

1. Kajian Teknis Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Penambangan Bijih Nikel Blok Area D4t Pit Yudistira Pt Elit Kharisma Utama Kab. Konawe Utara Sulawesi Tenggara...**Joddy Herawan, Ketut Gunawan, Indun Titisariwati**
2. Rancangan Teknis Penanganan Air Tambang Pada Bijih Nikel Di Blok Bulan Dan Bintang PT. Binanga Hartama Raya, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara... **Malinda Lanis Pamungkas, Suyono, Bambang Wisaksono**
3. Peningkatan Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Penambangan Andesit *Site* Bravo 9 PT. Sumber Gunung Maju Desa Ukisari, Kec Bojonegara, Kab Serang, Banten ...**Kristanto Adi Pabowo, Anton Sudiyanto, Nur Ali Amri**
4. Penentuan Geometri Lereng Dengan Metode Klasifikasi Q-Slope Di Kuari Penambangan Andesit PT. Nusa Patria Des. Dadirejo Kec. Bagelen, Kab. Purworejo Provinsi Jawa Tengah...**Muhammad Alfian Nur Hariwiguna, Bagus Wiyono, Rika Ernawati**
5. Optimalisasi Tambang Terbuka untuk Menentukan Rancangan Kemajuan Penambangan di Tambang Andesit PT. Nusa Patria, Kec. Bagelen, Kab. Purworejo, Jawa Tengah...**Irham Nur Rizam, Singgih Saptano, Abdul Rauf**
6. Manajemen Pengendalian Kualitas Batubara Produk AL-71 LV di Front, Stockpile Inpit, Stockpile TLS, dan Gerbong Kereta Dalam Pemenuhan Minebrand PT. Bukit Asam, TBK Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan ... **Jeremi Bisuk Anggasana, Edy Nursanto, Singgih Saptano**
7. Kajian Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Tambang Batu Andesit Perusahaan X Kalurahan Kalirejo Kapanewon Kokap Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta...**Putra Ullin Nuha, Dyah Probowati, Nur Ali amri, Frideni Yushandani Putri**
8. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Penambangan Andesit di PD Alam Jaya, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat...**Dessyfa Firdasena, Mardiah, Hasywir Thaib Siri, Tedi Agung Cahyadi**
9. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Keseimbangan Batas Pada Tambang Andesit Desa Mojokerto, Kec. Padang Ratu, Kab. Lampung Tengah, Provinsi Lampung...**Shania Aufa Calya Arfianto, R. Hariyanto, Ketut Gunawan**
10. Kajian Teknis Proses Pencampuran Bijih Nikel Laterit Untuk Memenuhi Permintaan Pasar Di PT. Djava Berkah Mineral, Site Bumanik, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah...**Hafizhan Hilman, Dwi Poetranto WA, Bambang Wisaksono**
11. Analisis Konsumsi Bahan Bakar *Dump Truck* Hino Fm 260 Jd Bulan April 2021 Pada Pengangkutan *Ore* Penambangan Bijih Bikel Di PT. Makmur Lestari Primatama, Site Molore, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara...**Bobby Redja Dwi Putra, Kresno, Bambang Wisaksono**
12. Pemilihan Metode Penambangan Bawah Tanah dan Desain *Stope* Pada Rencana Penambangan Bijih Emas PT. Antam Tbk Site Arinem Garut Jawa Barat...**Ihsanuddin Al Wafi, Bagus Wiyono, Sudaryanto**
13. Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Produksi Bijih Nikel Di Pt. Makmur Lestari Primatama Kecamatan Langgikima Kabupaten Konawe Utara Sulawesi Tenggara...**Ardian Ajie Aksyal, Inmarlinianto, Waterman S.B,**
14. Kajian Teknis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Batuan Yang Optimal Di CV. Handika Karya, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta... **Irsan Sandi Wijaya, Barlian Dwinagara, Winda**
15. Analisa Teknik Kebutuhan Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT. Nuansacipta Coal Invesment, Samarinda Kalimantan Timur...**Ariesta Reza Pambudi, Kresno, Wawong Dwi Ratminah**
16. Estimasi Sumber Daya Komoditas Clay Dan Tras Dengan Metode Geolistrik *Resistivity* 2d Di PT. Pontang Jaya Sentosa Kelurahan Karangkedawung, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur...**Johanes Valentino Simanjuntak, Winda, Priyo Widodo**
17. Optimalisasi Produksi Peralatan Gali-Muat dan Angkut pada Penambangan Batubara di PT. Alfa Riung Jaya Tanah Laut Kalimantan Selatan...**Abdul Ghani IF, Nurkhamim, Juanita R. Horman, R. Hariyanto**
18. Rencana Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Andesit PT. Watu Gunung Sinorowedi Desa Dadirejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo...**Maulana Tombak Ajati, Eddy Winarno, Tri Wahyuni**
19. Kajian Teknis Unit Peremuk Andesit Di PT. Harmak Indonesia Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta... **Ferian Putra Pratama, Untung Sukamto, Indun Titisariwati**
20. Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Penambangan Batu Andesit Di CV. Handika Karya, Desa Hargorejo, Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta... **Abyan Muzaky, Hartono, Wawong Dwi Ratminah**
21. Kajian Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Penambangan Batu Andesit Di PT. Mineral Daya Gemilang Kecamatan Girimulyo Kabupaten Kulon Progo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta...**Deri Indra Kristian, Wawong Dwi Ratminah, Hartono**
22. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Batubara Di PT Banyan Koalindo Lestari, Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan ...**Hasywir Thaib Siri, Ilfani Widiastuti, Gunawan Nusanto, Yasmina Amalia**
23. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Di Tambang Batubara PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* Rantau, Kalimantan Selatan...**Mohammad Fathur Rozi, Peter Eka Rosadi, Gunawan Nusanto**
24. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral di Wilayah Kendeng Selatan Dalam Rangka Peningkatan Penerimaan Pajak dan Investasi...**Hafiz Nabila Ramadhani, Abdul Rauf¹, Anton Sudianto, Agris Setiawan**
25. *The Basic Understanding Of First Semester Students Of Mining Engineering About Commonly Used Mining Terminologies*...**Indri Lesta Siwidiani**



