

Analisis Dampak Sifat Fisik-Kimia Debu terhadap Keselamatan dan Kesehatan Pekerja pada Proses Pengangkutan Penambangan Nikel PT. Jaya Bersama Sahabat, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara

Sitti Mei Ananda Natali^{1a}, Dyah Probowati¹, Winda¹, Sudaryanto¹

^{1/2}UPN “Veteran” Yogyakarta

Afiliasi/Institusi Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

^aemail : stmeianandanatali@gmail.com

ABSTRACT

PT Jaya Bersama Sahabat, is an Nickel mining company located in North Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province. Mining activities including unloading, loading and transporting cause potential accidents.

In carrying out mining activities, accidents often occur. One of the causes of accidents is environmental factors, one of which is mining dust. Mine dust often causes accidents, especially on hauling roads which are also affected by unsafe acts or unsafe conditions. From the unsafe working conditions and unsafe work actions, it is necessary to implement a good occupational safety and health system to encourage minimizing the risk of accidents in the loading process on the nickel mining hauling road.

The purpose of this study was to calculate the SR and FR of accidents due to mining dust, analyze the impact of mine dust on the hauling road on safety and health, and analyze the hazard control efforts on the hauling road.

Potential accidents occur on the road to the mine area. The road to the mining area is the most vulnerable work area due to, among other things, the bumpy road conditions, slippery conditions when it rains, and the actions of unsafe drivers. Whereas unsafe work actions that most often occur are the neglect of personal protective equipment by workers. Mining work accidents that occurred in 2018 to 2020 were caused by a decrease in the quality of workers' awareness of unsafe actions that caused 3 accidents caused by unsafe actions by workers in nickel mining areas, as well as the level of frequency (frequency rate) for 2018 to 2020 in a row for each year. The cause of the highest accident was due to mining dust, which from 2017 to 2019 there were 6 cases due to mining dust.

Keywords: Nickel, mining dust, frequency rate, severity rate, accident

ABSTRAK

PT Jaya Bersama Sahabat, merupakan sebuah perusahaan penambangan nikel yang berlokasi di Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kegiatan penambangan meliputi pembongkaran, pemuatan, dan pengangkutan yang menimbulkan potensi kecelakaan.

Dalam melaksanakan kegiatan penambangan, sering terjadi kecelakaan. Salah satu penyebab kecelakaan yaitu faktor lingkungan yang salah satunya adalah debu tambang. Debu tambang sering kali menyebabkan kecelakaan terutama di jalan *hauling* yang juga dipengaruhi oleh tindakan tidak aman maupun kondisi tidak aman. Dari kondisi kerja yang tidak aman dan tindakan kerja yang tidak aman tersebut diperlukannya adanya penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja yang baik untuk mendorong minimalisir resiko kecelakaan pada proses pemuatan di jalan *hauling* pertambangan nikel.

Tujuan penelitian ini dilakukan antara lain menghitung *SR* dan *FR* dari kecelakaan akibat debu tambang, menganalisis dampak debu tambang di jalan *hauling* terhadap keselamatan dan kesehatan, serta menganalisis upaya pengendalian bahaya di jalan *hauling*.

Potensi kecelakaan terjadi pada jalan menuju area tambang. Jalan menuju area tambang merupakan daerah kerja yang paling rawan antara lain karena kondisi ruas jalan yang bergelombang, kondisi yang licin pada saat hujan, dan tindakan dari pengemudi yang tidak aman. Penyebab kecelakaan paling tinggi adalah akibat debu tambang yang sejak tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 terjadi 6 kasus akibat debu tambang.

Kata Kunci: Nikel, debu tambang, *frequency Rate*, *severity Rate*, kecelakaan.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Jaya Bersama Sahabat adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa pertambangan bijih nikel

yang berkantor pusat di Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Kegiatan penambangan sarat akan terjadinya kecelakaan yang diakibatkan oleh tindakan tidak aman maupun kondisi tidak aman. Tindakan tidak aman yaitu tindakan yang

berhubungan dengan tingkah laku para manusia dalam melaksanakan pekerjaan yang dapat berakibat terganggunya pekerjaan dan menyebabkan dampak *negative* bagi dirinya maupun orang lain yang dapat menyebabkan cedera ringan hingga kematian sedangkan kondisi tidak aman yaitu kondisi yang berhubungan dengan kondisi tempat kerja atau peralatan yang digunakan dalam pekerjaan yang dapat berakibat terganggunya pekerjaan dan menyebabkan dampak *negative*.

Dalam proses penambangan bijih nikel terdapat kondisi tidak aman dan tindakan kerja tidak aman, salah satunya akibat debu tambang.

Debu yang dihasilkan dari proses penambangan memiliki sifat fisik-kimia yang memiliki pengaruh yang besar utamanya terhadap kesehatan para pekerja. Dari data tahun 2018 di dapatkan 6 kecelakaan yang terjadi akibat dari debu tambang tersebut. Data tersebut membuktikan bahwa tingkat resiko kecelakaan yang disebabkan oleh debu tambang ini sendiri cukup tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Kurangnya kesadaran para pekerja atas keselamatan dan kesehatan dalam bekerja yang dapat mengakibatkan kecelakaan ringan maupun fatal. Selain itu juga, dilapangan sering kali terjadi kurangnya pengawasan terhadap pekerja tentang keselamatan dan kesehatan kerja oleh *project manager* maupun *supervisor* di lapangan. Alat dan perlengkapan kerja yang kurang menunjang kesehatan dan keselamatan kerja para pekerja di lapangan serta penanganan terhadap debu tambang yang kurang maksimal

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah;

1. Menghitung SR dan FR dari kecelakaan akibat debu tambang
2. Menganalisis dampak debu tambang di jalan *hauling* terhadap keselamatan dan kesehatan para pekerja
3. Menganalisis upaya pengendalian bahaya di jalan *hauling*.

II. KESAMPAIAN DAERAH

Lokasi penelitian dapat di tempuh melalui transportasi udara dari bandara Yogyakarta Internasional Airport Kulon Progo menuju Bandara Haluoleo di Kendari dengan waktu tempuh ± 6 jam adalah rata – rata waktu penerbangan. Kemudian dari bandara Haluoleo menuju lokasi penambangan di waturambaha dapat ditempuh dengan jalur transportasi darat yaitu menggunakan mobil dengan waktu tempuh ± 8 jam perjalanan.

