63+53	2,05	20,18
-53,00	18,14	18,14

4.5.6. Produksi *Screw Conveyor*

Kapasitas nyata dari *screw conveyor* diperoleh dari hasil pengolahan data yang dilakukan dengan melakukan perbandingan antara jumlah material dan jam kerja alat. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai produksi nyata *screw conveyor* sebesar 8,97 ton/jam.

4.5.7. Nisbah Reduksi (*Reduction Ratio*)

Perhitungan nisbah reduksi menggunakan *reduction ratio* 80 untuk mengetahui kinerja *grinding* yang dilakukan. Perhitungan dilakukan dengan melakukan perbandingan ukuran umpan lolos kumulatif 80% dan produk lolos kumulatif 80%. *Reduction ratio* 80 yaitu sebesar 201,58. Perhitungan nilai nisbah reduksi dapat dilihat pada (Lampiran E).

4.6. Efektivitas Unit *Coal Firing 3*

Efektivitas peralatan digunakan sebagai acuan tingkat penggunaan kapasitas nyata dari suatu peralatan dibandingkan dengan kapasitas desain sehingga efektivitas peralatan pada unit *coal firing 3* dapat dilihat pada (Tabel 4.3).

Perhitungan efektivitas dilakukan merupakan perhitungan kapasitas setiap bagian dari unit dan rangkaian unit *coal firing* 3.

Tabel 4.4
Efektivitas Unit *Coal Firing* 3 pada Bulan Desember 2021

PERALATAN	KAPASITAS NYATA (ton/jam)	KAPASITAS DESAIN (ton/jam)	EFEKTIVITAS KINERJA (%)
<i>Grizzly Feeder</i>	24,66	40	61,65
<i>Belt Conveyor</i>	23,18	40	57,95
<i>Inclined Conveyor</i>	23,18	40	57,95
<i>Weigher Feeder</i>	10,91	12	90,88
<i>Grinding Mill</i>	8,97	12	74,77
<i>Screw Conveyor</i>	8,97	12	74,77

4.7. Waktu Produksi Efektif dan Efisiensi Waktu Kerja

Untuk mengetahui waktu produksi efektif dari alat, maka terlebih dahulu dilakukannya pengamatan terhadap hambatan yang terjadi selama kegiatan operasi produksi berlangsung. Adapun hambatan tersebut berupa waktu *standby* dan *repair*.

Standby/operational downtime merupakan waktu hambatan kerja yang terjadi akibat adanya gangguan operasional. Sedangkan *repair* merupakan waktu hambatan kerja yang terjadi akibat adanya perbaikan yang sudah dijadwalkan ataupun tidak dijadwalkan oleh perusahaan. Waktu hambatan rata-rata dapat dilihat pada (Tabel 4.4) dan (Tabel 4.5).

Tabel 4.5
Waktu Hambatan Kerja *Grizzly Feeder, Belt Conveyor, dan Inclined Conveyor*

PARAMETER	WAKTU (JAM/BULAN)	WAKTU (JAM/HARI)
Waktu Tersedia	720	24
Waktu Kerja	285,70	9,22
<i>Standby</i>	450,05	14,52
<i>Repair</i>	8,25	0,27

Tabel 4.6
Waktu Hambatan Kerja *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

PARAMETER	WAKTU (JAM/BULAN)	WAKTU (JAM/HARI)
Waktu Tersedia	720	24
Waktu Kerja	607,50	19,60
<i>Standby</i>	110,98	3,58
<i>Repair</i>	25,50	0,82

Efisiensi kerja merupakan perbandingan waktu antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia sehingga efisiensi alat *grizzly feeder, belt conveyor, dan inclined conveyor* yaitu sebesar 38,40 %, kemudian efisiensi alat *weigher feeder, grinding mill, screw conveyor* yaitu sebesar 81,65 %. Perhitungan dapat dilihat pada (Lampiran F).

4.8. Ketersediaan dan Penggunaan Alat

Nilai ketersediaan dan penggunaan alat dapat menjadi gambaran keadaan peralatan yang sesungguhnya dari alat-alat tersebut. Nilai ini didapatkan dari hasil perhitungan waktu hambatan kerja unit *coal firing* 3 PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara pada bulan desember 2021. Nilai tersebut mencakup nilai *mechanical availability, physical availability, utilization of availability, dan effective utilization*. Nilai tersebut dapat dilihat pada (Tabel 4.7) dan (Tabel 4.8). Perhitungan dapat dilihat pada (Lampiran G).

Tabel 4.7
 Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat *Grizzly Feeder, Belt Conveyor, dan Inclined Conveyor*

MA	PA	UA	EU
97,19 %	98,89 %	38,83 %	38,40 %

Tabel 4.8
 Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

MA	PA	UA	EU
95,97 %	96,57%	84,55 %	81,65 %

4.9. Penumpukan Material *Pulverized Coal*

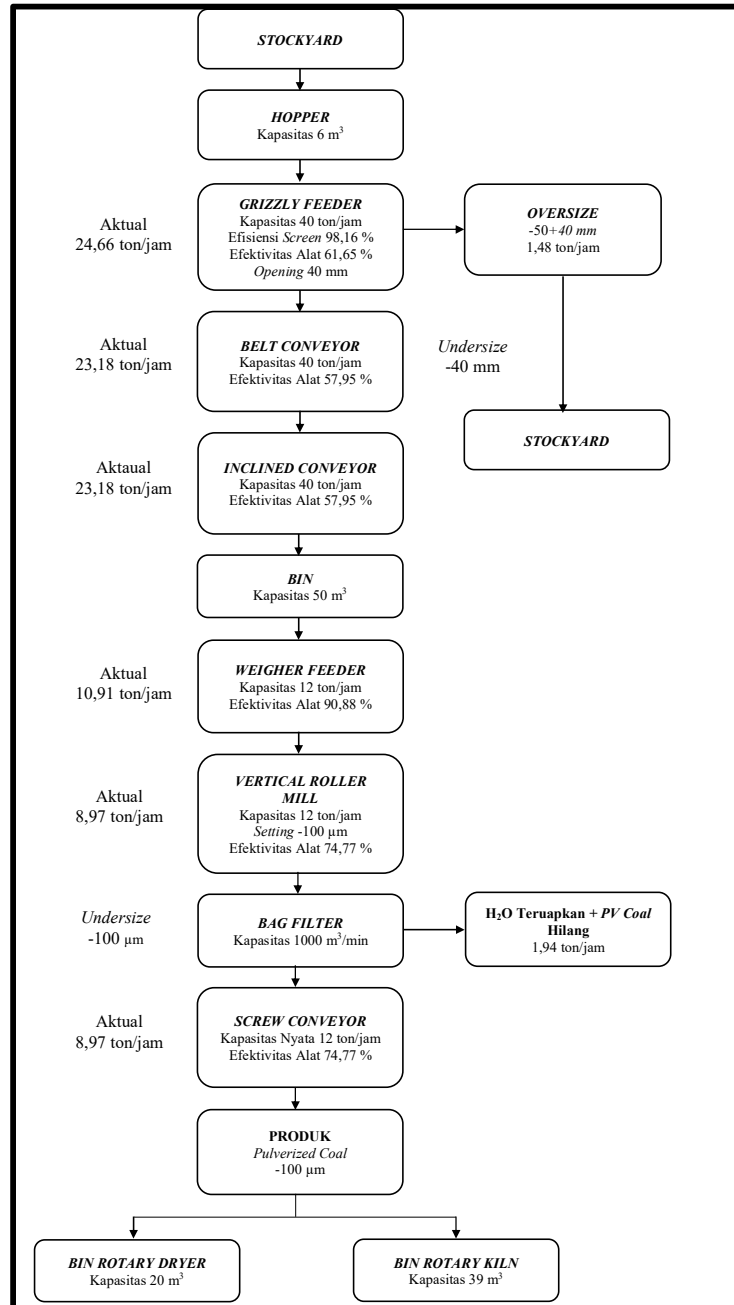
Spesifikasi *bin* yang digunakan sebagai tempat penyimpanan *pulverized coal* untuk bahan bakar *rotary dryer* dan *rotary kiln* dengan kapasitas 40 m³ dan 20 m³ belum dapat memenuhi kapasitas penampungan produksi dari pada unit *coal firing* 3, sehingga proses *grinding* yang dilakukan terhambat dan berhenti untuk sementara waktu. Waktu hambatan yang diakibatkan oleh penumpukan material *pulverized coal* pada *bin rotary dryer* dan *rotary kiln* yaitu selama 3,58 jam/hari. Waktu *standby* akibat penumpukan material dapat dilihat pada (Tabel 4.8).

Tabel 4.9
 Waktu *Standby Grinding Mill*

HARI	WORKING TIME	STANDBY HOURS	KODE	16,00	19,00	5,00	PC BIN HH
				17,00	19,00	5,00	PC BIN HH
1,00	20,00	4,00	PC BIN HH	18,00	6,00	4,00	PC BIN HH
2,00	20,00	4,00	PC BIN HH	19,00	20,00	4,00	PC BIN HH
3,00	17,00	6,50	PC BIN HH	20,00	20,00	4,00	PC BIN HH
4,00	14,00	6,00	PC BIN HH	21,00	21,00	3,00	PC BIN HH
5,00	23,50	0,50	PC BIN HH	22,00	23,00	1,00	PC BIN HH
6,00	21,00	3,00	PC BIN HH	23,00	21,00	3,00	PC BIN HH
7,00	21,00	3,00	PC BIN HH	24,00	18,00	6,00	PC BIN HH
8,00	24,00	0,00		25,00	20,00	4,00	PC BIN HH
9,00	18,00	6,00	PC BIN HH	26,00	21,00	3,00	PC BIN HH
10,00	21,00	3,00	PC BIN HH	27,00	18,00	6,00	PC BIN HH
11,00	20,00	2,00	PC BIN HH	28,00	14,00	6,00	PC BIN HH
12,00	20,00	3,00	PC BIN HH	29,00	20,00	4,00	PC BIN HH
13,00	21,00	3,00	PC BIN HH	30,00	19,00	5,00	PC BIN HH
14,00	24,00	0,00		31,00	20,00	4,00	PC BIN HH
15,00	24,00	0,00		HH = BATAS TINGGI VOLUME			

**4.10. Diagram Alir *Coal Firing* 3 Sebelum Perbaikan di PT. Aneka Tambang
UBP Nikel Sulawesi Tenggara**

Diagram Alir Unit *Coal Firing* 3 sebelum perbaikan di PT. Aneka Tambang
UBP Nikel Sulawesi Tenggara dapat dilihat pada (Gambar 4.11).



Sumber: Modifikasi Data PT. Antam UBPN Sultra

Gambar 4.11
Diagram Alir Unit *Coal Firing* 3 Sebelum Perbaikan

BAB V

PEMBAHASAN

Kegiatan *coal firing* 3 yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara yaitu bertujuan untuk mengkondisikan batubara sebagai bahan bakar utama pada proses pemanasan bijih nikel di *rotary dryer* dan *rotary kiln*. Pada kegiatan ini batubara akan direduksi ukurannya menjadi kurang dari 100 μm menggunakan *grinding mill*, selain itu juga terjadi reduksi kadar air pada batubara dengan menggunakan udara panas yang terdapat di dalam *grinding mill*, udara panas ini dihasilkan dari unit *hot air generator*.