JURNAL

Teknologi Pertambangan

1. **PENANGGUNG JAWAB** : Ketua Jurusan Teknik Pertambangan-FTM
UPN "Veteran" Yogyakarta

2. **REDAKSI**

Ketua : Dr. Nur Ali Amri, MT
Wakil Ketua : Ir. Hasywir Thaib Siri, MSc.
Sekretaris I : Dr. Tedy Agung Cahyadi, ST., MT
Sekretaris II : Heru Suharyadi ST., MT.
Anggota : a. Vega Vergiagara, ST
b. Muhammad Rahman Yulianto, ST

3. **REVIEWER**

Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc. Ph.D. (UPNVY) Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si, MT. (UPNVY)
Prof. Dr. Budi Sulistyanto, M.Sc. (ITB) Dr. Edy Nursanto, ST, MT. (UPNVY)
Dr. rer. nat. Arifudin Idrus, MT. (UGM) Ir. Anton Sudyanto, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Singgih Saptono, MT. (UPNVY) Ir. Kresno, M.Sc, MM. (UPNVY)
Dr. Ir. Waterman Sulistyana B., MT. (UPNVY) Ir. Suyono, MS. (UPNVY)
Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Marsudi, MT. (UNTAN)

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Maha Esa atas semua nikmat dan karunia-Nya sehingga **Jurnal Teknologi Pertambangan** Volume. 7 Nomor.2 Periode September 2021 – Februari 2022, ini dapat terbit tepat waktu. Tidak lupa pula diucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang membantu penerbitan Jurnal ini.

Jurnal Teknologi Pertambangan terbit setahun dua kali, dimana pada volume ini dapat dipublikasikan 25 judul makalah dengan 201 halaman. Jurnal ini merupakan media untuk menuangkan ide, gagasan, hasil penelitian maupun sebagai sumber pengetahuan bagi pemerhati atau peminat, baik kalangan praktisi, dosen, peneliti maupun mahasiswa sebagai wadah menambah wawasan dan pengetahuan pertambangan.

Jika masih terdapat kurang-sempurna maupun kekeliruan, kami mohon maaf dan diharapkan masukannya. Akhir kata, semoga jurnal ini bermanfaat bagi para peminat/pemerhati.

Yogyakarta, Januari 2022

Dewan Redaksi

JURNAL

Teknologi Pertambangan

DAFTAR ISI

1. Kajian Teknis Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Penambangan Bijih Nikel Blok Area D4t Pit Yudistira Pt Elit Kharisma Utama Kab. Konawe Utara Sulawesi Tenggara...**Joddy Herawan, Ketut Gunawan, Indun Titisariwati**(1-8)
2. Rancangan Teknis Penanganan Air Tambang Pada Bijih Nikel Di Blok Bulan Dan Bintang PT. Binanga Hartama Raya, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara... **Malinda Lanis Pamungkas, Suyono, Bambang Wisaksono**(9-14)
3. **Peningkatan Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Penambangan Andesit Site Bravo 9 PT. Sumber Gunung Maju Desa Ukisari, Kec Bojonegara, Kab Serang, Banten ...Kristanto Adi Pabowo, Anton Sudiyanto, Nur Ali Amri** (15-21)
4. Penentuan Geometri Lereng Dengan Metode Klasifikasi Q-Slope Di Kuari Penambangan Andesit PT. Nusa Patria Des. Dadirejo Kec. Bagelen, Kab. Purworejo Provinsi Jawa Tengah...**Muhammad Alfian Nur Hariwiguna, Bagus Wiyono, Rika Ernawati** (22-32)
5. Optimalisasi Tambang Terbuka untuk Menentukan Rancangan Kemajuan Penambangan di Tambang Andesit PT. Nusa Patria, Kec. Bagelen, Kab. Purworejo, Jawa Tengah...**Irham Nur Rizam, Singgih Saptono, Abdul Rauf** (33-42)
6. Manajemen Pengendalian Kualitas Batubara Produk AL-71 LV di Front, Stockpile Inpit, Stockpile TLS, dan Gerbong Kereta Dalam Pemenuhan Minebrand PT. Bukit Asam, TBK Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan ... **Jeremi Bisuk Anggasana, Edy Nursanto, Singgih Saptono**..... (43-45)
7. Kajian Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Tambang Batu Andesit Perusahaan X Kalurahan Kalirejo Kapanewon Kokap Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta...**Putra Ullin Nuha, Dyah Probowati, Nur Ali amri, Frideni Yushandani Putri**.....(46-55)
8. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Penambangan Andesit di PD Alam Jaya, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat...**Dessyfa Firdasena, Mardiah, Hasywir Thaib Siri, Tedi Agung Cahyadi**(56-62)
9. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Keseimbangan Batas Pada Tambang Andesit Desa Mojokerto, Kec. Padang Ratu, Kab. Lampung Tengah, Provinsi Lampung...**Shania Aufa Calya Arfianto, R. Hariyanto, Ketut Gunawan**(63-73)