III. METODE

3.1. Debu

Debu merupakan partikulat padat yang berukuran antara 1 mikron sampai dengan 100 mikron. Debu didefinisikan sebagai suatu sistem disperse (aerosol) dari partikulat padat yang dihasilkan secara

mekanik seperti *crushing* (penghancuran), *rarefaction* (penghalusan) atau *grinding* (penggerindaan).

Berdasarkan ukurannya, partikulat debu dibagi menjadi tiga kelompok yakni:

- a. Partikulat debu inhalable, merupakan partikulat debu yang dapat terhirup ke dalam mulut atau hidung serta berbahaya bila tertimbun dimanapun dalam saluran pernafasan.
- b. Partikulat debu thoracic, merupakan partikulat debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernafasan atas dan masuk ke dalam saluran udara di paru-paru.
- c. Partikulat debu respirable, adalah partikulat airborne yang dapat terhirup dan dapat mencapai daerah bronchiola sampai alveoli di dalam sistem pernafasan. Partikulat debu jenis ini berbahaya bila tertimbun di alveoli yang merupakan daerah pertukaran gas di dalam sistem pernafasan.

3.2. Sifat Fisik-Kimia Debu Tambang

1. Sifat Fisik

a. Sifat Pengendapan

Sifat debu yang bergantung pada gaya gravitasi bumi.

b. Sifat Permukaan Basah

Sifat permukaan debu akan cenderung selalu basah, dilapisi oleh lapisan air yang sangat tipis.

c. Sifat Penggumpalan

Permukaan debu yang selalu basah dapat menjadikan debu menempel satu sama lain dan dapat menggumpal. Akan tetapi bila tingkat humiditas di atas titik saturasi mempermudah penggumpalan.

d. Sifat Listrik Statik

Debu mempunyai sifat listrik statis yang dapat menarik partikel lain yang berlawanan. Dengan demikian, partikel dalam larutan debu mempercepat terjadinya proses penggumpalan.

Agar dapat mengendalikan zat-zat berbutir dalam udara tambang dengan baik, maka perlu dipahami sifat-sifat dasar sebagai berikut :

- 1) Zat-zat berbutir, baik cairan maupun padat yang menunjukkan kelakuan yang serupa apabila dikandung dalam udara.
- 2) Butiran-butiran debu baik yang mengakibatkan penyakit maupun ledakan/mudah terbakar berukuran <10 mikron. Butiran-butiran yang berukuran <5 mikron diklasifikasikan sebagai debu terhirup (*respirable dust*).
- 3) Butiran-butiran >10 tidak tinggal lama di dalam suspensi aliran udara.
- 4) Debu-debu tambang dan industri mempunyai karakteristik berukuran sangat kecil, antara 0,5-3 mikron. Aktivitas kimianya meningkat dengan semakin berkurangnya ukuran butir.
- 5) Debu dibawah ukuran 19 mikron yang menyebabkan akibat serius terhadap kesehatan tidak mempunyai berat yang berarti atau lamban (*inertia*), dengan demikian dapat tinggal sebagai

suspensi dalam udaradan mustahil dapat mengendap dari aliran udara.

6) Untuk mengendalikan debu halus tersebut (<10 mikron) yang telah mengapung di dalam udara, memerlukan pengontrolan aliran udara dimana debu bersuspensi. (Rahmadani 2017).

2. Sifat Kimia

Jenis debu terkait dengan daya larut dan sifat kimianya. Adanya perbedaan daya larut dan sifat kimiawi ini, maka kemampuan mengendapnya di paru juga akan berbeda pula. Demikian juga tingkat kerusakan yang ditimbulkannya juga akan berbeda pula. Mengelompokkan partikel debu menjadi dua yaitu debu organik dan anorganik.

3.3 Penyakit Akibat Debu Tambang

Adapun contoh penyakit yang mungkin timbul akibat paparan debu tambang nikel antara lain :

1) Silikosis

Silikosis adalah penyakit yang paling penting dari golongan penyakit paru akibat kerja. Penyebabnya adalah silika bebas (SiO2) yang terdapat dalam debu yang dihirup waktu bernafas dan ditimbun dalam paru paru dengan masa inkubasi 2-4 tahun.

2) Asma

Asma Karena Pekerjaan adalah suatu penyakit saluran pernafasan yang ditandai dengan serangan sesak nafas, bengek dan batuk, yang disebabkan oleh berbagai bahan yang ditemui di tempat kerja. Gejala-gejala tersebut biasanya timbul akibat kejang pada otot-otot yang melapisi saluran udara, sehingga saluran udara menjadi sangat sempit.

3) Kanker Paru

Zat yang bersifat karsinogen dan dapat menimbulkan kanker paru antara lain adalah asbes, uranium, gas mustard, arsen, nikel, khrom, khlor metil eter, pembakaran arang, kalsium klorida dan zat radioaktif serta tar batubara. Pekerja yang berhubungan dengan zat-zat tersebut dapat menderita kanker paru setelah paparan yang lama, yaitu antara 15 sampai 25 tahun. Pekerja yang terkena adalah mereka yang bekerja di tambang, pabrik, tempat penyulingan dan industri kimia.

3.4 Statistik Kecelakaan Tambang

1. Pengertian Frequency Rate (FR) dan Severity Rate (SR)

Frequency Rate merupakan perhitungan yang bermanfaat pada setiap organisasi karena mengukur jumlah injury yang terjadi akibat kecelakaan di tempat kerja dibandingkan dengan total kerja. Nilai sangat fleksibel dan dapat digunakan untuk mengukur berbagai tipe kecelakaan pada populasi besar. Severity Rate merupakan perhitungan untuk mengetahui tingkat keparahan dari suatu kecelakaan yang terjadi. Severity Rate mengukur banyaknya hari yang hilang akibat injury. Namun, perhitungan ini tidak dapat mengungkapkan tingkat keparahan injury yang bersifat kronis, seperti hearing loss. Hal ini disebabkan karena keduanya

tidak akan menyebabkan ketidakhadiran pekerja yang signifikan karena gejalanya baru timbul dalam waktu lama.