Rangkaian kegiatan *coal firing* 3 terbagi menjadi dua rangkaian, yaitu pengangkutan material menuju ke *raw coal bin* menggunakan *belt conveyor* dan *inclined conveyor* dengan umpan *grizzly feeder* sebesar 24,66 ton/jam dengan waktu kerja efektif selama 9,22 jam/hari. Kemudian dilanjutkan dengan rangkaian kedua yaitu proses *grinding pulverized coal* menggunakan *vertical roller mill* dengan umpan *weigher feeder* sebesar 10,91 ton/jam dengan waktu kerja efektif selama 19,60 jam/hari.

PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara mempunyai target produksi *pulverized coal* pada bulan desember 2021 sebesar 6.320 ton (Lampiran A), sedangkan produksi pada bulan tersebut hanya sebesar 5.451 ton (Lampiran H), dengan demikian sasaran produksi *pulverized coal* yang dibutuhkan belum dapat tercapai. Maka perlu dilakukannya kajian teknis mengenai sistem produksi unit *coal firing* 3.

Dengan kajian teknis yang telah dilakukan tersebut, diharapkan dapat dilakukannya upaya perbaikan-perbaikan terhadap sistem unit *coal firing* 3 sehingga pada nantinya dapat meningkatkan produk akhir dan memenuhi target produksi yang ingin dicapai.

5.1. Penilaian Ketersediaan Alat terhadap Produksi Unit *Coal Firing 3*

Tujuan dari dilakukannya penilaian ketersediaan alat pada unit *coal firing 3* adalah untuk dapat mengetahui kemampuan alat yang saat ini terpasang dan penyebab tidak tercapainya target produksi *raw coal*. Kondisi kesediaan dan penggunaan alat dapat diketahui dari data yang diperoleh dari lapangan dan dari data perusahaan.

Ketersediaan alat dikatakan baik apabila persen ketersediaan alat berkisar di antara 83-92 %, dikatakan sedang apabila berkisar di antara 75-83 %, dikatakan kurang baik apabila berkisar di antara 67-75 %, dan dikatakan buruk apabila kurang dari 67 % (Partanto,1983).

Dari data yang diperoleh di lapangan dan dari data perusahaan yang didapatkan, ketersediaan unit *coal firing 3* dari setiap rangkaian operasinya adalah sebagai berikut:

5.1.1. Rangkaian Pengangkutan *Raw Coal* menuju *Raw Coal Bin*

Proses produksi pada rangkaian ini yaitu bertujuan untuk mengangkut material *raw coal* ke dalam *raw coal bin* menjadi material yang siap diumpankan ke dalam *grinding mill*. Dari hasil pengamatan di lapangan maka dapat ketahui kesediaan dan penggunaan alat sebagai berikut:

a. Ketersediaan Mekanis (MA)

Ketersediaan mekanis (*Mechanical Availability*) menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (*mechanical reason*). Besarnya persentase ketersediaan mekanik adalah 97,19% angka tersebut menunjukkan kondisi sesungguhnya alat yang dipakai dan ketersediaan mekanik alat dalam keadaan baik.

b. Ketersediaan Fisik (PA)

Besarnya persentase ketersediaan fisik adalah 98,89%, dapat dikatakan secara fisik keadaan alat baik, walaupun ada sisa waktu hilang karena perawatan alat dari waktu yang dijadwalkan untuk bekerja. Artinya alat lebih banyak digunakan untuk beroperasi.

c. Kesediaan Penggunaan Alat (UA)

Ketersediaan penggunaan (*Utilization of Availability*) memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan.

Besarnya persentase ketersediaan penggunaan alat didapat adalah 38,83%, angka tersebut menunjukkan persentase waktu yang digunakan oleh alat untuk beroperasi saat alat dapat dipakai. Dapat dikatakan secara penggunaan alat dalam keadaan buruk. Peningkatan ketersediaan penggunaan alat dapat dilakukan dengan mengurangi waktu *standby*.

d. Penggunaan Efektif (EU)

Besarnya persentase penggunaan efektif yang didapat adalah sebesar 38,40%, angka ini menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Kerja produktif alat peremuk ini dalam keadaan buruk. Peningkatan penggunaan efektif dapat dilakukan dengan mengurangi waktu *standby*.

5.1.2. Rangkaian *Grinding Pulverized Coal*

Proses produksi pada rangkaian ini yaitu bertujuan untuk melakukan *grinding* material *raw coal* menjadi material *pulverized coal* yang nantinya digunakan sebagai bahan bakar *rotary dryer* dan *rotary kiln*. Dari hasil pengamatan di lapangan maka dapat ketahui kesediaan dan penggunaan alat sebagai berikut:

a. Ketersediaan Mekanis (MA)

Ketersediaan mekanis (*Mechanical Availability*) menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (*mechanical reason*). Besarnya persentase ketersediaan mekanik adalah 95,97% angka tersebut menunjukkan kondisi sesungguhnya alat yang dipakai dan ketersediaan mekanik alat dalam keadaan baik.

b. Ketersediaan Fisik (PA)

Besarnya persentase ketersediaan fisik adalah 96,57%, dapat dikatakan secara fisik keadaan alat baik, walaupun ada sisa waktu hilang karena perawatan alat dari waktu yang dijadwalkan untuk bekerja. Artinya alat lebih banyak digunakan untuk beroperasi.

c. Kesediaan Penggunaan Alat (UA)

Ketersediaan Penggunaan (*Utilization of Availability*) memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan. Besarnya persentase ketersediaan penggunaan alat didapat adalah 84,55%, angka tersebut menunjukkan persentase waktu yang digunakan oleh alat untuk beroperasi

saat alat dapat dipakai. Peningkatan ketersediaan penggunaan alat masih mungkin dilakukan dengan mengurangi waktu *standby*, karena waktu *standby* merupakan hambatan yang dapat dihindari.

d. Penggunaan Efektif (EU)

Besarnya persentase penggunaan efektif yang didapat adalah sebesar 81,65%, angka ini menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Kerja produktif alat peremuk ini dalam keadaan sedang. Peningkatan penggunaan efektif masih memungkinkan untuk dioptimalkan dengan mengurangi waktu *standby*.

5.2. Penilaian Teknik Terhadap Pencapaian Produksi dan Efektivitas Unit *Coal Firing 3*

Penilaian terhadap produksi unit *coal firing 3* bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja alat sehingga produksi dapat dilakukan secara maksimal.

Faktor-faktor penilaian yang dilakukan pada unit *coal firing 3*, yaitu:

1. Penilaian Efektivitas
2. Penilaian *Reduction Ratio*
3. Penilaian Persen *Yield*

5.2.1. Penilaian Efektivitas

1. *Hopper*

Hopper yang digunakan pada unit *coal firing 3* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara memiliki kapasitas 6 m³, proses pengumpanan material ke dalam *hopper* dilakukan dengan menggunakan *wheel loader* komatsu dengan kapasitas sebesar 2,87 ton.

2. *Grizzly Feeder*

Grizzly feeder berfungsi menyaring material *raw coal* dan akan meloloskan *undersize* menuju ke *conveyor* dari *hopper*. Kapasitas desain dari *grizzly feeder* sebesar 40 ton/jam (Lampiran B). Sasaran kapasitas nyata dari *grizzly feeder* sebesar 24,66 ton/jam. Nilai efektivitas *grizzly feeder* yaitu sebesar 61,65 % (Lampiran D), dari nilai ini menunjukkan bahwa dapat dilakukan alternatif penambahan umpan untuk memenuhi target produksi.

3. *Belt Conveyor dan Inclined Conveyor*

Belt conveyor dan *inclined conveyor* yang digunakan di unit *coal firing* 3 memiliki kapasitas desain sebesar 40 ton/jam (Lampiran B). Kapasitas nyata dari *belt conveyor* dan *inclined conveyor* yaitu sebesar 23,18 ton/jam. Besar kapasitas nyata bergantung pada jumlah pengumpanan pada *grizzly feeder*. Nilai efektivitas dari *belt conveyor* dan *inclined conveyor* yaitu sebesar 57,95 % (Lampiran D), dari nilai ini menunjukkan bahwa dapat dilakukan alternatif penambahan umpan untuk memenuhi target produksi.

4. *Raw Coal Bin*

Raw coal bin yang digunakan pada unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara memiliki kapasitas 48 ton, umpan material berupa *raw coal* masuk melalui *inclined conveyor* lalu disalurkan keluar melalui *weigher feeder*.

5. *Weigher Feeder*

Weigher feeder merupakan pemuat material *raw coal* menuju ke *vertical roller mill* dari *raw coal bin*. Kapasitas desain dari *weigher feeder* sebesar 12 ton/jam (Lampiran B). Dari data hasil pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa kapasitas nyata dari *weigher feeder* yaitu sebesar 10,91 ton/jam. Nilai efektivitas dari *vertical roller mill* yaitu sebesar 90,88 % (Lampiran D).

6. *Vertical Roller Mill*

Alat *grinding* pada unit *coal firing* 3 yang digunakan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara adalah *vertical roller mill*. Kapasitas desain dari *vertical roller mill* yaitu sebesar 12 ton/jam (Lampiran B). Dari data hasil pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa kapasitas nyata dari *vertical roller mill* yaitu sebesar 8,97 ton/jam. Kapasitas nyata *vertical roller mill* didapatkan dari jumlah material *pulverized coal* yang dihasilkan. Jumlah tersebut menunjukkan kapasitas nyata dari *vertical roller mill* belum memenuhi target produksi yang ada. Nilai efektivitas dari *vertical roller mill* yaitu sebesar 74,77% (Lampiran D).

7. *Screw Conveyor*

Screw conveyor memiliki kapasitas desain sebesar 12 ton/jam (Lampiran B). Kapasitas nyata dari *screw conveyor* yaitu sebesar 8,97 ton/jam. Besar kapasitas

nyata bergantung pada jumlah produk *pulverized coal* pada *vertical roller mill*. Nilai efektivitas dari *belt conveyor* dan *inclined conveyor* yaitu sebesar 74,77% (Lampiran D).

5.2.2. Penilaian *Reduction Ratio*

Nilai *reduction ratio* merupakan penentu tingkat keberhasilan dari proses *grinding* yang dilakukan. Pada kegiatan *grinding* yang dilakukan, besar *setting* yaitu 100 μm . Dari hasil pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa nilai RR80 pada proses *grinding* yaitu sebesar 201,58. Sesuai dengan nilai *reduction ratio* yang dimiliki oleh alat *vertical roller mill* yaitu lebih besar dari 50.

5.2.3. Persen *Yield*

Persen *yield* merupakan perbandingan antara jumlah *output* produksi *pulverized coal* dengan jumlah *input raw coal* pada proses *grinding* dengan *vertical roller mill*. Semakin besar kemampuan untuk memproduksi *output pulverized coal* dibandingkan dengan *input raw coal*, maka semakin besar efisiensi dan persen *yield* yang dihasilkan. Dari proses *coal firing 3* yang dilakukan terjadi proses penggerusan dan juga pengeringan bahan baku utama pemanasan bijih nikel di *rotary dryer* dan *rotary kiln*. Sehingga apabila produksi dari *coal firing 3* terhambat maka akan juga menghambat proses selanjutnya.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa jumlah *pulverized coal* yang hilang dan air yang teruapkan pada bulan desember 2021 yaitu sebesar 1.175 ton. Dengan jumlah umpan *raw coal* sebesar 6.625 ton, maka dapat diketahui persen *yield* yaitu sebesar 82,29 % yang menunjukkan bahwa *vertical roller mill* masih berfungsi dengan baik.