10. Kajian Teknis Proses Pencampuran Bijih Nikel Laterit Untuk Memenuhi Permintaan Pasar Di PT. Djava Berkah Mineral, Site Bumanik, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah...**Hafizhan Hilman, Dwi Poetranto WA, Bambang Wisaksono**(74-83)
11. Analisis Konsumsi Bahan Bakar *Dump Truck* Hino Fm 260 Jd Bulan April 2021 Pada Pengangkutan *Ore* Penambangan Bijih Bikel Di PT. Makmur Lestari Primatama, Site Molore, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara...**Bobby Redja Dwi Putra, Kresno, Bambang Wisaksono**.....(84-96)
12. Pemilihan Metode Penambangan Bawah Tanah dan Desain *Stope* Pada Rencana Penambangan Bijih Emas PT. Antam Tbk Site Arinem Garut Jawa Barat...**Ihsanuddin Al Wafi, Bagus Wiyono, Sudaryanto**..... (97-103)
13. Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Produksi Bijih Nikel Di Pt. Makmur Lestari Primatama Kecamatan Langgikima Kabupaten Konawe Utara Sulawesi Tenggara...**Ardian Ajie Aksyal, Inmarlinianto, Waterman S.B,** (104-108)
14. Kajian Teknis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Batuan Yang Optimal Di CV. Handika Karya, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta... **Irsan Sandi Wijaya, Barlian Dwinagara , Winda** (109-118)
15. Analisa Teknik Kebutuhan Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT. Nuansacipta Coal Invesment, Samarinda Kalimantan Timur...**Ariesta Reza Pambudi, Kresno, Wawong Dwi Ratminah**..... (119-126)
16. Estimasi Sumber Daya Komoditas Clay Dan Tras Dengan Metode Geolistrik *Resistivity* 2d Di PT. Pontang Jaya Sentosa Kelurahan Karangkedawung, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur...**Johanes Valentino Simanjuntak, Winda, Priyo Widodo** (127-134)
17. Optimalisasi Produksi Peralatan Gali-Muat dan Angkut pada Penambangan Batubara di PT. Alfa Riung Jaya Tanah Laut Kalimantan Selatan...**Abdul Ghani IF, Nurkhamim, Juanita R. Horman, R. Hariyanto** (135-140)
18. Rencana Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Andesit PT. Watu Gunung Sinorowedi Desa Dadirejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo...**Maulana Tombak Ajati, Eddy Winarno, Tri Wahyuni**..... (141-148)
19. Kajian Teknis Unit Peremuk Andesit Di PT.Harmak Indonesia Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta... **Ferian Putra Pratama, Untung Sukamto, Indun Titisariwati** (149-154)
20. Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Penambangan Batu Andesit Di CV. Handika Karya, Desa Hargorejo, Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta... **Abyan Muzaky , Hartono, Wawong Dwi Ratminah** (155-160)

21. Kajian Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Penambangan Batu Andesit Di PT. Mineral Daya Gemilang Kecamatan Girimulyo Kabupaten Kulon Progo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta...**Deri Indra Kristian, Wawong Dwi Ratminah, Hartono** (161-171)
22. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Batubara Di PT Banyan Koalindo Lestari, Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan ...**Hasywir Thaib Siri, Ilfani Widiastuti, Gunawan Nusanto, Yasmina Amalia** (172-179)
23. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Di Tambang Batubara PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* Rantau, Kalimantan Selatan...**Mohammad Fathur Rozi , Peter Eka Rosadi, Gunawan Nusanto**..... (180-188)
24. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral di Wilayah Kendeng Selatan Dalam Rangka Peningkatan Penerimaan Pajak dan Investasi...**Hafiz Nabila Ramadhani, Abdul Rauf¹, Anton Sudianto, Agris Setiawan** (189-192)
25. *The Basic Understanding Of First Semester Students Of Mining Engineering About Commonly Used Mining Terminologies*...**Indri Lesta Siwidiani**..... (193-201)

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT
PENAMBANGAN ANDESIT *SITE BRAVO 9 PT SUMBER GUNUNG MAJU*
DESA UKISARI, KEC BOJONEGARA, KAB SERANG, BANTEN**

Kristanto Adi Pabowo^{1a}, Anton Sudiyanto², Nur Ali Amri³

^{1/2/3}UPN “Veteran” Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta,
JL. Padjajaran 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Depok, Sleman Yogyakarta 55283

^aemail: tantoadi56@gmail.com

ABSTRACT

The problems faced by PT. Sumber Gunung Maju is that the andesite production target of 50,000 tons/month has not been achieved. This study aims to analyze the factors that affect the production of loading and conveyance equipment, to make efforts to increase andesite production by optimizing the effective working time of loading and conveying equipment after repair and to analyze the effect of effective time before and after repairs on work efficiency.

The research method used in this study is the study of literature, direct observation in the field to collect primary and secondary data. The data obtained were processed and analyzed data.

Based on the results of data processing, the increase in production can be done by increasing work efficiency, by minimizing the time constraints that can be suppressed. From the calculation results, work efficiency has increased, loading equipment increased from 174.7 hours to 187.4 hours and transportation equipment increased from 164.2 hours to 175.2 hours, with increasing work efficiency the production capability of Kobelco excavator loading equipment SK 330 from 81,777 tons/month increased to 87,722 tons/month on the Batulawang Tengah mining front, then 72,825 tons/month to 78,119 tons/month on the Batulawang Barat front and the production capability of Hino Fm 260 Ti transportation equipment from 44,994 tons/month increased to 48,009 tons/month on the Batulawang Tengah Mining front, then 42,056 tons/month to 44,873 tons/month on the Batulawang Barat front. Due to the production of transportation equipment that has not reached the production target, other efforts are made in the form of increasing work efficiency combined with optimizing the circulation time of mechanical equipment so as to achieve the desired production target of 50,000 tons/month.