2. Perhitungan Frequency Rate (FR) dan Severity Rate

Statistik kecelakaan tambang ditetapkan setiap tahun berdasarkan kekerapan dan keparahan kecelakaan yang terjadi pada pekerja tambang yang dihitung dari:

a. FR adalah Jumlah korban kecelakaan dibagi dengan jumlah jam kerja orang

$$\frac{\text{Jumlah cedera hilang waktu kerja} \times 1.000.000}{\text{Jumlah jam pemaparan dalam periode tersebut}}$$

b. SR adalah Jumlah hari yang hilang dibagi dengan jumlah jam kerja orang.

IV. HASIL PENELITIAN

4.1. Pelaksanaan Kegiatan Pengangkutan di Jalan Hauling

$$\frac{\text{Jumlah pembebanan hari hilang waktu kerja} \times 1.000.000}{\text{Jumlah jam pemaparan dalam periode tersebut}}$$

Kegiatan pengangkutan PT. Jaya Bersama Sahabat dilakukan setelah lokasi penambangan bersih dari tumbuh-tumbuhan menggunakan Bulldozer . Pengangkutan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengangkut material ore dari front penambangan untuk dibawa ke Jetty sebelum mengalami proses pengapalan , dimana proses pengangkutan penambangan dilakukan dengan menggunakan Dump Truck

Jarak dari Pit ke Jetty adalah 2.29 km dengan alat angkut Dumpttruck jenis Hino FM 260 JD. Dengan kondisi jalan angkut di PT. Jaya Bersama Sahabat (Gambar 4.2) banyak sekali resiko kecelakaan yang bisa terjadi di jalan angkut. Baik yang diakibatkan oleh Unsafe Action maupun Unsafe Condition yang dapat berpengaruh terhadap keselamatan maupun kesehatan para pekerjanya.



Gambar 4.2 Kondisi Jalan Angkut Lokasi Penelitian

4.2 Jumlah Karyawan dan Ketersediaan APD

Jumlah Karyawan di PT. Jaya Bersama Sahabat dari tahun ke tahun bisa mengalami penurunan maupun kenaikan tergantung kebijakan perusahaan dimana status pegawai ada sebagai pegawai kontrak

dan sebagian besar pegawai tetap sistem kerjapun terbagi dalam dua bagian dimana ada yang bekerja di lapangan dan ada yang di Kantor dimana PT. Jaya Bersama Sahabat memulai jam operasional kantor dari Pukul 07.00 WIB – 15.00 WIB sehingga jam kerja rata-rata pegawai adalah 8 jam/ hari.

Tabel 4.1 Daftar APD Karyawan Lapangan

No	Jenis Alat Pelindung Diri	Keterangan	Jenis Pekerjaan
1	Helm	Melindungi kepala terhadap benturan saat di lapangan.	Semua pekerja di lapangan wajib menggunakan Helm
2	Masker 3M 8210	Melindungi dari debu saat proses pengambilan sampel <i>ore</i> dan <i>preparation sample</i> .	Quality Control
3	Safety Goggles	Melindungi dari debu dan partikel yang beterbangan saat pengambilan sampel <i>ore</i> dan <i>preparation sample</i> .	Quality Control
4	Sarung Tangan	Melindungi tangan dari luka dan iritasi saat bekerja.	Quality Control
4	Sarung Tangan	Melindungi tangan dari luka dan iritasi saat bekerja.	Quality Control
5	Safety Shoes	Melindungi kaki dari benturan yang dapat menyebabkan cedera.	Semua pekerja di lapangan wajib menggunakan <i>safety shoes</i> .

Tabel 4.2 Jumlah Pekerja PT. Jaya Bersama Sahabat

No	Jabatan	Status Pegawai	Jumlah (orang)
1	Kepala Teknik Tambang	Tetap	1
2	Project Manager	Tetap	1
3	Supervisor	Kontrak	4
3	Supervisor	Kontrak	4
4	Admin Lapangan	Kontrak	4
5	Pengawas Lapangan	Kontrak	35
6	Subcontractor	Kontrak	65

Peralatan dan perlengkapan K3 ini meliputi Alat Pelindung Diri (APD), yang berfungsi untuk mengurangi kecelakaan dalam kegiatan penambangan yang dapat mengakibatkan korban

jiwa dan menimbulkan jam kerja yang hilang, rambu-rambu dan perlengkapan penunjang lainnya. Perusahaan telah melakukan pengadaan peralatan dan perlengkapan K3 khususnya karyawan yang bekerja di area penambangan berdasarkan kondisi kerja di lapangan serta jumlah pekerja yang akan bekerja dalam kegiatan tersebut.

4.3 Manajemen Keselamatan Kerja di PT. Jaya Bersama Sahabat

Demi terciptanya kegiatan penambangan batu nikel yang aman dan efektif, pihak perusahaan melalui divisi K3 telah melakukan beberapa program K3 untuk menjamin keselamatan para pekerja dan peningkatan produktivitas perusahaan, yaitu dengan memasang rambu-rambu keselamatan kerja, akan tetapi pihak perusahaan baru sebatas memasang rambu-rambu petunjuk umum saja untuk keselamatan kerja.

Berikut adalah rambu tindakan keselamatan kerja berupa rambu peringatan di PT. Jaya Bersama Sahabat (lihat Gambar 4.3)



Gambar 4.3 Rambu-rambu K3

Perusahaan saat ini perusahaan juga tengah menjalankan program-program yang ditujukan untuk keselamatan kerja yaitu kegiatan *safety talk* dan pengecekan APD (lihat Tabel 4.4), yaitu :

Tabel 4.3 Program- Program K3

No	Kegiatan K3	Waktu pelaksanaan	Deskripsi
1.	Pengecekan Alat Pengaman Diri (APD)	Pengecekan Alat Pengaman Diri (APD)	Untuk keamanan diri para pekerja yang bekerja pada area penambangan
1.	Pengecekan Alat Pengaman Diri (APD)	Pengecekan Alat Pengaman Diri (APD)	Untuk keamanan diri para pekerja yang bekerja pada area penambangan
2.	Safety Talk (Daily)	Setiap pagi sebelum memulai pekerjaan	Memberikan arahan terkait dengan keselamatan area operasi tambang dan target produksi
3.	Safety Talk (weekly)	Setiap hari senin pagi	Mengevaluasi kinerja K3 di area tambang dan memberikan arahan untuk penanganan terhadap daerah yang rawan kecelakaan (<i>Unsafe Action</i>)

4.	<i>Safety Talk (monthly)</i>	Setiap awal bulan	Rapat bulanan bersama-sama karyawan PT. Jaya Bersama Sahabat dan memberikan sebuah penyegaran mengenai pentingnta K3 Tambang di area penambangan nikel PT. Jaya Bersama Sahabat
5.	<i>Safety Talk untuk Pengunjung (Visitor)</i>	Setiap ada kunjungan	Semua pengunjung yang diberi ijin oleh KTT untuk masuk wilayah pertambangan PT. Jaya Bersama Sahabat diwajibkan untuk melapor dan mengisi buku daftar hadir bagi karyawan dan daftar buku tamu untuk orang yang diijinkan masuk wilayah pertambangan.