5.3. Alternatif Perbaikan pada Unit *Coal Firing 3*

Untuk mengatasi permasalahan belum terpenuhinya target produksi pada unit *coal firing 3*, terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan pada unit *coal firing 3*, yaitu :

- a. Mengupayakan pengurangan waktu hambatan kerja pada unit *coal firing 3* akibat dari penumpukan material produk *pulverized coal* dengan cara penambahan tempat penyimpanan produk berupa *silo*.

b. Mengupayakan penambahan laju pengumpanan *raw coal* ke dalam unit *coal firing 3* sehingga diharapkan jumlah produk *pulverized coal* dapat meningkat.

5.3.1. Penambahan *Silo*

Tempat penyimpanan bertujuan untuk menjaga kelangsungan proses produksi yang dilakukan agar tetap dapat mengeluarkan atau memproduksi ke dalam batas waktu tertentu walaupun terjadi hambatan *supply* bahan baku maupun terjadi kerusakan pada alat unit *coal firing 3* atau proses selanjutnya.

Tempat penyimpanan produk *pulverized coal* yang digunakan dalam unit *coal firing 3* yaitu berupa *bin* dengan kapasitas 40 m³ dan 20 m³. *Bin* merupakan sebuah tempat penyimpanan yang terdapat pada bagian akhir produksi yang dilakukan. Pada kegiatan waktu produksi berlangsung rata-rata dalam sehari waktu hambatan kerja yang diakibatkan oleh penuhnya kapasitas dari *bin* yaitu selama 3,58 jam/hari. Hal ini mengakibatkan kegiatan produksi pada unit *coal firing 3* tidak dapat dilakukan secara maksimal sehingga target produksi di bulan Desember 2021 tidak tercapai.

Sehingga upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi dan mengurangi waktu hambatan pada unit *coal firing* yaitu dengan menambah kapasitas tempat penyimpanan produk *pulverized coal* berupa *silo* yang memiliki kapasitas yang lebih besar dari pada *bin*. Volume *silo* yang disarankan yaitu sebesar 1.271 m³, penambahan *silo rotary dryer* berdiameter 7 m dengan tinggi 10 m dan *silo rotary kiln* berdiameter 10 m dengan tinggi 10 m serta *screw conveyor* dengan panjang 20 m diharapkan waktu kerja efektif dapat meningkat dari 19,60 jam/hari menjadi 23,18 jam/hari.

5.3.2. Penambahan Laju Pengumpanan

Material umpan *raw coal* pada unit *coal firing 3* berasal dari *stockyard* yang dimiliki oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara. Pada bulan Desember 2021 unit *coal firing 3* hanya memproduksi *pulverized coal* sebesar 5.451 ton/bulan dari target produksi yaitu sebesar 6.320 ton/bulan. Untuk dapat memenuhi target produksi *pulverized coal* dapat dilakukan dengan melakukan penambahan jumlah umpan material *raw coal* yang masuk pada unit *coal firing 3*, dengan menambahkan jumlah total pengumpanan oleh *wheel loader* sebanyak 10 kali/jam (Lampiran J). Dari perhitungan yang dilakukan, maka terdapat

peningkatan produksi *raw coal* unit *coal firing* 3 dari 24,66 ton/jam menjadi 28,68 ton/jam (Lampiran J). Dari peningkatan produksi *raw coal* maka akan diperoleh peningkatan produktivitas *pulverized coal* unit *coal firing* 3 menjadi 204 ton/hari atau 6.337 ton/bulan, sehingga telah memenuhi target produksi yang ditetapkan pada bulan desember yaitu sebesar 6.320 ton/bulan.

Jika penambahan dilakukan sesuai dengan waktu kerja efektif yang tersedia setelah dilakukannya perbaikan penambahan silo yaitu selama 23,18 jam/hari, maka diperoleh produksi unit *coal firing* 3 setelah alternatif penambahan umpan dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

a. *Grizzly Feeder*

Dengan dilakukannya peningkatan total laju umpan *raw coal* dari 24,66 ton/jam menjadi 28,68 ton/jam dengan jam kerja efektif selama 9,22 jam/hari, maka produksi perhari akan meningkat dari 227,36 ton/hari menjadi 264,35 ton/hari (Lampiran J).

b. *Belt Conveyor dan Inclined Conveyor*

Dengan jam kerja efektif selama 9,22 jam/hari dan persen lolos dari *grizzly feeder* sebesar 94% maka kapasitas nyata dari *belt conveyor* dan *inclined conveyor* meningkat dari 23,18 ton/jam menjadi 26,96 ton/jam dan efektivitasnya meningkat dari 57,95 % menjadi 67,40 %. (Lampiran J).

c. *Weigher Feeder*

Dengan jam kerja efektif *weigher feeder* meningkat setelah dilakukannya penambahan silo dari 19,60 jam/hari menjadi 23,18 jam/hari selama, maka kapasitas nyata dari *weigher feeder* berubah menjadi 10,72 ton/jam dari 10,91 ton/jam dengan total produksi per hari meningkat dari 213,72 ton/hari menjadi 248,49 ton/hari. (Lampiran J).

d. *Grinding Mill*

Dengan peningkatan waktu efektif dan penambahan umpan *raw coal* pada *grinding mill* maka produk *pulverized coal* yang dihasilkan juga akan meningkat yaitu dari sebesar 175,82 ton/bulan menjadi 204,42 ton/bulan (Lampiran J).

e. *Screw Conveyor*

Dengan penambahan umpan *raw coal* pada *grinding mill* maka produk *pulverized coal* yang dihasilkan juga akan meningkat yaitu dari sebesar 175,82 ton/bulan menjadi 204,42 ton/bulan (Lampiran J).

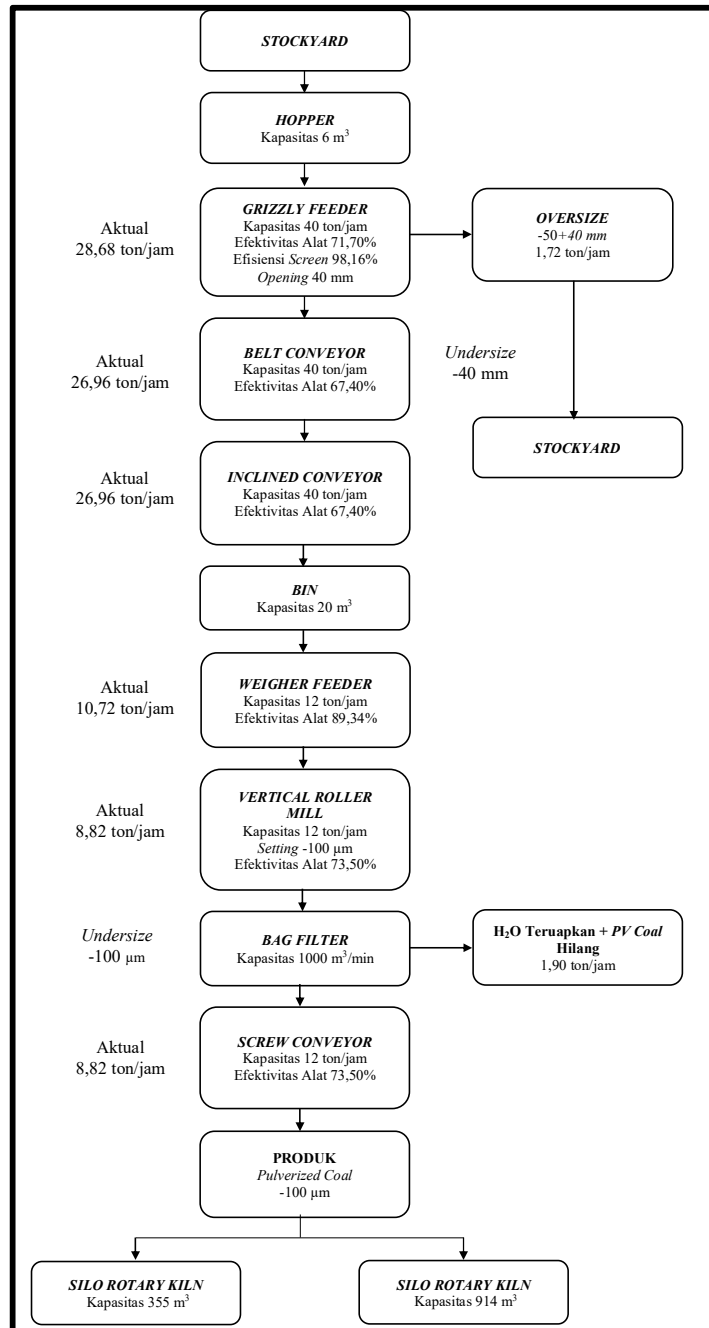
Dari hasil penambahan laju umpan pada unit *coal firing* 3 maka dapat dilihat peningkatan total produksi perhari dari masing-masing komponen pada unit *coal firing* 3, dan melalui peningkatan tersebut dapat dilihat bahwa pemenuhan sasaran produksi dapat dilakukan. Berikut tabel peningkatan produksi unit *coal firing* 3 (Tabel 5.1). Berikut diagram alir unit *coal firing* 3 setelah perbaikan (Gambar 5.1).

Tabel 5.1
Peningkatan Produksi pada Unit *Coal Firing* 3

Peralatan	Efektivitas Kinerja (%)		Jam Kerja Efektif (jam/hari)		Total Produksi (ton/hari)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
<i>Grizzly Feeder</i>	61,65	71,70	9,22	9,22	227,36	264,35
<i>Belt Conveyor</i>	57,95	67,40	9,22	9,22	213,72	248,49
<i>Inclined Conveyor</i>	57,95	67,40	9,22	9,22	213,72	248,49
<i>Weigher Feeder</i>	90,88	89,34	19,60	23,18	213,72	248,49
<i>Grinding Mill</i>	74,77	73,50	19,60	23,18	175,82	204,42
<i>Screw Conveyor</i>	74,77	73,50	19,60	23,18	175,82	204,42

**5.4. Diagram Alir Coal Firing 3 Setelah Perbaikan di PT. Aneka Tambang
UBP Nikel Sulawesi Tenggara**

Diagram Alir Unit *Coal Firing* 3 setelah perbaikan di PT. Aneka Tambang
UBP Nikel Sulawesi Tenggara dapat dilihat pada (Gambar 5.1).



Sumber: Modifikasi Data PT. Antam UBPN Sultra

Gambar 5.1
Diagram Alir Unit *Coal Firing* 3 Setelah Perbaikan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil evaluasi dan analisis yang dilakukan terhadap rangkaian kegiatan unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara yang dikaji secara teknis terhadap kegiatan unit *coal firing* 3 seperti yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Secara teknik dari kondisi rangkaian unit *coal firing* 3 dalam keadaan baik, hal tersebut dapat dilihat dari nilai ketersediaan mekanik (MA) pada unit *coal firing* 3 rangkaian pengangkutan *raw coal* sebesar 97,19 % dan rangkaian *grinding* sebesar 95,97 %, kemudian untuk ketersediaan fisik (PA) pada unit *coal firing* 3 rangkaian pengangkutan *raw coal* sebesar 98,89 % dan rangkaian *grinding* sebesar 96,57 %. Berdasarkan kondisi alat tersebut maka unit *coal firing* 3 dikategorikan baik. Kemudian berdasarkan nilai kesediaan penggunaan alat (UA) dan penggunaan efektif (EU) pada unit *coal firing* 3 rangkaian pengangkutan *raw coal* sebesar 38,83 % dan 38,40 % dapat dikategorikan kurang baik, kemudian untuk rangkaian *grinding* sebesar 84,55 % dan 81,65 % dapat dikategorikan sedang. Sehingga masih dapat ditingkatkan lagi untuk penggunaan alat tersebut.