Keywords: Andesite, Excavator, Production

ABSTRAK

Masalah yang dihadapi oleh PT. Sumber Gunung Maju adalah belum tercapainya target produksi andesit sebesar 50.000 ton/bulan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor yang mempengaruhi produksi dari alat muat dan alat angkut, melakukan upaya peningkatan produksi andesit dengan mengoptimalkan waktu kerja efektif alat muat dan alat angkut setelah perbaikan serta menganalisis pengaruh waktu efektif sebelum dan sesudah perbaikan terhadap efisiensi kerja.

Metode penelitian yang dilakukan dalam kajian ini yaitu dari studi literatur, observasi langsung di lapangan untuk melakukan pengambilan data primer dan sekunder. Data yang diperoleh dilakukan pengolahan dan analisis data.

Berdasarkan hasil pengolahan data peningkatan produksi dapat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi kerja, dengan cara meminimalkan waktu hambatan kerja yang dapat ditekan. Dari hasil perhitungan efisiensi kerja mengalami peningkatan, pada alat muat meningkat dari 174,7 jam menjadi 187,4 jam dan alat angkut meningkat dari 164,2 jam menjadi 175,2 jam, dengan meningkatnya efisiensi kerja maka kemampuan produksi alat muat alat muat excavator Kobelco SK 330 dari 81.777 ton/bulan meningkat menjadi 87.722 ton/bulan pada front penambangan Batulawang Tengah, kemudian 72.825 ton/bulan menjadi 78.119 ton/bulan pada front Batulawang Barat dan kemampuan produksi alat angkut Hino Fm 260 Ti dari 44.994 ton/bulan meningkat menjadi 48.009 ton/bulan pada front Penambangan Batulawang Tengah, kemudian 42.056 ton/bulan menjadi 44.873 ton/bulan pada front Batulawang Barat. Dikarenakan produksi alat angkut yang belum mencapai target produksi maka dilakukan upaya lain berupa peningkatan efisiensi kerja dikombinasikan dengan pengoptimalan waktu edar alat mekanis sehingga mencapai target produksi yang diinginkan yaitu sebesar 50.000 ton/bulan

Kata Kunci: Andesite, Eksavator, Produksi

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman yang semakin pesat menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana penunjang. Oleh sebab itu kebutuhan komoditas tambang terus meningkat seiring dengan banyaknya pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, gedung dan yang lainnya. Salah satu komoditas tambang yang digunakan untuk pembangunan infrastruktur tersebut adalah andesit. PT. Sumber Gunung Maju adalah perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan dengan komoditas tambang berupa andesit. PT. Sumber Gunung Maju terletak 27 km dari pusat Kota Serang, tepatnya terletak Di Desa Ukisari, Kecamatan Bojonegoro, Kota Serang, Provinsi Banten, Sistem penambangan yang digunakan ialah sistem tambang terbuka dengan metode *side hill*.

Berdasarkan pengamatan dilapangan masih terjadi antrian alat angkut dan banyaknya para pekerja yang masih terlambat dalam bekerja baik terlambat pada pagi hari ataupun terlambat setelah jam istirahat sehingga akan mempengaruhi produktifitas nyata alat angkut dan alat muat untuk mencapai target produksi terdapat faktor-faktor teknis yang mempengaruhi produksi sehingga dapat mengakibatkan target produksi belum tercapai dan diperlukan upaya perbaikan. Faktor-faktor yang berpengaruh tersebut antara lain, efisiensi kerja, waktu edar.

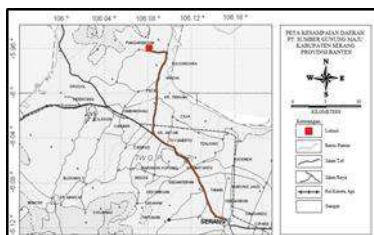
1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut.
2. Upaya peningkatan waktu kerja efektif.
3. Upaya guna meningkatkan produktivitas.

1.3. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan andesit secara administratif terletak di Desa Ukisari, Kecamatan Bojonegara, Kabupaten Serang Provinsi Banten, Secara astronomis PT. Sumber Gunung Maju terletak pada koordinat S 5°57' 29,02" dan E 106° 04' 42,94".



Gambar 2.1.
Peta Kesampaian Daerah

II. METODE PENELITIAN

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan jumlah alat mekanis untuk mencapai sasaran produksi yang diinginkan adalah dengan melakukan analisa terhadap produksi alat-alat mekanis yang digunakan dan juga menganalisis waktu kerja efektif yang digunakan untuk pencapaian target produksi. Untuk itu diperlukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan produksi alat-alat mekanis yang digunakan. Berikut adalah factor-faktor yang mempengaruhi kemampuan produksi dari alat mekanis:

2.1. Sifat Fisik Material

Sifat fisik material sangat berpengaruh terhadap pengoprasian dan kinerja alat mekanis, sifat fisik material berpengaruh dalam penaksiran volume serta jumlah material yang diproduksi berikut adalah beberapa sifat fisik material yang berpengaruh terhadap kinerja dari alat mekanis. Pengembangan material adalah perubahan yang berupa penambahan volume material yang terjadi karena material tersebut dirubah bentuk dari material asli (digali, diangkut, dipadatkan).

