

Evaluasi Kinerja Unit *Coal Firing* 3 di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara

Aan Kurni Nuryanto^{1a}, Untung Sukamto², Ketut Gunawan³ Sudaryanto⁴

¹UPN “Veteran” Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta,
Jl. Padjajaran Condongcatur Depok Sleman Yogyakarta 55283 Indonesia

^aemail: aankurni1800@gmail.com

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 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 6,320.30 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 5,450.50 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 in order 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 6,337.05 tons/month, thus the production target in December 2021 can be fulfilled.

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

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 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 6.320,30 ton, sedangkan jumlah umpan raw coal pada bulan tersebut hanya sebesar 24,66 ton/jam sehingga produksi pulverized coal pada bulan tersebut hanya sebesar 5.450,50 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 6.337,05 ton/bulan, dengan demikian sasaran produksi pulverized coal pada bulan Desember 2021 dapat terpenuhi.

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

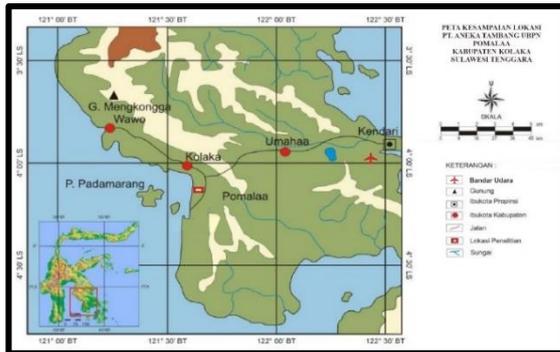
I. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara merupakan salah satu unit bisnis pertambangan nikel yang dimiliki oleh PT. Aneka Tambang. Secara administrasi letak dan posisi lokasi PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara terletak di Jalan Jend. Ahmad Yani No. 5, Pomalaa, Kec. Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara dengan luas Wilayah Izin Usaha Pertambangan

sebesar 6.324,00 Ha. Secara geografis terletak pada koordinat 4°11'32.4" LS dan 121°35'53.0" BT.

Proses pengolahan bijih nikel diawali dengan proses penambangan bijih nikel yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara yang dilakukan di dua tempat yang kaya akan nikel yaitu Pomalaa dan Halmahera Timur. Metode penambangan yang dilakukan dalam kegiatan penambangan bijih

nikel yaitu dengan sistem penambangan Open Pit dan Open Cast.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

Dalam upaya untuk 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.

Dalam kegiatan pengolahan bijih nikel di PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara 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 1 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 6.320,30 ton/bulan. Produk pulverized coal yang dicapai unit coal firing 3 pada bulan desember 2021 yaitu sebesar 5.450,50 ton/bulan. Dengan melihat kapasitas desain dari unit coal firing 3, maka seharusnya target produksi bulan desember 2021 dapat tercapai. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukannya evaluasi kinerja dari unit coal firing 3 untuk dapat meningkatkan dan memenuhi target produksi yang telah ditentukan.

Tujuan dari kegiatan penelitian yang dilakukan adalah untuk menganalisis nilai ketersediaan alat, pencapaian produksi dan efektivitas alat, serta mengupayakan alternatif perbaikan untuk dapat meningkatkan kegiatan produksi pada unit coal firing 3.

II. METODE/METHOD

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

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

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.

Pengambilan Data

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

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari lapangan, data tersebut meliputi dimensi unit coal firing 3; fragmentasi ukuran butir umpan dan produk unit coal firing 3; dan kapasitas nyata setiap alat pada unit coal firing 3.

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan baik dari data perusahaan maupun literatur yang berkaitan dengan kegiatan penelitian yang dilakukan, data tersebut meliputi data spesifikasi setiap alat pada unit coal firing 3; data jumlah waktu kerja yang tersedia dan hambatan waktu kerja; densitas batubara; keadaan geologi lokasi penelitian; data iklim dan curah hujan lokasi penelitian; target produksi; peta daerah penelitian.

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.