4.4 Identifikasi Potensi Bahaya

Pada kegiatan penambangan PT. Jaya Bersama Sahabat ada beberapa kecelakaan yang terjadi, namun juga terdapat beberapa potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan. Proses pengidentifikasian dan penilaian potensi kecelakaan yang mungkin timbul dilakukan agar dapat mencegah kecelakaan yang dapat terjadi. Adapun potensi-potensi bahaya yang dapat terjadi pada saat kegiatan pengangkutan yaitu sebagai berikut:

Tahap Pengangkutan

Pada tahap ini dilakukan pengangkutan material *ore*, dimana material tersebut dibawa menjadi langsung dibawa oleh *dumprtruck* untuk kemudian langsung dibawa ke *jetty*. Dari urutan kerja tersebut terdapat potensi bahaya dimana saat musim penghujan dapat mengakibatkan kondisi jalan yang basah dan licin, sedangkan pada musim panas kondisi jalan jadi berdebu dan rawan selip, sehingga dapat mengganggu proses produksi (lihat Tabel 4.4).



Gambar 4.4 Dumphtruck yang terperosok akibat jalan yang bergelombang dan berlubang ketika diguyur hujan.

Identifikasi Bahaya	Potensi Bahaya
Jalan yang tidak rata menyebabkan genangan air apabila setelah hujan (lihat Gambar 4.4)	Dapat mengakibatkan tergelincirnya alat berat
Jalan yang tidak rata menyebabkan genangan air apabila setelah hujan (lihat Gambar 4.4)	Dapat mengakibatkan tergelincirnya alat berat
Jalan yang tidak rata menyebabkan genangan air apabila setelah hujan	Genangan air mengakibatkan jalan berlumpur yang membuat ban <i>Dump Truck</i> terperosok dan selip (lihat Gambar 4.4)
Operator <i>Dumprtruck</i> tidak menutup kaca jendela <i>Dumprtruck</i> sehingga debu dapat masuk dan terhirup.	Batuk-batuk selama proses penambangan sehingga berpengaruh pada konsentrasi dan produktifitas pekerja.

4.5. Statistik Kecelakaan

Statistik kecelakaan akibat kerja meliputi kecelakaan yang dikarenakan oleh atau diderita pada waktu menjalankan pekerjaan yang berakibat kematian atau Luka serius yang mengakibatkan cedera fisik permanen. Tujuan dikumpulkannya statistik dari suatu kecelakaan kerja adalah untuk mengetahui apakah kecelakaan-kecelakaan tersebut bertambah atau berkurang dan untuk menilai efektif atau tidaknya usaha pencegahan.

4.5.1. Data Kecelakaan Kegiatan Penambangan

Menurut hasil pengamatan dan data yang didapatkan dari perusahaan, kecelakaan terjadi karena tindakan yang tidak aman, juga kondisi yang tidak aman. Data kecelakaan kerja kegiatan penambangan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.4. Data Kecelakaan Kerja Kegiatan Pengangkutan Akibat Debu

No	Tanggal	Lokasi	Tipe Kecelakaan	Kecelakaan
1	3 September 2017	Area Penambangan	<i>Unsafe Act</i>	Pengemudi <i>truck</i> mengemudi secara oleng dan menabrak <i>safety bomb</i> dikarenakan partikel debu tambang di jalan pengangkutan tambang mengganggu pandangan pengemudi sehingga mengganggu focus yang diakibatkan oleh pengemudi yang tidak menaikkan kaca <i>truck</i> .
2	18 Maret 2018	Area Penambangan	<i>Unsafe Condition</i>	Ban <i>truck</i> terselip dikarenakan debu tambang di jalan <i>hauling</i> membuat jalanan menjadi licin
3	3 Juli 2018	Area Penambangan	<i>Unsafe Condition</i>	Ban <i>truck</i> terselip dikarenakan debu tambang di jalan <i>hauling</i> membuat jalanan menjadi licin
4	19 Agustus 2018	Area Penambangan	<i>Unsafe Act</i>	Pengemudi <i>truck</i> mengemudi secara oleng dan menabrak <i>safety bomb</i> dikarenakan debu di jalan pengangkutan tambang mengganggu pandangan pengemudi sehingga mengganggu focus yang diakibatkan oleh pengemudi yang tidak menaikkan kaca <i>truck</i> .

4	19 Agustus 2018	Area Penambangan	Unsafe Act	Pengemudi truck mengemudi secara oleng dan menabrak safety bomb dikarenakan debu di jalan pengangkutan tambang mengganggu pandangan pengemudi sehingga mengganggu focus yang diakibatkan oleh pengemudi yang tidak menaikkan kaca truck.
5	2 April 2019	Area Penambangan	Unsafe Act and Unsafe Condition	Truck terbalik dikarenakan pengemudi kurang focus akibat debu yang masuk ke mata dan juga ban terselip.
5	2 April 2019	Area Penambangan	Unsafe Act and Unsafe Condition	Truck terbalik dikarenakan pengemudi kurang focus akibat debu yang masuk ke mata dan juga ban terselip.
6	1 Juni 2019	Area Penambangan	Unsafe Act	Pengemudi truck mengemudi secara oleng dan menabrak safety bomb dikarenakan debu di jalan pengangkutan tambang mengganggu pandangan pengemudi sehingga mengganggu focus yang diakibatkan oleh pengemudi yang tidak menaikkan kaca truck.

Pada data Kecelakaan Kerja Kegiatan Pengangkutan tambang Nikel diatas diketahui bahwa Akibat jalan yang licin sehingga roda kendaraan dumptruck selip sehingga mengakibatkan jumlah hari hilang pada kegiatan di karenakan waktu penanganan pada waktu terjadinya kecelakaan.