$$\text{Swell factor} = \frac{\text{bank volume}}{\text{loose volume}}$$

2.2. Faktor Pengisian Mangkuk

Faktor ini menunjukkan seberapa baik ruang yang tersedia dalam mangkuk yang digunakan, F adalah persentase dari kapasitas mangkuk yang benar-benar diisi dengan material (Hustrulid dkk, 2013). Secara matematis menyatakan faktor pengisian mangkuk sebagai berikut

$$F = \frac{Vn}{Vt} \times 100\%$$

2.3. Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan angkut yang memenuhi syarat adalah bentuk dan ukuran-ukuran dari jalan angkut tersebut sesuai dengan tipe alat angkut yang digunakan. Selain itu juga disesuaikan dengan kondisi tempat kerja yang ada sehingga dapat menjamin serta menunjang segi keamanan dan keselamatan operasi pengangkutan. Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus didasarkan pada *rule of thumb* yang dikemukakan "Aastho Manual Rural Highway Design

$$L = n.Wt + (n + 1)(1/2.Wt)$$

Prosedur untuk menentukan lebar jalan pada tikungan yaitu memperhitungkan jantai alat angkut, jarak antara alat angkut ketika berpapasan, dan lebar tambahan pada sisi luar jalan untuk memperhitungkan kondisi yang sulit pada saat belok.

$$W = 2(U + Fa + Fb + Z) + C$$

2.4. Waktu Edar Alat

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan suatu alat untuk melakukan daur kerja. Semakin kecil waktu edar alat, maka produksinya akan semakin tinggi, Rumus waktu edar alat muat

$$CT = t1 + t2 + t3 + t4$$

Waktu edar alat angkut merupakan waktu siklus dari mulai pemuatan, pengangkutan, penumpahan, hingga kembali lagi ke *loading point*, Rumus waktu edar alat angkut adalah

$$CT = t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6$$

2.5. Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja

Penjadwalan penggunaan alat dan pemeliharaan alat mekanis pada sistem tambang terbuka sangat diperlukan hal ini bertujuan agar alat yang digunakan tidak rusak saat digunakan dan Pada saat terjadi kerusakan alat (*breakdown*), produksi dilakukan oleh alat mekanis lain yang dalam keadaan *standby* atau di luar perbaikan (Hustrulid dkk, 2013) *Job efficiency* Merupakan perbandingan waktu pekerjaan efektif dengan waktu kerja pengoperasian alat mekanis. Terdapat berbagai faktor seperti keterampilan operator, kemudahan atau kesulitan kerja, perawatan harian, dan hal-hal yang mempengaruhi produksi. Seperti ditunjukkan oleh rumus di bawah ini:

$$JE = \frac{\text{Efficiency Hours}}{\text{Operating Hours}}$$

2.6. Faktor Keserasian Alat

Faktor keserasian kerja (*match factor*) adalah angka yang menunjukkan tingkat keserasian kerja antara dua macam alat, yaitu alat muat dan alat angkut. Faktor keserasian kerja dijabarkan sebagai perbandingan antara produksi alat muat dibagi dengan produksi alat angkut. Apabila produksi alat angkut sama dengan produksi alat muat, maka dapat diartikan bahwa kedua alat tersebut sudah serasi. Angka faktor keserasian kerja dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MF = \frac{Na \times CTm}{Nm \times CTa}$$

III. HASIL PENELITIAN

3.1. Tinjauan Lokasi Penambanga

PT. Sumber Gunung Maju merupakan salah satu perusahaan tambang andesit dengan metode penambangan *side hill*. Kegiatan Area penambangan terbagi atas enam (6) *front* dan penelitian ini dilakukan pada dilakukan pada 2 *front* yaitu *front* batu lawang tengah dan Batulawang Barat kedua lokasi tersebut memiliki

jarak yang berbeda namun hampir memiliki lebar *front* penambangan yang sama sehingga penelitian dilakukan dilokasi tersebut, serta kedua *front* tersebut memiliki jarak yang relatif dekat *crushing plant*.

3.2. Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Faktor pengembangan material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada penggalian selalu didasarkan pada keadaan insitu, sedangkan untuk material yang ditangani dan dilakukan pengamatan adalah material lepas (*loose*). Diketahui dari data divisi *engineering* PT. Sumber Gunung Maju material andesit rata rata pada *front* penambangannya memiliki *swell factor* sebesar 1,24.

3.3. Geometri Jalan Angkut

Semakin lebar jalan angkut maka lalu lintas pengangkutan akan semakin aman. Penentuan lebar jalan angkut lurus minimum didasarkan pada alat angkut terbesar yang beroperasi pada tambang. Perhitungan lebar jalan angkut minimum yang dapat dilalui didasarkan lebar *dump truck* Hino Fm 260 Ti. Jalan angkut pada kegiatan penambangan batu andesit ke *dumping area* merupakan jalan angkut dengan 2 jalur setiap *front* penambangan memiliki jalur yang berbeda beda.

3.4. Faktor Pengisian Bucket

Faktor pengisian (*fill factor*) merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata dengan kapasitas baku dari mangkuk (*bucket*) alat muat. Nilai rata-rata faktor pengisian *bucket* (*Bucket Fill Factor*) untuk alat muat *excavator* Kobelco SK330 adalah 89% yang diperoleh dari divisi *engineering* PT. Sumber Gunung Maju

Tabel 3.1
Bucket Fill Factor Alat Gali Muat

No	Volume Nyata (m ³)	Volume Teoritis (m ³)	Bucket Fill Factor
1	1.18	1.4	84.08
2	1.32	1.4	94.49
3	1.34	1.4	95.51
4	1.19	1.4	85.31
5	1.14	1.4	81.33
6	1.15	1.4	81.94
7	1.15	1.4	82.24
8	1.32	1.4	93.98
9	1.17	1.4	83.27
10	1.16	1.4	83.06
11	1.20	1.4	85.41
12	1.29	1.4	91.84
13	1.29	1.4	91.94
14	1.29	1.4	91.84
15	1.30	1.4	92.86
16	1.21	1.4	86.22
17	1.32	1.4	94.49
18	1.15	1.4	81.94
19	1.31	1.4	93.57
20	1.27	1.4	90.41
21	1.18	1.4	84.08
22	1.32	1.4	94.49
23	1.28	1.4	91.63
24	1.29	1.4	92.14
25	1.31	1.4	93.57
26	1.31	1.4	93.57
27	1.38	1.4	98.88
28	1.37	1.4	97.86
29	1.16	1.4	82.96
30	1.35	1.4	96.33
Rata-rata			89.71