Berdasarkan analisis kinerja yang dilakukan pada unit *coal firing* 3 terdapat waktu hambatan penghentian kegiatan produksi sementara unit *coal firing* 3 selama 3,58 jam/hari yang diakibatkan oleh penuhnya kapasitas penampung *pulverized coal* pada *bin*. Berdasarkan hal tersebut maka upaya untuk meningkatkan waktu kerja efektif masih dapat dilakukan.

b. Berdasarkan perbandingan kapasitas nyata dan kapasitas desain dari setiap alat pada unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara maka didapatkan nilai efektivitas alat sebesar *grizzly feeder* = 61,65 %, *belt conveyor* = 57,95 %, *inclined conveyor* = 57,95 %, *weigher feeder* = 90,88 %, *vertical roller mill* = 74,77 %, *screw conveyor* = 74,77 %. Berdasarkan hal tersebut maka unit *coal firing* 3 masih dapat dilakukan penambahan laju umpan.

Nilai *reduction ratio* merupakan penentu keberhasilan dalam proses *grinding* yang dilakukan oleh unit *coal firing* 3. Dengan besar *setting* 100 μm didapatkan nilai RR80 sebesar sebesar 201,58. Nilai tersebut sudah sesuai dengan nilai *reduction ratio* yang dimiliki oleh alat *vertical roller mill* seharusnya yaitu lebih besar dari 50.

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa jumlah *pulverized coal* yang hilang dan air yang teruapkan pada bulan desember 2021 yaitu sebesar 1.175 ton. Dengan jumlah umpan *raw coal* sebesar 6.625 ton dan produk *pulverized coal* sebesar 5.451 ton, maka dapat diketahui persen *yield* yaitu sebesar 82,29 % yang menunjukkan bahwa *vertical roller mill* masih berfungsi dengan baik.

c. Upaya untuk mengurangi waktu hambatan kerja akibat penuhnya kapasitas *bin pulverized coal* dapat dilakukan dengan penambahan *silo* dengan kapasitas yaitu sebesar 1.271 m^3 . Penambahan *silo rotary dryer* berdiameter 7 m dengan tinggi 10 m dan *silo rotary kiln* berdiameter 10 m dengan tinggi 10 m serta *screw conveyor* dengan panjang 20 m, sehingga diharapkan dapat meningkatkan jam kerja efektif dari 19,60 jam/hari menjadi 23,18 jam/hari.

Upaya peningkatan produksi dapat dilakukan dengan melakukan penambahan umpan dengan jumlah pengumpanan oleh *wheel loader* sebanyak 10 kali/jam, hal ini akan meningkatkan produksi *raw coal* pada unit *coal firing* 3 dari 24,66 ton/jam menjadi 28,68 ton/jam, sehingga produksi *pulverized coal* yang dihasilkan oleh unit *coal firing* 3 meningkat dari sebesar 5.451 ton/bulan menjadi 6.337 ton/bulan. Sehingga upaya tersebut dapat memenuhi target produksi *pulverized coal* pada bulan desember 2021 sebesar 6.320 ton/bulan.

6.2. Saran

Berdasarkan permasalahan yang terkait dengan upaya peningkatan produksi unit *coal firing* 3, maka saran yang dapat disampaikan untuk menunjang kegiatan unit *coal firing* 3 PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara adalah sebagai berikut:

- a. Menghilangkan atau memperkecil waktu hambatan kerja pada unit *coal firing* 3 dan melakukan penambahan kapasitas penyimpanan produk *pulverized coal* dengan *silo* sehingga dapat meningkatkan nilai kesediaan dan penggunaan alat.
- b. Berdasarkan nilai persen *yield* pada unit *coal firing* 3, perlu dilakukannya perawatan dan pengecekan *filter bag* secara berkala untuk dapat mengoptimalkan kinerja alat.
- c. Melakukan penambahan laju umpan *raw coal* oleh *wheel loader* ke dalam unit *coal firing* 3 untuk dapat meningkatkan produktivitas dari unit *coal firing* 3.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adjie, M. W. dan Sudaryanto. 2001. *Preparasi Pengolahan Bahan Galian*. Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. CEMA. 2002. *Belt Conveyors for Bulk Materials Fifth Edition*. Conveyor Equipment Manufacturers Association. USA.
3. Cheng, K. 2011. *Finite Element Analysis for Rocker Arms of Vertical Roller Mill on The ANSYS Workbench*. China: College of Manufacturing Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology. Mianyang.
4. Currie, J. M. 1973. *Unit Operation in Mineral Processing, Departement of Chemical and Metallurgy Technology Burnaby*. British Colombia.
5. Feurstenau, M. C. and Han, K. N. 2003. *Principles of Mineral Processing*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. USA.
6. Heizer, J. and Render, B. 2015. *Manajemen Operasi : Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan, Edisi 11*. Salemba Empat. Jakarta.
7. Irfansyah, F. 2019. *Kajian Teknis Kemampuan Produksibackhoe Liebherr R996 dan Hitachi Ex3600b Pada Pemandahan Lumpur dan Overburden di Pit Bendili Panel 6, PT. Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur*. Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN “Veteran”Yogyakarta.
8. Nushantara, A. P. 2002. *Profil Kimia Pelapukan Bongkah Peridotit Dearah Dx, Sorowako, Sulawesi Selatan*. UGM, Yogyakarta.
9. Partanto, P. 1993. *Pemandahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan*. Institut Teknologi Bandung.
10. Peurfoy, R. L. 1998. *Perencanaan, Peralatan, dan Metode Konstruksi*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

11. Pratiwi, I. I. 2019. *Penambahan Seal Airpada Sensor Chuteplugdan Discharge Coal Feederuntuk Mencegah Mwhlossesdi Pltu Paiton 1 & 2*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nurul Jadid.
12. Ramadhani, A. N. 2020. *Solid Handling*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
13. Ramadhanti, A. R. dan Sandra, S. 2019. *Persen Yield (%Yield) Sebagai Parameter Evaluasi Proses Kinerja Raw Mill pada Industri Semen*. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang.
14. Republik Indonesia. 2018. *Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*. Kementerian ESDM. Jakarta.
15. Reza, M. 2017. *Analisa Kegagalan Tire Roller pada Vertical Roller Mill di Finish Mill Tuban 3 PT. Semen Indonesia*. Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
16. Siregar, S. F. 2004. *Alat Transportasi Benda Padat*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
17. Suhendri, O. 2014, *Design of Bucket Elevators for Handling of Grain*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
18. Suwaji, U. T. 2008. *Permasalahan Pembelajaran Geometri Ruang, Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan dan Tenaga Kependidikan Matematika*. Yogyakarta.
19. Trisna, M. R. 2018. *Kajian Teknis Unit Crushing Plant Batu Andesit di PT. Panghegar Mitra Abadi*. Jurusan Teknik Pertambangan, FT, Universitas Islam Bandung.
20. Wable, M. M. and Vijay K. K. 2015. *Design and Analysis of Screw Conveyor at Inlet Ash/Dust Conditioner*. BVUCOE. India.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

TARGET PRODUKSI *PULVERIZED COAL* UNIT *COAL FIRING 3* PT. ANEKA TAMBANG UBP NIKEL SULAWESI TENGGARA

Tabel A.1
Target Produksi *Pulverized Coal* Unit *Coal Firing 3* Tahun 2021

Bulan	Pulverized Coal (ton)
Januari	4789,40
Februari	4213,10
Maret	4930,50
April	4646,70
Mei	5337,60
Juni	5034,00
Juli	5780,10
Agustus	5810,10
September	4563,40
Oktober	4920,80
November	5520,60
Desember	6320,30
Total	61866,60
Rata/Bulan	5155,55
Rata/Hari	169,50

Dari kegiatan *Coal Firing 3* yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara, dilakukan selama 7 hari dalam 1 minggu. Dapat disimpulkan bahwa pada bulan Desember 2021 kegiatan kerja efektifnya adalah selama 31 hari.

Besarnya target produksi *Pulverized Coal* hasil *Coal Firing 3* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Target Produksi / Hari} &= \frac{\text{Target Produksi } \textit{Pulverized Coal} \text{ Dalam Sebulan}}{\text{Jumlah Hari Kerja Efektif Dalam Sebulan}} \\ &= \frac{6320,30 \text{ ton/bulan}}{31 \text{ hari/bulan}} \\ &= 203,88 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

LAMPIRAN B
SPESIFIKASI PERALATAN

B.1. Hopper

Spesifikasi teknis *Hopper* yang digunakan sebagai berikut:

Bahan	: <i>Steel Construction</i>
Panjang	: 1. Atas : 3 m 2. Bawah : 1,6 m
Lebar	: 1. Atas : 2 m 2. Bawah : 0,863 m
Tinggi	: 2 m

B.2. Grizzly Feeder

Spesifikasi teknis *Feeder* yang digunakan sebagai berikut:

Merek	: Shinko
Tipe	: <i>Vibrating Grizzly Feeder</i>
Bahan	: 1. <i>Through</i> : <i>Carbon Steel</i> 2. <i>Liner</i> : <i>Stainless Steel</i>
Lebar	: 863 mm
Panjang	: 1600 mm
<i>Opening Size</i>	: 40 mm
Motor	: 3,7 kW
<i>Vibration Angle</i>	: 45 deg
Kapasitas	: 40 ton/jam

B.3. Belt Conveyor

Spesifikasi teknis *Belt Conveyor* yang digunakan sebagai berikut:

Merek	: KHI
Panjang Sabuk	: 10 m
Lebar Sabuk	: 600 mm
Kecepatan	: 60 m/min
Kemiringan	: 30 deg
Motor	: 1,5 kW
Kapasitas	: 40 ton/jam

B.4. *Inclined Conveyor*

Spesifikasi teknis *Inclined Conveyor* yang digunakan sebagai berikut:

Merek : Yoshino
Panjang Sabuk: 18,6 m
Lebar Sabuk : 750 mm
Kecepatan : 60 m/min
Kemiringan : 62 deg
Motor : 7,5 kW
Kapasitas : 40 ton/jam

B.5. *Weigher Feeder*

Spesifikasi teknis *Weigher Feeder* yang digunakan sebagai berikut:

Kind of Belt : *Flex Belt*
Panjang : 400 mm
Lebar : 100 mm
Motor : 2,2 kW
Kapasitas : 12 ton/jam

B.6. *Grinding Mill*

Spesifikasi teknis *Grinding Mill* yang digunakan sebagai berikut:

Model : *Vertical Roller Mill*
Material : Batubara
Table Diameter : 1.800 mm
No. of Roller : 3
Grain Size : 10 % residu on 90 micrometer
Motor : 1. *Mill* : 280 kW
 2. *Separator* : 30 kW
Revolution : 44 rpm
Feed Size : -40 mm
Kapasitas : 12 ton/jam

B.7. *Filter Bag*

Spesifikasi teknis *Filter Bag* yang digunakan sebagai berikut:

Tipe : *Pulse Jet*
Kapasitas : 1000 m³/min

B.8. *Screw Conveyor*

Spesifikasi teknis *Screw Conveyor* yang digunakan sebagai berikut:

Merek	: Seiwa Industry
Tipe	: <i>Enclosed Through</i>
Diameter	: 300 mm
Panjang	: 12 m
Revolution	: 50 rpm
Motor	: 3,7 kW
Kapasitas	: 12 ton/jam

B.9. *Coal Bin*

Jumlah *Coal Bin* yang digunakan pada unit *Coal Firing* 3 sebanyak 3 buah. Spesifikasi teknis dari *Coal Bin* yang digunakan sebagai berikut:

Tabel B.7.1
Spesifikasi *Coal Bin*

<i>No. Coal Bin</i>	Kapasitas (m ³)	Keterangan
1	50	Penyimpanan <i>Raw Coal</i> menuju ke <i>Grinding Mill</i>
2	40	Penyimpanan <i>Pulverized Coal</i> menuju ke <i>Rotary Kiln</i>
3	20	Penyimpanan <i>Pulverized Coal</i> menuju ke <i>Rotary Dryer</i>

B.10. Alat Pengumpanan

Unit yang digunakan dalam mengumpankan *Raw Coal* adalah *Wheel Loader* Komatsu WA380-3. Spesifikasi unit adalah sebagai berikut:

DIMENSIONS, WEIGHTS AND OPERATING DATA			
Up to SN WA380H20500			
Buckets			
Bucket capacity as per ISO 7546 m ³	3.0	3.3	
Specific density t/m ³	1.8	1.6	
Bucket weight w/o teeth kg	1.580	1.600	
Stat. tipping weights, straight kg	14.620	14.600	
Stat. tipping weights, articulated 40° kg	13.040	13.015	
Breakout force hydraulic kN	166	166	
Hydraulic lifting capacity, on ground kN	192	192	
Operating weight kg	17.420*	17.450*	
a Reach at full lift 45° mm	1.001	1.001	
b Dumping height 45° mm	2.970	2.970	
c Lift height, hinge pin mm	3.978	3.978	
d Bucket to edge height mm	5.462	5.462	
e Digging depth mm	30	30	
f Carry height, hinge pin mm	445	445	
A Overall length mm	7.640	7.640	
B Wheelbase mm	3.200	3.200	
C Bucket width mm	2.906	3.906	
D Width less bucket mm	2.750	2.750	
E Track width mm	2.160	2.160	
F Ground clearance mm	455	455	
H Overall height mm	3.365	3.365	
* This dimensions refer to machines with 23.5R25SPT7LD.	Special bucket sizes: 2,8 m ³ - HD bucket 4,5 m ³ - light material bucket	The 3,0/3,3 m ³ standard buckets shown in the table can be supplied with bold on cutting edge.	
* Machines without extra counterweight			

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN KAPASITAS *HOPPER* DAN *RAW COAL BIN*

C.1. Perhitungan Kapasitas *Hopper*

1. Volume *Hopper*

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= 2 \text{ m} \\ \text{Luas Atas} &= 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 6 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Bawah} &= 1,6 \text{ m} \times 0,86 \text{ m} \\ &= 1,38 \text{ m}^2 \\ \text{Volume Hopper} &= \frac{1}{3} (L_a + L_b + \sqrt{L_a \times L_b}) t \\ &= \frac{1}{3} (6 \text{ m}^2 + 1,38 \text{ m}^2 + \sqrt{6 \text{ m}^2 \times 1,38 \text{ m}^2}) 2 \text{ m} \\ &= 6,81 \text{ m}^3 \approx 6 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Massa Jenis = 0,96 ton/m³

3. Kapasitas *Hopper* = 6 m³ x 0,96 ton/m³
= 5,76 ton

C.2. Perhitungan Kapasitas *Raw Coal Bin*

1. Volume *Bin* = $\pi \times r^2 \times t + 1/3 \pi \times r^2 \times t_{\text{cone}}$
= $\pi \times 2^2 \times 3 + 1/3 \pi \times 2^2 \times 3$
= 50,26 m³ \approx 50 m³

2. Kapasitas *Bin* = 50 m³ x 0,96 ton/m³
= 48 ton

C.3. Perhitungan Kapasitas *Pulverized Coal Bin*

1. Volume *Bin Rotary Kiln* = $\pi \times 1,8^2 \times 3 + 1/3 \pi \times 1,8^2 \times 2,5$
= 39,01 m³ \approx 39 m³

2. Kapasitas *Bin Rotary Kiln* = 39 m³ x 0,68 ton/m³
= 26,52 ton

3. Volume *Bin Rotary Dryer* = $\pi \times 1,3^2 \times 3 + 1/3 \pi \times 1,3^2 \times 2,5$
= 20,35 m³ \approx 20 m³

4. Kapasitas *Bin Rotary Dryer* = 20 m³ x 0,68 ton/m³
= 13,6 ton

LAMPIRAN D
PERHITUNGAN EFEKTIVITAS UNIT *COAL FIRING 3*

D.1. Perhitungan Efektivitas *Grizzly Feeder*

Kapasitas nyata *Grizzly Feeder* adalah banyaknya umpan yang masuk ke dalam *Hopper* yaitu sebesar 24,66 ton/jam. Sedangkan kapasitas desain *Grizzly Feeder* yaitu sebesar 40 ton/jam (Lampiran B).

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas Kerja} &= \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \\ &= \frac{24,66}{40} \times 100\% \\ &= 61,65 \%\end{aligned}$$

D.2. Perhitungan Efektivitas *Belt Conveyor*

Kapasitas nyata *Belt Conveyor* adalah banyaknya umpan yang masuk ke dalam *Hopper* yaitu sebesar 23,18 ton/jam (Lampiran H). Sedangkan kapasitas desain *Belt Conveyor* yaitu sebesar 40 ton/jam (Lampiran B).

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas Kerja} &= \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \\ &= \frac{23,18}{40} \times 100\% \\ &= 57,95 \%\end{aligned}$$

D.3. Perhitungan Efektivitas *Inclined Conveyor*

Kapasitas nyata *Inclined Conveyor* adalah banyaknya umpan yang masuk ke dalam *Hopper* yaitu sebesar 23,18 ton/jam (Lampiran H). Sedangkan kapasitas desain *Inclined Conveyor* yaitu sebesar 40 ton/jam (Lampiran B).

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas Kerja} &= \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \\ &= \frac{23,18}{40} \times 100\% \\ &= 57,95 \%\end{aligned}$$

D.4. Perhitungan Efektivitas *Weigher Feeder*

Kapasitas nyata dari *Weigher Feeder* adalah sebesar 10,91 ton/jam (Lampiran H). Sedangkan kapasitas desain dari *Weigher Feeder* yaitu sebesar 12 ton/jam (Lampiran B).

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas Kerja} &= \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \\ &= \frac{10,91}{12} \times 100\% \\ &= 90,88 \%\end{aligned}$$

D.5. Perhitungan Efektivitas *Grinding Mill*

Kapasitas nyata *Grinding Mill* adalah banyaknya produk yang keluar dari *Grinding Mill* yaitu sebesar 8,97 ton/jam (Lampiran H). Sedangkan kapasitas desain *Grinding Mill* yaitu sebesar 12 ton/jam (Lampiran B).

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas Kerja} &= \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \\ &= \frac{8,97}{12} \times 100\% \\ &= 74,77 \%\end{aligned}$$

D.6. Perhitungan Efektivitas *Screw Conveyor*

Efektivitas kerja dari *Screw Conveyor* adalah perbandingan antara kapasitas nyata dan juga kapasitas desain dari alat. Kapasitas nyata *Screw Conveyor* adalah banyaknya umpan yang keluar dari *Grinding Mill* yaitu sebesar 8,97 ton/jam (Lampiran H). Sedangkan kapasitas desain *Screw Conveyor* yaitu sebesar 12 ton/jam (Lampiran B).

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas Kerja Screw Conveyor} &= \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \\ &= \frac{8,97}{12} \times 100\% \\ &= 74,77 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN E

PERHITUNGAN *REDUCTION RATIO* DAN EFISIENSI SCREEN

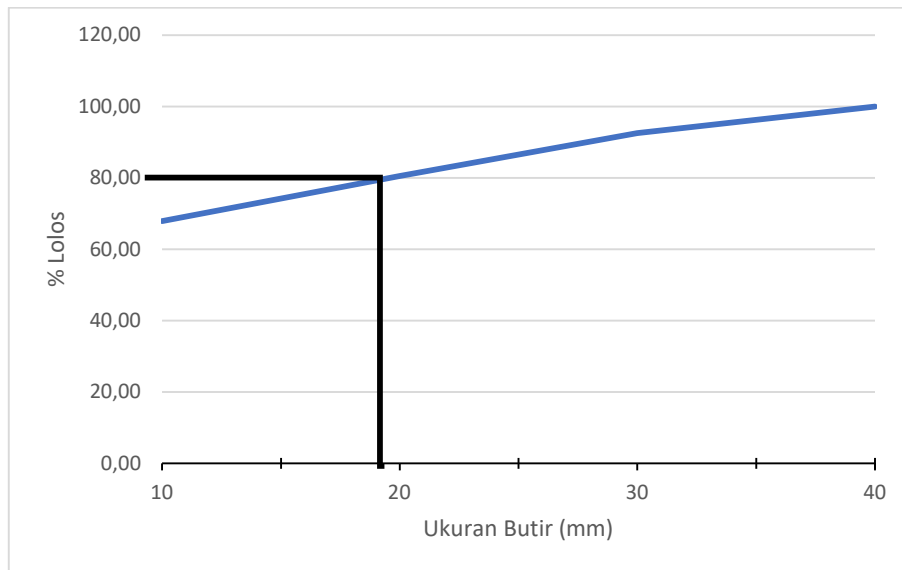
E.1. *Reduction Ratio*

Reduction Ratio berpengaruh terhadap keberhasilan dari suatu proses kominusi yang dilakukan. Maka dari itu dilakukan sebuah pengamatan terhadap besar dari ukuran upan dan juga produk dari *Grinding Mill*:

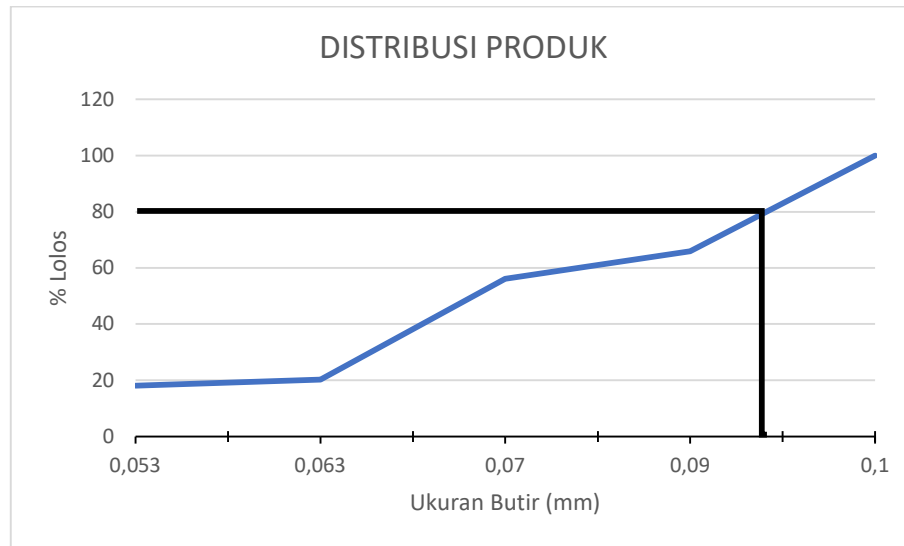
Uman pada persen kumulatif 80% = 19,15 mm