Statistik kecelakaan pekerja yang dianalisis di kegiatan Penambangan Nikel PT. Jaya Bersama Sahabat adalah Persentase kecelakaan (Incidence Rate) tingkat kekerapan (frequency rate) dan tingkat keparahan (severity rate).

Statistik kecelakaan dapat digunakan untuk mengidentifikasi naik turunnya (trend) dari suatu kecelakaan kerja. Selain itu juga untuk membandingkan kinerja antara tempat kerja dan industri yang serupa, memberikan informasi mengenai prioritas pengalokasian dana Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), serta memonitor kinerja organisasi.

4.5.2 Korban Kecelakaan

Perusahaan memberikan kebebasan untuk pekerja berobat diluar fasilitas medis perusahaan dengan tembusan melalui administrasi untuk penggantian biaya berobat.

Tabel 4.5 Korban Kecelakaan 2018-2020

No.	Tanggal	Cidera Ringan	Cidera Berat	Keterangan Korban
1	3 September 2017	1	-	1 pekerja lulusan SMA
2	18 Maret 2018	-	1	1 pekerja lulusan SMA
3	3 Juli 2018	-	1	1 pekerja lulusan SMA
4	19 Agustus 2018	1	-	1 pekerja lulusan SMA
5	2 April 2019	-	1	1 pekerja lulusan SMA
6	1 Juni 2019	1	-	1 pekerja lulusan SMA

4.5.3 Perhitungan nilai Frequency Rate (FR)

Frequency Rate digunakan untuk mengidentifikasi jumlah cidera yang menyebabkan tidak bisa bekerja per sejuta orang pekerja. Ada dua data penting yang harus ada untuk menghitung frekuensi rate, yaitu jumlah jam kerja hilang akibat kecelakaan kerja dan jumlah jam kerja orang yang telah dilakukan.

Angka kekerapan kecelakaan / Frequency Rate (FR) tahun 2018

Jumlah jam kerja sehari : 7 jam
 Jumlah hari kerja setahun : 290 hari
 Jumlah tenaga kerja : 108 orang
 Jumlah jam kerja pada tahun 2015 : 7 jam / hari x 290 hari x 110 pekerja = 219.240 jam

$$FR = \frac{\text{Jumlah cedera hilang waktu kerja} \times 1.000.000}{\text{Jumlah jam pemaparan dalam periode tersebut}}$$

$$= \frac{3}{219.240} \times 1.000.000$$

= 13,6 artinya, pada periode kerja tahun 2018 terdapat kehilangan waktu kerja 13,6 jam per sejuta jam orang kerja.

4.5.4 Perhitungan nilai Severity Rate (SR)

Perhitungan nilai Severity Rate (SR) menunjukkan bahwa angka yang menunjukan jumlah hari yang hilang per satu juta jam kerja orang akibat kecelakaan selama periode 1 tahun namun pada tahun 2018 kecelakaan kerja yang terjadi tidak mengakibatkan hari hilang.

Angka keparahan kecelakaan / Severity Rate (SR) tahun 2018

Jumlah jam kerja sehari : 7 jam
 Jumlah hari kerja setahun : 290
 Jumlah tenaga kerja : 108
 Jumlah hari hilang : 1
 Jumlah jam kerja pada tahun 2018 : 7 jam/hari x 290 hari x 110 pekerja = 219.240 jam

$$SR = \frac{\text{Jumlah pembebanan hari hilang waktu kerja} \times 1.000.000}{\text{Jumlah jam pemaparan dalam periode tersebut}}$$

$$= \frac{2}{219.240} \times 1.000.000$$

= 9,12 artinya selama tahun 2018 telah terjadi kehilangan waktu kerja sebesar 9,12 hari per sejuta jam kerja orang.

Statistik kecelakaan pekerja dan hari hilang akibat kondisi tidak aman yang terjadi di area penambangan PT. Jaya Bersama Sahabat ditetapkan setiap tahun berdasarkan tingkat kekerapan dan tingkat keparahan yang terjadi pada pekerja.

4.5.5 Perhitungan nilai Persentase Kecelakaan Kerja (IR)

Persentase kecelakaan atau *Incidence Rate* yang disebabkan oleh tindakan tidak aman (*unsafe act*) dimana perhitungan nilai *Incidence Rate* menunjukkan persentase kecelakaan atau *Incidence Rate* yang disebabkan oleh tindakan tidak aman (*unsafe act*) dimana Perhitungan nilai *Incidence Rate* menunjukkan Persentase jumlah kecelakaan yang terjadi ditempat kerja selama tahun 2018 - 2020 (lihat Tabel 4.10)

$$= \frac{\text{Jumlah kecelakaan karena tindakan tidak aman (unsafe act)}}{\text{Jumlah kecelakaan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{3}{6} \times 100\%$$

= 50 % , artinya pada tahun 2017-2020 terdapat 50 % kecelakaan akibat tidakan tidak aman.

4.6. Analisis Pengaruh Debu Tambang terhadap Kesehatan para Pekerja

Tabel 4.6 Jumlah Tingkat Penyakit yang Diidap Tingkat Provinsi

Kabupaten/Kota	Malaria	TB Paru	Pneumonia	Kusta
Buton	707	194	95	22
Muna	3.546	104	198	19
Konawe	1.837	206	635	9
Kolaka	412	426	747	27
Konawe Selatan	2.004	455	534	39
Bombana	2.831	277	89	23
Wakatobi	667	130	5	1
Kolaka Utara	205	184	3	18
Buton Utara	529	116	16	7
Konawe Utara	62	704	2	3
Kolaka Timur	652	150	52	7
Konawe Kepulauan	679	57	372	7
Muna Barat	207	139	52	6
Buton Tengah	1.044	192	19	20
Buton Selatan	819	149	99	14
Kota Kendari	828	695	457	17
Kota Baubau	1.421	350	85	30
Sulawesi Tenggara	18.447	4.611	3.460	269

Tabel 4.6 Jumlah Tingkat Penyakit Yang Diidap Konawe Utara

Jenis Penyakit	Jumlah
ISPA	122
HIPERTENSI	78
ISK	44
DISPEPSIA	30
PNEUNOMIA	28
DM TIPE II	25
FARINGITIS	24
SUSP TB	93
DIARE AKUT	21
GASTRITIS	9