3.5. Efisiensi Kerja

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap waktu kerja alat-alat mekanis, didapat adanya hambatan-hambatan pada jadwal dan waktu yang tersedia, hambatan-hambatan tersebut terdiri dari hambatan yang dapat ditekan dan hambatan yang tidak dapat ditekan. Dari pengamatan tersebut dapat ditentukan PA (*Physical Availability*), UA (*Used of Availibility*), WE (*Working Efficiency*), OE (*Operating Efficiency*), and ME (*Maintenance Efficiency*). Sehingga dapat diketahui besarnya efisiensi kerja alat muat Kobelco SK330 sebesar 174,7 jam dan besarnya efisiensi pada alat angkut hino fm 260 Ti

Tabel 3.2

Total Jam Kerja Kobelco SK330

Item	Hours
Total Hours	270
Down-time	7,8
Up-time	262,2
Working Hours	247,2
Stand-by Hours	15
Shift Stand-by Hours	15
Long Move Hours	0
Non-Scheduled Hours	0
Operating Hours	214,7
Pause Hours	32,5
Efficiency Hours	174,7
Operating Delay Hours	40
- Fuel Refill	6,3
- Operator Requirements	2,8
- Work Late	6,3
- Stop Before Break	8,6
- Work Late After Break	8,1
- Stop Before End of Work	7,9

Tabel 3.3

Total Jam Kerja Dump Truck Hino Fm 260 Ti

Item	Hours
Total Hours	270
Down-time	7,8
Up-time	262,2
Working Hours	247,2
Stand-by Hours	15
-Shift Stand-by Hours	15
-Long Move Hours	0
-Non-Scheduled Hours	0
Operating Hours	214,7
Pause Hours	32,5
Efficiency Hours	164,2
Operating Delay Hours	50,5
- Fuel Refill	12
- Operator Requirements	3,1
- Work Late	6,7
- Stop Before Break	7,7
- Work Late After Break	10,7
- Stop Before End of Work	10,3

3.6. Kemampuan Produksi Aktual Alat Muat dan Alat Angkut.

Berikut adalah produksi aktual dari alat muat dan alat angkut yang didapat dari hasil pengamata,

Tabel 3.4

Kemampuan Produksi Aktual Alat Muat

Front Penambangan	Cm (detik)	Kb (m ³)	Bff (%)	Sf	Ek (jam)	Produksi m ³ /bulan	Produksi Ton/bulan
Batulawang Tengah	15,7	1,4	89%	0,64	174,7	31.944	81.777
Batulawang Barat	17,63	1,4	89%	0,64	174,7	28.447	72.825

Tabel 3.5

Kemampuan Produksi Aktual Alat angkut

Front Penambangan	Cta (detik)	Kv (m ³)	Sf	Na	Ek (jam)	Produksi m ³ /bulan	Produksi Ton/bulan
Batulawang Tengah	750,78	8,72	0,64	4	164,2	17.576	44.994
Batulawang Barat	803,24	8,72	0,64	4	164,2	16.428	42.056

IV. PEMBAHASAN

4.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Mekanis

Kondisi lapangan dapat mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut. Dalam kondisi lapangan yang baik, seperti kondisi jalan alat angkut yang tidak berdebu pada musim kemarau ataupun kondisi jalan yang tidak licin pada saat musim hujan, maka alat mekanis dapat bekerja secara optimal sehingga akan meningkatkan produksi. Sebaliknya dalam kondisi lapangan yang buruk alat mekanis tidak bekerja secara optimal sehingga produksi sulit untuk ditingkatkan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produksi batu andesit. Berikut ini adalah analisis dari faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dari alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan:

1. Lebar jalan Angkut

Jalan angkut yang diteliti memiliki jarak yang berbeda beda ditiap front prnambanganya. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, didapat lebar jalan angkut lurus rata-rata sebesar 10-13 meter untuk jalan angkut pada tikungan rata rata memiliki lebar 11-12 meter, dan grade terbesar 13%. Hasil dilapangan sudah sesuai dengan penentuan jalan angkut yang didasarkan pada AASHTO. Lebar jalan angkut lurus untuk 2 jalur pengangkutan sebesar 11 m dan untuk tikungan rata rata memiliki lebar m untuk du jalur sehingga sangat sempit apabila terjadi simpangan antara 2 dump truck.

2. Faktor Pengisian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Nilai *bucket fill factor* dipengaruhi oleh jenis material, kondisi tumpukan material dan kemampuan operator dalam mengoperasikan alat muat. Alat muat *excavator* Kobelco SK330 melakukan 7 kali curah hingga *bucket* dari alat angkut *dump truck* Hino fm 260 Ti penuh. Besar nilai *bucket fill factor* pada kegiatan

penambangan PT. Sumber Gunung Maju adalah 89%.

3. Pola Pemuatan

Berdasarkan posisi alat muat terhadap *front* penggalian dan *truck* pengangkutan material batu andesit oleh *dump truck* Hino Fm 260 Ti menggunakan Teknik *single back up*. Bila menggunakan teknik pemuatan ini terjadi waktu tunggu untuk alat angkut, menunggu *truck* didepannya selesai melakukan pemuatan. Juga terjadi waktu tunggu pada alat muat, hingga *truck* berikutnya selesai mengatur posisi untuk muat. Berdasarkan kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut. Posisi pemuatan dari alat muat ke alat angkut, menggunakan teknik *top loading*. Untuk menggunakan alat muat jenis *excavator*, teknik ini sudah sesuai dibandingkan *bottom loading*..