Produk pada persen kumulatif 80% = 0,095 mm

$$\begin{aligned} RR_{80} &= \frac{\text{Uman pada persen kumulatif 80\%}}{\text{Produk pada persen kumulatif 80\%}} \\ &= \frac{19,15 \text{ mm}}{0,095 \text{ mm}} \\ &= 201,58 \end{aligned}$$



Gambar E.1
Grafik Distribusi Ukuran Uman *Grinding Mill*



Gambar E.2
Grafik Distribusi Ukuran Produk *Grinding Mill*

Tabel E.1
Distribusi Ukuran Umpa *Grinding Mill*

DISTRIBUSI UMPAN GRINDING MILL		
SIZE (mm)	% BERAT	% KUMULATIF
-40+30	7,51	100,00
-30+20	11,97	92,49
-20+10	12,67	80,52
-10,00	67,85	67,85

Tabel E.2
Distribusi Ukuran Produk *Grinding Mill*

DISTRIBUSI PRODUK GRINDING MILL		
SIZE (μm)	% BERAT	% KUMULATIF
-100+90	34,08	100,00
-90+70	9,83	65,92
-70+63	35,91	56,09
-63+53	2,05	20,18
-53	18,14	18,14

E.2. Efisiensi *Screen*

Efisiensi *screen* merupakan perbandingan antara material yang lolos lubang ayakan dengan material yang seharusnya lolos.

$$\text{Eff} = \frac{a}{f} \times 100 \%$$

Keterangan:

Eff = Efisiensi *Screen* (%)

a = Berat material yang lolos

f = Berat material yang seharusnya lolos

Dari rumus tersebut maka dapat ditentukan efisiensi dari *Grizzly Feeder*.

Tabel F.3
Distribusi Umpan *Grizzly Feeder*

DISTRIBUSI UMPAN GRIZZLY		
SIZE (mm)	OPENING 40 mm	
	% Oversize	% Undersize
-70+50	2,24	
-50+40	2,00	
-40+30	1,76	7,06
-30+20		11,25
-20+10		11,91
-10,00		63,78
Total	6,00	94,00

a = 94,00 %

f = 95,76 %

$$\text{Eff} = \frac{94,00 \%}{95,76 \%} \times 100 \% = 98,16 \%$$

Dengan *Opening* 40 mm maka efisiensi diketahui sebesar 98,16 %.

Material yang tertahan = % Material *Oversize* x Produksi *Grizzly Feeder*
 = 6 % x 24,66 ton/jam
 = 1,7208 ton/jam

Material yang lolos = % Material *Undersize* x Produksi *Grizzly Feeder*
 = 94 % x 24,66 ton/jam
 = 23,18 ton/jam

LAMPIRAN F

WAKTU HAMBATAN PRODUKSI DAN JAM KERJA EFEKTIF

Pada unit *Coal Firing 3* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara, efektivitas kerja ditentukan berdasarkan waktu jam kerja yang ada di perusahaan. Pekerjaan yang dilakukan di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara dibagi menjadi 3 *Shift* yaitu *Shift* Pagi, *Shift* Sore dan *Shift* Malam. Dan waktu jam kerja yang tersedia di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara tersedia selama 24 jam. (Tabel F.1).

Tabel F.1
Waktu Kerja Unit *Coal Firing 3* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara

NO	SHIFT PAGI		SHIFT SORE		SHIFT MALAM	
	KEGIATAN	WAKTU	KEGIATAN	WAKTU	KEGIATAN	WAKTU
1	MASUK KERJA	08.00	MASUK KERJA	16.00	MASUK KERJA	24.00
2	SELESAI	16.00	SELESAI	24.00.00	SELESAI	08.00
3	WAKTU KERJA	8 Jam	WAKTU KERJA	8 Jam	WAKTU KERJA	8 Jam

Berikut merupakan data waktu kerja dan waktu hambatan unit *Coal Firing 3* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara pada bulan Desember 2021. (Tabel F.2).

Tabel F.2
Waktu Produksi dan Waktu Hambatan Unit *Coal Firing 3* di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara Bulan Desember 2021

HARI	STANDBY HOURS		REPAIR HOURS		WORKING TIME		TOTAL HOURS
	A	B	A	B	A	B	F
1,00	14,60	4,00	0,00	0,00	9,40	20,00	24,00
2,00	14,60	4,00	0,00	0,00	9,40	20,00	24,00
3,00	16,00	6,50	0,00	0,50	8,00	17,00	24,00
4,00	13,40	6,00	4,00	4,00	6,60	14,00	24,00
5,00	13,00	0,50	0,00	0,00	11,00	23,50	24,00
6,00	14,20	3,00	0,00	0,00	9,80	21,00	24,00
7,00	14,10	3,00	0,00	0,00	9,90	21,00	24,00
8,00	12,70	0,00	0,00	0,00	11,30	24,00	24,00
9,00	15,50	6,00	0,00	0,00	8,50	18,00	24,00
10,00	14,10	3,00	0,00	0,00	9,90	21,00	24,00
11,00	14,50	2,00	0,00	2,00	9,50	20,00	24,00
12,00	14,70	3,00	0,00	1,00	9,30	20,00	24,00
13,00	14,00	3,00	0,00	0,00	10,00	21,00	24,00
14,00	12,70	0,00	0,00	0,00	11,30	24,00	24,00
15,00	12,50	0,00	0,00	0,00	11,50	24,00	24,00

Lanjutan Tabel F.2

16,00	15,00	5,00	0,00	0,00	9,00	19,00	24,00
17,00	15,50	5,00	0,00	0,00	8,50	19,00	24,00
18,00	21,25	4,00	0,25	14,00	2,50	6,00	24,00
19,00	14,50	4,00	0,00	0,00	9,50	20,00	24,00
20,00	14,40	4,00	0,00	0,00	9,60	20,00	24,00
21,00	14,00	3,00	0,00	0,00	10,00	21,00	24,00
22,00	13,00	1,00	0,00	0,00	11,00	23,00	24,00
23,00	14,00	3,00	0,00	0,00	10,00	21,00	24,00
24,00	15,50	6,00	0,00	0,00	8,50	18,00	24,00
25,00	14,80	4,00	0,00	0,00	9,20	20,00	24,00
26,00	14,50	3,00	0,00	0,00	9,50	21,00	24,00
27,00	15,50	6,00	0,00	0,00	8,50	18,00	24,00
28,00	13,20	6,00	4,00	4,00	6,80	14,00	24,00
29,00	14,50	4,00	0,00	0,00	9,50	20,00	24,00
30,00	15,00	5,00	0,00	0,00	9,00	19,00	24,00
31,00	14,80	4,00	0,00	0,00	9,20	20,00	24,00
RATA	14,52	3,58	0,27	0,82	9,22	19,60	24,00
JUMLAH	450,05	111,00	8,25	25,50	285,70	607,50	744,00

Keterangan Tabel:

A = Rangkaian pengangkutan material menuju *Raw Coal Bin (Grizzly Feeder, Belt Conveyor, Inclined Conveyor)*

B = Rangkaian *Grinding Pulverized Coal (Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor)*

Dengan mengetahui waktu hambatan, maka waktu produksi efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$W_e = W_t - W_n$$

Keterangan:

W_t = Waktu kerja tersedia

W_n = Waktu hambatan

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

$$E = \frac{W_e}{W_t}$$

Keterangan:

W_e = Waktu produksi efektif

W_t = Waktu kerja tersedia

F.1. Waktu Kerja Efektif *Grizzly Feeder, Belt Conveyor, Inclined Conveyor*

Dengan mengetahui waktu kerja efektif dari alat maka dapat diketahui efisiensi waktu kerja.

$$W_t = 24 \text{ jam/hari}$$

$$W_n = 14,78 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Waktu Efektif} = 24 \text{ jam/hari} - 14,78 \text{ jam/hari}$$

$$= 9,22 \text{ jam/hari}$$

$$E = \frac{9,22 \text{ jam/hari}}{24 \text{ jam/hari}} \times 100 \%$$

$$= 38,40 \%$$

F.2. Waktu Kerja Efektif *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

Dengan mengetahui waktu kerja efektif dari alat maka dapat diketahui efisiensi waktu kerja.

$$W_t = 24 \text{ jam/hari}$$

$$W_n = 4,40 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Waktu Efektif} = 24 \text{ jam/hari} - 4,40 \text{ jam/hari}$$

$$= 19,60 \text{ jam/hari}$$

$$E = \frac{19,60 \text{ jam/hari}}{24 \text{ jam/hari}} \times 100 \%$$

$$= 81,65 \%$$

LAMPIRAN G
PERHITUNGAN KETERSEDIAAN ALAT

Penilaian teknis unit *Coal Firing 3* adalah dapat menunjukkan keadaan alat mekanis tersebut, seperti ketersediaan fisik dan efektivitas penggunaan yang menyatakan apakah jam kerja alat selalu tercapai sesuai harapan yang direncanakan atau sebaliknya.

G.1. Ketersediaan Alat *Grizzly Feeder, Belt Conveyor, Inclined Conveyor*

$$\begin{aligned} W &= 9,22 \text{ jam/hari} \\ R &= 0,27 \text{ jam/hari} \\ S &= 14,52 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

a. *Mechanical Availability*

$$\begin{aligned} MA &= \frac{W}{W + R} \times 100 \% \\ &= \frac{9,22}{9,22 + 0,27} \times 100 \% \\ &= 97,19 \% \end{aligned}$$

b. *Physical of Availability*

$$\begin{aligned} PA &= \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \\ &= \frac{9,22 + 18,65}{9,22 + 0,27 + 14,52} \times 100 \% \\ &= 98,89 \% \end{aligned}$$

c. *Used of Availability*

$$\begin{aligned} UA &= \frac{W}{W + S} \times 100 \% \\ &= \frac{9,22}{9,22 + 14,52} \times 100 \% \\ &= 38,83 \% \end{aligned}$$

d. *Effective Utilization*

$$\begin{aligned} EU &= \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \\ &= \frac{9,22}{9,22 + 0,27 + 14,52} \times 100 \% \\ &= 38,40 \% \end{aligned}$$

G.2. Ketersediaan Alat *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

$$W = 19,60 \text{ jam/hari}$$

$$R = 0,82 \text{ jam/hari}$$

$$S = 3,58 \text{ jam/hari}$$

a. *Mechanical Availability*

$$\begin{aligned} \text{MA} &= \frac{W}{W + R} \times 100 \% \\ &= \frac{19,60}{19,60 + 0,82} \times 100 \% \\ &= 95,97 \% \end{aligned}$$

b. *Physical of Availability*

$$\begin{aligned} \text{PA} &= \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \\ &= \frac{19,60 + 3,58}{19,60 + 0,82 + 3,58} \times 100 \% \\ &= 96,57 \% \end{aligned}$$

c. *Used of Availability*

$$\begin{aligned} \text{UA} &= \frac{W}{W + S} \times 100 \% \\ &= \frac{19,60}{19,60 + 3,58} \times 100 \% \\ &= 84,55 \% \end{aligned}$$

d. *Effective Utilization*

$$\begin{aligned} \text{EU} &= \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \\ &= \frac{19,60}{19,60 + 0,82 + 3,58} \times 100 \% \\ &= 81,65 \% \end{aligned}$$