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.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN / RESULT AND DISCUSSION

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 rangkaian pengangkutan *raw coal* dan rangkaian *grinding*. Pada rangkaian pemuatan Raw Coal, raw coal diangkut menggunakan alat angkut Wheel Loader Komatsu WA380-3 ke dalam Hopper. Selanjutnya, pengumpanan dilakukan menggunakan menggunakan Grizzly feeder dengan ukuran *Opening* sebesar 40 mm. Material yang berukuran -40 mm kemudian diangkut menuju ke Raw Coal Bin menggunakan Belt Conveyor dan Inclined Conveyor. Selanjutnya, dilakukan pengumpanan Raw Coal ke dalam Vertical Roller Mill menggunakan Weigher Feeder. Penggerusan dan reduksi kadar air Raw Coal terjadi di dalam Vertical Roller Mill, material akan digerus kemudian akan menghasilkan produk *Pulverized Coal* dengan ukuran -100 μm . Selanjutnya, pemisahan *Pulverized Coal* dengan udara dilakukan menggunakan Filter Bag, material dari Filter Bag yang tertahan kemudian diangkut menuju ke *Pulverized Coal Bin Rotary Dryer* dan *Pulverized Coal Bin Rotary Kiln* menggunakan Screw Conveyor.

Tabel 1. Data dan target produksi unit *coal firing* 3

Kapasitas Nyata <i>Coal firing</i> bulan desember 2021	Target Produksi <i>coal firing</i> bulan desember 2021
5.450,50 ton	6.320,30 ton

Berdasarkan data (Tabel 1.), data produksi aktual unit *coal firing* 3 pada bulan desember 2021 sebesar 5.450,50 ton. Sedangkan untuk target produksi dari unit *coal firing* 3 pada bulan desember 2021 sebesar 6.320,30 ton.

Tabel 2. Waktu hambatan kerja *Grizzly Feeder, Belt Conveyor, dan Inclined Conveyor*

PARAMETER	WAKTU (JAM/BULAN)	WAKTU (JAM/HARI)
Waktu Tersedia	744	24
Waktu Kerja	285,70	9,22
<i>Standby</i>	450,05	14,52
<i>Repair</i>	8,25	0,27

Tabel 3. Waktu hambatan kerja *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

PARAMETER	WAKTU (JAM/BULAN)	WAKTU (JAM/HARI)
Waktu Tersedia	744	24
Waktu Kerja	607,50	19,60
<i>Standby</i>	111,00	3,58
<i>Repair</i>	25,50	0,82

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 merupakan waktu hambatan kerja yang terjadi akibat adanya gangguan operasional, gangguan operasional yang terjadi diakibatkan oleh penumpukan material pada Bin Raw Coal yaitu selama 14,52 jam/hari, sedangkan untuk penumpukan material pada Bin *pulverized coal* yaitu selama 3,58 jam/hari.

Repair merupakan waktu hambatan kerja yang terjadi akibat adanya perbaikan yang sudah dijadwalkan ataupun tidak dijadwalkan oleh perusahaan. Pada bulan desember 2021 total waktu hambatan pada rangkaian pengangkutan *raw coal* yaitu selama 14,79 jam/hari, sedangkan untuk rangkaian *grinding* yaitu selama 4,4 jam/hari.

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 %.

Nilai kesiapan 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) dan (Tabel 5).

Tabel 4. 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 5. Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

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

Dari pengamatan pada (Tabel 4.) dan (Tabel 5.) maka peningkatan ketersediaan penggunaan alat masih mungkin dilakukan dengan mengurangi waktu *standby*, karena waktu *standby* merupakan hambatan yang dapat dihindari.

Efektivitas peralatan digunakan sebagai acuan tingkat penggunaan kapasitas nyata dari suatu peralatan dibandingkan dengan kapasitas desain sehingga efektivitas peralatan pada unit *coal firing* dapat dilihat

pada (Tabel 6.). Perhitungan efektivitas dilakukan merupakan perhitungan kapasitas setiap bagian dari unit dan rangkaian unit coal firing.

Tabel 6. Efektivitas Unit *Coal Firing*

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

Dari pengamatan pada (Tabel 6.) maka unit *coal firing* 3 masih dapat dilakukan penambahan laju umpan untuk memenuhi target produksi.

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.

Tabel 7. Persen *Yield*

Umpan Raw Coal	<i>PV Coal Lost + H₂O</i> Teruapkan	Produk <i>PV Coal + H₂O</i> Sisa	<i>Yield</i> (%)
6.625,40	1.174,90	5.450,50	82,29

Dari hasil pengamatan (Tabel 7.) diketahui bahwa jumlah pulverized coal yang hilang dan air yang teruapkan pada bulan desember 2021 yaitu sebesar 1.174,90 ton. Dengan jumlah umpan raw coal sebesar 6.625,40 ton, maka dapat diketahui persen *yield* yaitu sebesar 82,29 % yang menunjukkan bahwa vertical roller mill masih berfungsi dengan baik.

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 atau proses selanjutnya.

Tempat penyimpanan produk pulverized coal yang digunakan dalam unit coal firing 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 tidak dapat dilakukan secara maksimal sehingga target produksi dibulan 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 1.270,59 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.