4. Umur Alat Angkut

Umur dari alat angkut juga sangat berpengaruh terhadap produksi dikarenakan alat angkut yang sudah tua lebih mudah mengalami kerusakan dan dari segi performa alat angkut yang tua kurang bertenaga sehingga akan menambah waktu pengangkutan (*hauling*) dan dapat mengurangi dari jam kerja efektif itu sendiri.

4.2. Pengaruh Waktu Kerja Efektif Sebelum dan Sesudah Perbaikan terhadap Efisiensi Kerja

Untuk mereduksi waktu hambatan yang terjadi karena berhenti bekerja sebelum waktu kerja selesai dapat dilakukan dengan cara mengambil nilai rata rata pada data harian yang telah di teliti dan melakukan perhitungan ulang. Waktu hambatan tersebut dapat berkurang dari 7,9 jam/bulan menjadi 5 jam/bulan pada alat muat dan pada alat angkut dari 10,3 jam/bulan menjadi 5 jam/bulan, Berikut adalah tabel dari hambatan waktu kerja alat muat dan alat angkut setelah ditingkatkan

Tabel 4.1
Hambatan Waktu Kerja Alat Muat Setelah Ditingkatkan

Item	Sebelum Hours	Sesudah Hours
Total Hours	270	270
Down-time	7,8	7,8
Up-time	262,2	262,2
Working Hours	247,2	247,2
Stand-by Hours	15	15
Shift Stand-by Hours	15	15
Long Move Hours	0	0
Non-Scheduled Hours	0	0
Operating Hours	214,7	214,7
Pause Hours	32,5	32,5
Efficiency Hours	174,7	187,4
Operating Delay Hours	40	27,3
- Fuel Refill	6,3	6,3
- Operator Requirements	2,8	2
- Work Late	6,3	5
- Stop Before Break	8,6	4
- Work Late After Break	8,1	5
- Stop Before End of Work	7,9	5

Tabel 4.2
Hambatan Waktu Kerja Alat Angkut Setelah Ditingkatkan

Item	Sebelum Hours	Sesudah Hours
Total Hours	270	270
Down-time	7,8	7,8
Up-time	262,2	262,2
Working Hours	247,2	247,2
Stand-by Hours	15	15
-Shift Stand-by Hours	15	15
-Long Move Hours	0	0
-Non-Scheduled Hours	0	0
Operating Hours	214,7	214,7
Pause Hours	32,5	32,5
Efficiency Hours	164,2	175,2
Operating Delay Hours	50,5	39,5
- Fuel Refill	12	12
- Operator Requirements	3,1	2,5
- Work Late	6,7	7,5
- Stop Before Break	7,7	5
- Work Late After Break	10,7	7,5
- Stop Before End of Work	10,3	5

Kendala tersebut dapat diantisipasi dengan meningkatkan pengawasan terhadap operator alat mekanis, sehingga operator dapat bekerja dengan disiplin. Antisipasi kendala yang terjadi pada saat jam kerja. Dengan upaya tersebut, maka efisiensi kerja dapat ditingkatkan. Dengan mengoptimalkan efisiensi kerja dapat meningkatkan produksi yang menyebabkan target produksi dapat tercapai.

Tabel 4.3
Efisiensi Kerja Setelah Ditingkatkan

No	Jenis Alat	Efisiensi Kerja Sebelum Perbaikan (Jam)	Efisiensi Kerja setelah perbaikan (Jam)
1	Kobelco SK330	174,5	187,4
2	Hino Fm 260 Ti	164,2	175,2

4.3. Upaya Peningkatan Produktivitas

4.3.1. Peningkatan Efisiensi Kerja

Peningkatan efisiensi kerja dapat dilakukan dengan cara menekan waktu hambatan-hambatan yang dapat dihindari dari alat muat dan alat angkut. Setelah dilakukan peningkatan efisiensi kerja, kemampuan produksi dari alat muat serta angkut meningkat

Tabel 4.4
Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Sebelum Dan Setelah Peningkatan Efisiensi Kerja

Jenis Alat	Front Penambangan	Produksi (ton/bulan)	
		Sebelum Peningkatan Efisiensi Kerja	Setelah Peningkatan Efisiensi Kerja
Backhoe Kobelco sk 330	Batulawang Tengah	81.777	87.722
	Batulawang Barat	72.825	78.119
Dumptruck Hino fm 260 ti	Batulawang Tengah	44.994	48.009
	Batulawang Barat	42.056	44.873

Setelah dilakukan peningkatan efisiensi kerja, dapat dilihat bahwa produksi dari alat muat sudah mencapai target produksi sedangkan produksi dari

alat angkut belum memenuhi target sehingga perlu dilakukan upaya lain untuk mencapai target produksi.

4.3.1. Peningkatam Efisiensi Kerja dan Pegoptimalan Waktu edar

Upaya peningkatan ini dilakukan dengan cara menggabungkan peningkatan efisiensi kerja dan pengoptimalan waktu edar alat, pengoptimalan waktu edar pada alat gali muat saai ini, yaitu sebesar 15,70 detik pada *front* Batulawang Tengah dan 17,63 detik pada *front* Batulawang Barat sudah optimal. Namun, waktu edar alat angkut saat ini sebesar 12,51 menit pada *front* Batulawang Tengah kemudian 13,39 menit pada *front* Batulawang Barat masih dapat dioptimalkan lagi dengan beberapa upaya, seperti melakukan perbaikan pada segmen jalan angkut yang kurang lebar pada tikungan dan grade jalan yang masih belum sesuai standar. Setelah dilakukan pengoptimalan, waktu edar alat angkut sebesar 10,81 menit pada *front* Batulawang Tengah kemudian 11,69 menit sehingga produksi dari alat angkut sebesar 55.564 ton/bulan pada *front* Batulawang Tengah dan 51.387 ton/bulan pada *front* Batulawang Barat.