Kabupaten Konawe Utara merupakan kabupaten dengan jumlah lokasi penambangan Nikel terbanyak se-Sulawesi Tenggara. Dari hasil penelitian, debu kerap kali menjadi penyebab kecelakaan terutama di jalan tambang. Selain itu

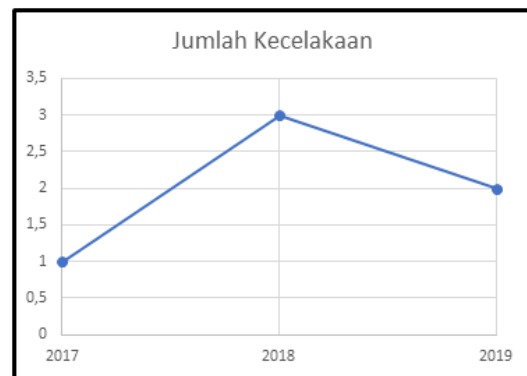
juga debu menjadi penyebab gangguan kesehatan terbesar bagi para pekerja, ditandai dengan data statistika yang disajikan oleh Badan Pusat Statistik Sulawesi Tenggara bahwa pada tahun 2017 dan 2019 jenis penyakit yang tingkat pengidapnya paling tinggi di wilayah Konawe Utara adalah penyakit yang menyerang sistem pernapasan

V. PEMBAHASAN

Kesehatan dan keselamatan kerja dalam industri pertambangan merupakan sesuatu yang tidak boleh diabaikan. Dengan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja yang baik serta *Standard Operasional Prosedur* (SOP) yang jelas, maka pekerja tambang dapat terjamin keselamatan dan kesehatannya sehingga pekerja merasa aman, terlindungi dan dapat bekerja secara optimal dan efisien.

5.1. Tingkat Kekerapan atau *Frequency Rate* (FR) dan Tingkat Keparahan atau *Severity Rate* (SR) Kecelakaan

5.1.1. Persentase Penyebab Kecelakaan Kerja
 Persentase penyebab utama terjadinya kecelakaan pada PT. Jaya Bersama Sahabat disebabkan oleh



tindakan tidak aman (*unsafe act*) sebesar 50%, kondisi tidak aman (*unsafe condition*) sebesar 33,3%, dan yang disebabkan oleh keduanya sebesar 16,6%

Gambar 5.1. Jumlah kecelakaan selama tahun 2017-2019

5.1.2. *Trend* Tingkat Kekerapan (*Frequency Rate*) dan Tingkat Keparahan (*Severity Rate*) Kecelakaan PT. Jaya Bersama Sahabat

Tingkat kekerapan (*frequency rate*) dan tingkat keparahan (*severity rate*) kecelakaan pada PT. Jaya Bersama Sahabat mengalami *trend* yang cenderung berubah ubah dari tahun 2017 hingga tahun 2019. Dari tahun 2017 ke 2018 tingkat *FR* mengalami peningkatan, sementara dari tahun 2018 ke 2019 nilai *FR* mengalami penurunan. Untuk nilai *SR* sendiri mengalami penurunan dari tahun 2018 hingga 2019. Dari analisis yang dilakukan, hal ini disebabkan oleh penggunaan *Water Tank* pada tahun 2019 sehingga mengurangi kecelakaan akibat debu.

Tabel 5.1 *Frequency Rate* dan *Severity Rate* Tahun 2017 – 2019

No	Tahun	<i>Frequency Rate</i>	<i>Severity Rate</i>
1	2017	5	-
2	2018	14	9
3	2019	9	4

5.1.3 Faktor Penyebab Kecelakaan

Penyebab utama terjadinya kecelakaan menurut H.W Heinrich (1931) dengan teorinya yang dikenal sebagai teori Domino Heinrich, penyebab kecelakaan adalah 50% disebabkan oleh tindakan tidak aman (*unsafe act*), 33,33% disebabkan oleh kondisi tidak aman (*unsafe condition*), dan 16,66% disebabkan oleh keduanya (*unsafe act* dan *unsafe condition*)

Tabel 5.2. Persentase penyebab kecelakaan kerja

No.	Penyebab Kecelakaan	Jumlah Kecelakaan	Persentase (%)
1	Kondisi tidak aman (<i>unsafe condition</i>)	2	33.33
2	Tindakan tidak aman (<i>Unsafe Act</i>)	3	50
3	Kondisi dan Tindakan tidak aman (<i>Unsafe Act</i> dan <i>Unsafe Condition</i>)	1	16.66
Jumlah		6	100

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan. Secara umum faktor-faktor tersebut dibagi menjadi dua yaitu faktor penyebab langsung dan faktor penyebab tidak langsung.

5.1.3.1. Faktor Penyebab Langsung

1. Kondisi Tidak Aman.

Kondisi tidak aman merupakan situasi atau keadaan yang dapat berasal dari peralatan dan kondisi lingkungan kerja serta dapat menimbulkan celaka jika keadaan tersebut tidak diperbaiki. Terdapat beberapa kondisi tidak aman yang dijumpai di jalan *hauling*, yaitu kondisi jalan yang bergelombang, tidak keras, berlubang, dan menggenang pada saat musim hujan, serta kering, berkerikil, licin, dan berdebu pada musim panas turut mempengaruhi besar kecilnya potensi kecelakaan, untuk itu perlu dilakukan perbaikan dan pemeliharaan jalan untuk membuat kondisi jalan lebih aman untuk dilalui.

2. Tindakan Tidak Aman.

Tindakan tidak aman (*unsafe act*) merupakan perbuatan berbahaya dari manusia yang seharusnya tidak perlu dilakukan dalam melakukan suatu pekerjaan, dimana perilaku tersebut dapat meningkatkan kemungkinan celaka jika tidak diubah.

Tindakan tidak aman yang sering terjadi adalah tidak menjaga jarak aman dan kecepatan maksimum. Tindakan tidak aman ini sering terjadi karena masih diterapkannya sistem ritase dimana pemberian upah setiap unit didasarkan pada berapa

kali unit tersebut melakukan pengangkutan, sehingga para operator cenderung melanggar batas kecepatan maksimum agar dapat melakukan pengangkutan dengan frekuensi sebanyak mungkin.