Tabel 8. Perbaikan Waktu hambatan kerja *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

PARAMETER	WAKTU (JAM/BULAN)	WAKTU (JAM/HARI)
Waktu Tersedia	744	24
Waktu Kerja	718,50	23,18
<i>Standby</i>	0	0
<i>Repair</i>	25,50	0,82

Perbaikan waktu kerja dari (Tabel 8.) menunjukkan bahwa dengan penambahan *silo* sebagai tempat penampungan sementara maka waktu kerja efektif akan meningkat dari 19,60 jam/hari menjadi 23,18 jam/hari.

Tabel 9. Perbaikan Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor*

MA	PA	UA	EU
96,58 %	96,58 %	100 %	96,58 %

Nilai Ketersediaan dan Penggunaan Alat *Weigher Feeder, Grinding Mill, Screw Conveyor* mengalami peningkatan dari keadaan alat sesungguhnya dengan melakukan penambahan silo. Pada (Tabel 9.) menunjukkan nilai perbaikan nilai ketersediaan dan penggunaan alat pada

Dengan melakukan penambahan *silo* sebagai tempat penampungan sementara maka peningkatan produksi raw coal unit coal firing dari 24,66 ton/jam menjadi 28,68 ton/jam dapat dilakukan. Dari peningkatan produksi raw coal maka akan diperoleh peningkatan produktivitas pulverized coal unit coal firing menjadi 204,42 ton/hari atau 6.337,05 ton/bulan, sehingga telah memenuhi target produksi yang ditetapkan pada bulan desember yaitu sebesar 6.320,30 ton/bulan.

IV. UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT. Aneka Tambang UBP Nikel Sulawesi Tenggara yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik..

V. KESIMPULAN/CONCLUSION

Berdasarkan analisis kinerja yang dilakukan pada unit coal firing terdapat waktu hambatan penghentian kegiatan produksi sementara unit coal firing 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.

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.

Upaya untuk mengurangi waktu hambatan kerja akibat penuhnya kapasitas bin pulverized coal dapat dilakukan dengan penambahan silo, sehingga diharapkan dapat meningkatkan jam kerja efektif dari 19,60 jam/hari menjadi 23,18 jam/hari.

Upaya 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 5.450,50 ton/bulan menjadi 6.337,05 ton/bulan. Sehingga upaya tersebut dapat memenuhi target produksi pulverized coal pada bulan desember 2021 sebesar 6.320,30 ton/bulan.

VI. DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Adjie, M. W. dan Sudaryanto. 2001. *Preparasi Pengolahan Bahan Galian*. Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- CEMA. 2002. *Belt Conveyors for Bulk Materials Fifth Edition*. Conveyor Equipment Manufacturers Association. USA.
- 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.
- Currie, J. M. 1973. *Unit Operation in Mineral Processing*, Departement of Chemical and Metallurgy Technology Burnaby. British Columbia.
- Feurstenau, M. C. and Han, K. N. 2003. *Principles of Mineral Processing*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. USA.
- Heizer, J. and Render, B. 2015. *Manajemen Operasi : Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan, Edisi 11*. Salemba Empat. Jakarta.
- Irfansyah, F. 2019. *Kajian Teknis Kemampuan Produksibackhoe Liebherr R996 dan Hitachi Ex3600b Pada Pemindahan Lumpur dan Overburden di Pit Bendili Panel 6, PT. Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur*. Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Nushantara, A. P. 2002. *Profil Kimia Pelapukan Bongkah Peridotit Dearah Dx, Sorowako, Sulawesi Selatan*. UGM, Yogyakarta.
- Partanto, P. 1993. *Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan*. Institut Teknologi Bandung.
- Peurfoy, R. L. 1998. *Perencanaan, Peralatan, dan Metode Konstruksi*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- 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.
- Ramadhani, A. N. 2020. *Solid Handling. Program Studi Teknik Kimia*, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- 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.
- 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.
- Siregar, S. F. 2004. *Alat Transportasi Benda Padat*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Suhendri, O. 2014. *Design of Bucket Elevators for Handling of Grain*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Suwaji, U. T. 2008. *Permasalahan Pembelajaran Geometri Ruang, Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan dan Tenaga Kependidikan Matematika*. Yogyakarta.
- Trisna, M. R. 2018. *Kajian Teknis Unit Crushing Plant Batu Andesit di PT. Panghegar Mitra Abadi*. Jurusan Teknik Pertambangan, FT, Universitas Islam Bandung.
- Wable, M. M. and Vijay K. K. 2015. *Design and Analysis of Screw Conveyor at Inlet Ash/Dust Conditioner*. BVUCOE. India.