LAMPIRAN H

PERHITUNGAN JUMLAH PRODUKSI DAN PERSEN *YIELD*

Tabel H.1
Produksi *Raw Coal* dan *Pulverized Coal* pada Bulan Desember 2021

Coal Grinding Mill			
Tanggal (Desember 2021)	Lama Jam Operasi Grinding Mill (Jam)	Raw Coal (Ton)	Produksi Pv Coal (Ton)
1	20,00	203,96	164,43
2	20,00	187,38	150,52
3	17,00	162,13	140,08
4	14,00	159,71	130,53
5	23,50	250,80	203,56
6	21,00	225,19	179,01
7	21,00	215,05	173,52
8	24,00	275,47	224,59
9	18,00	205,34	167,24
10	21,00	255,93	204,45
11	20,00	249,06	207,68
12	20,00	223,42	181,94
13	21,00	233,54	186,19
14	24,00	273,67	224,55
15	24,00	258,89	209,99
16	19,00	203,96	170,69
17	19,00	204,70	168,00
18	6,00	66,67	55,29
19	20,00	231,32	192,36
20	20,00	229,42	186,23
21	21,00	214,10	176,20
22	23,00	240,51	201,96
23	21,00	232,16	190,13
24	18,00	158,18	133,81
25	20,00	236,93	192,63
26	21,00	233,75	192,74
27	18,00	181,04	156,15

Lanjutan Tabel H.1

28	14,00	146,40	122,16
29	20,00	221,71	185,18
30	19,00	216,32	184,60
31	20,00	228,68	194,09
Total		6625,40	5450,50

Dari tabel diatas dapat diketahui produksi dari *Grizzly Feeder*, *Weigher Feeder* dan juga *Grinding Mill* setiap jamnya. Dan juga dapat ditentukan besaran persen *yield* pada proses *Grinding* yang dilakukan.

H.1. Produksi *Grizzle Feeder*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Raw Coal} &= 6625,40 \text{ ton} \\
 \text{Jumlah Hari Kerja} &= 31 \text{ hari} \\
 \text{Waktu Efektif} &= 9,22 \text{ jam/hari} \\
 \% \text{ Lolos} &= 94\% \\
 \text{Produksi Grizzly Feeder} &= \frac{6625,40 \text{ ton}}{31 \text{ hari}} \times \frac{94\%}{100\%} \\
 &= 227,36 \text{ ton/hari} \\
 &= \frac{227,36 \text{ ton/hari}}{9,22 \text{ jam/hari}} \\
 &= 24,66 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

H.2. Produksi *Belt Conveyor Inclined Conveyor*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Raw Coal} &= 6625,40 \text{ ton} \\
 \text{Jumlah Hari Kerja} &= 31 \text{ hari} \\
 \text{Waktu Efektif} &= 9,22 \text{ jam/hari} \\
 \text{Produksi Grizzly Feeder} &= \frac{6625,40 \text{ ton}}{31 \text{ hari}} \\
 &= 213,72 \text{ ton/hari} \\
 &= \frac{213,72 \text{ ton/hari}}{9,22 \text{ jam/hari}} \\
 &= 23,18 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

H.3. Produksi *Weigher Feeder*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Raw Coal} &= 6625,40 \text{ ton} \\ \text{Jumlah Hari Kerja} &= 31 \text{ hari} \\ \text{Waktu Efektif} &= 19,60 \text{ jam/hari} \\ \text{Produksi Weigher Feeder} &= \frac{6625,40 \text{ ton}}{31 \text{ hari}} \\ &= 213,72 \text{ ton/hari} \\ &= \frac{213,72 \text{ ton/hari}}{19,60 \text{ jam/hari}} \\ &= 10,91 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

H.4. Produksi *Grinding Mill*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pulverized Coal} &= 5450,50 \text{ ton} \\ \text{Jumlah Hari Kerja} &= 31 \text{ hari} \\ \text{Waktu Efektif} &= 19,60 \text{ jam/hari} \\ \text{Produksi Grinding Mill} &= \frac{5450,50 \text{ ton}}{31 \text{ hari}} \\ &= 175,82 \text{ ton/hari} \\ &= \frac{175,82 \text{ ton/hari}}{19,60 \text{ jam/hari}} \\ &= 8,97 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

H.5. Persen *Yield (% Yield)* dan *Material Balance*

Yield yaitu perbandingan antara jumlah output produksi dengan input produksi yang menggambarkan nilai efisiensi produksi *Grinding Mill*. Jika rasio *output* semakin besar maka efisiensi dikatakan semakin tinggi dan baik, begitupun juga sebaliknya.

$$\begin{aligned} \text{Umpan Raw Coal} &= 6.625,40 \text{ ton} \\ \text{PV Coal Lost} + \text{H}_2\text{O Teruapkan} &= 1.174,90 \text{ ton} \\ \text{Produk PV Coal} + \text{H}_2\text{O Sisa} &= 5.450,50 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{Total Berat Hasil}}{\text{Total Berat Umpan}} \times 100\%$$

$$= \frac{5450,50 \text{ ton}}{6625,40 \text{ ton}} \times 100\%$$

$$= 82,29 \%$$

Material Balance adalah suara neraca kesetimbangan pada suatu pengolahan bahan galian dimana jumlah berat material yang masuk sama dengan jumlah berat material yang keluar.

$$\text{Raw Coal Moisture Content} = 11,85 \%$$

$$\text{PV Coal Moisture Content} = 2,40 \%$$

$$\text{Coal} + \text{H}_2\text{O} = \text{Coal} + \text{H}_2\text{O Sisa} + \text{H}_2\text{O Teruapkan} + \text{Coal Lost}$$

$$5.840,28 + 785,12 = 5.319,68 + 130,81 + 654,31 + 520,59$$

Tabel H.2
Moisture Content Coal pada Bulan Desember 2021

Coal Grinding Mill			
Tanggal (Desember 2021)	Lama Jam Operasi Grinding Mill (Jam)	Raw Coal Moisture Content (%)	Pv Coal Moisture Content (%)
1	20,00	9,33	2,58
2	20,00	10,54	2,19
3	17,00	12,51	2,93
4	14,00	12,28	2,49
5	23,50	13,96	3,32
6	21,00	15,82	3,32
7	21,00	8,11	3,09
8	24,00	10,30	2,64
9	18,00	14,26	2,10
10	21,00	11,85	2,78
11	20,00	11,04	1,68
12	20,00	7,56	2,39
13	21,00	14,33	2,71
14	24,00	11,78	2,74
15	24,00	10,66	1,86
16	19,00	11,68	1,91
17	19,00	10,43	0,59
18	6,00	9,93	1,90

Lanjutan Tabel H.2

	20,00	11,59	1,85
20	20,00	12,08	2,24
21	21,00	12,40	2,71
22	23,00	14,90	2,97
23	21,00	10,61	2,98
24	18,00	7,64	1,82
25	20,00	11,68	0,37
26	21,00	13,31	2,16
27	18,00	9,09	2,66
28	14,00	11,16	2,15
29	20,00	16,73	2,93
30	19,00	14,72	3,46
31	20,00	15,00	2,99
Rata-rata		11,85	2,40

LAMPIRAN I

PERHITUNGAN DIMENSI *SIL*O, PENINGKATAN JAM KERJA EFEKTIF DAN NILAI KETERSEDIAAN ALAT

I.1. Dimensi *Silo*

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas } \textit{Silo} &= \text{Kapasitas } \textit{Grinding Mill} \times \text{Jam Kerja Tersedia} \times 3 \text{ Hari} \\ &= 12 \text{ ton/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 3 \text{ Hari} \\ &= 864 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\text{Berat Jenis } \textit{PV Coal} = 0,68 \text{ ton/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Volume } \textit{Silo} &= \frac{864 \text{ ton}}{0,68 \text{ ton/m}^3} \\ &= 1.270,59 \text{ m}^3\end{aligned}$$

a. Dimensi *Silo Rotary Dryer*

$$\text{Kapasitas } \textit{Rotary Dryer} = 57,11 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Kapasitas } \textit{Grinding Mill} = 203,88 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Persentase Kapasitas } \textit{PV Coal} = \frac{57,13 \text{ ton/hari}}{203,88 \text{ ton/hari}} \times 100 \% = 28,01 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Volume } \textit{Silo Rotary Dryer} &= 1.270,59 \text{ m}^3 \times 28,01 \% \\ &= 355,89 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Tinggi } \textit{Vessel Rotary Dryer} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Diameter } \textit{Outlet} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume } \textit{Silo Rotary Dryer} &= \frac{\pi \times \frac{D}{2} \times (D^2 + D_o^2 + D \times D_o)}{12} + \frac{\pi \times D^2}{4} \times h \\ 355,89 \text{ m}^3 &= \frac{\pi \times \frac{D}{2} \times (D^2 + 0,3^2 + D \times 0,3)}{12} + \frac{\pi \times D^2}{4} \times 10\end{aligned}$$

$$\text{Diameter } \textit{Silo Rotary Dryer} = 6,38 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$$

b. Dimensi *Silo Rotary Kiln*

$$\text{Kapasitas } \textit{Rotary Kiln} = 146,77 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Kapasitas } \textit{Grinding Mill} = 203,88 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Persentase Kapasitas PV Coal} = \frac{146,77 \text{ ton/hari}}{203,88 \text{ ton/hari}} \times 100 \% = 71,99 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Silo Rotary Kiln} &= 1.270,59 \text{ m}^3 \times 71,99 \% \\ &= 914,7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi Vessel Rotary Kiln} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Outlet} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Silo Rotary Kiln} &= \frac{\pi \times \frac{D}{2} \times (D^2 + D_o^2 + D \times D_o)}{12} + \frac{\pi \times D^2}{4} \times h \\ 914,7 \text{ m}^3 &= \frac{\pi \times \frac{D}{2} \times (D^2 + 0,3^2 + D \times 0,3)}{12} + \frac{\pi \times D^2}{4} \times 10 \end{aligned}$$

$$\text{Dimater Silo Rotary Kiln} = 9,97 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

c. Dimensi Screw Conveyor

$$\text{Diameter Screw Conveyor} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Screw Conveyor} &= \text{Jari-jari Silo Rotary Kiln} + \text{Diameter Silo} \\ &\quad \text{Rotary Dryer} + \text{Jarak Silo Rotary Kiln - Silo} \\ &\quad \text{Rotary Dryer} + \text{Jarak Silo Rotary Dryer -} \\ &\quad \text{Bag Filter} \\ &= 5 \text{ m} + 7 \text{ m} + 3 \text{ m} + 5 \text{ m} \\ &= 20 \text{ m} \end{aligned}$$

Penambahan *Silo Rotary Dryer* berdiameter 7 m dengan tinggi 10 m dan *Silo Rotary Kiln* berdiameter 10 m dengan tinggi 10 m serta *Screw Conveyor* dengan panjang 20 m diharapkan kegiatan produksi unit *coal firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Pomalaa dapat terus beroperasi tanpa adanya hambatan akibat penumpukan material yang ada di *Pulverized Coal Bin*.