Tindakan tidak aman lain yang turut menjadi pemicu terjadinya kecelakaan adalah tidak melakukan Pemeriksaan dan Pengecekan Harian (P2H), melanggar rambu-rambu lalu lintas, tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap, menggunakan saluran radio tidak sesuai dengan lokasi kerja dan memuat material tidak sesuai prosedur. Fungsi pengawasan perlu ditingkatkan kembali agar tindakan-tindakan tidak aman yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dapat diminimalisir, paling tidak disediakan satu pengawas yang selalu ada pada setiap area kerja untuk melakukan pengawasan. Penyediaan lahan khusus untuk parkir kendaraan ringan juga diperlukan untuk mengurangi risiko terjadinya interaksi antara alat muat, alat angkut, dan juga kendaraan ringan.

5.1.3.2. Faktor Penyebab Tidak Langsung

Faktor penyebab tidak langsung dari kecelakaan yang terjadi di PT. Jaya Bersama Sahabat adalah rendahnya tingkat pendidikan pekerja. Pendidikan seseorang berpengaruh dalam pola pikir seseorang dalam menghadapi pekerjaan yang dipercayakan kepadanya. Selain itu, pendidikan juga akan mempengaruhi tingkat penyerapan terhadap pelatihan yang diberikan dalam rangka melaksanakan pekerjaan atau keselamatan kerja. Hubungan tingkat pendidikan dengan lapangan pekerjaan yang tersedia adalah pekerja dengan tingkat pendidikan rendah akan bekerja di lapangan yang mengandalkan fisik.

Hal ini dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja karena beban fisik yang berat dapat mengakibatkan kelelahan yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan. Pendidikan yang dimaksud adalah pendidikan formal yang diperoleh di sekolah atau instansi pendidikan tertentu yang dapat berpengaruh terhadap perilaku pekerja. Selain itu pendidikan formal, pendidikan non formal seperti penyuluhan dan pelatihan juga dapat berpengaruh terhadap pekerja terjadap pekerjaannya.

5.2. Upaya Menurunkan Tingkat Resiko Kerja pada Area *hauling* PT. Jaya Bersama Sahabat

Dari teori Domino Heinrich yang diuraikan di bab III, dilakukan proses analisis sebab – sebab kecelakaan yang terjadi seperti penyebab langsung yang terdiri dari *unsafe condition* atau kondisi tidak aman dan *unsafe act* atau tindakan tidak aman yang menyebabkan kecelakaan yang ada. Menurut hasil analisis yang didasarkan oleh teori Domino Heinrich, agar kelima faktor kecelakaan yang disampaikan pada teori tersebut tidak ada dan menyebabkan terjadinya kejadian berikutnya sesuai

rangkaian domino yang ada, sebaiknya dibuat program-program K3 dan penambahan program-program lain untuk mendukung terlaksananya tujuan K3 yang baik dan benar. Berikut ini adalah anjuran perbaikan menurut teori pendekatan teknis dan pendekatan manusia yang harus dilakukan, yaitu:

1. Perbaiki dengan Pendekatan Teknis:
 - a. Perbaiki Teknis Area penambangan nikel
 - 1). Melakukan pengecekan rutin pada alat APD apakah masih layak untuk digunakan dan tetap pada fungsinya sebagai alat pelindung diri pada kegiatan penambangan.
 - 2). Memberi rambu-rambu K3/*Safety Sign* di area jalan *hauling* agar dapat di baca oleh para pekerja dan memberikan kesadaran pada para pekerja akan keselamatan dan kesehatan kerja.
 - 3). Memperdalam paritan jalan air pada area penambangan agar kondisi jalan dan area penambangan tidak terlalu licin dan berlumpur saat musim pегhujan dengan intensitas tinggi datang.
 - 4). Melakukan penyiraman air secara rutin dengan menggunakan *Water Tank* pada musim panas.
 - b. Melakukan Identifikasi Bahaya pada kegiatan penambangan

Dengan ditemukannya potensi bahaya yang mungkin terjadi pada lokasi kerja, maka untuk mengendalikannya dilakukan *monitoring* atau manajemen resiko yaitu menganalisis resiko terhadap kemungkinan yang terjadi, kemudian melakukan pengendalian resiko dengan berdasarkan standar prosedur yang ada,serta upaya-upaya yang dapat dilakukan demi tercapainya proses bekerja yang baik dan aman.
 - c. Dilakukan pemeriksaan terhadap mesin yang berada di dalam area penambangan dikarenakan mesin atau peralatan di dalam pabrik harus selalu melalui pemeriksaan rutin karena dari dilakukannya pemeriksaan rutin mesin atau alat sebelum bekerja, dapat diketahui apakah alat yang akan digunakan layak atau tidak.
 - d. Dilaksanakannya pengawasan terhadap para pekerja ketika melakukan pekerjaannya. Pengawasan terhadap semua pekerjaan haruslah dilakukan dengan cara baik dan benar.
2. Perbaiki dengan Pendekatan Manusia
 - a. Menambah kesiapan ketika terjadi kondisi darurat, beberapa kecelakaan kecil atau insiden yang sering terjadi pada area penambangan dikarenakan masih kurangnya kontrol dari manajemen, maka dari itu pihak manajemen harus rutin melakukan inspeksi terhadap peralatan yang digunakan, observasi terhadap

pelaksanaan pekerjaan, dan memberikan edukasi dan *training* kepada pekerja sehingga dapat menangani jika terjadi kondisi darurat.