Tabel 4.5
Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Sebelum Dan Setelah Peningkatan Efisiensi Kerja Dan Pengoptimalan Waktu Edar

Jenis Alat	Front Penambangan	Produksi (ton/bulan)	
		Sebelum Peningkatan Efisiensi Kerja dan Pengoptimalan Waktu Edar	Setelah Peningkatan Efisiensi Kerja dan Pengoptimalan Waktu Edar
Backhoe Kobelco sk 330	Batulawang Tengah	87.722	
	Batulawang Barat	78.119	
Dumptruck Hino fm 260 ti	Batulawang Tengah	48.009	55.564
	Batulawang Barat	44.873	51.387

V. KESIMPULAN

Hasil dari perhitungan dan pembahasan uraian materi yang dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor penyebab belum tercapainya target produksi adalah adanya waktu hambatan yang masih bisa ditekan dari efisiensi kerja alat muat 174,7 jam dan alat angkut 164,2 jam, faktor penghambat lainnya adalah kondisi jalan angkut yang masih belum standar dari segmen jalan B-C dan F-G yang lebarnya hanya 10 m dengan standar jalan tikungan sebesar 13 m dan masih ada grade jalan yang tinggi sebesar 13 % sehingga waktu edar alat belum optimal.
2. Perbaikan waktu kerja efektif dilakukan dengan meminimalkan waktu hambatan kerja yang dapat ditekan maka dapat meningkatkan efisiensi kerja yaitu alat muat meningkat dari

174,7 jam menjadi 187,4 jam dan alat angkut meningkat dari 164,2 jam menjadi 175,2 jam.

3. Upaya peningkatan produksi dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain sebagai berikut:
 - a. Cara pertama peningkatan efisiensi kerja dilakukan dengan meminimalkan waktu hambatan kerja yang dapat ditekan maka dapat meningkatkan efisiensi kerja yaitu alat muat meningkat dari 174,7 jam menjadi 187,4 jam dan alat angkut meningkat dari 164,2 jam menjadi 175,2 jam kemampuan produksi alat muat meningkat 81.777 ton/bulan menjadi 87.722 ton/bulan pada *front* Batulawang Tengah kemudian 72.825 ton/bulan menjadi 78.119 ton/bulan serta kemampuan produksi alat angkut meningkat 44.994 ton/bulan menjadi 48.009 ton/bulan pada *front* Batulawang Tengah kemudian 42.056 ton/bulan menjadi 44.873 ton/bulan pada *front* Batulawang Barat.
 - b. Cara kedua menggunakan peningkatan efisiensi kerja dan pengoptimalan waktu edar secara bersama sehingga kemampuan produksi dari alat angkut meningkat dari 48.009 ton/bulan menjadi 55.564 ton/bulan pada *front* Batulawang Tengah kemudian 44.873 ton/bulan menjadi 51.387 ton/bulan pada *front* Batulawang Barat

VI. DAFTAR PUSTAKA

Burt, CN. 2018. *Equipment Selection for Mining*. Springer Nature: Switzerland.

Bemmelen, van, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Netherlands: Martinus Nyhoff, The Haque.

Caterpillar. 2013. *Surface Mine Selection Guide*, CAT.

Darling, P. 2011. *SME Mining Engineering Handbook, Society For Mining, Metallurgy and Exploration*, Inc: United States of America.

Akbar, F.M. 2017. *Kajian Teknis Alat Gali/Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Nikel Di PT. Antam Persero Tbk. Desa Buli, Kecamatan Maba, Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara*. Universitas Lampung.

Hustrulid, W., Kuchta, M. dan Martin, R. 2013. *Open Pit Mine and Design, Vol 1: Fundamentals*. Rotterdam: A.A. Balkema.

Kaufman, W.W. dan J.C. Ault. 1977. *Design of Surface Mine Haulage Roads- A Manual*, Bureau of Mines: Pittsburgh.

Jieun Baek, dan Yosoon Choi. 2017. *A New Method for Haul Road Design in Open – Pit*

- Mines to Support Efficient Truck Haulage Operation.*
- Lanly, J.P., 1998. *The FAO Watershed Management Field Manual: Road Design and Construction in Sensitive Watersheds*, Rome.
- Monenco, 1989. *Design Manual for Surface Mine Haul Roads, Draft report by Monenco Consultants Limited, Calgary, Alberta.*
- Syarif Akbar, Muhhamad 2018. *Analisis Perencanaan dan Produktivitas Penambangan pada blok barat PT. Pada Idi di Desa Luwe Hulu, Kabupaten barito Utara, Kalimantan Utara.* Universitas Bangka Belitung.
- Rusmana, E., Suwitodirdjo, K., dan Suharsono. 1991. *Geologi Lembar Serang, Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.*
- Suwandhi, Awang. 2014. *Perencanaan Jalan Tambang.* Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, UNISBA: Bandung
- Tannant, Dwayne D. dan Bruce Regensburg. 2001 *Guidelines for mine haul road design*, School of Engineering University of British Columbia.
- Thompson, R.J. 2010. *Mine Haul Road Design and Management Best Practices for Safe and Cost-Efficient Truck Haulage*, Curtin University WASM Kalgoorlie WA, Australia.
- Yanto, Indonesianto. 2013. *Pemindahan Tanah Mekanis. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta.* Yogyakarta