I.2. Peningkatan Jam Kerja Efektif

Tabel I.1
Peningkatan Jam Kerja Efektif

HARI	WORKING TIME	STANDBY HOURS	REPAIR HOURS
1	24,00	0,00	0,00
2	24,00	0,00	0,00
3	23,50	0,00	0,50
4	20,00	0,00	4,00
5	24,00	0,00	0,00
6	24,00	0,00	0,00
7	24,00	0,00	0,00
8	24,00	0,00	0,00
9	24,00	0,00	0,00
10	24,00	0,00	0,00
11	22,00	0,00	2,00
12	23,00	0,00	1,00
13	24,00	0,00	0,00
14	24,00	0,00	0,00
15	24,00	0,00	0,00
16	24,00	0,00	0,00
17	24,00	0,00	0,00
18	10,00	0,00	14,00
19	24,00	0,00	0,00
20	24,00	0,00	0,00
21	24,00	0,00	0,00
22	24,00	0,00	0,00
23	24,00	0,00	0,00
24	24,00	0,00	0,00
25	24,00	0,00	0,00
26	24,00	0,00	0,00
27	24,00	0,00	0,00
28	20,00	0,00	4,00
29	24,00	0,00	0,00
30	24,00	0,00	0,00
31	24,00	0,00	0,00
Total	718,50	0,00	25,50

Keterangan :

Waktu Kerja Efektif = 718,50 jam/bulan = 23,18 jam/hari

Waktu Hambatan = 25,5 jam/bulan = 0,82 jam/hari

Penambahan *silo* dengan volume 1.270,59 m³, maka total hambatan yang diakibatkan oleh penumpukan material di *pulverized coal bin* dapat diatasi menjadi 0 jam/bulan dari sebanyak 111,00 jam/bulan. Hal tersebut tentunya dapat meningkatkan produksi pada unit *coal firing* 3.

Waktu kerja efektif akan meningkat menjadi 718,50 jam/bulan atau 23,18 jam/hari. Dengan meningkatnya waktu kerja efektif maka efisiensi kerja juga akan meningkat dari 81,65 % menjadi 96,58 %.

I.3. Peningkatan Nilai Ketersediaan Alat

W = 23,18 jam/hari

R = 0,82 jam/hari

S = 0 jam/hari

a. *Mechanical Availability*

$$\begin{aligned} \text{MA} &= \frac{W}{W + R} \times 100 \% \\ &= \frac{23,18}{23,18 + 0,82} \times 100 \% \\ &= 96,58 \% \end{aligned}$$

b. *Physical of Availability*

$$\begin{aligned} \text{PA} &= \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \\ &= \frac{23,18 + 0}{23,18 + 0,82 + 0} \times 100 \% \\ &= 96,58 \% \end{aligned}$$

c. *Used of Availability*

$$\begin{aligned} \text{UA} &= \frac{W}{W + S} \times 100 \% \\ &= \frac{23,18}{23,18 + 0} \times 100 \% \\ &= 100,00 \% \end{aligned}$$

d. *Effective Utilization*

$$\begin{aligned} \text{EU} &= \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \\ &= \frac{23,18}{23,18 + 0,82 + 0} \times 100 \% \\ &= 96,58 \% \end{aligned}$$

Tabel I.2
Peningkatan Nilai Ketersediaan Alat

Nilai Ketersediaan Alat		
%	Sebelum	Sesudah
MA	95,97	96,58
PA	96,57	96,58
UA	84,55	100,00
EU	81,65	96,58

LAMPIRAN J

PERHITUNGAN PENINGKATAN PRODUKSI PADA UNIT *COAL FIRING 3*

Alternatif lain dalam upaya untuk memenuhi target produksi yaitu dengan melakukan penambahan jumlah pengumpanan *Raw Coal* ke dalam unit *Coal Firing*.

$$\text{Sasaran Produksi Pulverized Coal} = 203,88 \text{ ton/hari}$$

$$\% \text{ Yield Grinding Mill} = 82,29 \%$$

$$\% \text{ Lolos Grizzly Feeder} = 94 \%$$

$$\text{Waktu Kerja Efektif Grizzly Feeder} = 9,22 \text{ jam/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Umpan Raw Coal} &= \frac{203,88 \text{ ton/hari}}{9,22 \text{ jam/hari} \times 82,29 \% \times 94 \%} \\ &= 28,60 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Wheel Loader} &= 3,00 \text{ m}^3 \times 0,96 \text{ ton/m}^3 \\ &= 2,87 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jumlah Pengumpanan oleh *Wheel Loader* Sesuai Target Produksi

$$\begin{aligned} &= \frac{28,60 \text{ ton/jam}}{2,87 \text{ ton}} \\ &= 9,97 \text{ kali/jam} \\ &= 10 \text{ kali/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penambahan pengumpanan Raw Coal} &= 10 \text{ kali/jam} \times 2,87 \text{ ton} \\ &= 28,68 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Dengan dilakukannya penambahan jumlah pengumpanan *Raw Coal*, maka Jumlah material *Raw Coal* setiap jamnya akan bertambah dan akan menghasilkan peningkatan kapasitas nyata pada setiap alat.

J.1. Grizzly Feeder

Dengan melakukan penambahan umpan sebanyak 28,68 ton/jam maka kapasitas dari *Grizzly Feeder* akan mengalami peningkatan. Dengan bertambahnya kapasitas dari *Grizzly Feeder*, maka efektivitas dari *Grizzly Feeder* juga akan mengalami perubahan.

$$\begin{aligned} &= \frac{28,68 \text{ ton/jam}}{40 \text{ ton/jam}} \times 100 \% \\ &= 71,70 \% \end{aligned}$$

Dengan jam kerja efektif selama 9,22 jam/hari maka Jumlah produksi perhari akan mengalami peningkatan menjadi:

$$\begin{aligned} &= 9,22 \text{ jam/hari} \times 28,68 \text{ ton/jam} \\ &= 264,35 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Dengan nilai % Lolos *Grizzly Feeder* sebesar 94 % maka jumlah produk material *raw coal* yang melewati *Grizzly Feeder* sebesar:

$$\begin{aligned} &= 28,68 \text{ ton/jam} \times 94 \% \\ &= 26,96 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

J.2. Belt Conveyor

Dengan bertambahnya kapasitas dari *Belt Conveyor* sebanyak 26,96 ton/jam, maka efektivitas dari *Belt Conveyor* juga akan mengalami perubahan.

$$\begin{aligned} &= \frac{26,96 \text{ ton/jam}}{40 \text{ ton/jam}} \times 100 \% \\ &= 67,40 \% \end{aligned}$$

Dengan jam kerja efektif selama 9,22 jam/hari maka Jumlah produksi perhari akan mengalami peningkatan menjadi:

$$\begin{aligned} &= 9,22 \text{ jam/hari} \times 26,96 \text{ ton/jam} \\ &= 248,49 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

J.3. *Inclined Conveyor*

Dengan bertambahnya kapasitas dari *Inclined Conveyor* sebanyak 26,96 ton/jam, maka efektivitas dari *Inclined Conveyor* juga akan mengalami perubahan.

$$\begin{aligned} &= \frac{26,96 \text{ ton/jam}}{40 \text{ ton/jam}} \times 100 \% \\ &= 67,40 \% \end{aligned}$$

Dengan jam kerja efektif selama 9,22 jam/hari maka Jumlah produksi perhari akan mengalami peningkatan menjadi:

$$\begin{aligned} &= 9,22 \text{ jam/hari} \times 26,96 \text{ ton/jam} \\ &= 248,49 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Dikarenakan adanya perbedaan jam kerja efektif pada *Weigher Feeder*, maka jumlah penambahan material *Raw Coal* juga akan berbeda.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penambahan material Raw Coal} &= 26,96 \text{ ton/jam} \times \frac{9,22 \text{ jam/hari}}{23,18 \text{ jam/hari}} \\ &= 10,72 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

J.4. *Weigher Feeder*

Dengan bertambahnya kapasitas dan waktu kerja efektif dari *Weigher Feeder* sebanyak 10,72 ton/jam, maka efektivitas dari *Weigher Feeder* juga akan mengalami perubahan.

$$\begin{aligned} &= \frac{10,72 \text{ ton/jam}}{12 \text{ ton/jam}} \times 100 \% \\ &= 89,34 \% \end{aligned}$$

Dengan jam kerja efektif selama 23,18 jam/hari maka Jumlah produksi perhari akan mengalami peningkatan menjadi:

$$\begin{aligned} &= 23,18 \text{ jam/hari} \times 10,72 \text{ ton/jam} \\ &= 248,49 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Dikarenakan adanya persen *yield* saat melakukan produksi *Grinding Mill*, maka jumlah *PV Coal* yang dihasilkan akan berbeda dari umpan *Raw Coal*.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah produksi material } PV \text{ Coal} &= 10,72 \text{ ton/jam} \times 82,29 \% \\ &= 8,82 \text{ ton/jam}\end{aligned}$$

J.5. *Grinding Mill*

Dengan bertambahnya kapasitas dan waktu kerja efektif dari *Grinding Mill* sebanyak 8,82 ton/jam, maka efektivitas dari *Grinding Mill* juga akan mengalami perubahan.

$$\begin{aligned}&= \frac{8,82 \text{ ton/jam}}{12 \text{ ton/jam}} \times 100 \% \\ &= 73,50 \%\end{aligned}$$

Dengan jam kerja efektif selama 23,18 jam/hari maka Jumlah produksi perhari akan mengalami peningkatan menjadi:

$$\begin{aligned}&= 23,18 \text{ jam/hari} \times 8,82 \text{ ton/jam} \\ &= 204,42 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

J.6. *Screw Conveyor*

Dengan bertambahnya kapasitas dan waktu kerja efektif dari *Screw Conveyor* sebanyak 8,82 ton/jam, maka efektivitas dari *Screw Conveyor* juga akan mengalami perubahan.

$$\begin{aligned}&= \frac{8,82 \text{ ton/jam}}{12 \text{ ton/jam}} \times 100 \% \\ &= 73,50 \%\end{aligned}$$

Dengan jam kerja efektif selama 23,18 jam/hari maka Jumlah produksi perhari akan mengalami peningkatan menjadi:

$$\begin{aligned}&= 23,18 \text{ jam/hari} \times 8,82 \text{ ton/jam} \\ &= 204,42 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

Tabel J.1
Peningkatan Produksi pada Unit *Coal Firing* 3

Peralatan	Efektivitas Kinerja (%)		Jam Kerja Efektif (jam/hari)		Total Produksi (ton/hari)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
<i>Grizzly Feeder</i>	61,65	71,70	9,22	9,22	227,36	264,35
<i>Belt Conveyor</i>	57,95	67,40	9,22	9,22	213,72	248,49
<i>Inclined Conveyor</i>	57,95	67,40	9,22	9,22	213,72	248,49
<i>Weigher Feeder</i>	90,88	89,34	19,60	23,18	213,72	248,49
<i>Grinding Mill</i>	74,77	73,50	19,60	23,18	175,82	204,42
<i>Screw Conveyor</i>	74,77	73,50	19,60	23,18	175,82	204,42

Besar produksi *pulverized coal* pada unit *coal firing* 3 yaitu 8,82 ton/jam dengan jam kerja efektif selama 23,18 jam/hari, maka produksi nyata *pulverized coal* dari unit *coal firing* 3 yaitu sebesar 204 ton/hari atau 6.337 ton/bulan. Sehingga target produksi *pulverized coal* pada bulan desember 2021 sebesar 6.320 ton/bulan dapat terpenuhi.

LAMPIRAN K
RANCANGAN DESAIN *PULVERIZED COAL SILO*