- b. Melakukan Pembinaan atau Sosialisasi Untuk Para Pekerja

Mencegah terjadinya kecelakaan perlu dilakukan pembinaan dan sosialisasi untuk keselamatan kerja terhadap semua karyawan agar dapat meniadakan potensi yang berbahaya di tempat kerja, karena tanpa adanya kesadaran dan pengetahuan yang cukup maka dapat menimbulkan potensi yang akhirnya dapat menyebabkan kecelakaan. Adapun usaha-usaha yang dapat dilakukan dalam pembinaan dan sosialisasi tentang pentingnya keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

 - 1). *Safety talk* atau penyuluhan yang dilakukan perusahaan

Kegiatan *safety talk* di perusahaan sebaiknya dilaksanakan dan ditekankan untuk para pekerja supaya melakukan bimbingan keselamatan dan kesehatan kerja yang ada pada *safety talk* ini, sebaiknya perusahaan harus lebih tegas dan memberikan sanksi bagi yang tidak menjalankan *safety talk* karena kegiatan *safety talk* ini sangat penting sebab pihak perusahaan dapat mengevaluasi tindakan tindakan dan kondisi yang tidak aman agar dapat di perbaiki dan sebagai pembelajaran untuk kedepannya.
 - 2). Melakukan *training* rutin tentang arti penting K3

Kegiatan ini harus dilakukan untuk semua karyawan PT. Jaya Bersama Sahabat agar dapat terlatih apabila terjadi kecelakaan kerja. Pihak perusahaan akan memberikan penghargaan kepada pekerja yang berprestasi dalam penerapan keselamatan kerja, rutin menjalankan *safety talk* berupa baju dan jaket berlogo *safety first*. Pekerja yang melanggar aturan akan diberi sanksi berupa surat peringatan, apabila surat peringatan sudah diberikan lebih dari tiga kali, maka perusahaan akan menindak dengan memberhentikan pekerja dari pekerjaannya.
- VI. PENUTUP**
- 6.1. Kesimpulan**
1. *Frekuensi Rate (FR)* berkisar antara 4-13,68 dan *Saverity Rate (SR)* 4-9,12. Kondisi tidak aman 33,33 %. Tindakan tidak aman 50 % dan 16,67 % adalah kondisi dan tindakan tidak aman.
 2. Terdapat beberapa penyakit yang diakibatkan oleh debu tambang, antara lain:
 - Silicosis*
 - Asma
 - Kanker Paru

Selain menyebabkan dampak bagi kesehatan pekerja, debu juga merupakan faktor tertinggi

penyebab kecelakaan di jalan *hauling* yang disebabkan oleh:

- 1) Pengemudi *Truck* yang tidak menutup kaca jendela *Truck* sehingga debu masuk ke mata dan mengganggu fokus.
- 2) *Truck* terbalik dikarenakan jalanan licin akibat debu..
3. a. Program yang dapat dilakukan perusahaan untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan antara lain pembuatan SOP, melakukan *safety talk* sebelum melakukan pekerjaan, membentuk *safety committee*, serta penggunaan *Water Tank* secara rutin.
- b. Program yang dapat dilakukan perusahaan untuk meminimalisir terjadinya sakit akibat kerja antara lain melakukan *medical checkup* secara berkala dan mengenakan alat pelindung diri.

6.2. Saran

- a. Perlu dilakukan pelatihan bagi para karyawan mengenai Kesehatan dan Keselamatan Kerja agar para karyawan sadar akan pentingnya K3 dan beserta resikonya
- b. Perlu adanya pengawasan yang intensif pada setiap lokasi kerja agar kondisi tidak aman dan tindakan tidak aman agar dapat diminimalisir untuk menghindari kecelakaan kerja.
- c. Perlu diadakan *Medical Team* khusus di lapangan agar ketika terjadi kecelakaan tindakan pertolongan dapat dilakukan di lapangan sehingga menghemat waktu perjalanan dikarenakan jarak Rumah Sakit terdekat dari lokasi cukup jauh.

VII. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu pada penelitian ini, terutama orang tua, keluarga, PT. Jaya Bersama Sahabat, dosen dan teman-teman perjuangan.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

1. Abbasil; Gholamnia; Alizadeh; Seyed Samseddin; and Razoulzadeh, Yahya, 2015, *Evolution of Workers Unsafe Behaviours using Safety Sampling Method in an Industrial Company*, Indian Journal of Science and Technology, Vol-8 (28), DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i28/84816, October 2005.
2. Alizadeh; Seyed Samseddin; Mortazavi; Seyed Bagher; and Mohammad Mehdi Sepheri, 2015, *Analysis of Occupational Accident Fatalities and Injuries Among Male Group in Iran Between 2008 and 2012*, Iranian Red Crescent Medical Journal. DOI: 10.5812/remj.18796.
3. Augusta N. Nkem August, Mimi H. Hassim, Kamarizan Kidam, 2016, *RELATIONSHIP BETWEEN UNSAFE ACT/CONDITION AND ACCIDENTS IN CONSTRUCTION COMPANY IN NIGERIA*, International Journal Universiti Teknologi Malaysia, 75:6 (2005) 73-77
4. C.Ramesh; M.Ravi; KCK.Vijayakumar, 2015, *Zero Accident Vision Using Safety Audit*,

- International Journal of Mathematical Sciences and Engineering (IJMSE), March 2015, ISSN 2278-1447 Volume – 4, Issue-1.
5. Dongping Fang; Chen Zhao; and mengchun Zhang, Ph.D., 2016 *A Cognitive Modal of Construction Worker's Unsafe Behaviors*, ASCE Library, Journal of Construction Engineering and Management/ Volume 142 Issue 9-September 2016
6. Ebrahimi; Mohammad Hossein; Khandan, Mohammad; Abbas, Milad; Biglari, Hamed, 2016 *Effects of Administrative Interventions on Improvement of Safety and Health in Workplace: A Case Study in an Oil*, ResearchGate, Journal of Engineering and Applied Sciences. January 2016. DOI: 10.3923/jeasci.2016.346.351.
7. Gao Ping; Fu Gui, 2015, *Analysis and Prevention of Unsafe Acts in Mine Roof Accident*, Chinese Journal, China University on Mining and Technology (Beijing)
8. Heinrich W. W., 1973. *Industrial Accident Prevention a Safety Management Approach*” fifth edition. New York.
9. Manysia, Zodwa Margaret, 2017, “The Current Status of Working Conditions in Public Hospitals at a Selected Province, South Africa: Part 1”, Taylor % Francis Online, Journal of Human Ecology Volume 56, 2016-Issue 1-2, <https://doi.org/10.1080/09709274.2016.11907058>.
10. Koesnaryo, S. 2001, *KESELAMATAN KERJA DI TAMBANG TERBUKA*, Diklat Pengawasan Tambang Batubara Terbuka Tanjungredep, Bearu, Kalimantan Timur 17-21 Juli 2001, Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Teknologi Mineral Dan Batubara.
11. _____, 2014, Darmawan Saputra, SNI / SNI 13-6618-2001-Metode Penghitungan Tingkat Kekerapan dan Tingkat Keparahan Cidera Akibat Kerja di Pertambangan Umum